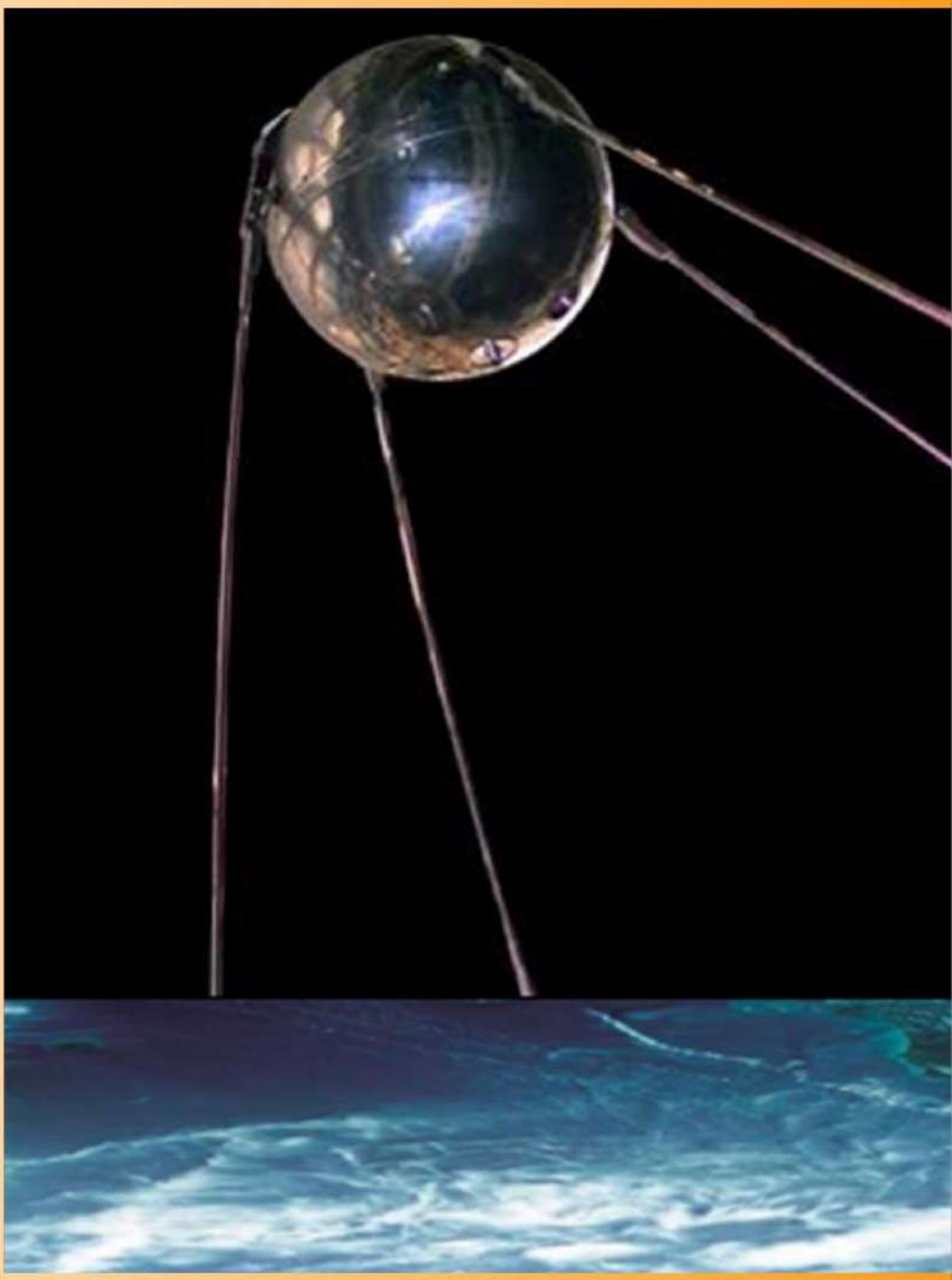
DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS

Revista de publicación anual No. 7



Divulgación

Enseñanza

Investigación educativa

Mayo de 2024

DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS 2024

REVISTA DIGITAL
PUBLICACIÓN ANUAL

Ciudad de México, mayo 2024

Comité Organizador

Mario Chavarría Castañeda
ESFM-IPN

Luz María de Guadalupe González Álvarez
ESFM-IPN

Gabriela Lourdes Rueda Morales
ESFM-IPN

Leonor Pérez Trejo
ESFM-IPN

Arturo Fidencio. Méndez Sánchez
ESFM-IPN

María de Lourdes Albor Aguilera
ESFM-IPN

Alejandra Ibarra Morales
Doctorante en CICATA-IPN

Claudia Gisela Espinosa Guia
Facultad de Ciencias Exactas UJED

Magdalena Waleska Aldana Segura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Xaab Nop Vargas Vásquez
Wejen Kajen Indigenous Research Institute International A.C

Comité Revisor

Gabriela Lourdes Rueda Morales
ESFM-IPN

Leonor Pérez Trejo
ESFM-IPN

María de Lourdes Albor Aguilera
ESFM-IPN

Alejandra Ibarra Morales
Doctorante en CICATA-IPN

Diana Wendolyne Ríos Jarquín
CINVESTAV-IPN

Claudia Gisela Espinosa Guia
Facultad de Ciencias Exactas UJED

Israel Isaac Gutiérrez Villegas
ESFM-IPN

Oscar Ivan Torres Mena
UPIEM-IPN

Magdalena Waleska Aldana Segura
Universidad de San Carlos de Guatemala

Xaab Nop Vargas Vásquez
Wejen Kajen Indigenous Research Institute International A.C

Arturo Fidencio Méndez Sánchez
ESFM-IPN

Luz María de Guadalupe González Álvarez
ESFM-IPN

Abelardo Santaella Quintas
ESFM-IPN

Alfredo Godinez Muñoz
ESFM-IPN

Esiquio Martín Gutiérrez Armenta
UAM Azcapotzalco

José Luis Hidalgo González
ESFM-IPN

Miguel Cedeño Hernández
ESFM-IPN

Verónica Sastre Muñoz
ESFM-IPN

Marco Antonio Gutiérrez Villegas
UAM Azcapotzalco

Directorio

Dr. Miguel Neri Rosas
Director

M. en C. Erick Lee Guzmán
Subdirector Académico

M en G. E. María Isabel Monroy Arévalo
Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

LAE. Claudia Yareni Martínez Morales
Subdirectora Administrativa

M. en C. Israel Isaac Gutiérrez Villegas
Jefe del Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales

M. en C. José Calderón Mendoza
Jefe del Departamento de Física

Dr. Carlos Alejandro Moreno Muñoz
Jefe del Departamento de Matemáticas

Ing. Juan Manuel Figueroa Flores
Jefe de la Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual

Cintillo Legal

Revista Didáctica de las Ciencias, año 7, No.7, mayo 2024, es una publicación anual editada por la Escuela Superior de Física y Matemáticas, del Instituto Politécnico Nacional, Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Edificio 9 Unidad Profesional “Adolfo López Mateos” Col. San Pedro Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México C.P. 07738, Ciudad de México, *www.esfm.ipn.mx*, Editor responsable Lic. Mario Chavarría Castañeda. Reserva de derechos al uso exclusivo No. 04- 2017-050311035400-203, ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Unidad de Tecnología Educativa y Campus Virtual, Ing. Juan Manuel Figueroa Flores, Av. "Instituto Politécnico Nacional" S/N, Edificio 9, U.P. Adolfo López Mateos, Col. San Pedro Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México, C.P. 07738, fecha de última modificación, 7 de junio de 2024. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Liga de acceso: www.esfm.ipn.mx/revista-jadc.html

Presentación

En esta edición de la revista Didáctica de las Ciencias se publican los trabajos que se presentaron durante las VII Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias 2024, las cuales tuvieron lugar del 23 al 25 de abril con actividades presenciales y virtuales. Durante las Jornadas se generaron foros para compartir temas de divulgación de la ciencia en los diferentes niveles educativos, de enseñanza de la ciencia e investigaciones educativas.

