

PUBLICACIONES EN EXTENSO

XII Congreso Estatal de Ciencias Exactas y Naturales



Realizado del 29 al 31 de mayo del 2025 en la Universidad de Sonora



Año 12. Volumen 1.

MEMORIAS DEL XII CONGRESO ESTATAL DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

INTRODUCCIÓN

Los trabajos aquí publicados fueron presentados en el marco del X Congreso Estatal de Ciencias Exactas y Naturales, que se realizó en la ciudad de Hermosillo, Sonora los días 29, 30, y 31 de mayo del año 2025.

Se aceptan en este congreso artículos que muestren formas originales de presentar conceptos o problemas de ciencias exactas y naturales experimentos o diseños novedosos que puedan realizarse en laboratorios de enseñanza; trabajos sobre técnicas computacionales o simulaciones orientadas a la enseñanza de las ciencias. También se aceptan artículos sobre investigaciones científica o educativas, desarrollos curriculares, así como reseñas de temas relevantes de la enseñanza en las diversas áreas de las ciencias exactas y naturales.

Los trabajos se presentaron en formato de cartel o ponencia en las áreas de Matemáticas, Física, Ciencias de la Tierra, Ciencias Ambientales, Química, Biología, Electrónica, Computación, Agronomía y Veterinaria y Polímeros y Materiales.

Todos los trabajos presentados son revisados por pares antes de ser aceptados.

Atentamente
Comité Editorial

COMITÉ EDITORIAL

Editora en jefe: M.C. Paulina López Ceballos

Comité Editorial

Dra. Verónica Moreno Rodríguez	Dr. Rafael del Rio Salas
Dra. Rita Paz Samaniego	Dr. Luis Fernando Enríquez Ocaña
Dr. Carmen Geraldí Higuera Chan	Dr. Ezequiel Rodríguez Jauregui
Dr. Rogelio Monreal Saavedra	M.C. Alba Lucina Martínez Haros
Dr. Roberto Núñez González	Dra. María Guadalupe López Robles
Dra. Karla Alejandra López Gastélum	Dr. Antonio Ramos Carrazco
Dr. Lamberto Castro Arce	Dr. Julio Cesar Campos García
Dr. Armando Ayala Corona	

ARBITRAJE

Alejandra Fonseca Morales	Mayra Rosalía Tocto Erazo
Carmen Geraldí Higuera Chan	Carolina Espinoza Villalva
Paulina Danae López Ceballos	María Teresa Dávila Araiza
Josué Elías Juárez Onofre	Luis Patricio Ramírez Rodríguez
Roberto Pedro Duarte Zamorano	Lorenzo Olguín Ruiz
María del Rocío Gómez Colín	Raúl Sánchez Zeferino
Gerardo Saavedra Rodríguez	Olga Oralia Arias Lara
Luis Fernando Enríquez Ocaña	Fabiola Suseth López Aguirre
María Marcela González Canales	Ramón Gertrudis Valdez Melchor
Ana Valeria Torres Figueroa	Lorena Armenta Villegas
Rita Paz Samaniego	Viviana Reyes Márquez
Montserrat Alejandro García Alegría	Rogelio Monreal Saavedra
Víctor Manuel Ocaño Higuera	Gerardo Valenzuela Hernández
Romeo Méndez Estrella	Alejandro García Juárez
Francisco Javier Arizaga Ayala	Damián Francisco Plascencia Martínez
Diego Hernández Martínez	Iván Chávez Urías
Karla Alejandra López Gastélum	Refugio Pérez González
Luis Ángel Barreras Contreras	Astrid Hernández Cruz
Edgar Omar Rueda Puente	Armando Ayala Corona
Jonathan Moreno Urbalejo	

Dirección de Sitio Web: www.congresociencias.uson.mx

ÍNDICE

EXTENSOS

1. MASTERCLASS Y TOUR VIRTUAL AL CERN: ESTRATÉGIAS DE DIVULGACIÓN CON IMPACTO EDUCATIVO EN JÓVENES SONORENSES 7
2. PROPIEDADES FOTOMÉTRICAS Y ESPECTRALES DE ESTRELLAS EN CÚMULOS ABIERTOS JÓVENES 12
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN FOC PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICA 21
4. HISTORIA DEL MECANISMO DE ANTIKYTHERA..... 31

RESÚMENES

5. DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE GLIFOSATO Y AMPA MEDIANTE HPLC-DAD CON DERIVATIZACIÓN PRE-COLUMNA 38
6. METALES EN ALIMENTOS DE LA CUENCA RÍO SONORA: UN ANÁLISIS ELEMENTAL E ISOTÓPICO 40
7. PROTOTIPO PARA OBTENER DESPLAZAMIENTO DEL SUELO A PARTIR DE REGISTROS SÍSMICOS 42
8. ¿QUÉ PUEDE REVELAR EL CABELLO HUMANO SOBRE NUESTRA EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN? 44
9. RESPUESTAS ESTRUCTURALES ANTE LAS MEDIDAS DE INTENSIDAD SISMICA 46
10. SELECCIÓN DE ELEMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE VARIABLE..... 48
11. DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y LENGUAJE VARIACIONAL 49
12. LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS A TRAVÉS DE PROYECTOS: DESAFÍOS EN SECUNDARIA FRENTE A LA PLANIFICACIÓN Y LA EVALUACIÓN FORMATIVA..... 50
13. LA ENSEÑANZA DE LA PROBABILIDAD A TRAVÉS DE MODELACIÓN Y SIMULACIÓN EN BACHILLERATO 52
14. ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD HUMANA VÍA TELEFONÍA MÓVIL: PROPORCIÓN DE TIEMPO DE OCUPACIÓN DE ÁREAS URBANAS 53
15. UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA INTRODUCIR LA ENSEÑANZA DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS DESDE EL ENFOQUE INFERENCIAL ESTADÍSTICO INFORMAL..... 55
16. CAFÉ CONTRA EL CÁNCER: ¿PUEDE LA CAFEÍNA AYUDAR A COMBATIR EL CÁNCER DE PULMÓN? 57
17. MICROPLÁSTICOS COMO VECTORES DE PLAGUICIDAS EN SISTEMAS DE AGROPLASTICULTURA..... 58
18. EFECTOS DE MICROPLÁSTICOS SOBRE LA MOVILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE EPT EN SUELOS AGRÍCOLAS DE ZONAS ÁRIDAS 60
19. OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTENSIDAD SISMICA 62

20. EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE LIGANTES TIPO BASES DE SCHIFF DERIVADOS DE AMINOÁCIDOS Y SUS COMPLEJOS DE COBRE(II)	64
21. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BASES DE SCHIFF DERIVADAS DEL L-HISTIDINA Y SUS COMPLEJOS DE COBRE (II)	66
22. SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA UTILIZANDO EXTRACTOS DE PLANTA SOLANUM MYRIACANTHUM DUNAL.....	68
23. CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS Y NANOCOMPUESTOS PARA IMPLANTES VALVULARES AÓRTICOS	70
24. CLASIFICACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS MEDIANTE MODELOS DE REDES NEURONALES PERCEPTRÓN MULTICAPA: UNA APLICACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN ENTORNOS LABORALES	72
25. SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE UN GAS IDEAL EN DOS DIMENSIONES	74
26. EL APOYO DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA	75
27. SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO MODIFICADO CON FERULATO DE ETILO: EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE..	77
28. EVALUACIÓN DE PELÍCULAS ACTIVAS A BASE DE ZEÍNA FUNCIONALIZADA CON QUERCETINA SOBRE LA CALIDAD DE FILETES DE SIERRA (<i>Scomberomorus sierra</i>).....	79

EXTENSOS

MASTERCLASS Y TOUR VIRTUAL AL CERN: ESTRATEGIAS DE DIVULGACIÓN CON IMPACTO EDUCATIVO EN JÓVENES SONORENSES

Castañeda Hernández A.¹, Murillo Quijada J.¹, Benítez Rubio J.¹, Valencia Palomo L.¹

¹Depto. de Investigación en Física. Universidad de Sonora, Campus Hermosillo.
alfredo.castaneda@unison.mx

RESUMEN

Desde 2018, el grupo de investigación en Altas Energías del Depto. de Investigación en Física (DIFUS) y el Depto. de Física de la Universidad de Sonora han consolidado un programa sostenido de divulgación científica orientado a estudiantes de nivel medio superior. A través de actividades como el Tour Virtuales al CERN y la MasterClass en Física de Partículas, se ha ofrecido a jóvenes de diversas preparatorias en el estado de Sonora la oportunidad de acercarse a la frontera del conocimiento científico, participar en análisis de datos reales del experimento CMS y dialogar con investigadores activos. Estos eventos han generado un impacto tangible en la formación académica y vocacional de los participantes, motivando a varios a seguir carreras científicas y a integrarse en proyectos de investigación en física de partículas. En esta ponencia se presenta un análisis cuantitativo de la participación a lo largo de los años, se examina la procedencia de los estudiantes por institución y se reflexiona sobre la relevancia de estas iniciativas como modelo regional de divulgación científica. Finalmente, se discuten las perspectivas de crecimiento, con especial énfasis en la incorporación de actividades emergentes como la MasterClass en Radioterapia, que vincula la física de partículas con aplicaciones en salud pública.

Palabras claves: Divulgación científica, CERN, Tour Virtual, Masterclass, Física de partículas, Educación, Impacto educativo.

INTRODUCCIÓN

El Gran Colisionador de Hadrones (LHC) (Brüning 2012) (Fig. 1) en el CERN constituye la instalación científica más grande y compleja del mundo, permitiendo estudiar partículas

subatómicas y fenómenos fundamentales de la naturaleza. Entre sus logros más importantes se encuentra el descubrimiento del bosón de Higgs en 2012. En este contexto, la Universidad de Sonora formalizó en 2018 un convenio de participación con el experimento CMS (CMS 2008), que ha permitido desarrollar proyectos de investigación, formación de estudiantes y actividades de divulgación científica. Como parte de este esfuerzo, desde 2018 se organizan dos eventos de divulgación científica: El tour virtual al CERN y el masterclass en física de partículas, los cuales han despertado el interés de cientos de estudiantes de preparatoria y primeros semestres de licenciatura.



Fig. 1. Vista esquemática del Gran Colisionador de Hadrones del CERN, ubicado en la frontera entre Francia y suiza, en donde se muestra la ubicación del experimento CMS en el cual la Universidad de Sonora colabora como miembro desde el 2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de la actividad se emplearon dos recursos principales proporcionados por el CERN y la comunidad internacional de física de partículas: las visitas virtuales al CERN (tour virtual) y las *International Masterclasses – Hands-on Particle Physics*.

En primer lugar, las visitas virtuales al CERN (CERN 2025) requieren conectividad en tiempo real con el laboratorio. Esta modalidad permite a los participantes interactuar con científicos del CERN y explorar las instalaciones experimentales mediante transmisiones en vivo. De esta forma, los estudiantes pueden acceder de manera remota a espacios

restringidos del acelerador y de los experimentos, lo que enriquece su comprensión sobre el funcionamiento del Gran Colisionador de Hadrones (LHC) y sus detectores asociados. Por otro lado, las *International Masterclasses* (IPPOG 2025) demandan la infraestructura de un centro de cómputo, ya que los estudiantes deben trabajar con software especializado para el análisis de datos reales obtenidos en los experimentos del LHC. Durante esta actividad, los participantes analizan eventos de colisiones de partículas, extraen distribuciones relevantes y formulan conclusiones a partir de la interpretación de los resultados. Este proceso no solo reproduce el flujo de trabajo de los físicos de partículas, sino que también fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas en un contexto científico real.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Desde 2018 se observa un interés creciente en la participación estudiantil, que solo se vio interrumpido por la pandemia y que, afortunadamente, se ha recuperado con fuerza en los últimos años (Fig. 2). Tan solo entre 2023 y 2024, alrededor de 120 jóvenes formaron parte de la *MasterClass*, ampliando así el impacto y el alcance de esta experiencia educativa. Un resultado especialmente valioso es que, actualmente, al menos 10 de los exparticipantes están desarrollando sus tesis de licenciatura, maestría o doctorado en física de partículas dentro del Grupo de Altas Energías de la Universidad de Sonora. Esto muestra cómo la iniciativa no solo despierta el interés inmediato de los estudiantes, sino que también impulsa vocaciones científicas y abre caminos hacia carreras en la investigación de frontera. La distribución de la participación por instituciones de educación media superior muestra una clara representación de distintas preparatorias de la región (Fig 3). En particular, los **COBACH de la ciudad de Hermosillo** concentran el mayor porcentaje de estudiantes participantes, lo que refleja el interés y compromiso de estas instituciones con la formación científica. Este liderazgo en la participación también subraya la importancia de fortalecer la vinculación entre las preparatorias y las actividades de divulgación científica, ampliando las oportunidades para que más jóvenes descubran la física de partículas.

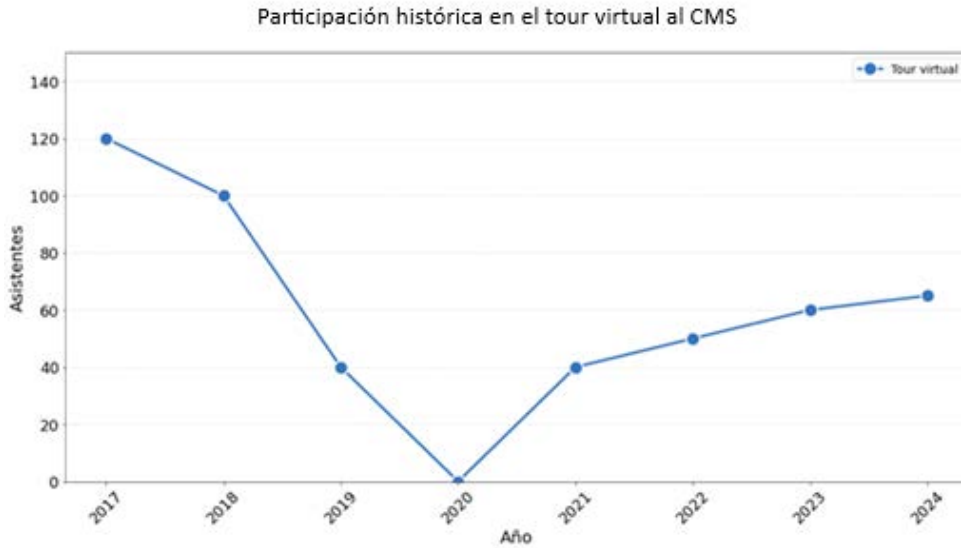


Fig. 2. Número de estudiantes que han participado en el evento Tour Virtual al CERN desde el 2018.

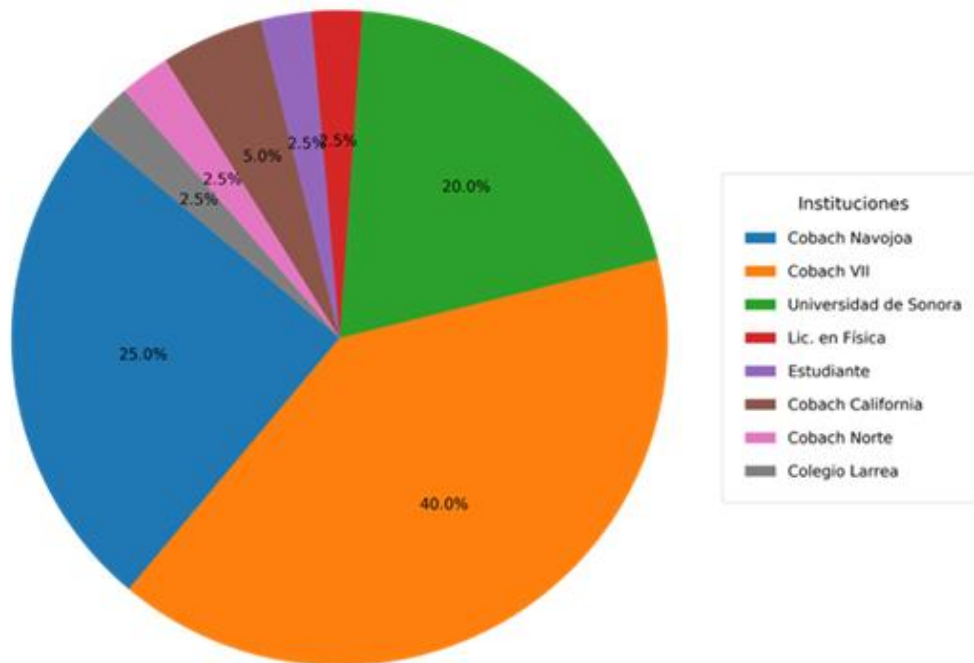


Fig. 3. Porcentaje de participación de preparatorias en el evento masterclass, donde se observa una contribución dominada principalmente por los COBACH.

CONCLUSIONES

Las actividades de divulgación científica implementadas en la Universidad de Sonora han tenido un impacto significativo en la formación de vocaciones científicas

en la región. Los Tour Virtuales y Masterclass en Física de Partículas han permitido a los estudiantes acercarse a la investigación de frontera, generando un efecto multiplicador en la elección de carreras científicas. La incorporación reciente de la *MasterClass* en Radioterapia abre una nueva vía de integración entre la física fundamental y sus aplicaciones en salud, con un potencial de impacto social aún mayor. Se buscará dar continuidad al programa, fortalecer los vínculos internacionales y expandir la iniciativa a otras instituciones educativas de la región.

REFERENCIAS

- Brüning, O., Burkhardt, H., & Myers, S. (2012). *The Large Hadron Collider. Progress in Particle and Nuclear Physics*. <https://doi.org/10.1016/j.pnpnp.2012.03.001>
- CMS Collaboration. (2008). *The CMS experiment at the CERN LHC. Journal of Instrumentation*, 3(08), S08004–S08004. <https://dx.doi.org/10.1088/1748-0221/3/08/S08004>
- CERN. (2025). *Virtual Visits*. CERN. <https://visit.cern/virtual-visit>
- International Particle Physics Outreach Group. (2025). *International Masterclasses – Hands-on Particle Physics*. <https://www.physicsmasterclasses.org>

PROPIEDADES FOTOMÉTRICAS Y ESPECTRALES DE ESTRELLAS EN CÚMULOS ABIERTOS JÓVENES

Cañedo Verdugo M.¹, Duarte Zaragoza P.R.¹, Yacamán Valdez J.¹, Olgúin L.², Contreras M. E.²

¹Licenciatura en Física, Depto. de Física, Universidad de Sonora. a220260122@unison.mx, a223215689@unison.mx, a223206788@unison.mx

²Depto. de Investigación en Física, Universidad de Sonora. eugenia.contreras@unison.mx, lorenzo.olguin@unison.mx

RESUMEN

Los cúmulos abiertos o galácticos son grupos estelares formados por algunas decenas a miles de estrellas que nacieron aproximadamente al mismo tiempo, comparten propiedades físicas y químicas similares y se ubican en su mayoría en el disco de la Vía Láctea. En este trabajo presentamos un estudio de las propiedades físicas más importantes (edad, metalicidad, extinción, distancias y tamaños) para una muestra de tres cúmulos abiertos, con edades cercanas a 30 millones de años, obtenidas a partir de datos fotométricos. Además, presentamos las características espectroscópicas más relevantes para un grupo de estrellas brillantes ($V < 15$) en cada uno de los cúmulos de la muestra.