Durante la primera jornada dedicada a Divulgación de las Ciencias, participaron estudiantes y docentes de educación básica, nivel medio, superior y posgrado. En esta jornada se presentaron 47 trabajos en 7 siete sesiones simultáneas, de estos, 11 fueron de educación básica. Las y los asistentes tuvieron la oportunidad de participar en el taller denominado “¿Qué es la divulgación?” Impartido por el Maestro José Manuel Posada. Asimismo, se presentó la obra de teatro "Newton vs Leibniz", interpretada por estudiantes del Colegio Victoria Tepeyac, bajo la coordinación del Profesor José Luis Hidalgo González.

En la segunda jornada dedicada a Enseñanza de las Ciencias, se presentaron 9 trabajos en 2 sesiones simultáneas. Tuvimos la oportunidad de escuchar el conversatorio "Enseñanza de las ciencias, mitos y realidades", en el cual participaron las y los egresados de la ESFM Alejandra Ibarra Morales, Héctor Alejandro Migueles Bautista, José Luis Hidalgo González y Anaid Gil Bonilla, quienes fueron estudiantes de la Dra. Luz María de Guadalupe González Álvarez. Finalmente, se presentó la Conferencia "Formar docentes en la enseñanza de las ciencias", dictada por la Dra. Yolanda Chávez Ruiz.

Durante la tercera jornada se presentaron 6 trabajos de Investigación Educativa. Adicionalmente, escuchamos la conferencia "Propuesta metodológica para el análisis de los programas de las materias de un plan de estudios", dictada por el Dr. Ramón Sebastián Salat Figols.

Haciendo el recuento, en estas Jornadas participaron investigadoras e investigadores, docentes y estudiantes de México, Argentina, Estados Unidos, Guatemala y Venezuela con la presentación de 62 trabajos, de los cuales, 49 son publicados en esta edición de la revista. Asimismo, además del Instituto Politécnico Nacional, participaron otras trece instituciones de diferentes niveles educativos:

Richmond Public Schools Virginia United States of America

Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Juárez del Estado de Durango

Universidad de San Carlos de Guatemala y Universidad Galileo

Facultad de Ciencias Físico Matematicas BUAP

Universidad Autónoma de Zacatecas

Universidad Autónoma Metropolitana

Universidad de Guanajuato

Facultad de Ciencias-UNAM

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata

Preparatoria Colegio Victoria Tepeyac

Secundaria Valle de Filadelfia

Escuela Primaria Revolución Mexicana

Escuela Secundaria Anne Sullivan

Finalmente, quiero agradecer a todas las personas que participaron con sus trabajos en esta séptima edición de las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias. Asimismo, quiero felicitar al comité organizador al mismo tiempo que lo exhorto a continuar con esta labor de fomentar la cultura de la divulgación y la didáctica de las ciencias.

Miguel Neri Rosas
Director de la ESFM

Perfil

La revista Didáctica de las Ciencias editada por la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional, se define como una memoria electrónica en línea, que difunde una selección de los trabajos presentados en las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias. Los temas generales son: divulgación científica, enseñanza de las ciencias y la investigación en la didáctica de las ciencias. En la elaboración de los trabajos participan estudiantes y docentes de educación básica, nivel medio, superior y posgrado, así como investigadoras e investigadores de instituciones académicas invitadas. Es una publicación concebida como un medio de comunicación comprometido con la sociedad, abierto, plural, sin fines de lucro, que tiene la finalidad de divulgar, difundir, intercambiar, ampliar, promover y reflexionar en materia de educación científica de las ciencias experimentales y las matemáticas.

Objetivo

Ser un instrumento para divulgar el conocimiento científico, la enseñanza de las ciencias experimentales y las matemáticas. Mediante la investigación en la didáctica de dichas ciencias y por medio de una comunidad virtual, generar vínculos entre autores y lectores promoviendo con ello la cultura de la investigación. Ser un referente significativo para las y los académicos, investigadores, estudiantes y profesionales, por medio de información orientada a satisfacer sus necesidades e interés, su formación y actualización, colocando la publicación electrónica dentro de la consultoría académica. Ser un espacio digital e innovador que publique artículos de divulgación, investigación, análisis, creación y reflexión.

Normas Editoriales

La publicación en la revista Didáctica de las Ciencias está sujeta al siguiente código normativo:

Exclusividad:

Los trabajos a publicar en la revista Didáctica de las Ciencias deberán ser inéditos y el contenido no debe haber sido publicado o aceptado para su publicación en otro lugar (excepto en la forma de un resumen o como parte de una conferencia publicada, opinión o tesis), sus autores se comprometen a no someter simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.

Tipos de colaboración

Divulgación Científica. - Los trabajos que se presenten para esta sección deberán presentar contenidos de ciencias experimentales o matemática, con un lenguaje accesible al público en general, acompañado de las imágenes o tablas que ayuden a la comprensión del mismo y le den una legibilidad mayor.

Enseñanza de las Ciencias. - En esta sección, las propuestas de enseñanza de las ciencias han de contener los elementos necesarios para que el lector conozca los aprendizajes que se favorecen, de manera que pueda comunicarse con los autores de los trabajos de su interés para obtener información suficiente para la transferencia.

Investigación Educativa. - Bajo este rubro, los trabajos deberán contemplar criterios como el diseño pertinente de la investigación, la congruencia teórica y metodológica, el rigor en el manejo de la información y los métodos, la veracidad de los hallazgos o de los resultados, discusión de resultados y conclusiones. Su propósito es la discusión constructiva.

Proceso de Evaluación

Los artículos que cumplan con los requisitos normativos descritos serán aceptados, previa revisión de la Comisión de Evaluación. Los autores ceden los derechos de publicación a la Revista Didáctica de las Ciencias.

CONTENIDO

Jornada I: Divulgación Científica	Página
Leibniz. El pionero del Cálculo	14
El estrés laboral: Una epidemia silenciosa	20
Divulgación científica en películas: ¿informa o desinforma?	25
El gato de Schrödinger	31
Arte y Ciencia: La Física detrás de la Pintura	36
El uso de teoría de redes en la movilidad urbana	41
Doctor de los metales	49
El impacto de los colorantes en el ambiente	54
Matemáticas e insectos: cómo los modelos de dinámica poblacional nos ayudan a crear protocolos de control de plagas	60
¿Cómo funciona una central nuclear?	66
Nanocompuestos, una alternativa sustentable para filtrar agua	69
Avances en Diagnóstico de Cáncer: El papel de la IA en Imágenes Médicas	75
La oscilación de los neutrinos	79

Inteligencia artificial en la medicina 84

Exoesqueleto de carga superior 89

¿Qué son las técnicas no lineales y como implementarlas en la medicina? 93

Principio del superviviente: las matemáticas detrás de la estrategia de mujeres piloto 108

Navegantes del Cielo 115

Las πitagóricas en concierto 120

La paradoja de los gemelos 125

¿Qué tan claro puedo ver? 129

¿Cristal o vidrio? 137

Agrovoltaica: el sol, la tierra y la tecnología 143

Espacio recíproco: ¿Ves la red al revés? 146

La luz de un nuevo amanecer: Celdas Solares por Deposito SILAR. 152

La importancia del uso y conservación de pigmentos autóctonos mediante la grana cochinilla 159

Nanotecnología a la vista de todos 165

Reutilización Inteligente del Agua en el Hogar: Tratamiento Avanzado de Aguas Grises para la Sostenibilidad Doméstica 170

Detección de ondas gravitacionales empleando interferómetros 175

El uranio y la fisión nuclear 181

El cielo: un estanque de ranas 187

Fullereno, una nano molécula de carbono 193

Jornada II: Enseñanza de las Ciencias

La Curva de Agnesi: un viaje entre la Geometría y el Cálculo 201

Repelente casero para prevenir enfermedades como Dengue, Zika y Chikunguya 211

Trabajo colaborativo como regulación del aprendizaje 223

Actividad Korvin-Krukovskaia para graficar coordenadas: experiencia con profesionales en matemática educativa 231

Importancia de enseñar los riesgos de la electricidad en la ingeniería textil 236

Explorando fluidos en la cocina: ¡Cocinando ciencia viscosa! 241

Desarrollo de competencias de pensamiento creativo en el aula de Física 248

La línea de tiempo como recurso didáctico: una experiencia del curso de Historia de las Matemáticas 253

Aportaciones del desarrollo histórico de las matemáticas para el aprendizaje de conceptos de geometría 265

El ensayo como recurso didáctico para desarrollar competencias genéricas a nivel universitario 271

Proyecto aula como herramienta de enseñanza e inducción a la investigación 280

Jornada III: Investigación Educativa

CONFERENCIA: Propuesta metodológica para el análisis de los programas de las materias de un plan de estudios 283

Actualización docente mediante autoaprendizaje con el método de investigación-acción 294

Uso de la Narrativa para el Aprendizaje de la Física 300

Actividades de modelación en Geometría con enfoque de género: el caso del paralelismo en una pista de atletismo 309

Implementación de una Lista de cotejo para evaluar el trabajo práctico en un curso de laboratorio 317

Explorando las modalidades de escritura reflexiva en la formación de profesores de ciencias 325

Tensionando el conocimiento para la enseñanza a través de la práctica reflexiva: Un estudio de caso con una futura docente de química 335

Leibniz: El pionero del Cálculo

Andrade Carmona Nathaly Andrade, Bernal Salinas Corina, Estrada Servín Arturo Giovanni, Muñoz Jiménez Martin Emiliano y Vargas Pérez Patricia Victoria.

Colegio Victoria Tepeyac, Ciudad de México, México.

pattyvperez1@gmail.com

La "Disputa del Cálculo" entre Newton y Leibniz fue controversial, pero ¿realmente le podemos atribuir más crédito a Gottfried Leibniz ya que su concepto de Cálculo es el más utilizado actualmente?

Es probable que, al cursar por Cálculo, nos mencionaran sobre los creadores de esta rama de las Matemáticas: Gottfried Leibniz e Isaac Newton, pero quizás nunca nos interesamos más sobre su historia y su disputa sobre quién merece recibir el crédito de esta invención, en la que hubo incógnitas y roces entre ambos contribuyentes separando a la comunidad científica en dos bandos. Por lo tanto, en este artículo analizaremos el contexto, la historia y los puntos a favor y en contra de estos genios matemáticos.

Figura 1. *¿Newton y Leibniz descubrieron el Cálculo simultáneamente?*. Nota. Esta disputa se prolongó por mucho tiempo haciendo que la comunidad científica se dividiera en dos mandos?

Breve introducción de Gottfried Leibniz.

Figura 2. *El pensamiento de Leibniz: una filosofía preñada de futuro*. Nota. Su filosofía enlaza con la tradición escolástica y anticipa la lógica moderna y la filosofía analítica. (Bibliogulas: Biografías de Ingenieros: Inventos E Inventores: Gottfried Wilhelm Leibniz, s. f.)

Gottfried Wilhelm Von Leibniz fue un filósofo y matemático alemán. Su padre, profesor de filosofía moral en la Universidad de Leipzig, falleció cuando Leibniz contaba seis años. Capaz de escribir poemas en latín a los ocho años, a los doce empezó a interesarse por la lógica y filosofía. En 1661 ingresó en la universidad de su ciudad natal para estudiar leyes, y dos años después se trasladó a la Universidad de Jena, donde estudió matemáticas con E. Weigel.

En 1666, la Universidad de Leipzig rechazó, a causa de su juventud, concederle el título de doctor y en 1667 entró al servicio del arzobispo elector de Maguncia como diplomático, y en los años siguientes desplegó una intensa actividad en los círculos cortesanos y eclesiásticos.

En 1672 fue enviado a París con la misión de disuadir a Luis XIV de su propósito de invadir Alemania; aunque fracasó en la embajada, Leibniz permaneció cinco años en París, donde desarrolló la invención de una máquina de calcular capaz de realizar las operaciones de multiplicación, división y extracción de raíces cuadradas, así como la elaboración de las bases del cálculo infinitesimal.

Dedicó sus últimos años a su tarea de historiador y a la redacción de sus obras filosóficas más importantes, que se publicaron póstumamente *(Completo, V. mi P. (s/f). Historia de la Filosofía).*

Origen del Cálculo.

En el último tercio del siglo XVII, Newton (en 1664 - 1666) y Leibniz (en 1675) inventaron el Cálculo de forma independiente unificando y englobándolo en dos conceptos generales, el de “Integral” y “Derivada”, ambos proporcionando una gran variedad de técnicas diversas y problemáticas con sus métodos particulares. Así, desarrollaron una simbología y reglas formales de esta rama que se podían aplicar a funciones algebraicas y trascendentes, independientes de los significados geométricos, posibilitando automáticamente el uso de estos conceptos. Por otro lado, estos personajes hallaron la relación inversa fundamental entre la derivada y la integración, llamando Newton a la derivada como "fluxión" (una razón de cambio o flujo), mientras que Leibniz veía a la derivada como la razón de diferencias infinitesimales llamándola "el cociente diferencial”.

Asimismo, Newton realizó sus primeros descubrimientos diez años antes que Leibniz quien, no obstante, fue el primero en publicar sus resultados *(del Cálculo: Newton y Leibniz., E. N. (s/f). Orígenes del Cálculo Diferencial e Integral I I).*

El comienzo de la disputa: Las Cartas.

En julio de 1676, Newton le envió una carta a Henry Oldenburg, el primer secretario de la Sociedad Real de Londres, en la que describía su versión del cálculo.

Para evitar compartir detalles sobre cómo funcionaba, lo convirtió en un código curioso.

Oldenburg le envió la carta a Leibniz, aunque tardó 6 meses en hacerlo pues no sabía dónde encontrarlo: el matemático alemán estaba siempre viajando.

Al final la recibió y aunque lo que Newton había querido hacer era reclamar el cálculo como suyo sin revelar detalles, Leibniz no los necesitó. Él lo entendió.

Inmediatamente envió una respuesta entusiasta, expresando su admiración por lo que Newton había compartido y presentando algunos descubrimientos propios.

Pero habían pasado ya tantos meses que cuando Newton recibió la respuesta de Leibniz, no respondió.

Lo que podría haber sido el comienzo de un fructífero intercambio de ideas se frustró.

En lugar de atribuirle a Leibniz su propia comprensión del cálculo, Newton decidió que Leibniz le había robado sus ideas y había pasado 6 meses trabajando en ellas antes de responderle.

En 1704, 20 años después de Leibniz, finalmente publicó su versión del cálculo, como un apéndice de su libro "Óptica: o un tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz". En él, agregó un comentario que implicaba que Leibniz había copiado su trabajo.

"Hace años presté un manuscrito con tales teoremas sobre el cálculo y desde entonces he encontrado cosas copiadas de él. En esta ocasión lo hice público".

Así comenzó una campaña de Newton para afirmar que, aunque Leibniz publicó antes que él, él era el inventor del cálculo *(Subramanya Sastry, S. (s/f). La controversia Newton-Leibniz sobre la invención del cálculo).*

Tabla I. Diferencias entre el Cálculo de Leibniz y el de Newton.

Diferencias entre el Cálculo de Leibniz y Newton	
Leibniz y el cálculo de diferencias	Newton y el cálculo de fluxiones
Suma infinita de infinitesimales	Razón de cambio
El uso de la notación matemática le parecía muy importante	No le presto mucho cuidado al uso de la notación matemática

Cálculo diferencial	Método de fluxiones
Agregación de cantidades infinitesimales	Magnitudes generadas por el movimiento continuo
Introducir el área bajo una curva e introdujo la S alargada	Idea de límite

El Juicio: Argumentos y Contradicciones entre los matemáticos.