Palabras claves: Cúmulos Abiertos, fotometría estelar, espectroscopía estelar.

INTRODUCCIÓN

Los cúmulos abiertos o galácticos son grupos de estrellas formados por algunas decenas a miles de objetos que nacieron aproximadamente al mismo tiempo, comparten propiedades físicas y químicas similares y se ubican en su mayoría en el disco de la Vía Láctea. Actualmente se conocen más de 3000 cúmulos (Kharchenko et al., 2013) y se estima que hay muchos más (ver Figura 1), del orden de 50 a 100 mil, y que es difícil detectarlos debido a la alta extinción causada por el polvo que hay en el disco de nuestra galaxia. El estudio de las propiedades de los cúmulos es un campo muy activo de la astronomía, porque sirven como laboratorios para probar modelos de evolución estelar.

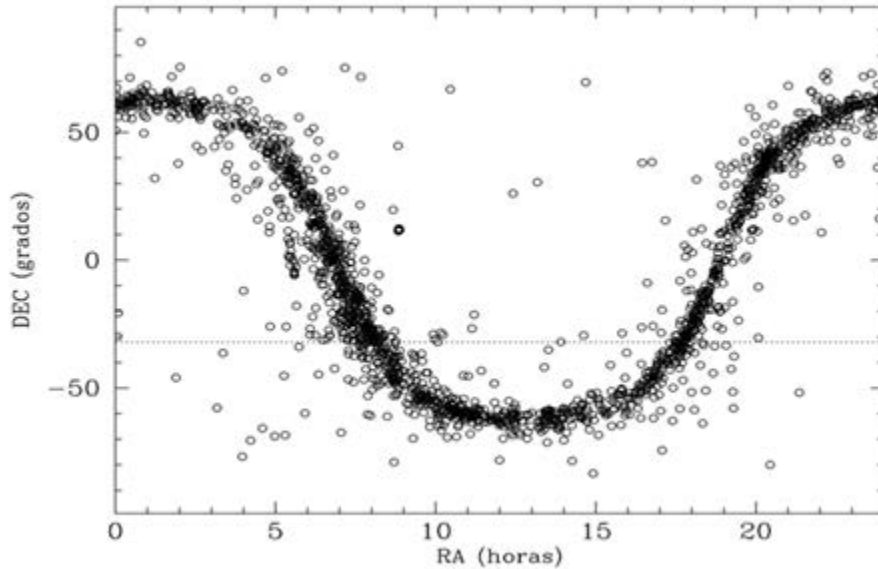


Fig. 1. Posición de los cúmulos abiertos en coordenadas ecuatoriales. Los datos se tomaron del catálogo de Días et al. (2021). La línea punteada horizontal marca el límite de los objetos que son observables desde el OAN-SPM.

Desde la superficie terrestre es posible estudiar a los cúmulos utilizando fotometría en varias bandas del intervalo óptico del espectro. Uno de los sistemas fotométricos más utilizado es el de Johnson-Cousins, donde se tienen filtros para la luz ultravioleta (U), azul (B), visual (V), rojo (R) e infrarrojo cercano (I). En este trabajo reportamos el análisis de las propiedades de los cúmulos utilizando sólo los filtros U, B y V. Mediante la información combinada obtenida con estos filtros, derivamos parámetros de los cúmulos como enrojecimiento interestelar, la metalicidad, edad y distancia.

LA MUESTRA

Se han escogido cúmulos de los que, a partir de estudios preliminares, se tienen indicios de que son jóvenes (edad menor o cercana a 30 millones de años). Tenemos una muestra general de varias decenas de objetos, pero para este trabajo hemos escogido sólo tres con el fin probar las técnicas que queremos implementar en el futuro para realizar el análisis de toda la muestra. En particular, los cúmulos escogidos han sido observados desde el Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM) y sus coordenadas ecuatoriales y galácticas

se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.

Cúmulos incluidos en la muestra analizada en este trabajo. Las columnas AR y DEC constituyen las coordenadas ecuatoriales en la época 2000.0 y LONG y LAT constituyen las coordenadas galácticas.

NOMBRE	AR	DEC	LONG	LAT
NGC 957	38.343	57.553	136.287	-2.645
NGC 1502	61.954	62.332	143.671	+7.657
Biurakan 2	302.283	35.488	72.7473	+01.360

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos fotométricos utilizados fueron obtenidos con el telescopio de 0.84m del Observatorio Astronómico Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir (OAN-SPM), B.C., México. Utilizamos el detector SITE y la rueda de filtros llamada "La Ruca". Las reducciones y calibraciones de los datos se realizaron con el software IRAF¹. Las imágenes cubren campos de visión típicamente de 9 x 9 minutos de arco. Para generar y analizar los diagramas color-magnitud, utilizamos macros propias escritas en el lenguaje del graficador Supermongo (SM). Para obtener la extinción, utilizamos diagramas color-color, (B-V) vs (U-B), y ajustamos la secuencia de Schmidt-Kaler (1982a,1982b) principalmente en la "joroba" de las estrellas tipo F. Para estimar la metalicidad, utilizamos las secuencias de Sandage (1969). Por cuestiones de espacio, en estas memorias no se presentan los pasos de este procedimiento y se recomienda consultar el trabajo de Contreras et al. (2023). Para hacer la estimación de otros parámetros físicos de los cúmulos, como son edad, metalicidad y distancia, realizamos ajustes utilizando las isócronas de la base PARSEC² (Bressan et al. 2012).

¹ IRAF es el acrónimo de Image Reduction and Analysis Facility y es una colección de programas para reducción de datos astronómicos escritos en el National Optical Astronomy Observatory (NOAO) de los Estados Unidos.

² <https://stev.oapd.inaf.it/cgi-bin/cmd>

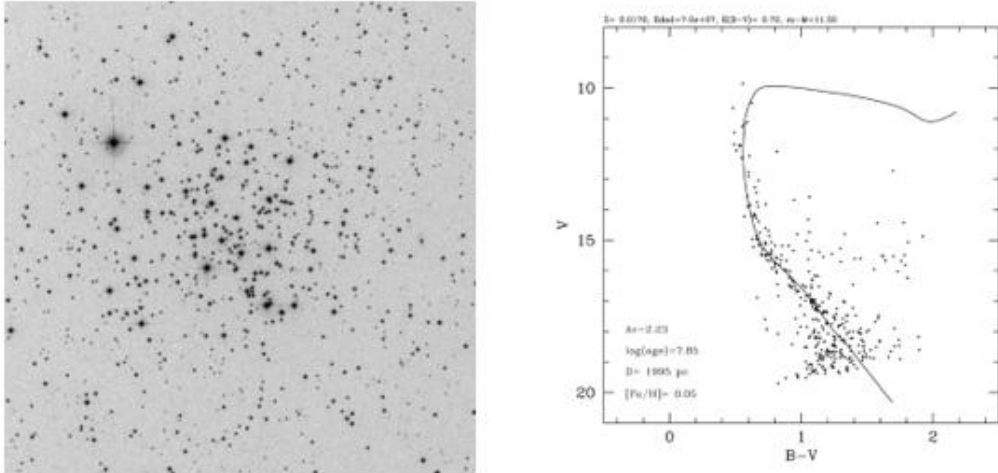
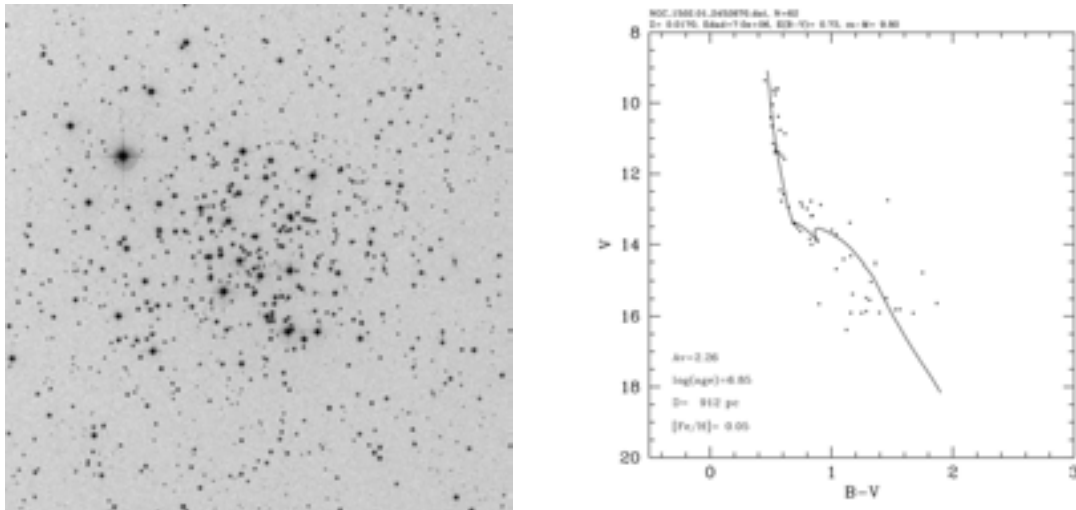


Fig. 2. Imagen óptica del cúmulo NGC 957³.

Los espectros estelares fueron obtenidos con el telescopio de 2.1m del OAN-SPM. Usamos el espectrografo Boller & Chivens Milanés, con una rejilla de 400 líneas/mm y un detector E2V de 2000 x 2000 pixeles de 15 micras. La resolución típica fue de 7 angstroms. Para determinar el tipo espectral, utilizamos estrellas de comparación de las bases de espectros estelares MILES (Sánchez-Blázquez et al. 2006) y de Kitt Peak (Jacoby, Hunter & Christian 1984).



³ Obtenida del catálogo DSS2-Red, y el diagrama color-magnitud (DCM) de las estrellas observadas con el telescopio de 0.84 m del OAN-SPM. Se muestra la isócrona que mejor ajusta a la población estelar. La isócrona proviene de los modelos de la base PARSEC (Bressan et al. 2012).

Fig. 3. Igual que en la Figura 2 pero para el cúmulo NGC 1502.

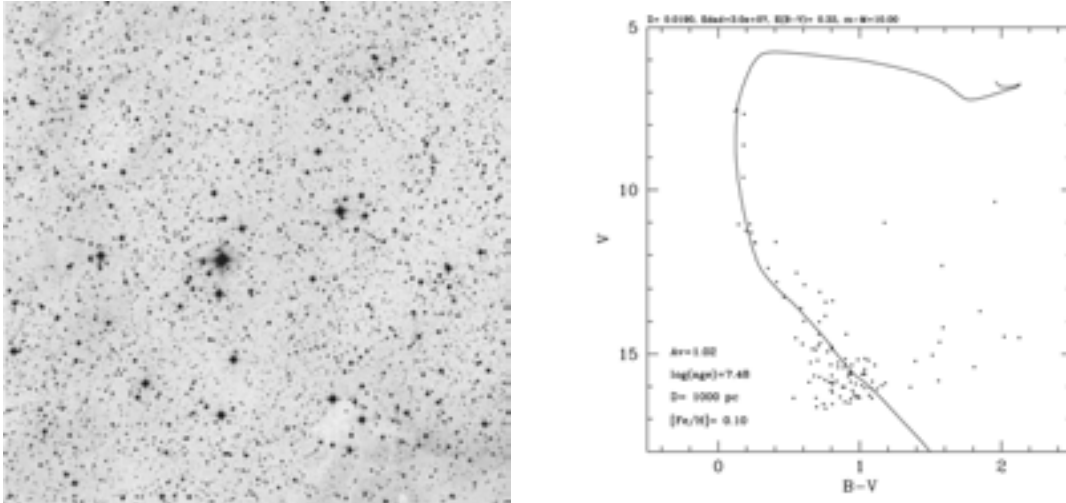


Fig. 4. Imagen óptica del cúmulo Biurakan 2³.

Aunque estas bases tienen un número considerable de estrellas, aún existen tipos espectrales que nos son representados apropiadamente en ellas. De esta manera, no todas las estrellas tienen bien determinado el tipo espectral y sólo obtuvimos una aproximación al más cercano. No presentamos los detalles obtenidos para cada estrella, sino un resumen del número de estrellas estudiadas en cada cúmulo. Estos se pueden ver en la Tabla 2. En el futuro crearemos una base con los resultados detallados obtenidos para las diferentes estrellas.

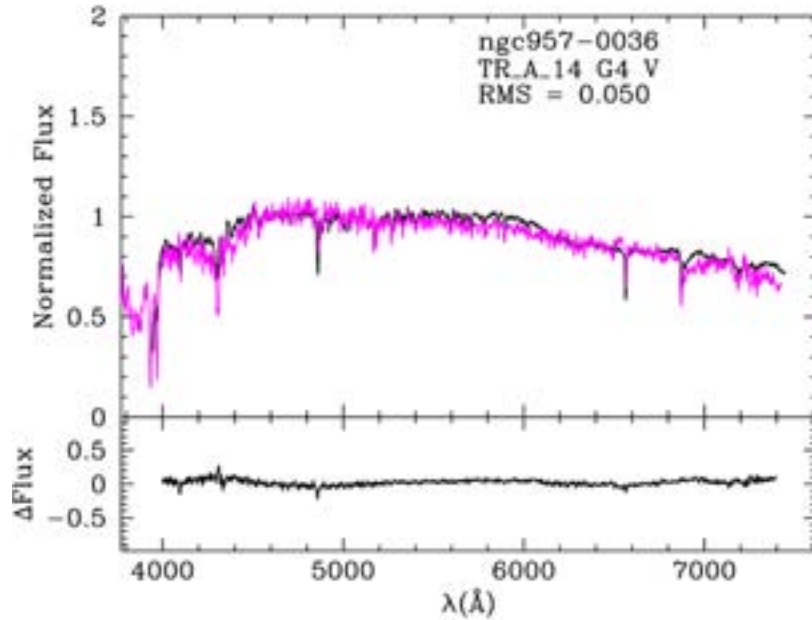


Fig. 5. Ejemplo de determinación del tipo espectral de una estrella. Se muestra en color negro el espectro de la estrella del cúmulo y en magenta el espectro de la estrella de comparación. El espectro de referencia es de la base de Kitt Peak (Jacoby, Hunter & Christian 1984).

La segunda forma que utilizamos para determinar el tipo espectral de las estrellas en cúmulos, es el ajuste de la Distribución Espectral de Energía o SED por sus siglas en inglés. La SED de una estrella se forma en base a las magnitudes obtenidas en diferentes bandas fotométricas convirtiendo éstas a flujos calibrados mediante la ecuación que define una magnitud y multiplicando por la longitud de onda efectiva de la banda fotométrica, esto es

$$\lambda F = \lambda 10^{-0.4(m_\lambda - C_\lambda)}$$

donde m_λ es la magnitud en la banda con longitud efectiva λ y C_λ es una constante de punto cero que depende de la banda fotométrica. Los valores de λ y C_λ que utilizamos en este trabajo se tomaron del sitio web del Observatorio Gemini⁴.

Nuestros datos incluyen bandas en el intervalo óptico obtenidos con filtros del tipo Johnson-Cousins (U, B, V, R_c e I_c) utilizando el telescopio de 0.84 m del OAN-SPM. Note que no todas las estrellas tienen magnitudes reportadas en las cinco bandas. Entre más débil la estrella, menos magnitudes son reportadas. Las bandas ópticas

⁴ <https://www.gemini.edu/observing/resources/magnitudes-and-fluxes/conversions-between-magnitudes-and-flux>

son complementadas con bandas en el infrarrojo (IR) obtenidas de los datos del satélite WISE (W1, W2, W3 y W4), si están disponibles.

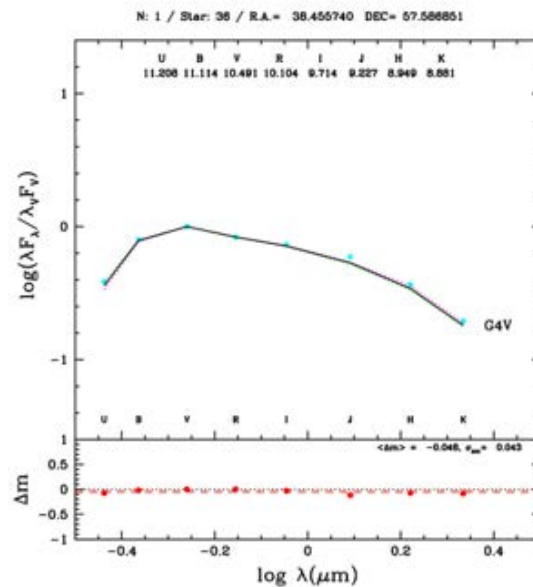


Fig. 6. Ajuste de la SED de la estrella NGC 957 0036. El tipo espectral derivado de esta forma coincide con el que derivamos mediante el espectro (ver. Figura 5).

Una vez que obtenemos la SED, hacemos algo similar con las magnitudes de las estrellas de la base de Kenyon & Hartmann (1995), que presentan los datos fotométricos para estrellas de distintos tipos espectrales y nos sirven de referencia para determinar los tipos espectrales de las estrellas problema. Un ejemplo de los ajustes realizados se muestra en la Figura 6.

Este tipo de determinación del tipo espectral en general es menos precisa que la determinación directa mediante el espectro estelar, sin embargo, tiene la ventaja que se utilizan datos fotométricos que se pueden obtener de manera más eficiente que los datos espectroscópicos, facilitando la clasificación de un número mayor de estrellas. Adicionalmente, se puede hacer la clasificación para estrellas más débiles, si se cuenta con su fotometría completa.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

En la Tabla 2 presentamos los parámetros obtenidos para los cúmulos estudiados en este trabajo: edad, distancia y el exceso de color E(B-V), que es una medida de

la extinción interestelar entre el cúmulo y nosotros. También se presenta el número de estrellas a las que se les pudo estimar el tipo espectral de manera fotométrica (SPTY-FOT) y espectroscópica (SPTY-ESP). Cuando la estrella tiene información de la mayor parte de las bandas ópticas e IR que incluimos en la SED, la determinación de su tipo espectral fotométrico es más preciso y mejor es el acuerdo entre este tipo espectral y el determinado mediante los espectros. A medida que la estrella es más débil y adolece de valores en algunas de las bandas, crece la incertidumbre en su tipo espectral. Para mejorar la determinación de tipos espectrales, en el futuro debemos incluir otras bases espectrales donde se cuente con mayor cantidad de estrellas que cubren los distintos subtipos espectrales en distintas etapas evolutivas (desde enanas hasta gigantes).

Tabla 2.

Parámetros físicos derivados para los cúmulos utilizando un ajuste de isócronas. Se muestran la edad estimada del cúmulo, la distancia al Sol y el exceso de color $E(B-V)$, que es una medida de la extinción interestelar en la dirección del cúmulo.