En 1684 Leibniz publica en la revista Acta Eruditorum su trabajo sobre el cálculo diferencial sin hacer ninguna referencia a Newton, aun que estaba al tanto de sus descubrimientos. Este hecho se puede considerar como el principio del famoso conflicto que mantuvieron Newton y Leibniz. Leibniz no consideró necesario mencionar los trabajos de Newton, ya que él había obtenido sus resultados de f orma independiente, aunque nunca se supo si conocerlos fue determinante para que Leibniz llegara a sus conclusiones y a sus propios resultados. A partir de la publicación, muchos matemáticos ingleses le acusaron de plagio, ya que sabían del trabajo de Newton, y lo único que admitían era el cambio de notación, como el propio Newton remarcó en aquella época

Este primer roce entre ambos se agrava cuando un matemático suizo, en 1699, se sitúa a favor de Newton, considerándolo como el descubridor del cálculo infinitesimal, lo cual provoca la respuesta de Leibniz. A raíz de la controversia en cuanto a la prioridad del descubrimiento, la Royal Society abre una investigación en 1711 para aclarar los hechos. Finalmente, en 1713, dieron la razón a Newton, añadiendo que Leibniz no había definido su cálculo hasta 1677 después de haber recibido las cartas de Newton y leer sus manuscritos. Sin embargo, el veredicto no parecía objetivo, ya que, en aquella época, Newton contaba con influencias dentro la Royal Society *(Garcia, A., & Rotger, L. (s/f). Newton vs Leibniz).*

Entonces... ¿quién es el verdadero ganador?

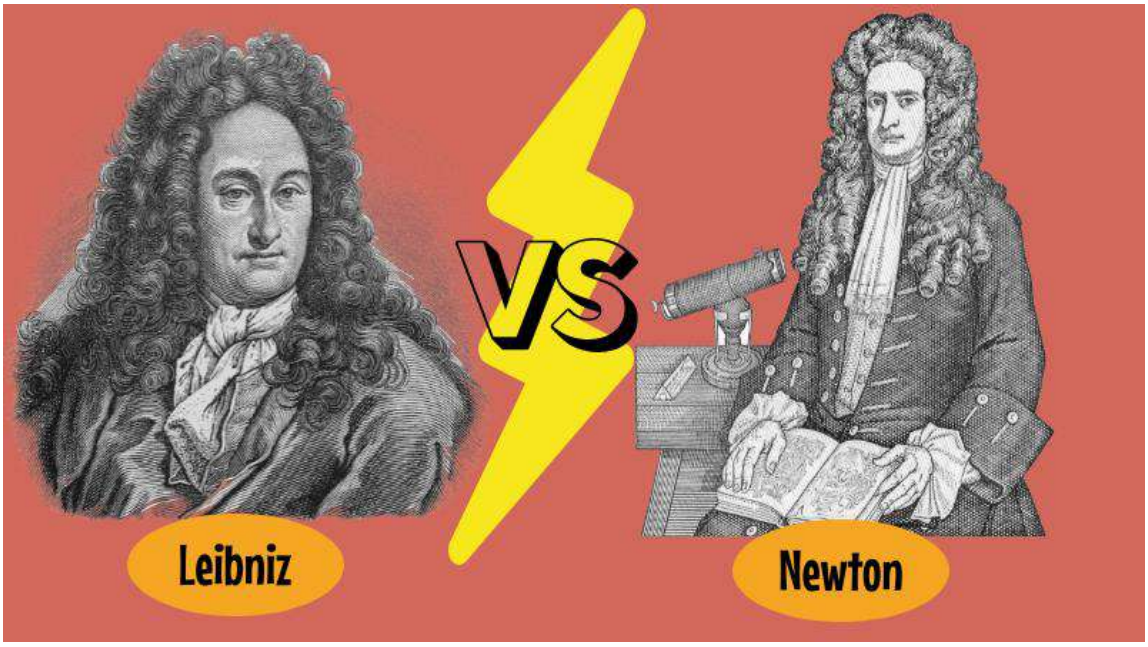


Figura 3. *Forskningsfejder: Newton og Leibniz skændtes til deres død om æren for historisk opfindelse.*

Hemos visto toda la trayectoria de la disputa de estos matemáticos, sin embargo, la verdadera cuestión es la de quién tiene más derecho a recibir el mérito sobre la invención del Cálculo. La disputa histórica entre Newton y Leibniz sobre quién fue el creador del cálculo se debate durante siglos. Aunque ambos desarrollaron ideas similares de manera independiente, la controversia surgió sobre quién lo hizo primero y quién se basó en el trabajo del otro. En última instancia, es difícil determinar una conclusión definitiva. Ambos matemáticos realizaron contribuciones significativas al cálculo, y su legado sigue siendo fundamental en el campo de las matemáticas. En lugar de centrarse en una pelea entre ellos, es más productivo reconocer y valorar las contribuciones únicas de ambos al desarrollo del cálculo.

Referencias

1. (S/f). Bbc.com. Recuperado el 14 de marzo de 2024, de https://www.bbc.com/mundo/noticias-44560601
2. *Biblioguías: Biografías de ingenieros: inventos e inventores: Gottfried Wilhelm Leibniz*. (s. f.).

https://biblioguias.uam.es/Biografias_de_ingenieros/Gottfried_Wilhelm_Leibniz

3. del Cálculo: Newton y Leibniz., E. N. (s/f). Orígenes del Cálculo Diferencial e Integral I I. Ugr.es. Recuperado el 18 de marzo de 2024, de https://www.ugr.es/~mmartins/material/Historia_parte_2.pdf
4. Garcia, A., & Rotger, L. (s/f). *Newton vs Leibniz*. Uib.es. Recuperado el 17 de marzo de 2024, de https://bioinfo.uib.es/~joemiro/teach/DocAlumnos/Conflicto.pdf
5. Universidad de Granada. (s. f.). Orígenes del Cálculo Diferencial e Integral II. *Historia del Análisis Matemático.*https://www.ugr.es/~mmartins/material/Historia_parte_2.pdf

El estrés laboral: Una epidemia silenciosa

Luciano Gómez Castillo[1], Valeria López Muñoz[1], Alan U. Samaniego Hernández[2], Regina T. Hernández Morales[2], Massimo D. Velázquez Nol[2], Emiliano Montes de Oca Alvarado[3]

Alumnos de primero[1], segundo[2] y tercer[3] grado de Secundaria

Escuela Secundaria Part. 0654 "Secundaria Valle de Filadelfia"

¿Por qué es importante hablar del estrés laboral?

En el siglo XXI, el estudio de fenómenos sociales relacionados con la salud colectiva ha experimentado avances significativos. Entre los problemas actuales que requieren atención prioritaria, el estrés que enfrentan los trabajadores a nivel mundial se destaca como un tema de suma importancia.

El estrés laboral, según el Instituto Mexicano del Seguro Social, se define como "Un tipo de estrés en el que la creciente presión en el entorno laboral puede provocar la saturación física y/o mental del trabajador, generando diversas consecuencias que no solo afectan la salud, sino también su entorno más próximo al crear un desequilibrio entre lo laboral y lo personal". De acuerdo con estadísticas del mismo instituto, se estima que "El 75% de los mexicanos experimenta fatiga debido al estrés laboral", cifra que supera a países como China y Estados Unidos.

En este contexto, comprender los orígenes del estrés y sus implicaciones como trastorno es crucial para promover la mejora de la salud tanto en México como en otros países del mundo. Es fundamental desarrollar estrategias que aborden este problema de manera integral, desde la prevención hasta el tratamiento, así como promover entornos laborales saludables que fomenten el bienestar físico y mental de los trabajadores.

Las estadísticas relacionadas con el estrés laboral son preocupantes y revelan un panorama alarmante sobre su impacto en la salud y el bienestar de las personas. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), "El estrés laboral es considerado una epidemia global, afectando a millones de trabajadores en todo el mundo".

Según el Instituto Nacional para la Salud Pública "El estrés laboral puede manifestarse de diversas formas y tener consecuencias graves tanto a nivel físico como emocional". Entre los problemas de salud más comunes asociados con el estrés laboral se incluyen la ansiedad, la depresión, los trastornos del sueño, los problemas cardiovasculares y gastrointestinales, así como el aumento del riesgo de accidentes y lesiones en el lugar de trabajo. Además, el estrés crónico puede socavar la calidad de vida, afectar las relaciones personales y disminuir la

satisfacción laboral, lo que a su vez puede contribuir a un círculo vicioso de estrés continuo y deterioro de la salud.

La sociedad contemporánea se caracteriza por ritmos laborales intensos, con la necesidad imperiosa de realizar múltiples tareas simultáneamente. Existe una presión palpable para ejecutar las labores de manera rápida y eficiente, lo que, en ocasiones, conlleva a que las personas se vean sobrecargadas y desbordadas por las responsabilidades laborales. En la actualidad, el diálogo sobre el estrés en el ámbito laboral ha cobrado una dimensión sin precedentes.

El estrés en nuestro entorno

Durante los meses pasados, el equipo de robótica Filadelfia Black Dragonflies, del cual somos miembros, realizó una serie de investigaciones para conocer el estrés laboral más a fondo en nuestra comunidad.

La comunidad entrevistada se trató sobre todo de Santa Cruz Atizapán, en el Municipio de Atizapán, Estado de México. La ciudad es la cabecera del Municipio de Atizapán, localizado a aproximadamente 30 min de la Ciudad de Toluca y a un costado del Municipio de Santiago Tianguistenco. Al igual que su municipio vecino se trata de un lugar dedicado principalmente al comercio entre el cual destaca la manufactura y venta de ropa y textiles, agricultura, entre otros. Al tener cerca una zona industrial también existen muchas personas que trabajan en diversas industrias manufactureras.

Al realizar la investigación fue fundamental saber el sexo, edad y trabajo de las personas entrevistadas para entender mejor los orígenes y posibles tratamientos de este problema que es el estrés laboral.

Como se puede observar en el Gráfico 1, el 74.3% de los trabajadores encuestados fueron mujeres y el 25.7% hombres, en un rango entre 18 y 63 años de edad.

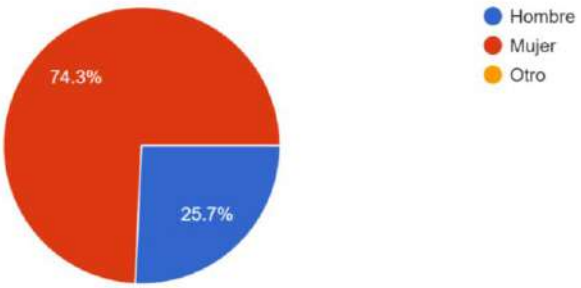


Gráfico 1. Porcentaje de hombres y mujeres encuestados

Aproximadamente el 50% se encontraba entre los 23 y los 40 años.

Se cuestionó a los encuestados sobre su horario laboral y alrededor del 32% dio un horario que cumplía con las 8 horas de trabajo por ley establecidas en el Artículo 61 de la Ley Federal del Trabajo en México. El 28% afirmó trabajar menos de las 8 horas reglamentarias y el 40% restante dijo trabajar en horarios tanto diurnos como vespertinos y nocturnos que superan las 8 horas, llegando incluso a las 12 horas de trabajo diarias.

En la sociedad mexicana es muy común exceder las 8 horas de trabajo, sobre todo en los casos en que los trabajadores son microempresarios o su trabajo exige atender actividades fuera de un horario establecido, es por ello que se les preguntó también acerca de su ocupación.

Gráfico 2. Profesiones de los trabajadores encuestados

Según lo observado en el Gráfico 2, el 50% de los encuestados afirmó ser técnico en algún área o estar ejerciendo su profesión (Licenciatura, maestría o doctorado). El 23% fueron personal médico, incluyendo a enfermeros debido a que parte de estas encuestas fueron aplicadas directamente en una clínica a fin de recabar información sobre un sector trabajador que al verse sometido a constante presión en consecuencia sufre elevados niveles de estrés todos los días.

De aquellos que dijeron ejercer su profesión en alguna institución o empresa, aproximadamente el 6% trabaja en la industria automotriz y cerca del 3% posee una empresa o emprendimiento propio.

Hablando directamente sobre el estrés laboral se cuestionó a los trabajadores sobre los momentos de su jornada en que se ven afectados por el estrés. Un 5.7% dijo sentirse estresado durante toda su jornada laboral, mientras que el 17.1% contestó que padece estrés durante la mayor parte de su jornada. Como puede observarse en el Gráfico 3, una gran mayoría, el 62.9% se encuentra estresado en ocasiones, siendo tan sólo el 1.4% de los encuestados quienes contestaron no estresarse nunca en su trabajo.

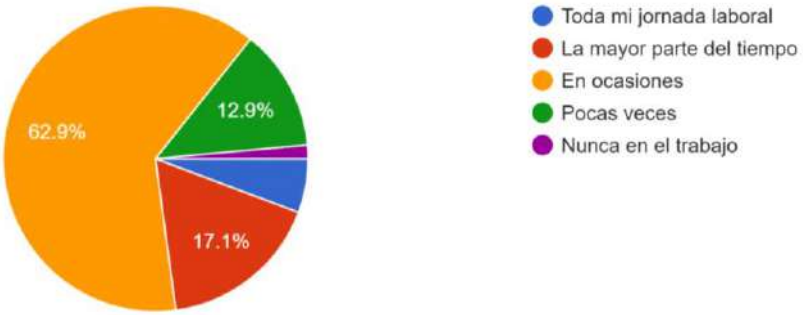


Gráfico 3. Momentos en que se encuentran estresados durante su jornada laboral

Tras la realización de esta encuesta fue posible observar que más allá de ser un padecimiento grave, el estrés laboral es ahora una epidemia que los trabajadores deben enfrentar día con día y sobrellevar a la par del resto de sus actividades.

En otro cuestionamiento de la encuesta se les preguntó a los trabajadores cuáles eran los factores o situaciones que les producen estrés y algunas de las respuestas más comunes estaban relacionadas a la entrega de trabajo urgente o la sobrecarga del mismo por parte de sus superiores. Muchos de estos casos hablan de una falta de cultura organizacional dentro de las empresas y por supuesto una carencia en el sistema de estructura y hábitos internos de cada institución.

Otras respuestas relevantes fueron acerca de la falta de recursos para llevar a cabo apropiadamente sus actividades, y en los casos más graves, falta de recursos para cubrir las necesidades básicas de los trabajadores y sus familias, siendo este un problema cuya causa va más allá del alcance de los empleados y recae principalmente en los empleadores que infringen la ley al no proveer o asegurar salarios o condiciones dignas para sus trabajadores.

Aunque en muchas ocasiones los trabajadores no poseen el control de las situaciones que les provocan estrés, existen casos en los cuales la falta de organización de cada trabajador puede ser el origen de esta grave situación. Para ahondar en estas situaciones preguntamos a los encuestados un poco sobre las actividades que realizan fuera de su entorno laboral.

El 15% dijo no hacer ninguna actividad recreativa o lucrativa fuera de su horario laboral, sin embargo, el 80% de quienes afirmaron esto también contestaron previamente que estaban estresados la mayor parte de su jornada laboral, además de encontrarse entre los 18 y 30 años de edad. Conociendo esta información podemos suponer que las mayores cifras de estrés se dan entre la población más joven y que estos jóvenes no realizan actividades adicionales a su trabajo, lo cual podría ser un factor responsable o consecuencia de sus altos niveles de estrés.

Muchas de las personas que sí realizaban actividades fuera de su horario laboral dijeron realizar actividades recreativas como ir al cine, salir con amigos y familia, escuchar música, leer o practicar algún deporte, y pertenecen al sector que menos se estresa durante su jornada laboral, estableciendo así una conexión entre la administración del tiempo y la recreación con la reducción de los niveles de estrés.

Por último, se les preguntó a los encuestados sobre las estrategias que aplican para mitigar el estrés en caso de encontrarse en medio de una situación estresante. El 9% afirmó directamente no tener estrategias para controlar el estrés mientras que el 16% comentó que en esos casos pierde el control, se enoja, llora o detiene sus actividades hasta que se siente mejor.