NOMBRE	EDAD (Ma)	DIST (pc)	E(B-V) (mag)	REG-FOT (arcmin)	NTOT	SPTY-FOT	SPTY-ESP
NGC 957	11.0	1815	0.84	10	591	182	48
NGC 1502	11.2	821	0.73	10	196	66	50
Biurakan 2	20.0	1000	0.41	10			44

NOTA: La edad se da en millones de años, la distancia en parsecs, el exceso de color en magnitudes, REG-FOT es el tamaño de la región fotométrica en minutos de arco, NTOT es el número total de estrellas con fotometría en la región mencionada, SPTY-FOT es el número de estrellas con tipo espectral derivado de la fotometría y SPTY-ESP es el número de estrellas con tipo espectral derivado utilizando espectros.

CONCLUSIONES

Hemos podido derivar los parámetros físicos de una muestra de tres cúmulos abiertos de nuestra galaxia utilizando ajuste de isócronas. Obtuvimos la edad y distancia al cúmulo, así como la extinción en dirección a los mismos. Adicionalmente, hemos determinado el tipo espectral de estrellas de los cúmulos utilizando dos aproximaciones diferentes. Para estrellas brillantes, donde los espectros estelares tienen una alta señal a ruido y los datos fotométricos son capaces de cubrir apropiadamente el intervalo óptico e IR con diferentes bandas,

ambas determinaciones del tipo espectral concuerdan de manera excelente. Finalmente, es importante señalar que el método de determinación de los tipos espectrales, tanto fotométricos como espectrales, dependen críticamente de una cobertura apropiada de todos los subtipos espectrales en las estrellas de referencia, lo que no sucede en las bases que hasta la fecha hemos utilizado. En el futuro trabajaremos en esta dirección.

REFERENCIAS

- Bressan, A., Marigo, P., Girardi, L., Salasnich, B., Dal Cero, C., Rubele, S. y Nanni, A. (2012). PARSEC: stellar tracks and isochrones with the Padova and Trieste Stellar Evolution Code. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 427(1), 127-145. doi: 10.1111/j.1365-2966.2012.21948.x
- Contreras, M.E., Olguín, L., Ruiz-Hernández, R. (2023). Fotometría de Cúmulos Abiertos. *Memorias Congreso Estatal de Ciencias Exactas y Naturales 2023*. p. 58.
- Jacoby, G.H., Hunter, D.A., Christian, C.A. (1984). A library of stellar spectra. *Astrophysical Journal, Suppl. Ser.*, 56, 257-281. doi: 10.1086/190983
- Kenyon, S.J., Hartmann, L., (1995). Pre-main-sequence evolution in the Taurus-Auriga Molecular Cloud. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 101, 117-171. doi: 10.1086/192235
- Kharchenko, N.V., Piskunov, A.E., Schilbach, E., Röser, S. y Scholz, R.-D. (2013). Global Survey of star clusters in the Milky Way. II. The catalogue of basic parameters. *Astronomy & Astrophysics*, 558, A53, pp. 8. doi: 10.1051/0004-6361/201322302.
- Sánchez-Blázquez, P.; Peletier, R. F.; Jiménez-Vicente, J.; Cardiel, N.; Cenarro, A. J.; Falcón-Barroso, J.; Gorgas, J.; Selam, S.; Vazdekis, A. (2006). Medium-resolution Isaac Newton Telescope library of empirical spectra, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 371, Issue 2, pp. 703-718. doi: 10.1111/j.1365-2966.2006.10699.x
- Sandage, A. (1969). New Subdwarfs. II. Radial velocities, photometry and preliminary space motions for 112 stars with large proper motion. *The Astrophysical Journal*, 158, 1115-1136. doi: 10.1086/150271.
- Schmidt-Kaler, T. (1982a). The Hertzsprung-Rusell Diagram, Stellar Populations, Stellar Ages and Metal Contents. En K. Schaifers & H.H. Voigt (Eds.), *Landolt-Börnstein - Group VI- Astronomy and Astrophysics 2B (Stars and Star Clusters)*. Berlin: Springer Verlag. doi: 10.1007/10201975_3.
- Schmidt-Kaler, T. (1982b), Color Diagrams. En K. Schaifers & H.H. Voigt (Eds.), *Landolt-Börnstein - Group VI- Astronomy and Astrophysics 2B (Stars and Star Clusters)*. Berlin: Springer Verlag. doi: 10.1007/10201975_101.

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN FOC PARA MOTORES DE INDUCCIÓN TRIFÁSICA

Valenzuela Hernández L. A.¹, Berman Mendoza D.², Ramos Carrazco A.³, Núñez Pérez E.⁴, Jiménez Lopez E.⁵

¹Área de ingenierías, ULSA Noroeste, luisvalen123@hotmail.com

²Depto. de Investigación en Física, campus Hermosillo, Dainet.berman@unison.mx

³Depto. de Investigación en Física, campus Hermosillo, Antonio.ramos@unison.mx

⁴Área de ingenierías, ULSA Noroeste, eduardo.nunez@lasallenoroeste.edu.mx

⁵Área de ingenierías, ULSA Noroeste, ejimenezl@msn.com

RESUMEN

El avance en el control de motores eléctricos ha permitido desarrollar técnicas que ofrecen mayor eficiencia, precisión y flexibilidad. Entre ellas, el Control Orientado por Campo (FOC, por sus siglas en inglés) se ha consolidado como un estándar en aplicaciones industriales y de movilidad eléctrica. Este método permite controlar de manera eficiente motores de inducción y otros tipos de motores trifásicos, superando desafíos como la variabilidad de parámetros y el comportamiento no lineal del flujo magnético. En este trabajo, se propone el diseño y simulación de un sistema embebido basado en microcontroladores STM32 para la implementación del FOC en el control de velocidad y par en motores de inducción, con un enfoque didáctico que facilita el aprendizaje de conceptos avanzados de electrónica de potencia y microcontroladores. La propuesta combina el uso de transformaciones matemáticas (Clarke y Park) con algoritmos de control modernos, lo que permite comprender temas avanzados para la resolución de problemas industriales complejos.

Palabras clave: Control, FOC, Transformadas de Clarke y Park, Motores.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la ingeniería eléctrica y electrónica, el control de motores eléctricos ha progresado notablemente en las últimas décadas, gracias al desarrollo de microcontroladores, técnicas modernas de control y la inteligencia artificial. Entre

las diversas técnicas de control, el FOC se ha establecido como un estándar en aplicaciones que requieren alta eficiencia, precisión y adaptabilidad (Mohanraj et al., 2022).

En la industria, los motores de inducción son ampliamente utilizados debido a su robustez, bajo costo y facilidad de mantenimiento. Sin embargo, su control eficiente presenta desafíos como la variabilidad de los parámetros del sistema, el comportamiento no lineal del flujo magnético y las interacciones entre fases (Yousef y Abdelmaksoud, 2015; Zhang et al., 2022). Ante estos desafíos, el FOC ha demostrado ser una solución efectiva, principalmente en el sector automotriz, donde optimiza el rendimiento y aumenta la eficiencia en motores de vehículos eléctricos e híbridos. También se ha implementado en otras áreas como la automatización industrial, la robótica y las energías renovables, mejorando la eficiencia, la velocidad de respuesta y la confiabilidad (Prabhu et al., 2023).

En este contexto, el FOC es una solución de estos problemas al desacoplar las componentes de flujo magnético y par a través de las transformaciones de Clarke y Park (Skuric et al., 2022). Esto permite utilizar algoritmos de control que faciliten el ajuste de la velocidad y el par de los motores. La transformada de Clarke convierte las corrientes trifásicas del motor (I_a , I_b e I_c) en un sistema de coordenadas en el plano α - β . Esta conversión proyecta las corrientes trifásicas en un plano bidimensional para simplificar el análisis. Posteriormente, la transformación de Park lleva las componentes α y β al sistema de coordenadas síncrono (d, q) para utilizar los parámetros I_d e I_q en el ajuste de velocidad y el par del motor de acuerdo con los valores de referencia del sistema de control (Mohanraj et al., 2022). La figura 1 ilustra esquemáticamente estas transformaciones aplicadas a las corrientes trifásicas.

Presentando esta introducción, el objetivo general de este trabajo es: Desarrollar e implementar un sistema FOC a través del microcontrolador STM32 para el control de velocidad y par de un motor trifásico de inducción.

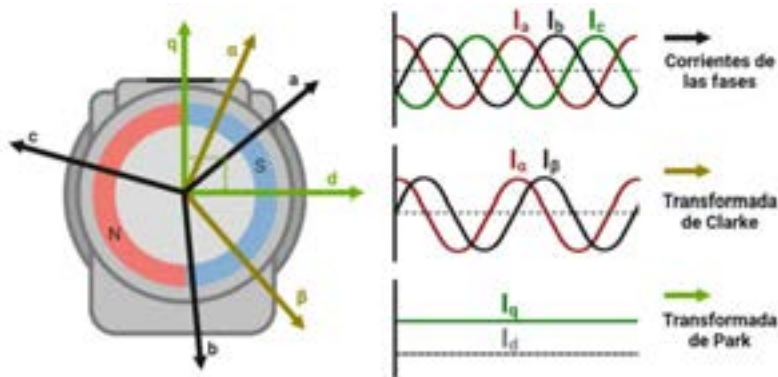


Fig. 1. Ilustración esquemática de las transformadas de Clarke y Park para corriente de fase de un motor de inducción.

Asimismo, los objetivos específicos son desarrollar cada etapa del sistema FOC, como se muestra en la figura 2 (Inversor trifásico, adquisición de datos, algoritmo de las transformadas plasmadas en el STM32 y etapa de control digital).

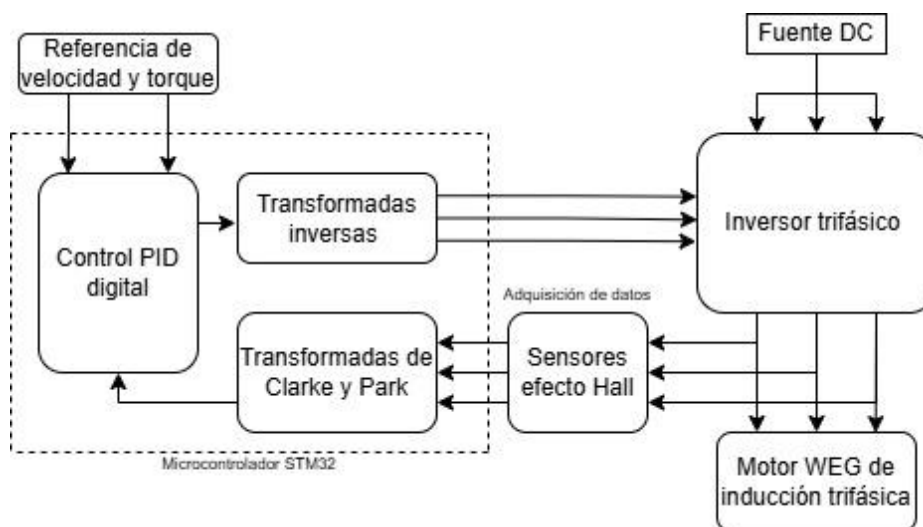


Fig. 2. Diagrama a bloques del sistema FOC para control de motores eléctricos de inducción.

MATERIALES Y MÉTODOS

La tabla 1 muestra la lista de materiales a utilizar, seleccionados a partir de su accesibilidad económica y comerciable a fin de cumplir los objetivos planeados.

Tabla 1.

Lista de materiales y componentes a utilizar para el desarrollo del sistema FOC basado en STM32.

Cantidad	Componente	Modelo	Etapas del proyecto
1	Motor de inducción trifásico	Motor WEG serie W40	Planta
3	Drivers N-MOSFET	IR2101	Inversor trifásico
6	N-MOSFET	IRF3305	Inversor trifásico
3	Diodo	UF4004	Inversor trifásico
3	Sensor Efecto Hall	ACS770	Adquisición de datos
1	Placa de desarrollo	STM32Fxxx	Procesamiento de datos y etapa de control

Nota 1: El modelo de la placa está a disposición de los dispositivos electrónicos y módulos a incorporar.

Nota 2: En caso de utilizar un motor con sensores incorporados, omitir los sensores efecto Hall.

Nota 3: Los componentes como resistencia, capacitor y potenciómetro, son genéricos con variación de valores.

A continuación, se presentará el desarrollo de cada etapa del sistema FOC:

Etapas Inversor trifásico

Inicialmente, se propuso el transistor MOSFET IRF3305 junto con su driver IR2101 por la accesibilidad de adquirirlo y el correcto funcionamiento con el motor WEG. El driver del MOSFET con la configuración como la figura 3, permite conmutar eficazmente el voltaje de la fase del motor a través del proceso Bootstrap, generado por el capacitor CBOOT y el diodo DBOOT (UF4004). Además, HIN y LIN son las entradas lógicas (área de control aislado del circuito, parámetros conectados al STM32), indicando que una señal en HIN significa que se desea controlar el MOSFET de lado alto y una señal LIN significa que se desea controlar el MOSFET de lado bajo. Las resistencias del circuito se utilizaron para controlar el voltaje en la compuerta de los MOSFET y RBOOT para controlar la corriente de conmutación.

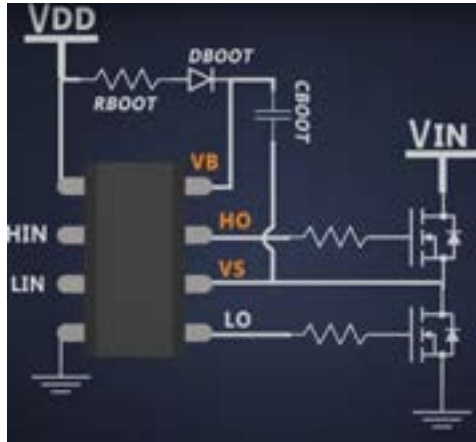


Fig. 3. Circuito de la etapa inversor con el uso del MOSFET y del driver conmutador.

Etapa Adquisición de datos

De misma manera que el inversor trifásico, en la adquisición de datos se propuso el sensor de efecto Hall ACS770 con el objetivo de adquirir el valor de la corriente en cada fase, siendo su configuración como la figura 4. En la conexión del circuito, IP+ está conectado al inversor, IP- al motor WEG y Vout (Salida analógica proporcional a la corriente detectada en IP+ a IP-) a una entrada del STM32. Así, las fases del motor están conectadas al inversor trifásico y al sensor.

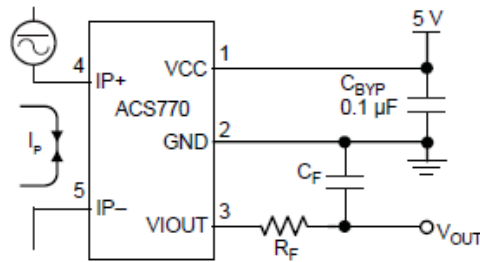


Fig. 4. Circuito de la etapa adquisición de datos con el uso del ACS770.

Etapa de procesamiento de datos

Al tener el valor de las corrientes trifásicas del motor, se transforman en coordenadas planares mediante la ecuación de la transformada de Clarke, siendo la ecuación 1.

$$\begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

Que reducidos a la ecuación 2 y 3, son las necesarias para implementar en el STM32 y hagan la transformación de forma automática.

$$I_\alpha = I_a \quad (2)$$

$$I_\beta = (I_a + 2I_b) \frac{1}{\sqrt{3}} \quad (3)$$

Teniendo α y β , se utilizan para transformar las coordenadas planares en síncronas mediante la ecuación 4 de la transformada de Park.

$$\begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & \sin(\theta) \\ -\sin(\theta) & \cos(\theta) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde θ es el ángulo del rotor.

De misma manera que la transformada de Clarke, la ecuación matricial de Park se reduce a dos ecuaciones que definan I_d e I_q , posteriormente, para ser utilizadas en la codificación del STM32.

El siguiente funcionamiento de esta etapa es el controlador PID integrado en el STM32, enfocado para realizar ajustes en los parámetros I_d e I_q en relación a los valores de referencia suministrados.

Por último, se aplican las transformaciones inversas de Park y Clarke sucesivamente, donde la ecuación 5 y 6 pertenecen a inversa de Park y las ecuaciones 7, 8 y 9 pertenecen a la inversa de Clarke. Además, se genera la Modulación por Ancho de Pulso (PWM, sus siglas en inglés) para la alimentación del motor con la retroalimentación aplicada.

$$V_\alpha = V_d \cos(\theta) - V_q \sin(\theta) \quad (5)$$

$$V_\beta = V_d \sin(\theta) + V_q \cos(\theta) \quad (6)$$

Donde V_d y V_q son parámetros obtenidos en el controlador PID y θ es el ángulo del rotor.

$$V_a = V_\alpha \quad (7)$$

$$V_b = -0.5V_\alpha + \frac{\sqrt{3}}{2}V_\beta \quad (8)$$

$$V_c = -0.5V_\alpha - \frac{\sqrt{3}}{2}V_\beta \quad (9)$$

Codificación del STM32Fxxx

Los programas principales de este trabajo son:

- STM32CubeMX: Programa que proporciona la configuración de los puertos del STM32, así como otros dispositivos o núcleos. Además, este programa

genera la estructura documental y el código del programa en STM32CubeIDE.

- STM32CubeIDE: Programa con el archivo.c, en donde se escribirá y desarrollará el código de este trabajo, con la finalidad de generar el archivo.hex, archivo que se implementa en el programa Proteus.
- Proteus: Programa de simulación, en donde se implementa cada etapa presentada con los componentes y configuraciones de circuito mencionados. El archivo.hex generado en CubeIDE, se agrega en el STM32, tal como se muestra en la figura 5.

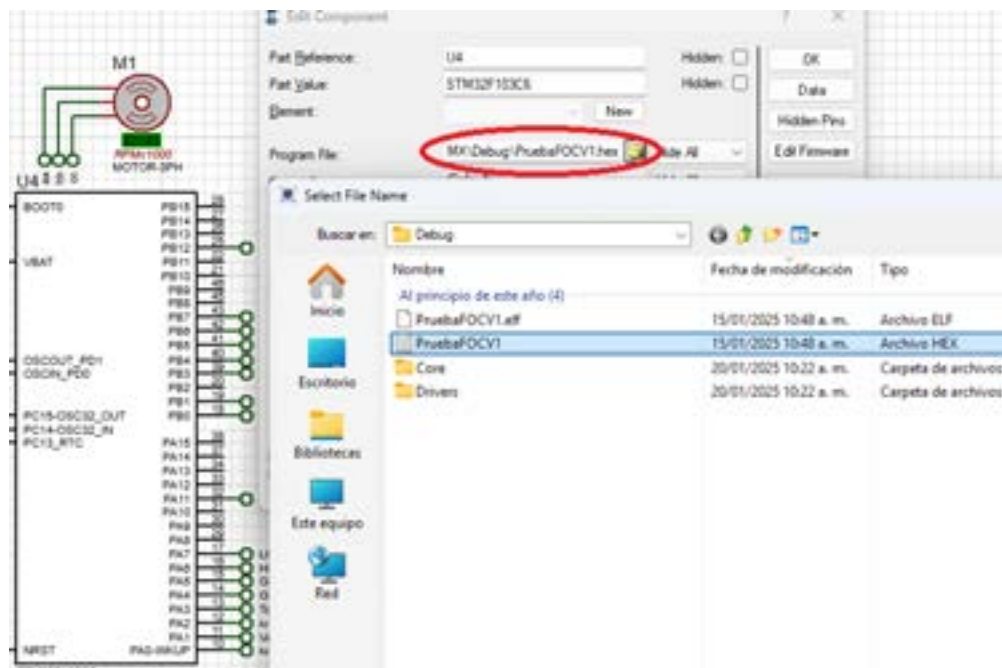


Fig. 5. Proceso para adjuntar el archivo.hex en el STM32 de Proteus.

DISCUSIÓN Y RESULTADOS

A continuación, se presentan y analizan los resultados correspondientes a la señal de salida PWM generada por el STM32 bajo diferentes condiciones de operación y parámetros del sistema. En la figura 6 se muestra la señal PWM de las tres fases de salida para las corrientes trifásicas a una velocidad de 270 rpm, con una rotación en sentido horario.

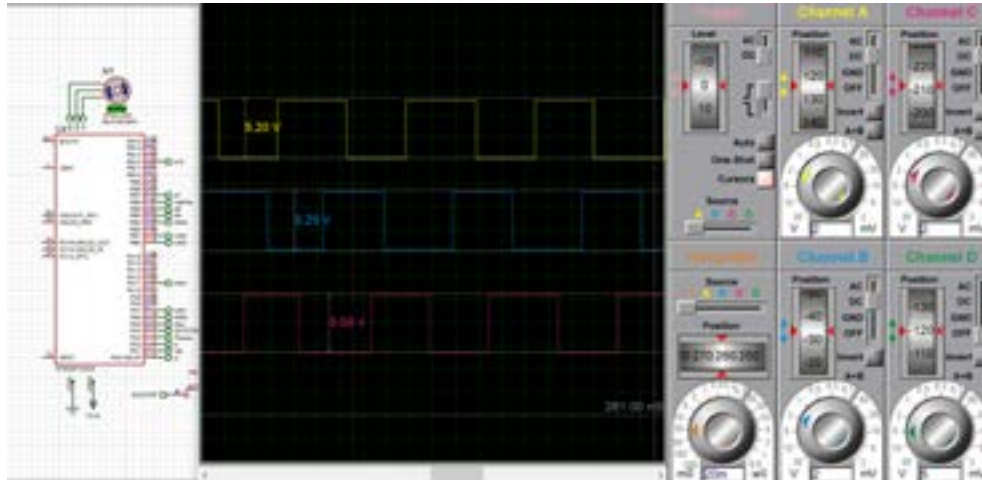


Fig. 6. Respuesta del PWM a 270 rpm en sentido horario.

De manera similar, en la figura 7 se muestra la señal PWM bajo las mismas condiciones, pero a una velocidad reducida de 100 rpm.

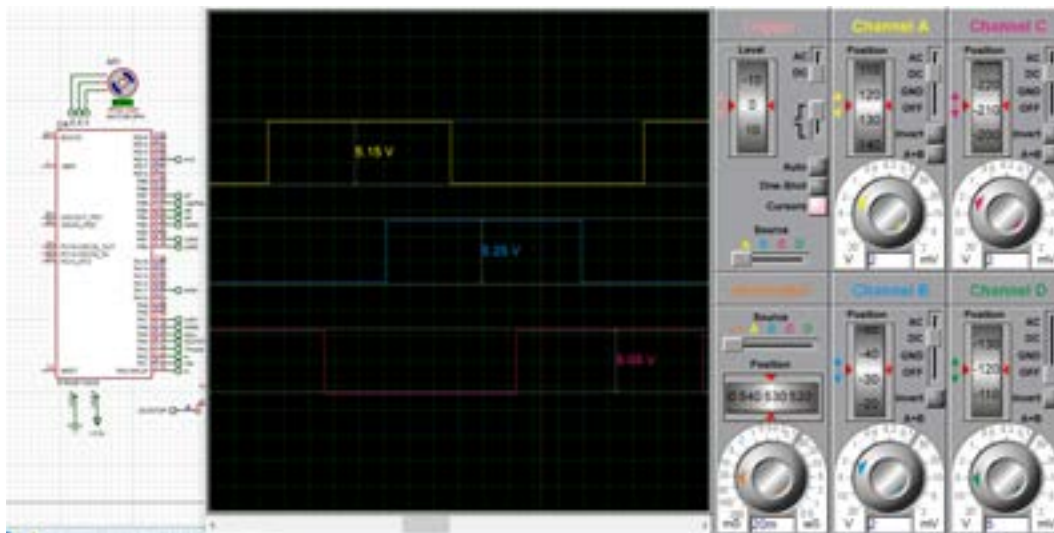


Fig. 7. Respuesta del PWM a 100 rpm en sentido horario.

En la figura 8 se muestra la respuesta de la salida del PWM a 270 rpm, pero en sentido antihorario.

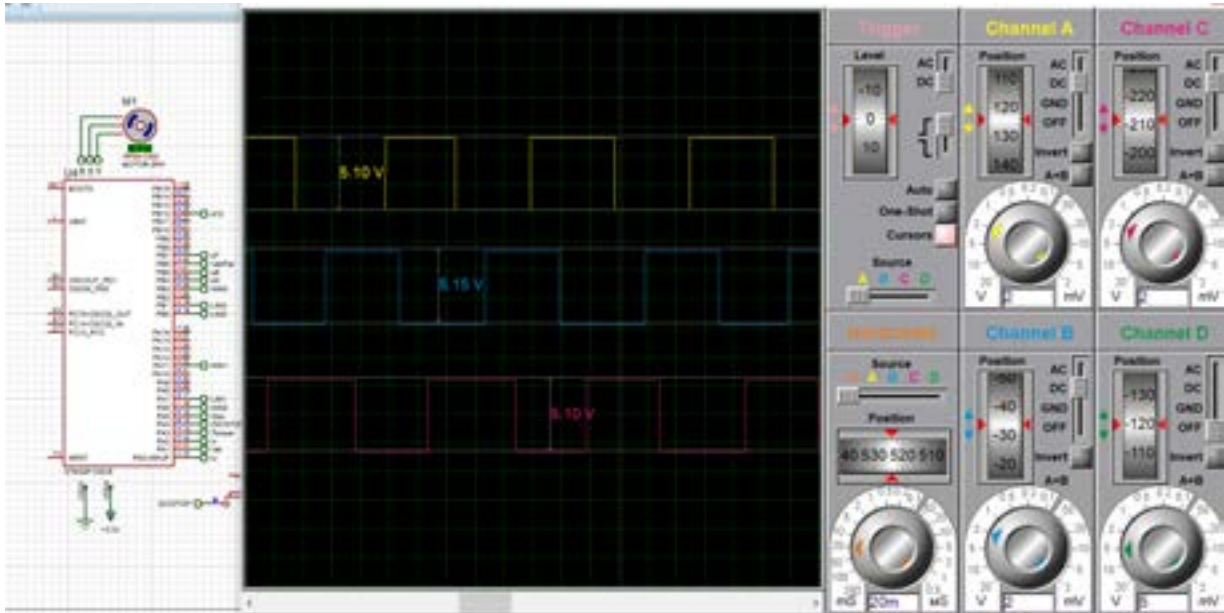


Fig. 8. Respuesta del PWM a 270 rpm en sentido antihorario.

Por último, en la figura 9 se muestra la señal de las tres fases de alimentación del motor de inducción trifásico, confirmando el correcto funcionamiento del sistema.

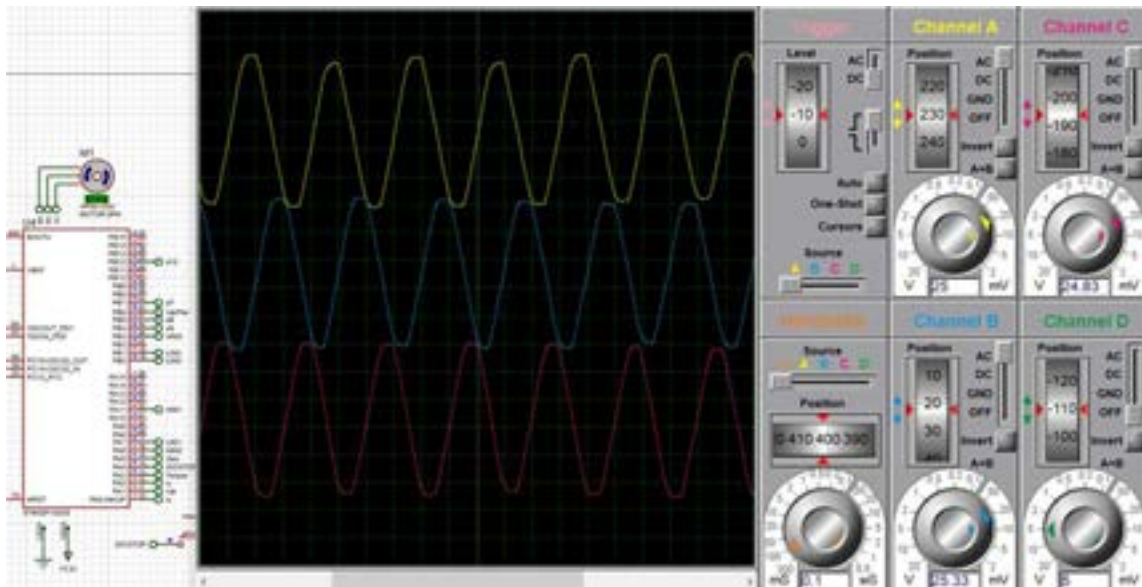


Fig. 9. Fases de alimentación en el motor de inducción trifásico.

CONCLUSIONES

El trabajo presenta de manera efectiva el diseño y simulación de un sistema basado en microcontroladores STM32 para la implementación del Control Orientado por

Campo (FOC) en motores de inducción trifásicos. A través del uso de transformaciones matemáticas (Clarke y Park) y algoritmos de control modernos, se logró un control eficiente de la velocidad y el par del motor. La integración de etapas clave como el inversor trifásico con MOSFETs IRF3305, sensores de efecto Hall para la adquisición de datos y el procesamiento de señales en tiempo real demostró la viabilidad del sistema en condiciones operativas diversas. Las simulaciones realizadas en Proteus permitieron validar el funcionamiento del sistema en diferentes escenarios. El control de velocidad respondió de manera estable tanto a bajas (100 rpm) como a altas (270 rpm) velocidades, manteniendo la forma de onda PWM esperada en cada caso. El cambio de sentido de rotación se ejecutó de forma rápida y sin oscilaciones y las señales de las tres fases de alimentación mostraron un comportamiento deseado según el caso. El sistema no solo cumple con los objetivos de control planteados, sino que también sirve como base para implementaciones físicas futuras y explorar la adaptación del sistema a entornos industriales con magnitudes físicas.

REFERENCIAS

- Yousef, A.Y.; Abdelmaksoud, S.M. Review on Field Oriented Control of Induction Motor. *Int. J. Res. Emerg.Sci. Technol. (IJREST)* 2015, 2, 5–16.
- Mohanraj, D., Aruldavid, R., Verma, R., Sathiyasekar, K., Barnawi, A. B., Chokkalingam, B., & Mihet-Popa, L. (2022). A Review of BLDC Motor: State of Art, Advanced Control Techniques, and Applications. *IEEE Access*, 10, 54833–54869. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3175011>
- Prabhu, N., Thirumalaivasan, R., & Ashok, B. (2023). Critical Review on Torque Ripple Sources and Mitigation Control Strategies of BLDC Motors in Electric Vehicle Applications. *IEEE Access*, 11, 115699–115739. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3324419>
- Skuric, A., Bank, H. S., Unger, R., Williams, O., & González-Reyes, D. (2022). SimpleFOC: A Field Oriented Control (FOC) Library for Controlling Brushless Direct Current (BLDC) and Stepper Motors. *Journal of Open Source Software*, 7(74), 4232. <https://doi.org/10.21105/joss.04232>
- Zhang, B., Song, Z., Liu, S., Huang, R., & Liu, C. (2022). Overview of Integrated Electric Motor Drives: Opportunities and Challenges. *Energies*, 15(21), 8299. <https://doi.org/10.3390/en15218299>

HISTORIA DEL MECANISMO DE ANTIKYTHERA

Ayala Corona A.¹, Ayala Moreno A. A.², Moussas X.³, Rodríguez Jáuregui E.¹,
Saucedo Morales J.C.⁴

¹Depto. de Física, Universidad de Sonora, armando.ayala@unison.mx
ezequiel.rodriguez@unison.mx

²Depto. de Ingeniería Industrial, Universidad de Sonora, alma.ayala@unison.mx

³Department of Astrophysics, Astronomy and Mechanics, NKUA, xmoussas@phys.uoa.gr

⁴Depto. de Investigación en Física, Universidad de Sonora, julio.saucedo@unison.mx

RESUMEN

En abril de 1900 buzos recolectores de esponjas bajo el mando del capitán Dimitris Kontos, descubren un naufragio en la costa de la isla de Antikythera. Se estima que el naufragio ocurrió antes del año 60 a.C. (De Solla, 1959). Entre los vestigios de este naufragio se etiquetó a una roca como el objeto 1508 (Figura 1), que al día de hoy lo identificamos como Mecanismo de Antikythera y diversos autores datan su construcción por los griegos en el siglo II a. C. (Freeth, 2006),

El mecanismo de Antikythera es una computadora planetaria en la que en su cara frontal se ve la Tierra al centro, rodeada por anillos giratorios, que dan en tiempo real la posición de la Luna, el Sol y 5 planetas visibles, con respecto a las constelaciones del zodiaco. El anillo exterior marca los meses del calendario egipcio.

En la cara posterior se encuentran las espirales de Saros de 223 meses sinódicos y de Metón de 235 meses sinódicos (Freeth, 2008). En 1902 Valerios Stais identificó un engrane en la “roca”, y pensó era un reloj astronómico mas no hubo más indagación sino hasta que Derek de Solla Price retoma el estudio en 1950. Charalampos Karakalos tomó rayos X (Figura 2) y gamma de los 82 fragmentos. Price publicó sus hallazgos en 1974.

En 2012 a partir del estudio del conjunto en engranes y otras piezas de maquinaria, Tony Freeth y Alexander Jones publican una propuesta de arreglo funcional del Mecanismo de Antikythera (figura 3).

Palabras clave: Antikythera, computadora analógica, mecanismo.

INTRODUCCIÓN

Durante la primavera de 1900 una embarcación pesquera griega volvía de buscar esponjas en la costa norte de África. A causa de una tormenta se ven obligados a refugiarse en Antikythera. Pasado el temporal, el capitán Dimitrios Kondos aprovechó la coyuntura y ordenó la recogida de esponjas. Uno de sus buzos, Elías Stadiatis, sale a bucear en busca de esponja, pero al emerger, describe haber visto cadáveres y caballos, pensando en primera instancia que esto se debe a que exceso de dióxido de carbono le había causado este tipo de alucinaciones.

En una siguiente inmersión se descubre que se trata de los restos de un naufragio romano que transportaba una gran colección de piezas de arte de la Grecia Antigua (DeSolla, 1959). Meses después, habiendo reportado el hallazgo al gobierno griego, regresan expediciones al lugar, que por cuestiones climáticas se extienden hasta septiembre de 1901. Se recuperan estatuas de bronce de Anticitera de 340 a. C. y la Cabeza de filósofo de 243 a. C., joyas, monedas, armas, cerámicas, muebles. Todas estas piezas son trasladadas al Museo de Atenas. Entre ellas va también un objeto de madera muy calcificado del tamaño de una caja de zapatos, catalogado con el número 1508 (Figura 1). Tiempo después, ya fuera del agua que durante tanto tiempo lo protegió, resulta dañado y aparecen restos de ruedas dentadas de bronce muy corroídas con dientes de apenas un milímetro y medio; se trataba de partes de un artefacto que en pudo haber sido alguna especie de dispositivo de navegación (Pereira 2015).

El 17 de mayo de 1902, el arqueólogo y director del Museo Arqueológico Nacional de Atenas, Valerios Stais, se da cuenta de una inscripción en griego antiguo en uno de las piezas y se procede a limpiarla, con lo que aparecen en su superficie varias escalas y más inscripciones. Tomando como referencia la datación de algunos de los utensilios que lo acompañaban, se establece que el descubrimiento correspondía al 70 a. C. A dicho aparato se le acabaría conociendo como Mecanismo de Antikythera.



Fig. 1. Vestigios del naufragio de Antikythera: “roca 1508”

Hipótesis

Aunque desde 1905 Albert Rehm sugiere que el Mecanismo de Antikythera es más bien un aparato astronómico que de navegación, no es sino hasta 1950 que Derek DeSolla Price retoma la investigación y, mediante estudios de rayos X (Figura 2), descubre un conjunto de engranes que, en su hipótesis al moverse, podían describir la posición de algunos astros (DeSolla 1959).

Por algún tiempo esta hipótesis fue cuestionada y en 1971 colaborando con Charalampos Karakalos, con permiso del Museo Nacional Griego, se examinan el mecanismo mediante radiación gamma para encontrar un conjunto de ruedas dentadas que formaban engranajes, identificando engranes individuales así como el número de dientes de cada uno, de manera que ya no era posible dudar acerca de las suposiciones respecto de que se trataba de algún tipo de mecanismo diseñado para representar los movimientos de los astros, al menos del sol y la luna, y posiblemente de los planetas conocidos en ese tiempo: Mercurio, Venus, Marte, Jupiter y Saturno.

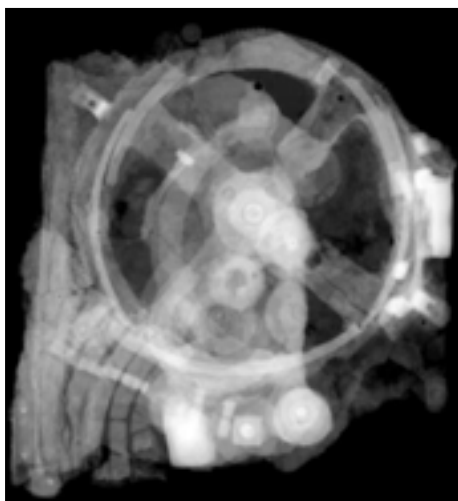


Fig. 2. Estudios de rayos X.

MATERIALES Y MÉTODOS

Entre la década de 1990 y 2000, Michael Wright y Alan Bromley, consiuen más detalles del funcionamiento del mecanismo mediante tomografías lineales, con los cuales concluyen que el mecanismo podía predecir los movimientos tanto del sol y luna, como de los planetas (Wright 2001).

En los años 2000 algunas instituciones realizan tomografías y otros estudios mediante una técnica PTM (Polynomial Texture Mapping) con la intención de mejorar la resolución de las inscripciones en busca de más información proveniente directamente del mecanismo.

Para 2008 Tony Freeth, Alexander Jones, John Steele y Yanis Bitsakis explican que el mecanismo servía para fijar con exactitud la celebración de los Juegos Olímpicos en la antigüedad (Freeth, 2008) También ahí proponen una reconstrucción de los trenes de engranajes, presentan un diagrama esquemático seccional del engranaje. En la figura del artículo se observa que la perspectiva se extiende desde la esquina superior derecha del mecanismo hacia abajo y se extiende en dirección a los ejes principales para mostrar la estructura. Las características delineadas o etiquetadas en rojo son hipotéticas. Los engranajes están rotulados con su eje y numerados con una distancia creciente desde la esfera frontal.