Al permitir que el estrés los domine muchas de estas personas sufren también padecimientos físicos y emocionales que a la larga afectan su salud y no les permiten realizar sus actividades o llevar una vida plena como la de quienes pueden manejar el estrés y tratarlo adecuadamente.

Adicionalmente, muchos de los encuestados que no poseen estrategias para mitigar el estrés son también parte del sector joven de la encuesta y algunos de los que ofrecieron buenas estrategias para controlarlo son de mayor edad y realizan actividades recreativas fuera de sus trabajos.

A nuestro alrededor hay trabajadores viviendo el estrés

En conclusión, el estrés laboral es un problema global que afecta a millones de trabajadores en todo el mundo. A medida que la sociedad enfrenta desafíos laborales cada vez más exigentes, es fundamental reconocer la importancia de abordar el estrés laboral de manera activa y colaborativa.

Los resultados de nuestras investigaciones destacan la existencia del estrés laboral en diferentes sectores de la población trabajadora. Desde la falta de control sobre la carga laboral hasta la escasez de recursos para cubrir las necesidades básicas, los trabajadores enfrentan una variedad de desafíos que contribuyen a niveles significativos de estrés en el lugar de trabajo.

Tras la realización de esta encuesta e investigación fue posible observar que más allá de ser un padecimiento grave, el estrés laboral es ahora una epidemia global que millones de trabajadores en todo el mundo deben enfrentar para continuar con sus actividades diarias.

Es esencial que tanto los empleadores como los trabajadores tomen medidas para mitigar el impacto del estrés laboral. Desde implementar programas de bienestar en el lugar de trabajo hasta fomentar una cultura organizacional que valore el equilibrio entre el trabajo y la vida personal, existen numerosas estrategias que pueden ayudar a reducir el estrés y promover la salud y el bienestar de los empleados. Además, es importante que los trabajadores se informen sobre el estrés laboral y desarrollen estrategias efectivas para gestionarlo.

Al abordar el estrés laboral como un problema actual y una enfermedad que debe tratarse, podemos crear entornos laborales más saludables y productivos para todos.

Referencias

Estrés. (2023, February 21). Recuperado: Febrero 8, 2024, de https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/stress

Estrés Laboral. (n.d.). IMSS. Recuperado: Febrero 28, 2024, from https://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estres-laboral

Los riesgos del estrés laboral para la salud. (2020, August 26). Instituto Nacional de Salud Pública. Recuperado: Febrero 28, 2024, from https://www.insp.mx/avisos/3835-riesgos-estres-laboral-salud.html

Divulgación científica en películas: ¿informa o desinforma?

Fernanda Castillo Orozpe, Monserrat González Contreras
Colegio Victoria Tepeyac, Ciudad de México, México
frechiestudio@gmail.com

¿La divulgación científica informa o desinforma?

En la actualidad es común que cualquier persona de nuestro entorno disfrute ver películas o series, y dentro de estas, que tenga algún gusto en particular como el terror, la fantasía, el romance o la ciencia ficción (divulgación científica como se menciona en este artículo) que será el enfoque de esta investigación.

Sean cuales quiera los motivos de la preferencia hacia este género, podemos afirmar que una parte de este interés es provocado por las cosas fantásticas que se mencionan, pero, ¿Qué tan fantásticas o apegadas a la realidad son? Es ahí donde entra nuestra investigación. A demás de investigar que tan apegado es a la realidad o si solamente recurre a la especulación de temas históricos y científicos como medio de éxito para lo que venden las empresas de producción cinematográfica, también es nuestro propósito saber que tanto informan o desinforman al espectador.

El análisis se realizará a partir de la investigación de hechos históricos y verídicos intentando ser lo más posible apegado a la realidad y cabe aclarar que no se busca dar una conclusión de si las películas científicas son correctas o no, solo se busca comparar con descubrimientos actuales para mejor conocimiento y comprensión del material

El enfoque de esta investigación son las películas con trasfondo histórico, como lo son Napoleón (2023) y Oppenheimer (2023), y científico, como lo son Interestelar (2014) y nuevamente Oppenheimer (2023)

Entonces ¿las películas tratan de engañarnos?

De acuerdo al texto *El cine como fuente de la historia* de Francisco J. Zubiaur Carreño de la universidad de Navarra, el cine no trata de recabar datos históricos y darnos los datos más específicos y fieles que pueda encontrar, se trata más bien de una recopilación y un resumen de aquellos datos con un toque de melodrama y acción para que nos parezcan atractivos. *(Carreño, 2005)*

Esto se trata de un trabajo conjunto del guionista y el director, ambos deben de revisar todos los aspectos más importantes del hecho o, en el caso de la película interestelar, cómo es que funcionaría en teoría todo lo que se trate de retratar en la

película, claro que esto lleva muchas veces a algunas incongruencias científicas o históricas, sin embrago, se trata de que este lo más básico y clave del hecho para poder crear toda una historia alrededor.

Napoleón (2023)

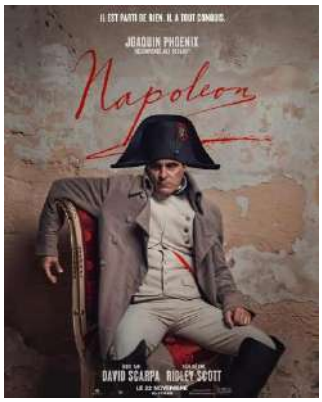


Figura 1. Poster de la película Napoleón (2023), sacado de la página 20Minutos

Napoleón Bonaparte nació en Francia el 15 de agosto de 1769, salió a relucir en la revolución francesa, posteriormente se convirtió en un general y uno de los símbolos imperialistas más relevantes de Europa.

Un mensaje muy claro que tenemos del director de esta cinta, es que su objetivo principal no es informar, si no entretener a su audiencia. *(Napoleón Bonaparte: Qué Hizo, Quién Lo Derrotó Y Cómo Fue Su Muerte, 2023)*

Por ejemplo, tenemos su relación con Josephine du Beauharnais, ella fue una figura poderosa e importante durante la cinta, que servía como un pilar al protagonista, sin embargo, su relación no era una historia de amor apilada sobre la necesidad, la infidelidad y la manipulación, era todo lo contrario, Josefina era el apoyo de Napoleón, y pese al divorcio, ella fue su confidente de por vida.

Ahora hablemos de su segunda esposa, María Luisa de Austria, en la película podemos ver que, a pesar de su divorcio, Napoleón siempre estuvo enamorado de Josefina, pero, tanto en la película como en la realidad, él busca un heredero, esto se vuelve algo de suma importancia para él, ya que quiere dejar un legado, y es lo que María Luisa le pudo dar.

Algo acertado que podemos ver en la cinta es su coronación, en la cual él toma la corona y se la coloca, provocando que muchas personas se sorprendieran ante este hecho. Él sabía de qué manera llamar la atención de la gente, y, además, buscó desafiar la autoridad del Papa, mostrando que él tenía una superioridad.

Otra cosa que siempre se destaca sobre este personaje es su baja estatua, de cierta manera la podemos ver reflejada en la cinta cuando tiene que pararse sobre una caja para poder ver el rostro de una momia en su sarcófago. Aunque para muchos esto puede ser un mito por las diferentes unidades de medida que se usaban en esa época, nunca falta usarlo como un dato destacable en la personalidad de dicho personaje.

Para terminar, veamos la muerte de este célebre personaje, Napoleón muere el 5 de mayo de 1821 en Santa Elena, en la cinta vemos que muere tras hacer un comentario del incendio de Moscú en 1812, pero otro detalle que apuesto que se

les escapó, fue que napoleón no incendió Moscú, si no que fueron los propios rusos quienes lo hicieron, pero esto si es real, Napoleón si muere en Santa Elena el 5 de mayo de 1821, aunque esto no detiene las teorías sobre su muerte en aquel lugar, llegando incluso a decir que pudo haber muerto antes de llegar ahí. Son cosas que nunca sabremos con ciencia cierta si son verdad o no, pero le agregan cierto toque de misterio al asunto.

Oppenheimer (2023)

J. Rober Oppenheimer nació en la ciudad de Nueva York el 22 de abril de 1904, contribuyó a ponerle fin a la segunda guerra mundial con las bombas nucleares de Hiroshima y Nagasaki. *(Sadurní, 2024)*

Figura 2. Poster de la película Oppenheimer (2023), sacado de la página Wikkipedia

Comencemos con la escena en la que el científico intenta envenenar a su profesor Patrick Blackett con una manzana con cianuro de potasio, esto es real, mientras estaba en Cambridge, tuvo un episodio de desesperación el cual lo llevó a inyectar cianuro de potasio en la manzana, sin embargo, a diferencia de la película, Niels Bohr no es quién casi le da un mordisco a manzana, esto se trata de una mera invención de la trama para la película. Incluso, en la realidad, los funcionarios de Cambridge se enteraron de esto, pero su padre los convenció para que no presentaran cargos, a cambio de que Oppenheimer fuera con un psiquiatra.

Otro aspecto importante a analizar es el hecho de que se tenía la hipótesis de que la prueba Trinity fuera a acabar con el mundo, pero la diferencia es que estas dudas ya se habían disipado casi por completo el 16 de junio de 1945, cuando se hizo la explosión en nuevo México. Con el propósito de darle emoción a la trama de la cinta, se agregaron conversaciones que tuvo Oppenheimer con Leslie Groves o con Einstein acerca de esto, pero un detalle que se mantuvo intacto fue la porra que se organizó por Enrico Fermi antes de la explosión.

Ahora, algo que a mucha gente le causa intriga, es si de verdad él se arrepentía de haber creado la bomba como Einstein o Russell. Lamento decepcionarlos, pero Oppenheimer nunca se arrepintió de haberla creado, siempre se abstenía de hacer algún comentario de ese estilo, en lugar de eso, comparaba su acción con otros eventos oscuros de la época. Aunque el hecho de no sentir arrepentimiento no lo abstuvo de lamentar las consecuencias de lo que pasó después.

Interestelar (2014)

Figura 3. Poster de la película Interestelar (2014), sacado de la página IMDb

En esta película podemos ver un gran uso de recursos científicos y, aunque estos si están sujetos a conceptos reales, también podemos notar que tomó libertades creativas para hacerlo más llamativo al espectador.

A lo largo del metraje se nos presentan temas como la teoría de la relatividad de Albert Einstein, los agujeros de gusanos, la influencia de la gravedad en la percepción del tiempo, ligado a la teoría de la relatividad, y la posibilidad de hallar planetas que el ser humano pueda habitar.

Como la investigación busca ser comprensible para todo público, utilizaremos de referencia un dato que se da en la película y no entraremos a profundidad en los temas antes mencionados.

Cuando el protagonista con los demás exploradores llega al planeta Miller, informa que tiene una gravedad del 130% de la tierra, es decir, tiene una gravedad de 22.54 m/s^2, cuando los astronautas van al espacio su cuerpo pierde masa muscular, gana altura, pierde fuerza en las piernas y su corazón deja de trabajar tanto como en la tierra. Esto se debe a la ausencia de la gravedad, el cuerpo deja de estar sometido a una fuerza que lo hace ejercitarse día con día haciendo actividades tan simples como caminar así que esto hace que el corazón tenga que trabajar menos, no deja de funcionar correctamente pero su eficiencia al volver a la tierra no sería suficiente.

Ahora, relacionándolo con el metraje, al llegar al planeta Miller, los exploradores se desplazan por la superficie con cierta dificultad, pero no tanta como supondríamos al saber lo anterior. El cuerpo está haciendo más del doble de esfuerzo del que normalmente hace, el corazón trabaja con mucha más exigencia y ellos llegan a intentar correr sometidos a esa gravedad

Por otro lado, tenemos la teoría de la relatividad, que, aplicada al tiempo, indica que la cantidad de tiempo depende del lugar de observación. Para más detalles, recurrir a la referencia Auping J. 2009.

Esto en la película, podemos ver que es representado muy claro y con un impacto emocional grande. Mientras que la hija del protagonista se hizo adulta el siguió conservando la misma edad porque para él, y gracias a la dilatación del tiempo, no había pasado mucho desde que la dejó siendo una niña. Podemos observar en los dos casos anteriores, hay datos reales, como la dilatación del espacio y cómo afecta en dos lugares distintos, pero también hay datos cuestionables, como el impacto de la gravedad en nuestro cuerpo, incluso la posibilidad de viajar tan lejos en el espacio

Pero… ¿Qué hacen más? ¿informar o desinformar?

Como mencionamos antes, las películas de ciencia ficción no buscan ser informativas, sino llamar la atención dando un toque fantástico a algo real. No se llega a la conclusión de si es correcto o incorrecto, puesto que ese no es nuestro objetivo, pero no consideramos que se deba utilizar lo visto en el metraje como una fuente primaria de información, pues no hay manera de comprobar completamente todo lo sucedido.

Figura 4. Persona dudando, sacado de la página Depositphotos

Algo de lo que nos pueden ser útiles en cuanto a las películas históricas, es que se dé a conocer más ciertos hechos o acontecimientos con más audiencias de diferentes edades, ya que esto puede generar curiosidad por saber más del tema y te lleve a investigar e informarte más de esto. Lamentablemente, con las películas de carácter científico es un poco más complicado, pero no imposible, ya que sucede lo mismo, genera curiosidad, sin embargo, para alguien de menos edad puede resultar más confuso o aburrida la teoría al momento de investigarlo y esto genere un desinterés. Dando este escenario utópico podemos decir que logra informar sobre un aspecto muy básico sobre temas científicos o históricos, pero puede ser un buen primer acercamiento hacia estos.

Así que la próxima vez que estés viendo una película de este estilo, puedes darte una mejor idea de qué tato te puede servir como una fuente de información.

Referencias

Relatividad.
(s. f.). https://outreach.iac.es/cosmoeduca/relatividad/guionrgeneral.htm#:~:text=La%20presencia%20del%20campo%20gravitatorio,que%20el%20de%20la%20lunar

Lope, P. (2023, 11 diciembre). Qué le pasa al cuerpo humano cuando está en el espacio. Urban Tecno. https://www.mundodeportivo.com/urbantecno/ciencia/que-le-pasa-al-cuerpo-humano-cuando-esta-en-el-espacio

Nacional Geographic España. (2024, 11 marzo). National Geographic. https://www.nationalgeographicla.com/espacio/2022/10/dilatacion-del-tiempo-conoce-de-que-se-trata-y-si-es-posible-viajar-al-futuro#:~:text=El%20efecto%20de%20dilataci%C3%B3n%20del,habita%2C%20han%20transcurrido%20cuatro%20a%C3%B1os

Carreño, F. (2005). El Cine como fuente de la Historia. 8, 205–219. https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/17676/1/24391733.pdf

Napoleón Bonaparte: qué hizo, quién lo derrotó y cómo fue su muerte. (2023). Historia.nationalgeographic.com.es. https://historia.nationalgeographic.com.es/personajes/napoleon

Sadurní, J. M. (2024, febrero 19). Robert Oppenheimer, el padre de la bomba atómica. Historia.nationalgeographic.com.es; Historia National Geographic. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/oppenheimer-padre-bomba-atomica_16642#:~:text=Robert%20Oppenheimer%2C%20el%20hombre%20que,bombardeos%20de%20Hiroshima%20y%20Nagasaki.

Qué es real y qué es ficción en “Napoleón”, la nueva película sobre el icónico emperador francés. (2023, noviembre 24). El Universal; El Universal. https://www.eluniversal.com.mx/espectaculos/napoleon-que-es-real-y-que-es-ficcion-en-la-nueva-pelicula-que-protagoniza-joaquin-phoenix/

Cinemanía. (2023, julio 31). “Oppenheimer”: ¿Qué es verdad y qué es ficción en la película de Nolan? Cinemanía; Cinemanía. https://www.20minutos.es/cinemania/noticias/oppenheimer-verdad-ficcion-pelicula-nolan-5161090/

Gálvez, C. (2023, julio 26). Oppenheimer: qué es realidad y qué es ficción en la película. Business Insider España; Business Insider España. https://www.businessinsider.es/oppenheimer-realidad-ficcion-pelicula-1279934

El gato de Schrödinger

Escoto Morales Erika Valentina, Regalado Rosales Rebeca
Preparatoria Victoria Tepeyac, México, CDMX
rebeca.regalado.rosales@gmail.com

¿Sentido común o teoría cuántica?