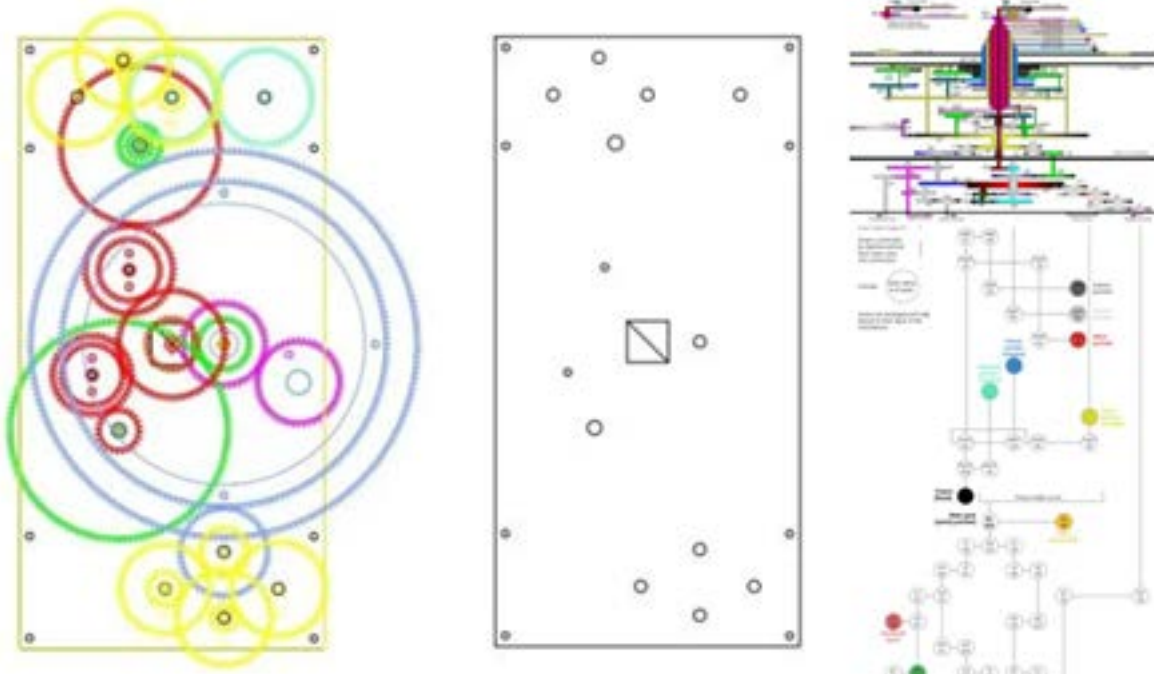


Fig. 3. Propuesta funcional de Freeth y Jones.

La Universidad de Sonora también se incluye en la historia del mecanismo de Antikythera cuando, en 2018, un grupo de académicos proponen la construcción de una réplica monumental de este, misma que después de seis años de trabajo resulta en la instalación del Mecanismo de Antikythera Monumental para Hermosillo (MAMH) en 2024, el cual es la primera réplica funcional en tiempo real construido en una escala 10:1 del original (Rodríguez 2018).

CONCLUSIONES

Muchos años pasaron entre naufragio y su descubrimiento, casualmente una situación similar fue la que dio lugar al descubrimiento. Tenemos la fortuna de haber contado con una sociedad muy respetuosa de sus historias y sus vestigios, el pueblo de Grecia permitió que el día de hoy tuviéramos a nuestro alcance piezas tan valiosas e importantes como es el mecanismo de Antikythera, que podemos considerar la primera computadora de la historia en el sentido de que predice las posiciones de los astros que conocían en su momento hace más de dos mil años. Trabajos como el de Derek DeSolla Price, Michael Wright y Toni Freeth nos acercan cada vez más a respuestas para las incógnitas de ¿por qué?, ¿cuáles eran las

funcionalidades de un aparato como este en época de los griegos?

Un sin número de reproducciones se han hecho a la fecha, muchos estudios la han replicado y actualmente en Hermosillo contamos con una réplica tamaño 10 a uno y nos permite ver el cielo como lo veían los griegos hace 2 milenios, así como también nos permite explorar el cielo el día de hoy con aquellos mismos ojos.

REFERENCIAS

- De Solla, D. (1959) An ancient Greek computer. *Scientific American*. 200, 60-65.
- Freeth, T., Moussas, X, Edmund, M. et al. (2006) Decoding the Antikythera Mechanism: Investigation of an Ancient Astronomical Calculator. *Nature*. 444, 587-591.
- Freeth, T., Jones, A., M. Steele, J.M. & Bitsakis, Y. (2008) Calendars with Olympiad display and eclipse prediction on the Antikythera Mechanism. *Nature*. 454, 614-617.
- Pereira, B., García, J.M. (2015) El mecanismo de Antikythera: un retazo del conocimiento antiguo. *Nuclear España*. Junio 2015: 43-48.
- Rodríguez J., E., Pérez E., R., Saucedo M.; J.C., Ayala C., A. (2018) Mecanismo de Antikythera. Proyecto de investigación Universidad de Sonora: USO315007675.
- Wright, M., Papiris, (2003) Towards a new reconstruction of the Antikythera Mechanism. Presentado en *Extraordinary Machines and Structures in Antquity, Patras*. 2003 (tDAR id: 425294)

RESÚMENES

DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DE GLIFOSATO Y AMPA MEDIANTE HPLC-DAD CON DERIVATIZACIÓN PRE-COLUMNA

Ynzunza Santes M. G.¹, León García G. J.², Ramos Pérez D.², Loredó Portales R.²

¹Universidad Estatal de Sonora campus Hermosillo. ynzmag@gmail.com

²Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México, Estación Regional del Noroeste. glendylg@geologia.unam.mx, rloredop@geologia.unam.mx, danielr@geologia.unam.mx.

INTRODUCCIÓN

El glifosato es un herbicida altamente efectivo y que se utiliza mundialmente. Su versatilidad y bajo costo contribuyen a su uso indiscriminado. Sin embargo, se considera un contaminante persistente y que produce efectos adversos a la salud humana y al medio ambiente en general. A pesar de su importancia como contaminante su detección representa un reto, debido a sus propiedades que no le permiten ser detectado fácilmente. El presente estudio consistió en el desarrollo de una metodología para el análisis de glifosato y su principal metabolito, el ácido aminometilfosónico (AMPA) en disoluciones acuosas, mediante cromatografía líquida de alta resolución acoplada a un detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD). Debido a la baja absorbancia de estos compuestos, se implementó una etapa de derivatización pre-columna utilizando cloruro de 9-fluorenilmetiloxicarbonilo (FMOC-Cl) como agente derivatizante, con el fin de mejorar su detectabilidad. La metodología propuesta se fundamentó en la revisión de bibliografía científica y en la realización de ensayos experimentales para adaptar y optimizar las condiciones analíticas. Los resultados preliminares indican que el método desarrollado es adecuado y reproducible para los fines analíticos previstos. Esta metodología representa un avance hacia la implementación de técnicas sensibles y selectivas para el monitoreo de contaminantes en matrices ambientales.

Palabras clave: Glifosato, AMPA, HPLC-DAD, derivatización.

REFERENCIAS

Alonso, B., Griffiero, L., Pereira, H. B., Pareja, L., & Parada, A. P. (2022). Determination of glyphosate and AMPA in freshwater and soil from agroecosystems by 9-fluorenylmethoxycarbonyl

- chloride derivatization and liquid chromatography-fluorescence detection and tandem mass spectrometry. *MethodsX*, 9, 101730.
- Pimenta, E. M., da Silva, F., Barbosa, É. S., Cacique, A. P., Cassimiro, D. L., de Pinho, G., & Silvério, F. O. (2020). Quantification of glyphosate and AMPA by HPLC-ICP-MS/MS and HPLC-DAD: a comparative study. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 31, 298-304.
- Garba, J., Othman, R., & Ahmad-hamdani, M. S. (2018). Simplified method for derivatization of extractable glyphosate and aminomethylphosphonic acid and their determination by high performance liquid chromatography. *Environmental Research and Technology*, 1(2), 19-30.

METALES EN ALIMENTOS DE LA CUENCA RÍO SONORA: UN ANÁLISIS ELEMENTAL E ISOTÓPICO

Del Rio Salas R.¹, Romo Morales D.², Moreno Rodríguez V.², Loredó Portales R.¹.

¹Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.
rdelriosalas@gmail.com

²Depto. de Geología, Facultad Interdisciplinaria de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Sonora.

RESUMEN

Se midieron las concentraciones de cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn) en alimentos regionales de la cuenca del Río Sonora, incluyendo chorizo, hígado, bistec, carne seca, queso fresco y chile colorado. Los resultados mostraron variaciones en los niveles de metales entre diferentes localidades. Al comparar con la Corteza Continental, algunos productos superaron los valores de Cu, Zn y Cd, lo que podría atribuirse a la anomalía geoquímica natural. Sin embargo, alimentos preparados como el chorizo excedieron los límites recomendados de Pb establecidos por la FAO/OMS y la Unión Europea. La composición isotópica de Pb en la mayoría de los productos comestibles regionales se ubicó dentro del campo composicional de las rocas del bloque norteamericano, sin mostrar influencia clara de las actividades mineras. La variabilidad en la composición isotópica podría estar relacionada con los procesos de preparación de los alimentos e influir en contenido elemental. Aunque solo unas pocas muestras excedieron los límites recomendados, considerando los hábitos alimenticios mexicanos y las enfermedades crónico-degenerativas, existe el potencial de generar efectos perjudiciales o empeorar la salud de los habitantes de la región.

Palabras clave: Metales, productos comestibles regionales, isótopos de plomo, cuenca río Sonora.

REFERENCIAS

- Calmus, T., Valencia-Moreno, M., Del Río-Salas, R., Ochoa-Landín, L., & Mendivil-Quijada, H. (2018). A multi-elemental study to establish the natural background and geochemical anomalies in rocks from the Sonora river upper basin, NW Mexico. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 35(2), 158-167.
- EU (2023). The European Commission. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. *Off. J. Eur. Union*, 119, 103-157.

Nájera, H., Ortega-Avila, A. G. (2024). Municipal-level estimates (2020) of adult obesity in Mexico drawn from a hierarchical Bayesian estimator. *GeoJournal*, 89(3), 119.

PROTOTIPO PARA OBTENER DESPLAZAMIENTO DEL SUELO A PARTIR DE REGISTROS SÍSMICOS

Pérez Galaviz L. D¹., Bórquez Moroyoqui J. S., Carvajal Soto J.,
Flores Ochoa R., Castro A. L.

¹Facultad Interdisciplinaria de Ingeniería, Depto. de Física, Matemáticas e Ingeniería.
Estudiantes del Programa educativo de Ingeniería Civil
Universidad de Sonora, Campus Navojoa. a222219671@unison.mx

RESUMEN

El análisis del desplazamiento del suelo a partir de registros sísmicos se inicia con la recolección de datos mediante acelerógrafos, que registran la aceleración del terreno. Para obtener el desplazamiento, se realiza una doble integración numérica: primero se integra la aceleración para obtener la velocidad, y luego ésta para calcular el desplazamiento. Este proceso, implementado en MATLAB, utiliza métodos como la “regla del trapecio”. Los desplazamientos calculados se utilizaron como señales de entrada para una mesa vibratoria controlada por Arduino, que convierte instrucciones digitales en movimientos mecánicos para simular sismos reales. Este sistema permite observar el comportamiento estructural ante movimientos sísmicos reales, facilitando estudios sobre resonancia o posibles fallos. Además, se analizan distintas medidas de intensidad sísmica: la aceleración (clave en diseño estructural), la velocidad (indicativa de energía transferida), la intensidad de áreas (relacionada con la energía total del movimiento) y los espectros de respuesta (usados para prever la respuesta de estructuras con diferentes características dinámicas). El uso conjunto de estas medidas permite una caracterización más completa de los sismos y mejora el diseño y evaluación de estructuras, ayudando a anticipar su comportamiento ante diferentes tipos de eventos sísmicos. Deseamos agradecer la asesoría del grupo de profesores del programa delfín, que apoyaron ideas de origen, y al profesor del curso del PE de IC.

Palabras claves: desplazamientos, registro sísmico, acelerógrafos, Matlab, métodos.

REFERENCIAS

- Torres Peñuelas J.I. (2018). Eficiencia de medidas de intensidad sísmica vectorial en la predicción de la respuesta de edificios de C/R” [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa].
- Alva, R., Pinzón, L. y Pujades, L. (2022). Intensidad de arias y duración significativa en análisis dinámico de estructuras. Ingeniería 32(2), pp. 1-144. <https://doi.org/10.15517/ri.v32i2.49580>
- Espectros de respuesta sísmica: la intersección entre la ingeniería geotécnica y el diseño sismorresistente de estructuras -. (2025, 6 abril). <https://geo-webonline.com/espectros-de-respuesta-sismica-la-interseccion-entre-la-ingenieria-geotecnica-y-el-diseno-sismorresistente-de-estructuras/>

¿QUÉ PUEDE REVELAR EL CABELLO HUMANO SOBRE NUESTRA EXPOSICIÓN A LA CONTAMINACIÓN?

Moreno Rodríguez V.¹, Lucero Burrola M.A.¹, Del Rio Salas R.², Loredó Portales ².

¹Depto. de Geología, Universidad de Sonora.
veronica.moreno@unison.mx

² Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México.

RESUMEN

El cabello humano puede convertirse en una herramienta valiosa para comprender los efectos de la contaminación ambiental en nuestra salud. En regiones con pasivos mineros, ciudades contaminadas o zonas con intensa actividad industrial, el ambiente puede liberar elementos potencialmente tóxicos que se incorporan al cuerpo humano. Dado que el cabello crece lentamente y retiene en su estructura los elementos absorbidos, su análisis permite reconstruir exposiciones prolongadas. Este enfoque ha cobrado interés en la ciencia ambiental, por su practicidad y facilidad de muestreo, al tratarse de una técnica de biomonitorio no invasiva, a diferencia del análisis de sangre u orina, así mismo, al combinarse con técnicas isotópicas del plomo, permite identificar si la contaminación proviene de fuentes naturales o de actividades humanas. Así, el estudio del cabello no solo revela lo que ocurre dentro del cuerpo, sino también lo que sucede en el entorno. Esta perspectiva interdisciplinaria, que cruza la geología y la salud ambiental, abre nuevas posibilidades para entender y comunicar los impactos de la contaminación crónica en nuestras comunidades.

Palabras clave: Cabello humano, Contaminación ambiental, Biomonitorio no invasivo, Isótopos de plomo.

REFERENCIAS

- Varrica, D., Dongarrà, G., Alaimo, M. G., Monna, F., Losno, R., Sanna, E., De Giudici, G. y Tamburo, E. (2018). Lead isotopic fingerprint in human scalp hair: The case study of Iglesias mining district (Sardinia, Italy). *Science of the Total Environment*, 613–614, 456–461. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.106>
- Matsumoto, M. y Yoshinaga, J. (2010). Isotope ratios of lead in Japanese women's hair of the twentieth century. *Environmental Science and Pollution Research*, 17(3), 643–649. <https://doi.org/10.1007/s11356-009-0255-9>

Dai, L., Deng, L., Wang, W., Li, Y., Wang, L., Liang, T., Liao, X., Cho, J., Sonne, C., Lam, S. S. y Rinklebe, J. (2023). Potentially toxic elements in human scalp hair around China's largest polymetallic rare earth ore mining and smelting area. *Environmental International*, 172, 107775. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107775>

RESPUESTAS ESTRUCTURALES ANTE LAS MEDIDAS DE INTENSIDAD SISMICA

Bórquez Moroyoqui J. S.¹, Pérez Galaviz L. D.¹, Carvajal Soto J.,
Flores Ochoa F., Castro Arce L.

Facultad Interdisciplinaria de Ingeniería, Depto. de Física, Matemáticas e Ingeniería.

¹Estudiantes del Programa educativo de Ingeniería Civil

Universidad de Sonora, Campus Navojoa. a222217862@unison.mx

RESUMEN

Las medidas de intensidad sísmica permiten conocer el periodo, la duración y la energía liberada por los sismos, así como calcular la magnitud de los efectos y daños que estos provocan. Mediante el desarrollo de códigos basados en funciones matemáticas, como integrales, es posible representar la información obtenida de registros sísmicos ocurridos en nuestro territorio., Esto permite identificar las distintas medidas de intensidad sísmica y estimar la respuesta que podrían tener las estructuras ante dichos eventos sísmicos, aproximando los posibles daños estructurales. A su vez, se puede determinar las cualidades que deben cumplir las edificaciones para ser resilientes ante estos fenómenos, tales como: resistencia, rigidez, ductilidad, correcta cimentación, entre otras, considerando también el tipo de suelo sobre el que estén las construcciones. El principal objetivo es brindar herramientas y conocimiento para fortalecer las capacidades del ingeniero civil y que tenga un dominio sólido en el ámbito de la sismología, al igual construir estructuras seguras y resilientes ante estos fenómenos. Deseamos agradecer la asesoría del grupo de profesores del programa delfín, que apoyaron ideas de origen, y al profesor del curso del PE de IC.

Palabras Claves: sismos, medición sísmica, estructuras sísmicas, danos estructurales.

REFERENCIAS

Chopra, A. K. (2012). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering (4th ed.). Pearson.

Clough, R. W., y Penzien, J. (2003). *Dynamics of Structures* (3rd ed.). McGraw-Hill.

Carbajal Soto J, (2017). Estimación de demandas de ductilidad y energía histerética en estructuras

usando INp [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa].
Torres Peñuelas J.I. (2018). Eficiencia de medidas de intensidad sísmica vectorial en la predicción de la respuesta de edificios de c/r” [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa].

SELECCIÓN DE ELEMENTOS TEÓRICOS Y METODOLÓGICOS PARA FOMENTAR EL APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE VARIABLE

Valenzuela Valencia A.M.¹, Chacara Montes M.M.²

¹Depto. de Matemáticas. Universidad de Sonora, Campus Hermosillo. a220212477@unison.mx

²Depto. de Matemáticas. Universidad de Sonora, Campus Hermosillo.

mercedes.chacara@unison.mx

RESUMEN

Este trabajo aborda las dificultades que presentan los estudiantes de secundaria para comprender el concepto de variable. El proyecto se fundamenta en dos elementos teóricos: el modelo de los tres usos de la variable (3UV) de Ursini y Trigueros, que distingue la variable como incógnita, número general y en relación funcional; y la teoría de los registros de representación semiótica (RRS) de Duval (2017), que permite analizar cómo los estudiantes construyen significado al trabajar con distintas representaciones. Metodológicamente, el proyecto se organiza en cuatro acciones: un análisis preliminar de los materiales escolares y curriculares para identificar cómo se introduce la variable; el diseño de actividades didácticas centradas en sus tres usos; la implementación en el aula con observación directa y recolección de evidencia (cuestionarios, entrevistas y trabajos); y una valoración a partir de los referentes teóricos para identificar avances y persistencias en el uso de la variable y sus representaciones. Se espera que la propuesta didáctica permita mejorar la comprensión de la variable desde sus múltiples significados y representaciones, superando enfoques centrados únicamente en la manipulación de símbolos.

Palabras clave: Variable, Modelo 3UV, Teoría RRS, Educación secundaria

REFERENCIAS

- Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking – The registers of semiotic representations. Springer.
- Ursini, S., Escareño, F., Montes, D., y Trigueros, M. (2005) Enseñanza del Algebra Elemental. Una propuesta alternativa. México. Trillas
- Ursini, S. y Trigueros, M. (2006). ¿Mejora la comprensión del concepto de variable cuando los estudiantes cursan matemáticas avanzadas? Educación Matemática, 18(3), 5-38.

DESARROLLO DEL PENSAMIENTO Y LENGUAJE VARIACIONAL

Moreno Durazo A.

Depto. Matemáticas, Universidad de Sonora. angelica.morenodurazo@unison.mx

RESUMEN

A raíz de una investigación sobre el uso de la variación en el diagnóstico de enfermedades cardíacas se elabora un *esquema para el análisis de fenómenos dinámicos* desde la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Con base en estos resultados, se han diseñado situaciones de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional, en diferentes niveles educativos; particularmente, se analiza el diseño de una situación de llenado de recipientes a través de los momentos: ¿Qué cambia?, ¿respecto de qué cambia?, ¿cómo y cuánto cambia?, ¿por qué cambia de esa manera? De manera que, se busca promover la fundamentación de las intervenciones didácticas para la enseñanza del Cálculo considerando los resultados de investigación en Matemática Educativa.

Palabras clave: Diseño de secuencias didácticas, Socioepistemología

REFERENCIAS

- Cantoral, R., Moreno-Durazo, A. y Caballero-Pérez, M. (2018). Socio-epistemological research on mathematical modelling: an empirical approach to teaching and learning. *ZDM Mathematics Education* 50(1), 77–89. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0922-8>
- Caballero-Pérez, M. y Moreno-Durazo, G. (2017). Diseño de una situación de aprendizaje para el desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional. En L. A. Serna (Ed.). *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 30, 1066–1074. D.F., México: Comité Latinoamericano de Matemática Educativa.

LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS A TRAVÉS DE PROYECTOS: DESAFÍOS EN SECUNDARIA FRENTE A LA PLANIFICACIÓN Y LA EVALUACIÓN FORMATIVA

Celaya Quijada D. L.¹, González Bello E. O.²

¹Depto. de PSICOM, campus Hermosillo, a223230087@unison.mx

²Depto de PSICOM, campus Hermosillo, edgar.gonzalez@unison.mx

RESUMEN

En un contexto donde la propuesta de la Nueva Escuela Mexicana busca vincular las matemáticas con temas transversales y otras disciplinas para construir soluciones integrales en torno al desarrollo de proyectos (Valenzuela y García, 2022), se identifican contradicciones al implementar esta enseñanza en el campo matemático, centrando el presente trabajo en dos procesos: la planificación y la evaluación formativa. A partir de entrevistas y un diario reflexivo, se exploraron las experiencias de practicantes de la Escuela Normal Superior plantel Hermosillo (ENSH), durante sus jornadas de práctica mediante el método de estudio de caso. Los hallazgos revelan que los proyectos fueron planificados estratégicamente, organizados en torno a un producto final, mismo que guio el desarrollo de las actividades, aunque se encontraron desafíos para contextualizar los contenidos matemáticos a la realidad inmediata del alumnado y vincular los proyectos con otras disciplinas y temas transversales.

Si bien algunos estudiantes exploraron prácticas como la retroalimentación, la coevaluación y el uso de estrategias motivacionales, emergen observaciones entre la intención formativa de la evaluación y su implementación: los practicantes muestran dificultades para valorar y monitorear la parte disciplinar del proyecto matemático y llevar un registro de la evaluación.

Estos resultados reflejan un desfase entre las propuestas curriculares de la NEM y las condiciones de implementación de la enseñanza proyectos. En particular, se destacan las dificultades de contextualización disciplinar y la integración de la evaluación formativa para articular los saberes matemáticos con enfoques interdisciplinarios, lo cual demanda fortalecer el acompañamiento pedagógico y el diseño didáctico desde la formación inicial.

Palabras claves: educación matemática, planeación, evaluación formativa, enseñanza por proyectos, formación inicial de profesores

REFERENCIAS

- Ganem, A. (2024). Evaluación formativa en el marco de la Nueva Escuela Mexicana. *Revista Mexicana de Educación*, 28(1), 34–49.
- Monetti, E. & Molina, C. (2024). Planificación didáctica situada: estrategias para proyectos interdisciplinarios. Buenos Aires, Paidós.
- Valenzuela, M. & García, I. (2022). La matemática como herramienta para el abordaje de temas transversales. *Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 30(2), 15–29.

LA ENSEÑANZA DE LA PROBABILIDAD A TRAVÉS DE MODELACIÓN Y SIMULACIÓN EN BACHILLERATO

Robles Soto F. E.¹, Silvestre Castro E.²

¹Depto. de Matemáticas, Universidad de Sonora, a224230084@unison.mx

²Depto. de Matemáticas, Universidad de Sonora, eleazar.silvestre@unison.mx

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de la probabilidad en el nivel medio superior, basada en el enfoque de modelización matemática y el uso de simulaciones digitales. Se parte del análisis de los enfoques clásico y frecuentista, destacando las dificultades conceptuales y didácticas que enfrentan tanto estudiantes como docentes. Se identifican retos curriculares y limitaciones en los materiales educativos actuales, como la ausencia de simulaciones digitales alineadas con las progresiones de aprendizaje. En respuesta a esta problemática, se plantea una intervención didáctica que utiliza herramientas digitales como el simulador CODAP para modelar fenómenos aleatorios y establecer conexiones entre los diferentes enfoques de la probabilidad. La propuesta busca promover el aprendizaje de probabilidad, fomentando el pensamiento crítico y superando concepciones erróneas comunes entre los estudiantes. Entre los objetivos específicos se encuentran la adopción de un enfoque de modelización probabilística, el uso de contextos cotidianos para la vida de los alumnos y simuladores digitales, así como la validación e implementación de actividades en el aula.

Palabras claves: Probabilidad, modelización matemática, simulación.

REFERENCIAS

- Batanero, C., Henry, M., & Parzysch, B. (2005). *La naturaleza del azar y la probabilidad*. En G. A. Jones (Ed.), *Explorando la probabilidad en la escuela: Desafíos para la enseñanza y el aprendizaje* (pp. 15-37). Springer.
- Eichler, A., & Vogel, M. (2014). *Tres enfoques para modelar situaciones con aleatoriedad*. En J. Egan, E. J. Chernoff, & B. Sriraman (Eds.), *Pensamiento probabilístico: Presenta perspectivas plurales* (pp. 1-8). Springer.
- Sánchez, E., & Valdez, J. C. (2017). *Las ideas fundamentales de probabilidad en el razonamiento de estudiantes de bachillerato*. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 11, 127–143.

ESTIMACIÓN DE MOVILIDAD HUMANA VÍA TELEFONÍA MÓVIL: PROPORCIÓN DE TIEMPO DE OCUPACIÓN DE ÁREAS URBANAS

Montoya Laos J.A.

Depto. de Matemáticas de la Universidad de Sonora, arturo.montoya@unison.mx

RESUMEN

Experiencias de vinculación y consultoría estadística relacionadas a COVID-19, vividas con el sector público y privado durante los años 2020-2021 en Sonora, México, son la génesis de esta ponencia, la cual consta de tres objetivos fundamentales. El primero de ellos es promover la relevancia de examinar características de la movilidad humana para profundizar en la comprensión de la evolución de riesgos de colapso sanitario y tomar decisiones informadas con base en un plan y medir su efectividad. El segundo objetivo de esta ponencia es enfatizar oportunidades, retos y restricciones que trae consigo el uso de datos de telefonía móvil para describir aspectos de la movilidad humana en áreas urbanas. Finalmente, el tercer objetivo es mostrar un enfoque para estimar características de la movilidad humana usando datos de telefonía móvil, que en su análisis conjuga Biomatemáticas, Ciencia de Datos y Modelación Estadística. Por último, la intención de esta ponencia es generar interés en intercambios académicos en el marco de proyectos que consideren el rol de la movilidad humana en la evolución de riesgos de colapso sanitario.

Palabras claves: Vinculación y consultoría, COVID-19, biomatemáticas, ciencia de datos, modelación estadística.

REFERENCIAS

- Ramírez-Ramírez, L. L., Montoya, J. A., Espinoza, J. F., Mehta, C., Akuno, A. O., & Bui–Thanh, T. (2025). Use of mobile phone sensing data to estimate residence and occupation times in urban patches: human mobility restrictions and the 2020 COVID-19 outbreak in Hermosillo, Mexico. *Computational Urban Science*, 5(1), 1-21.
- Tocto-Eraza, M. R., Olmos-Liceaga, D., & Montoya, J. A. (2021). Effect of daily periodic human movement on dengue dynamics: The case of the 2010 outbreak in Hermosillo, Mexico. *Applied Mathematical Modelling*, 97, 559-567.
- Tocto-Eraza, M. R., Espíndola-Zepeda, J. A., Montoya-Laos, J. A., Acuña-Zegarra, M. A., Olmos-Liceaga, D., Reyes-Castro, P. A., & Figueroa-Preciado, G. (2020). Lockdown, relaxation, and

acme period in COVID-19: A study of disease dynamics in Hermosillo, Sonora, Mexico. *PloS one*, 15(12), e0242957.

Peñuñuri, F., Montoya, J. A., & Carvente, O. (2018). Density profiles of granular gases studied by molecular dynamics and Brownian bridges. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 492, 2103-2110.

UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA INTRODUCIR LA ENSEÑANZA DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS DESDE EL ENFOQUE INFERENCIAL ESTADÍSTICO INFORMAL

Segundo Rosas J.I.¹, Silvestre Castro E.²

¹Depto. De Matemáticas, campus Hermosillo, Universidad de Sonora. jovan.segundo@unison.mx.

²Depto. De Matemáticas, campus Hermosillo, Universidad de Sonora.
eleazar.silvestre@unison.mx.

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta de actividad didáctica diseñada como introducción a la enseñanza de la prueba de hipótesis desde el enfoque inferencial estadístico informal, con el objetivo de facilitar la comprensión intuitiva de los conceptos estadísticos involucrados. El diseño de la actividad está dirigida a docentes de nivel medio superior o universitario en cursos de estadística inferencial y se apoya en herramientas tecnológicas dado que estas permiten la simulación de obtención de múltiples muestras, en este caso el uso de una aplicación en línea propuesta por los investigadores Allan Rossman y Beth Chance. A través de una situación contextualizada, se plantea un problema en el que se compara un resultado observado con lo que se esperaría bajo una hipótesis nula, promoviendo así la reflexión sobre la variabilidad muestral y la filosofía de Ronald Fisher. Mediante la simulación repetida de muestras aleatorias, el estudiantado puede observar patrones, construir una distribución de muestral empírica y estimar la probabilidad de obtener un resultado como el observado o más extremo, sin recurrir inicialmente a fórmulas matemáticas. Este enfoque permite que los estudiantes desarrollen una comprensión conceptual más sólida antes de formalizar el procedimiento estadístico. La propuesta busca fomentar el pensamiento estadístico, apoyar el aprendizaje activo y reducir las dificultades comunes que enfrentan los estudiantes al introducirse en al aprendizaje de la prueba de hipótesis.

Palabras clave: Prueba de hipótesis, Inferencia Estadística Informal, Simulación de obtención de muestras.

REFERENCIAS

- Batanero, C. y Díaz, C. (2015). Aproximación informal al contraste de hipótesis. *II Jornadas Virtuales de Didáctica de la Estadística, la Probabilidad y la Combinatoria*. Granada: SEIEM.
- Rossman, A. J. (2008). Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. *Statistics education research journal*, 7(2), 5–19. <https://doi.org/10.52041/serj.v7i2.467>
- Silvestre, E., Inzunza, S., y Armenta, M. (2024). Diseño y Evaluación de una Trayectoria Hipotética de Aprendizaje orientada a introducir la Prueba de Hipótesis desde un Acercamiento Informal. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*.

CAFÉ CONTRA EL CÁNCER: ¿PUEDE LA CAFEÍNA AYUDAR A COMBATIR EL CÁNCER DE PULMÓN?

Andrade Rivera D.A.¹, Silva Beltrán N.P.², Gámez Meza N.³

¹. Universidad de Sonora, norma.silva@unison.mx

². The University of Arizona. Water & Energy Sustainable Technology

³. Depto. de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Universidad de Sonora

RESUMEN

¿Sabías que el café podría tener un papel en la lucha contra el cáncer? Investigadores han estudiado cómo la cafeína, uno de los compuestos principales del café, podría ayudar a mejorar el efecto de ciertos tratamientos utilizados contra el cáncer de pulmón. Aunque estos estudios se han realizado únicamente en laboratorios y no en pacientes, los resultados iniciales ofrecen una perspectiva interesante. En los experimentos se usaron células de cáncer de pulmón que fueron tratadas con medicamentos como el cisplatino y la doxorubicina, acompañados de cafeína. Se observó que la cafeína debilitaba ciertas defensas internas de las células cancerosas, facilitando la acción de los medicamentos. También se notó que influía en proteínas responsables de la resistencia al tratamiento, lo cual podría hacer a las células más vulnerables. Estos hallazgos no significan que beber café cure el cáncer, pero sí muestran cómo un componente común podría tener usos científicos relevantes. Aún se necesita mucha investigación, especialmente en personas, para saber si estos efectos podrían aplicarse en la medicina real.

Palabras clave: Café, cafeína, cáncer.

REFERENCIAS

- Eguchi, H., et al. (2022). Elevation of anticancer drug toxicity by caffeine in spheroid model of human lung adenocarcinoma A549 cells mediated by reduction in claudin-2 and Nrf2 expression. *Int. J. Mol. Sci.*, 23(24), 15447.
- Wang, G., et al. (2015). The effect of caffeine on cisplatin-induced apoptosis of lung cancer cells. *Exp. Hematol. Oncol.*, 4(5).
- Qi, W., et al. (2002). Caffeine induces TP53-independent G1-phase arrest and apoptosis in human lung tumor cells in a dose-dependent manner. *Radiat. Res.*, 157(2), 166–174

MICROPLÁSTICOS COMO VECTORES DE PLAGUICIDAS EN SISTEMAS DE AGROPLASTICULTURA

León García G. J.¹, Loredo Portales R.¹, Samaniego Rubiano M. C.¹, Ramos Pérez D.¹, Ynzunza Santes M.G.²

¹Instituto de Geología, UNAM. Estación Regional del Noroeste.

²Universidad Estatal de Sonora

RESUMEN

Las propiedades excepcionales de los plásticos han propiciado su uso masivo y como consecuencia los plásticos y sus productos de degradación como los microplásticos (MPs), se han convertido en contaminantes de relevancia para el ambiente y para la salud humana, cuyas repercusiones apenas comienzan a estudiarse. El uso de plásticos en la agricultura (agroplasticultura), permite mejorar la producción y gestionar los recursos hídricos adecuadamente. Por otro lado, la presencia de MPs en los suelos agrícolas puede tener repercusiones para la salud del suelo, y potenciar o disminuir los efectos de la presencia de otros contaminantes como los plaguicidas. Este estudio tiene como objetivo investigar el papel de los MPs como vectores de plaguicidas mediante el uso de pruebas de adsorción y de técnicas espectroscópicas y cromatográficas: Se evaluará la concentración de glifosato en suelos agrícolas y agua de riego en la zona agrícola de la costa de Hermosillo, Sonora, así como la presencia de MPs. Con los datos obtenidos se desarrollarán pruebas batch de adsorción, para determinar el grado de asociación entre estos dos contaminantes y con ello las posibles implicaciones sobre su transporte en suelos agrícolas. Además, se desarrollará la metodología para la determinación de glifosato y su metabolito ácido aminometilfosfónico (AMPA) en suelos y agua de riego mediante cromatografía líquida de alta resolución con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD).

Palabras clave: Microplásticos, Plaguicidas, Glifosato, Suelos Agrícolas.

REFERENCIAS

Garba, J., Samsuri, A.W., Othman, R., Hamdani, M.S.A. (2018). Simplified method for derivatization of extractable glyphosate and aminomethylphosphonic acid and their determination by high

- performance liquid chromatography. *Environmental Research & Technology*, Vol. 1(2), pp. 19-30.
- González, E., & Fuentes, M. (2022). Dinámica del glifosato en el suelo y sus efectos en la microbiota. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 38.
- Guo, B., Meng, J., Wang, X., Yin, C., Hao, W., Ma, B., Tao, Z., 2020. Quantification of pesticide residues on plastic mulching films in typical farmlands of the North China. *Front. Environ. Sci. Eng.* 14, 2.
- Pérez-Vázquez, A., Fernández-Peña, M. D. L., Castañeda-Chávez, M. D. R., & Díaz-Rivera, P. (2024). Glifosato: riesgo o amenaza para la salud humana y la vida silvestre. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 15(5).

EFFECTOS DE MICROPLÁSTICOS SOBRE LA MOVILIDAD Y DISPONIBILIDAD DE EPT EN SUELOS AGRÍCOLAS DE ZONAS ÁRIDAS

Samaniego Rubiano M. C.¹, Loredo Portales R.¹, Ramos Pérez D.¹,
González Méndez B.¹, Molina Freaner F.²

¹ Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. rubianomirna@gmail.com*

² Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. rloredop@geologia.unam.mx

³ Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. danielr@geologia.unam.mx

⁴ SECIHTI-Estación Regional del Noroeste, Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. blancagm@geologia.unam.mx

³ Estación Regional del Noroeste, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. freaner@unam.mx

RESUMEN

La calidad de los suelos agrícolas asegura la productividad que satisface la demanda creciente de alimentos. Sin embargo, las actividades antropogénicas provocan el deterioro de la calidad del suelo por la contaminación con los Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT), agroquímicos y microplásticos (MPs), principalmente. Los plásticos empleados en la plasticultura son desechables y debido a la intemperización se fragmentan hasta formar microplásticos (MPs), con tamaños por debajo de los 5mm integrándose en los suelos. En la literatura científica existen números estudios que se enfocan en el estudio de EPT en suelos agrícolas. Aunque, no se conocen con certeza los efectos negativos de la presencia de MPs en suelos contaminados con EPT. Las propiedades de los MPs (ej. alta área específica superficial, hidrofobicidad y presencia de grupos funcionales), permiten su interacción con el suelo y otros contaminantes alterando su calidad. Se sabe por ejemplo que la meteorización de los MPs incrementa su capacidad para adsorber EPT. Por lo que este estudio propone estudiar las interacciones de los MPs con los EPT presentes en suelos agrícolas de zonas áridas en donde se práctica la plasticultura. En este estudio se tomaron muestras superficiales para para la detección y la caracterización de los MPs presentes y las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas, así como los EPT presentes,

móviles y disponibles con técnicas como espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR), Microscopía Electrónica de Barrido con Detector de Energía Dispersiva (SEM-EDS), y Espectrometría de Emisión Atómica con Plasma de Microondas (MP-AES).

Palabras claves: Microplásticos, suelos agrícolas, contaminación, elementos potencialmente tóxicos, plasticultura.

REFERENCIAS

- Hou, D. (2023). Soil health and ecosystem services. *Soil Use and Management*, 39(4), 1259-1266.
- Khalid, N., Aqeel, M., Noman, A., Khan, S. M., & Akhter, N. (2021). Interactions and effects of microplastics with heavy metals in aquatic and terrestrial environments. *Environmental Pollution*, 290, 118104.
- Loredo-Portales, R., Bustamante-Arce, J., González-Villa, H. N., Moreno-Rodríguez, V., Del Rio-Salas, R., Molina-Freaner, F., ... & Archundia-Peralta, D. (2020). Mobility and accessibility of Zn, Pb, and As in abandoned mine tailings of northwestern Mexico.

OBTENCIÓN Y APLICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTENSIDAD SISMICA

Pérez Galaviz L.D.¹, Bórquez Moroyoqui J. B¹., Carvajal Soto J¹.
Flores Ochoa R., Castro Arce L.

¹Facultad Interdisciplinaria de Ingeniería, Depto. de Física, Matemáticas e Ingeniería. Estudiantes del Programa educativo de Ingeniería Civil
Universidad de Sonora, Campus Navojoa. a222219671@unison.mx

RESUMEN

La ingeniería sísmica tiene como objetivo prever los posibles daños de sismos y a su vez diseñar estructuras resilientes ante estos fenómenos., los registros de acelerógrafos muestran la actividad de la tierra ante dichos movimientos telúricos, lo cual permiten cuantificar el periodo, la duración y la energía liberada por los sismos. Haciendo uso de los Métodos matemáticos, convertidos a códigos de programación han permitido cuantificar dichas, y a su vez estimar los efectos en las infraestructuras., a partir de estas medidas de intensidad (aceleración, velocidad, intensidad de áreas y espectros de respuesta), se derivan criterios de diseño: resistencia, rigidez, ductilidad y cimentación adecuada. Con el fin de fortalecer las herramientas teórico-prácticas, es posible desarrollar un simulador de sismos con elementos mecánicos y lectores de registros sísmicos para así mismo simular el movimiento oscilatorio de una estructura durante un evento sísmico brindando una herramienta práctica y visual para el estudio de él. Se provee herramientas teórico-prácticas: desde el cálculo de parámetros, hasta la simulación física de sismos en la práctica, fortaleciendo las aptitudes y capacidades del ingeniero civil para prevenir y mitigar los daños estructurales ante estos fenómenos. Deseamos agradecer la asesoría del grupo de profesores del programa delfín, que apoyaron ideas de origen, y al profesor del curso del PE de IC.

Palabras claves: Ingeniería Sísmica, daños, Intensidad sísmica, Sismicidad.

REFERENCIAS

Torres Peñuelas J.I. (2018). Eficiencia de medidas de Intensidad Sísmica Vectorial en la predicción de la respuesta de Edificios de C/R" [Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Sinaloa].
Alva, R., Pinzón, L. y Pujades, L. (2022). Intensidad de arias y duración significativa en análisis

dinámico de estructuras. Ingeniería 32(2), pp. 1-144. <https://doi.org/10.15517/ri.v32i2.49580>

EVALUACIÓN ANTIMICROBIANA DE LIGANTES TIPO BASES DE SCHIFF DERIVADOS DE AMINOÁCIDOS Y SUS COMPLEJOS DE COBRE(II)

Durazo García A. M.¹, Barreras Contreras L. A.², López Gastelum K. A.³, Álvarez Ainsa M. L.¹, Rocha Alonzo F.¹.

¹ Depto. de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora. a221208870@unison.mx

² Depto. de Investigación en Polímeros y Materiales.

³ Depto. de Investigación y Posgrado en Alimentos.

RESUMEN

Las bases de Schiff han despertado un considerable interés en la comunidad científica debido a la simplicidad de su síntesis y amplia gama de propiedades biológicas y farmacéuticas. Además, se ha observado que los complejos metálicos formados a partir de bases de Schiff como ligantes, suelen mostrar una mayor eficacia en comparación con el ligando en su forma libre. En este estudio, se sintetizaron dos ligantes tipo bases de Schiff derivados de los aminoácidos *L*-triptófano y *L*-fenilalanina, junto con isoftaldialdehído, así como sus complejos de Cu(II) por técnica asistida por microondas (Figura 1). Fueron caracterizados utilizando IR, RMN, UV-Vis, mismos que se evaluaron en dos cepas bacterianas: *Escherichia Coli* (Gram negativa) y *Staphylococcus Aureus* (Gram positiva), utilizando la técnica de pocillo en placa, donde se observó una mayor actividad inhibitoria para *S. aureus*.

Palabras clave: Bases de Schiff, Cobre(II), Síntesis por microondas, Aminoácidos, Pocillo en placa.

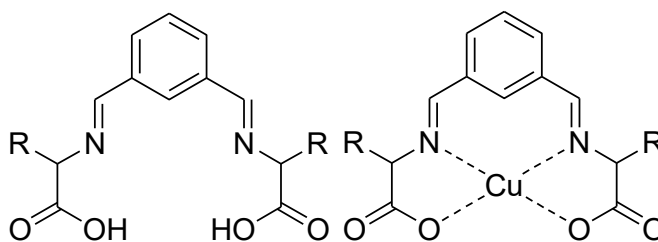


Fig. 1. Estructura general del ligante tipo base de Schiff y su complejo de Cu(II).

REFERENCIAS

- Ahmadzadeh, R., Azarkish, M., & Sedaghat, T. (2014). Synthesis, spectroscopic characterization, thermal analysis and antibacterial activity of Ni (II), Cu (II) and Zn (II) complexes with schiff bases derived from β -Diketones. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 58(2), 173-179.
- Kursunlu, A., Güler, E., Sevgi, F., Ozkalp, B. (2013). Synthesis, spectroscopic characterization and antimicrobial studies of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes with Schiff bases derived from 5-bromo-salicylaldehyde. *Journal of Molecular Structure*, 1048,476-481.
- Sevgi, F., Bagkesici, U., Kursunlu, A., Güler, E. (2018). Fe (III), Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes of schiff bases based-on glycine and phenylalanine: Synthesis, magnetic/thermal properties and antimicrobial activity. *Journal of Molecular Structure*, 1154, 256–260.

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE BASES DE SCHIFF DERIVADAS DEL L-HISTIDINA Y SUS COMPLEJOS DE COBRE (II)

Domínguez Vásquez J. E.¹, López Gastélum K. A.², Del Toro Sánchez C. L.²,
Velázquez Contreras E. F.³, Rocha Alonzo F.¹

¹ Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de Sonora, a221214984@unison.mx

² Depto. de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora.

³ Depto. de Investigación y Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora.

RESUMEN

Las bases de Schiff son ampliamente conocidas por su gran variedad de actividades, tanto para el campo biológico o industrial, ejemplos claros son su actividad antimicrobiana o catalítica, en consecuencia, se han utilizado en investigación a favor de la búsqueda de nuevas aplicaciones y alternativas que puedan sustituir o mejorar métodos actuales. Como resultado de esto, el uso de las bases de Schiff y sus complejos metálicos han tomado relevancia en publicaciones científicas en los últimos años, especialmente en el uso de diversos tipos de aminoácidos, como la L-histidina, la cual es precursor de la histamina y tiene actividad antioxidante. Esto subraya la importancia de un buen análisis, ya que influye significativamente en la síntesis de nuevos compuestos, además de ser fundamental para garantizar su efectividad en diversas aplicaciones. Por ende, en este proyecto se estudiaron las características estructurales de ligantes tipo base de Schiff derivados del aminoácido L-Histidina y sus complejos metálicos de cobre(II) (Figura 1), esto por medio de Espectroscopia de Infrarrojo (IR), Espectroscopia de Ultravioleta-Visible (UV- Vis) y Resonancia Magnética Nuclear de protón (RMN 1H), con el objetivo de ser un punto de partida para el estudio de su potencial como antioxidante.

Palabras clave: Bases de Schiff, Complejos de cobre(II), L-Histidina, Caracterización.

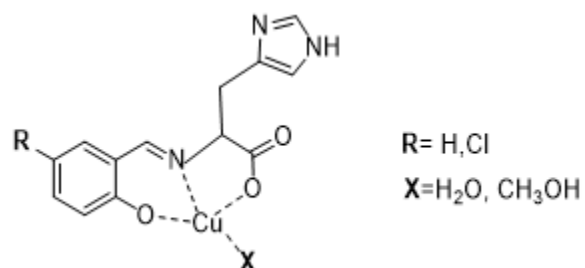


Fig. 1. Estructura propuesta para los complejos de cobre(II) con ligantes tipo base de Schiff derivados de L-Histidina

REFERENCIAS

- Boulechfar, C., Ferkous, H., Delimi, A., Djedouani, A., Kahlouche, A., Boublia, A., ... & Benguerba, Y. (2023). Schiff bases and their metal Complexes: A review on the history, synthesis, and applications. *Inorganic Chemistry Communications*, 150, 110451.
- Chakraborty, M., Mohanty, M., Dinda, R., Sengupta, S., & Chattopadhyay, S. K. (2022). Cu (II) complexes of a bio-compatible aminoguanidine Schiff base: Histidine sensing and DNA-binding studies. *Polyhedron*, 211, 115554.
- Garza-Ortiz, A., Camacho-Camacho, C., Sainz-Espuñes, T., Rojas-Oviedo, I., Gutiérrez-Lucas, L. R., Gutiérrez Carrillo, A., & Vera Ramírez, M. A. (2013). Novel organotin (IV) Schiff base complexes with histidine derivatives: Synthesis, characterization, and biological activity. *Bioinorganic Chemistry and Applications*, 2013(1), 502713.

SÍNTESIS VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PLATA UTILIZANDO EXTRACTOS DE PLANTA SOLANUM MYRIACANTHUM DUNAL

Verdugo Bracamontes E. R.¹, Campa Mada A. C.²,
Martínez Robinson K. G.².

¹Licenciatura en Ciencias Genómicas, Universidad de Sonora.

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. karlagm@ciad.mx

RESUMEN

Las nanopartículas metálicas destacan por sus propiedades a escala nanométrica, que les otorgan alta reactividad y versatilidad, lo cual ha impulsado importantes avances tecnológicos. Su síntesis mediante química verde, utilizando extractos vegetales, representa una alternativa sustentable al evitar el uso de compuestos tóxicos (Santos-Espinosa et al., 2020; Zanella, 2012). En este contexto, se utilizó *Solanum Myriacanthum Dunal* —planta conocida como sosa y distribuida en regiones del norte y sur de México—, cuyo uso tradicional incluye el tratamiento de acné, dolor y resfriados (Koomson et al., 2018). Estudios previos han reportado su actividad antioxidante y antiproliferativa. El presente trabajo tuvo como objetivo sintetizar nanopartículas de plata mediante química verde usando extractos acuosos (EA), butanólico (EB) y etanólico (EE) de esta planta como agentes reductores y estabilizantes.

Las nanopartículas obtenidas presentaron tamaños de 386 nm (EA), 296 nm (EE) y 139.3 nm (EB). Se evaluó su capacidad antioxidante mediante el método DPPH, obteniéndose concentraciones inhibitorias de $247.25 \pm 12.04 \mu\text{g/mL}$ (EA), $259.61 \pm 4.07 \mu\text{g/mL}$ (EE) y $282.41 \pm 35.20 \mu\text{g/mL}$ (EB). Además, se analizó su estabilidad durante un mes, observando resultados positivos, especialmente en el extracto butanólico (EB), como se muestra en la figura 1.

Este estudio aporta al desarrollo de métodos sostenibles para la síntesis de nanopartículas de plata con extractos de plantas poco exploradas, resaltando tanto su viabilidad como sus propiedades antioxidantes, y abriendo nuevas posibilidades para futuras investigaciones en el área.

Palabras clave: Nanopartículas de plata, actividad antioxidante, síntesis verde

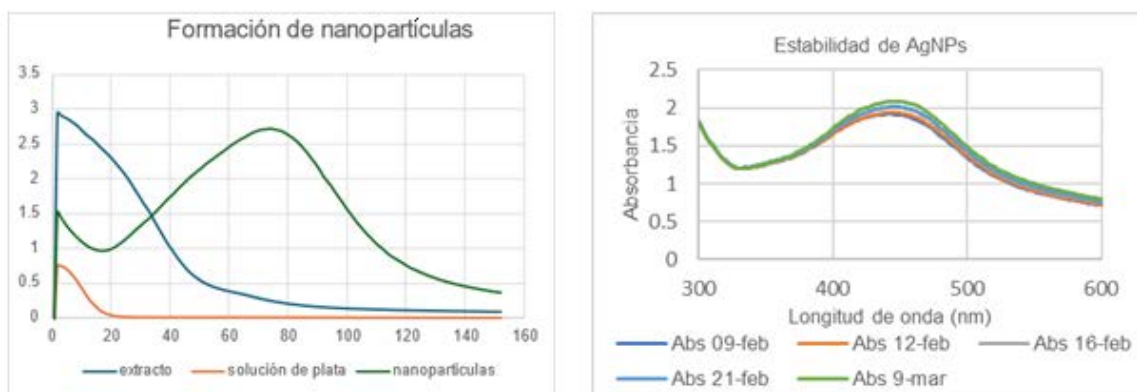


Fig. 1. Formación y estabilidad de las nanopartículas de plata con extracto butanólico de *Solanum Myriacanthum* Dunal.

REFERENCIAS

- Santos-Espinoza A., Gutiérrez-Miceli, F, Ruíz-Valdiviezo, V., Montes-Molina, J. (2020). El papel de los compuestos polifenólicos en la síntesis verde de nanopartículas metálicas. *Revista Biotecnología*, 24(2): 46-57.
- Koomson, D., Kwakye, B., Darkwah, W. et al. (2018) Phytochemical constituents, total saponins, alkaloids, flavonoids and vitamin C contents of ethanol extracts of five *Solanum torvum* fruits. *Pharmacognosy Journal*. 10(5):946- 50.
- Zanella, R. (2012). Metodologías para la síntesis de nanopartículas: controlando forma y tamaño. *Mundo Nano Revista Interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, 5(1): 69–81.

CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES POLIMÉRICOS Y NANOCOMPUESTOS PARA IMPLANTES VALVULARES AÓRTICOS

Plascencia Martínez D. F.¹, García López E.², Castillo Ortega María M.¹, Encinas Encinas J. C.¹, Ayala Yocupicio M. A.³.

¹Depto. de Investigación en Polímeros y Materiales, Universidad de Sonora.

² Escuela de Ingeniería, Tecnológico de Monterrey.

³ Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de Sonora, mauricioayoc254@gmail.com

RESUMEN

Las valvulopatías son las enfermedades relacionadas con el funcionamiento de las válvulas del corazón, ya sea que impidan el cierre o la apertura correcta de éstas. Cuando una válvula cardiaca no funciona correctamente, ésta debe ser remplazada por una válvula protésica diseñada para imitar los movimientos naturales de apertura y cierre. Se han registrado alrededor de 664,369 muertes debido a valvulopatías sólo en USA de 1979 a 2009, siendo la enfermedad de válvula aórtica la principal causa (45.2%) de acuerdo con Solís et al. (2007). Además, el número total de muertes por año se ha incrementado de 15,054 en 1979 a 26,663 en el 2009. No obstante, con el crecimiento de las cirugías mínimamente invasivas se implementó un método llamado Reemplazo de Válvula Aórtica por tecnología Transcatéter (TAVR por sus siglas en inglés) donde se inserta la prótesis de válvula aórtica por medio de un catéter ya sea por la arteria femoral o por el ápice del corazón (Zumbardo et al., 2021). Una de las propuestas novedosas en los materiales a utilizar surge con el uso de polímeros con propiedades mecánicas y biocompatibilidad adecuada, en este sentido el poliuretano ha surgido como uno de los materiales propuestos debido a su baja toxicidad y buenas propiedades mecánicas, sin embargo, al ser un material principalmente termoestable su procesamiento se ha dificultado. En la industria del procesamiento de polímeros para la industria biomédica se han usado poliuretanos de tipo termoplástico, lo cual puede permitir procesarlos con tecnología como son la inyección, extrusión o moldeo (Jing et al., 2015).

Palabras clave: Poliuretano, válvula aórtica, biomateriales.

REFERENCIAS

- Jing X, Mi HY, Salick MR, et al (2015) Electrospinning thermoplastic polyurethane/graphene oxide scaffolds for small diameter vascular graft applications. *Materials Science and Engineering C* 49:40–50. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2014.12.060>
- Solís-Correa RE, Vargas-Coronado R, Aguilar-Vega M, et al (2007) Synthesis of HMDI-based segmented polyurethanes and their use in the manufacture of elastomeric composites for cardiovascular applications. *J Biomater Sci Polym Ed* 18:561–578. <https://doi.org/10.1163/156856207780852488>
- Zumbardo-Bacelis GA, Meza-Villegas LA, Pérez-Aranda CA, et al (2021) On arginine-based polyurethane-blends specific to vascular prostheses. *J Appl Polym Sci* 138. <https://doi.org/10.1002/app.51247>

CLASIFICACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS MEDIANTE MODELOS DE REDES NEURONALES PERCEPTRÓN MULTICAPA: UNA APLICACIÓN DE APRENDIZAJE AUTOMÁTICO EN ENTORNOS LABORALES

Sortillón González P.¹, Maldonado Macías A.², Noriega Luna J.R.³, Saénz Zamarrón D.⁴, Salabarría Sánchez A.⁵

¹Depto. de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. al216733@alumnos.uacj.mx

²Depto. de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. amaldona@uacj.mx

³Depto. de Investigación en Física, Universidad de Sonora. benito.noriega@unison.mx

⁴Depto. de Electrónica, Instituto Tecnológico Nacional de México, Campus Ciudad Cuauhtémoc. dsaenz@itcdcuauhtemoc.edu.mx

⁵Depto. de Investigación en Física, Universidad de Sonora. a224230086@unison.mx

RESUMEN

El monitoreo de la postura en entornos laborales es esencial para identificar y prevenir trastornos musculoesqueléticos (TME), causados por malas posturas, sobrecargas biomecánicas y movimientos repetitivos. Este estudio propone un enfoque automatizado y en tiempo real para evaluar el riesgo postural, utilizando tres sensores inerciales portables y modelos de redes neuronales de perceptrón multicapa (MRNPM) (Figura 1). Participaron 69 personas realizando una tarea manual y repetitiva, mientras se recolectaban datos en formato cuaterno de sensores colocados en la muñeca, antebrazo y brazo derecho. Estos datos fueron procesados mediante scripts en MATLAB® para obtener ángulos Euler en grados, a los cuales se asignaron niveles de riesgo ergonómico.

Los modelos MRNPM se desarrollaron en SPSS® y se evaluaron utilizando métricas como precisión, exactitud, sensibilidad y valor F1, tanto por clase como en promedios macro. Los resultados mostraron una alta capacidad para clasificar posturas, especialmente en movimientos simples como la flexión. Las pruebas estadísticas confirmaron la validez del modelo: la prueba de signos indicó una concordancia superior al 99% entre los niveles de riesgo predichos y observados, y el análisis de Bland-Altman reveló un sesgo mínimo.

Se recomienda ampliar la base de datos con tareas y participantes más diversos para mejorar la generalización de los modelos y abordar el desbalance de clases.

Además, sería recomendable integrar sensores adicionales para desarrollar sistemas de retroalimentación en tiempo real que permitan optimizar su aplicación práctica en la prevención de TME en entornos laborales reales.

Palabras clave: Riesgo ergonómico, redes neuronales, clasificación.

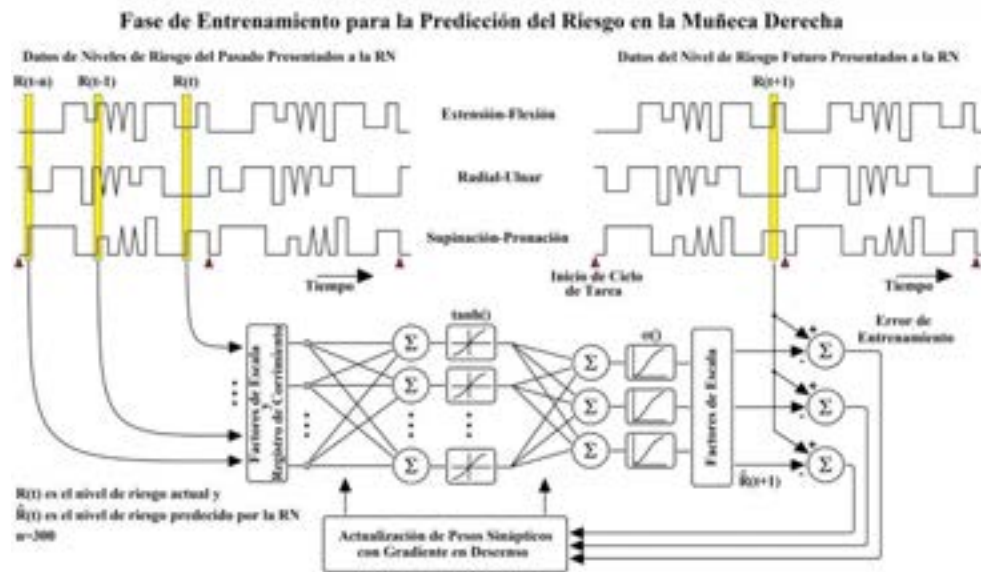


Fig. 1. Esquema de entrenamiento MRNPM para la muñeca derecha

REFERENCIAS

- Cuesta-Vargas, A. I., Galán-Mercant, A., & Williams, J. M. (2010). The use of inertial sensors system for human motion analysis. *Physical Therapy Reviews*, 15(6), 462-473. <https://doi.org/10.1179/1743288X11Y.0000000006>.
- De Rosario, H., Solaz, J., Cibrián Ortiz de Anda, R. M., & Besa, A. (2021). Ergonomic assessment with a convolutional neural network: A case study with OWAS. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 65–71. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66937-9_8
- Meyes, R., Lu, M., de Puiseau, C. W., & Meisen, T. (2019). Ablation studies in artificial neural networks. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1901.08644>

SIMULACIÓN COMPUTACIONAL DE UN GAS IDEAL EN DOS DIMENSIONES

Gortarez Blanco M.E. ¹, Medina Lugo F. ¹, Torres Flores A. ¹, Núñez González R. ²

¹Depto. de Matemáticas, Universidad de Sonora. Alumnos de la Licenciatura en Ciencias de la Computación. a222210840@unison.mx, a222217435@unison.mx, a222206842@unison.mx

² Depto. de Matemáticas, Universidad de Sonora.
roberto.nunez@unison.mx

RESUMEN

En este proyecto se desarrolla un programa de computadora para simular la evolución temporal de un gas ideal en un espacio bidimensional. Para esto, las partículas del gas ideal se modelan mediante discos sólidos con un diámetro finito y fijo. Se asume una interacción tipo *hard-core* entre los discos, de tal manera que la interacción entre ellos sólo se da al momento de una colisión, la cual es de tipo elástico. Dadas las posiciones y velocidades iniciales de los discos sólidos, y habiendo establecido las condiciones de frontera, la evolución temporal del sistema de partículas se calcula numéricamente.

Palabras clave: Simulación Computacional, Gas Ideal, Dinámica Molecular.

REFERENCIAS

- Aiello-Nicosia, M. L., & Sperandeo-Mineo, R. M. (1985). Computer simulation of a two-dimensional ideal gas: a simple molecular dynamics method for teaching purposes. *European Journal Of Physics*, 6(3), 148-153. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/6/3/005>
- Vollmayr-Lee, K. (2020). Introduction to molecular dynamics simulations. *American Journal Of Physics*, 88(5), 401-422. <https://doi.org/10.1119/10.0000654>
- Haile, J. M., (1992). Molecular dynamics simulation, elementary methods. Wiley-Interscience, 489 pp., ISBN 0-471-81966-2

EL APOYO DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA

Higuera Sánchez F.¹, Coronado Rincón O.², Varela Brito A.³.

¹Depto. De Ciencias Sociales; PE. Derecho, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.
mauro.higuera@navojoa.uson.mx

²Depto. De Ciencias Sociales; PE. Derecho, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.
oscar.Coronado@unison.mx

³Depto. De Ciencias Sociales; PE. Educación, Campus Navojoa, Universidad de Sonora.
ana.varela@unison.mx

RESUMEN

La tecnología se ha convertido en un pilar esencial para la transformación educativa en México, influyendo directamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Si entendemos la educación como el conjunto de acciones que favorecen el aprendizaje y modifican la conducta de los individuos en su entorno, es fundamental reconocer la variedad de enfoques pedagógicos existentes, muchos de los cuales han sido incorporados en la reciente reforma educativa nacional. En este contexto, el papel del docente es central y va más allá de la simple transmisión de conocimientos: actúa como mediador y facilitador, utilizando materiales impresos, audiovisuales y digitales en diversos formatos para enriquecer la experiencia formativa. En las últimas décadas, la integración de nuevas tecnologías ha provocado transformaciones profundas en el proceso educativo. Estas herramientas han fortalecido el acceso a la información, promovido la participación activa de los estudiantes y posibilitado una educación más personalizada, adaptada a sus realidades y necesidades. Su aplicación ha permitido superar barreras de espacio y tiempo, favoreciendo tanto el desarrollo académico como personal de los estudiantes en México. La formación integral se ve enriquecida por el desarrollo de habilidades digitales, indispensables en el siglo XXI, así como por la mejora en la calidad del proceso educativo. En suma, la tecnología no solo complementa la educación, sino que transforma profundamente la manera en que se enseña y se aprende, impulsando el crecimiento individual y colectivo en el contexto educativo mexicano.

Palabras Clave: Tecnología educativa, Innovación, Aprendizaje.

REFERENCIAS

- Congreso de la Unión. (2025). Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión. Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- LEY GENERAL DE EDUCACIÓN. (2025). Cámara De Diputados Del H. Congreso De La Unión. Recuperado de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGE.pdf>
- Moreno, N. y Moreno, M. (2025). Estudios Jaliscienses. <https://www.estudiosjaliscienses.com/wp-content/uploads/2021/04/124-Un-siglo-de-tecnolog%C3%ADas-educativas.pdf>
- Peña Nieto, E. (2013). Estrategia Digital Nacional. <https://www.inr.gob.mx/Descargas/trc/EstrategiaDigital.pdf>
- Secretaría de Educación Pública. (2025). Secretaría de Educación Pública. <https://www.gob.mx/sep>
- Secretaría de Educación Pública SEP. (2018). Sistema de Información y Gestión Educativa. Padrón Nacional de Escuelas de Educación Básica y estadísticas de matrícula ciclo escolar, Recuperado de <https://www.siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html>
- Tendencias en el Diseño Educativo para Entornos de Aprendizaje Digitales. (2004). Revista Digital Universitaria, 1-26. Recuperado de https://www.revista.unam.mx/vol.5/num10/art68/nov_art68.pdf
- Unesco. (2025). Unesco: Aprendizaje digital y transformación de la educación. <https://www.unesco.org/es/digital-education>

SÍNTESIS Y CARACTERIZACIÓN DE QUITOSANO MODIFICADO CON FERULATO DE ETILO: EVALUACIÓN DE SU ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Durazo Gamez M.D.¹, Barraza Guido G. G.², Moreno Vásquez M.¹, Quintero Reyes I.³, Graciano Verdugo A.¹

¹Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de Sonora. abril.graciano@unison.mx, a220212441@unison.mx, mariadejesus.moreno@unison.mx

²Depto. de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora. a216208625@unison.mx

³Depto. de Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora. idania.quintero@unison.mx

RESUMEN

La modificación química de polímeros naturales, como el quitosano, ha cobrado gran importancia en medicina, farmacología y biotecnología, gracias a su biocompatibilidad, biodegradabilidad y capacidad para formar películas. El quitosano, derivado de la quitina, destaca por su versatilidad y potencial en el desarrollo de materiales funcionales. Para mejorar sus propiedades, se recurre a la incorporación de compuestos bioactivos, como el ferulato de etilo (FE), un éster del ácido ferúlico con reconocida actividad antioxidante. Este estudio tuvo como objetivo modificar químicamente el quitosano con FE mediante una reacción de radicales libres generada por una mezcla de ácido ascórbico/H₂O₂. Se confirmó la modificación química mediante técnicas espectroscópicas y se cuantificó la concentración de FE en el biomaterial, obteniendo un valor de 31.76 mg/g (Figura 1). Además, se evaluó la actividad antioxidante del complejo Quitosano-FE mediante los métodos ABTS, DPPH y FRAP, observándose un incremento significativo en su capacidad antioxidante, atribuible a la inmovilización del FE en la matriz polimérica. Estos hallazgos sugieren que la modificación química del quitosano con FE puede ser una estrategia efectiva para el desarrollo de materiales multifuncionales con aplicaciones en sectores como la industria farmacéutica y alimentaria, favoreciendo la creación de biomateriales sostenibles y con alto potencial bioactivo.

Palabras claves: Inmovilización, quitosano, actividad antioxidante.

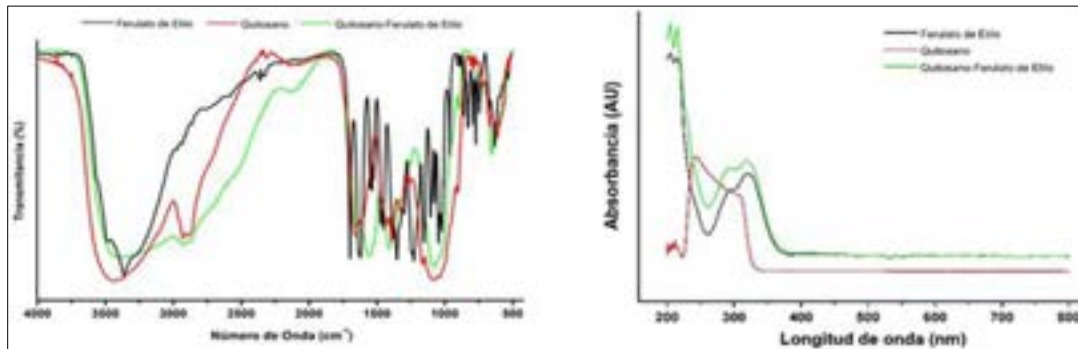


Fig. 1. Análisis de FTIR y UV-Visible para determinar la inmovilización de FE en la matriz de quitosano.

REFERENCIAS

- Amiri, H., Javid, H., Einafshar, E., Ghavidel, F., Rajabian, A., Hashemy, S. I. y Hosseini, H. (2024). Development and evaluation of PLGA nanoparticles surfaced modified with chitosan-folic acid for improved delivery of resveratrol to prostate cancer cells. *BioNanoScience*. 14(2), 988-998.
- Fátima, M., Mir, S., Ali, M., Hassan, S., Khan, Z. U. H. Y Waqar, K. (2024). Synthesis and applications of chitosan derivatives in food preservation-A review. *European Polymer Journal*. 113242.
- Yang, L., Zhou, C., Liu, Y., He, Z., Zhang, M., Wang, C. y Li, P. (2024). Enhanced mechanical properties and antibacterial activities of chitosan films through incorporating zein-gallic acid conjugate stabilized cinnamon essential oil Pickering emulsion. *International Journal of Biological Macromolecules*. 258, 128933.

EVALUACIÓN DE PELÍCULAS ACTIVAS A BASE DE ZEÍNA FUNCIONALIZADA CON QUERCETINA SOBRE LA CALIDAD DE FILETES DE SIERRA (*Scomberomorus sierra*)

Barraza Guido G. G.¹, Tapia Hernández J. A.¹, Rodríguez Félix F.¹, Márquez Ríos E.², Graciano Verdugo A.²

¹Depto. de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora.
a216208625@unison.mx, joseagustin.tapia@unison.mx, francisco.rodriguezfelix@unison.mx,
enrique.marquez@unison.mx

²Depto. de Ciencias Químico-Biológicas, Universidad de Sonora. abril.graciano@unison.mx

RESUMEN

El pez sierra (*Scomberomorus sierra*) es abundante en las costas del Pacífico mexicano y destaca por su alto valor comercial y nutricional, ya que su carne magra es rica en proteínas. Para mantener la frescura y calidad de sus filetes, los envases activos enriquecidos con compuestos antioxidantes o antimicrobianos representan una estrategia eficaz, ya que interactúan con el alimento y su entorno para prolongar la vida útil. Las películas basadas en zeína (proteína del maíz) son biodegradables y poseen excelentes propiedades de formación de película y barrera al oxígeno, aunque su fragilidad requiere mejoras. La funcionalización con polifenoles antioxidantes, como la quercetina, mejora su desempeño. La quercetina es un flavonoide vegetal que atrapa radicales libres de oxígeno y se unió covalentemente a la zeína mediante radicales libres utilizando ácido ascórbico y peróxido de hidrógeno como iniciadores. La caracterización por FTIR y UV-Vis confirmó su incorporación, observándose en FTIR nuevos picos cerca de 1650 cm^{-1} (vibración C=O carbonilo), 1530 cm^{-1} (banda amida II, C–N/N–H) y 1230 cm^{-1} (estiramiento C–N), lo que evidenció la inmovilización exitosa de la quercetina en la matriz de zeína (Figura 1 y 2). Las películas activas a base de zeína funcionalizada con quercetina representan una alternativa sostenible y efectiva para conservar productos pesqueros como el filete de sierra, mejorando las propiedades funcionales del material y favoreciendo su uso en envases inteligentes.

Palabras claves: Funcionalización, Zeína, quercetina, películas activas.

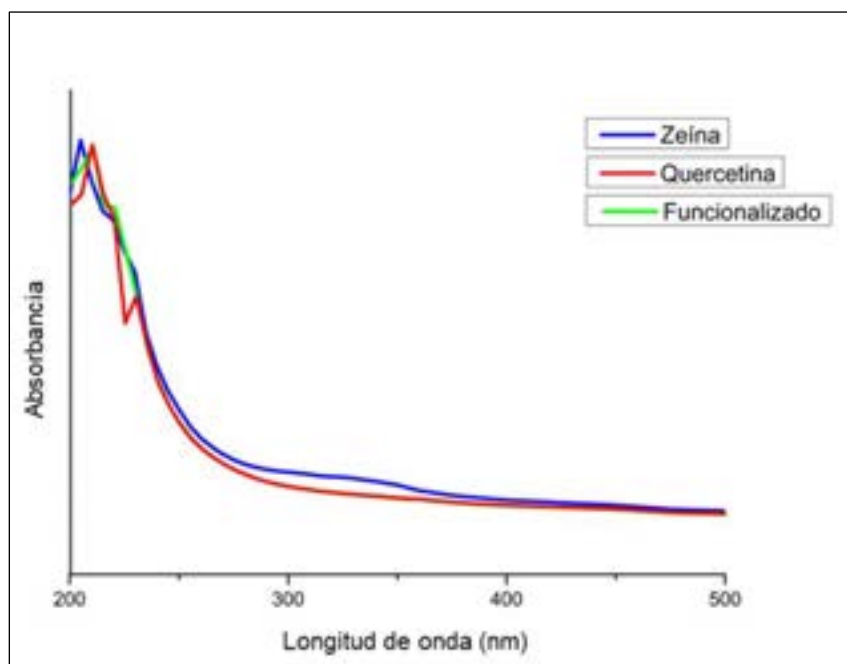


Figura 1. Espectro Ultravioleta visible (UV-Vis).

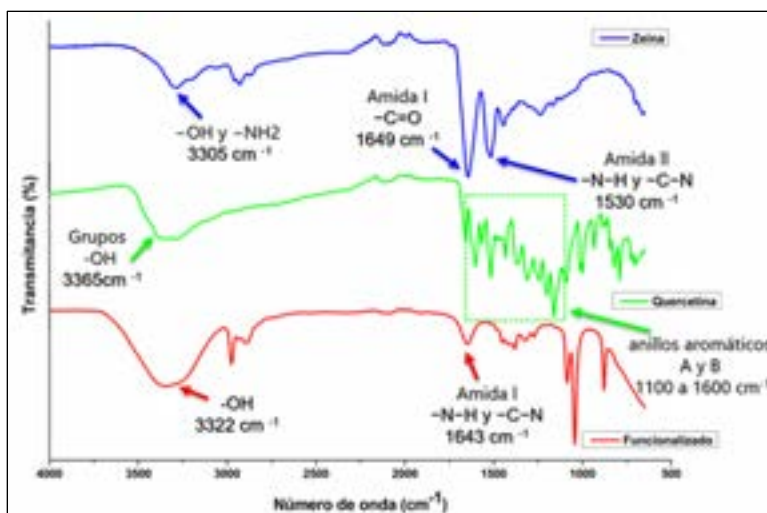


Figura 2. Espectroscopia de infrarroja de Fourier (FTIR).

REFERENCIAS

- Graciano, A. Z., Ocaño, V. M., Castillo, F. J., & Márquez, E. (2012). Envasado de productos pesqueros. In Nuevas tendencias en ciencia y tecnología de alimentos: tópicos selectos (pp. 119–147). *Trillas*.
- Moreno-Vásquez, M. J., Valenzuela-Buitimea, E. L., Plascencia-Jatomea, M., Encinas-Encinas, J. C., Rodríguez-Félix, F., Sánchez-Valdes, S., & Graciano-Verdugo, A. Z. (2017). Functionalization of chitosan by a free radical reaction: Characterization, antioxidant and antibacterial potential. *Carbohydrate Polymers*, 155, 117-127.
- Moreno-Vásquez, M. J., Plascencia-Jatomea, M., Sánchez-Valdes, S., Tanori-Córdova, J. C., Castillo-Yañez, F. J., Quintero-Reyes, I. E., & Graciano-Verdugo, A. Z. (2021). Characterization of epigallocatechin-gallate-grafted chitosan nanoparticles and evaluation of their antibacterial and antioxidant potential. *Polymers*, 13(9), 1375.