El experimento del gato de Schrödinger plantea preguntas profundas sobre la naturaleza de la realidad y la relación entre el observador y lo observado. Según la teoría cuántica, un objeto puede estar en dos estados diferentes al mismo tiempo, lo que sugiere que la realidad no es tan objetiva como pensábamos. Esto ha llevado a algunos filósofos a cuestionar la idea de que existe una realidad objetiva independiente del observador, de igual manera nosotras buscamos sembrar el interés y curiosidad en ustedes sobre la teoría de superposición la cual explicaremos más adelante, con el fin de dejarlos con intriga y que formulen sus propias teorías.

El experimento del gato de Schrödinger también plantea preguntas sobre la naturaleza de la conciencia y la percepción. Si un objeto puede estar en dos estados diferentes al mismo tiempo, ¿Cómo podemos estar seguros de que lo que percibimos es real? Esto ha llevado a algunos filósofos a cuestionar la idea de que la percepción es una fuente confiable de conocimiento.

¿Qué es la paradoja del gato de Schrödinger?

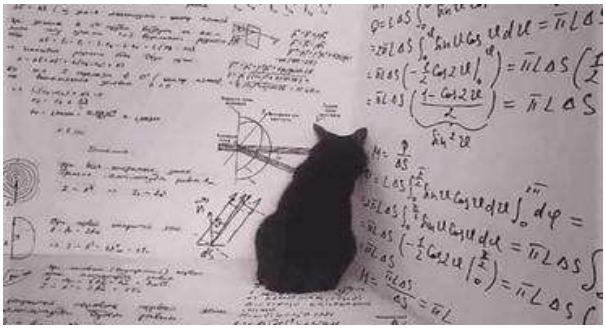


Figura 1. Bruneault, D. (2007). Intelectual cat

Fue uno de los experimentos más relevantes en la comunidad científica, donde se desafía nuestro sentido común y todo lo que se considera verdad absoluta y como creemos que funciona nuestra realidad.

Erwin Schrödinger fue un físico austríaco que contribuyó al desarrollo de la investigación sobre que era la mecánica cuántica. La mecánica cuántica se basa en la probabilidad, según la teoría cuántica un electrón o átomo puede estar en todos los lugares posibles en un mismo tiempo, de esto parte esta paradoja, si nosotros no vemos donde está electrón o átomo, podemos deducir que esta en todas partes al mismo tiempo. El mítico gato de Schrödinger se utilizó para señalar las diferencias entre el mundo cuántico y nuestro mundo o el sentido común (Gribbin, 1984, p.11).

Schrödinger tan preocupado como otros físicos como Einstein por las implicaciones de la teoría cuántica, planteó el siguiente problema: en una sala cerrada, o en una caja, dentro de la cual hay un gato vivo y un frasco con veneno, pretendamos que en la caja ponemos un átomo radioactivo, que todo depende de si se desintegra o no para saber el resultado del experimento. Con un contador de radiación que está conectado a un martillo, si el sensor detecta la radiación (en caso de que se haya desintegrado), el martillo golpeara el frasco de veneno y matará al gato.

"En el mundo actual existe un 50 % de probabilidades de que el gato resulte muerto, y sin mirar dentro de la caja podemos decir, tranquilamente, que el gato estará vivo o muerto. Pero ahora nos topamos con lo extraño del mundo cuántico" (Gribbin, 1984, 11). Como resultado de la teoría, existen dos posibilidades abiertas al material radiactivo, y por tanto al gato, entonces, suponemos que el gato puede estar tanto vivo como muerto hasta que observemos dentro de la caja. "La desintegración atómica ni ha ocurrido ni ha dejado de ocurrir; el gato, ni ha muerto ni ha dejado de morir en tanto no miremos dentro de la caja para ver lo que ha pasado" (Gribbin, 1984, p.12). El gato al estar entre una mezcla de lo vivo y lo muerto está dándonos un término llamado superposición cuántica, que nos dice que una partícula puede estar en todos los sitios posibles al mismo tiempo, a menos de que no miremos dentro de la caja, el gato seguirá en ese estado.

¿Qué es la mecánica cuántica?

La teoría cuántica fue desarrollada al inicio del siglo XX como un formalismo matemático que dio a los físicos la capacidad de predecir resultados de una serie de experimentos que parecían no encajar muy bien dentro de la física clásica. La física clásica se basa en el estudio del movimiento sobre otros objetos, describe cómo funcionan las cosas en nuestra vida cotidiana. "La física cuántica es un área de la física cuyos principales objetos de estudio son los elementos que se encuentran a nivel microscópico. Átomos, electrones y moléculas son ejemplos de estructuras que habitan el mundo subatómico" (¿Qué es la teoría cuántica? 2023).

Consideremos la existencia de un electrón u otro sistema que obedezca las leyes de la física cuántica, esto significa que los experimentos que involucren dichas partículas seguirán las predicciones e hipótesis planteadas. Supongamos que dicho sistema tiene cierta magnitud que podemos medir experimentalmente. Según la interpretación de Copenhague, hasta que no midamos dicha magnitud, su valor no estará determinado. Es más, el sistema se encontrará en todos sus posibles estados de forma simultánea hasta que lo observemos y midamos esa propiedad. A esa situación previa a la medida, en la que el sistema existe simultáneamente, no puede pasar una cosa al mismo tiempo que la otra, por ejemplo: no puedes estar en la escuela, y al mismo tiempo en tu casa, a esto se le conoce como superposición.

Un ejemplo que ilustra perfectamente lo que acabamos de describir es un electrón en un átomo. En su movimiento alrededor del núcleo no describe trayectorias bien definidas. De hecho, su posición no está determinada, sino que el electrón está difuminado en una región que conocemos como orbital. Podríamos decir que se encuentra simultáneamente en todos los puntos de dicha región. Lo mismo puede sucederle a un fotón, el cuanto de la luz (los fotones, que son las partículas que componen la luz). Su polarización puede tomar dos valores distintos y excluyentes entre sí. Sin embargo, en ausencia de medida experimental, el fotón se encuentra en una superposición de ambos estados a la vez.

Al realizar la medida, el observador interactúa con el sistema y lo altera, rompe la superposición de estados y el sistema se decanta por uno de sus dos estados posibles. El sentido común nos indica que el gato no puede estar vivo y muerto a la vez. Pero la mecánica cuántica dice que mientras nadie mire en el interior de la caja el gato se encuentra en una superposición de los dos estados: vivo y muerto.

Dos realidades

Figura 2. Barres, F. (2018). Schrödinger Things

En 1961, el ganador del premio Nobel, Eugen Wigner, planteó un expermiento que se conoce como Wigner and Wigner's friend y que se enfocaba en la configuración de un sistema cuántico que tiene dos estados en superposición, esto significa que hasta que midas uno de ellos, ambos existen al mismo tiempo, por ejemplo, la polarización de un fotón es horizontal y vertical (José Romera Castillo, 2023).

El supuesto amigo de Wigner estaría en el laboratorio realizando el experimento y una vez que lo mide, el sistema colapsará y el fotón se fijará en uno de esos dos estados. Pero para Wigner, que se encuentra fuera del laboratorio, sin darse cuenta del resultado de la medición, el sistema cuántico (que también incluye al laboratorio) todavía está en superposición. Y, a pesar de los resultados contradictorios ambos son correctos. Es muy parecido al problema mental del gato de Schrödinger.

Entonces, tenemos dos realidades objetivas, la del amigo de Wigner y la de Wigner que parecen coexistir. Como sabemos, esto representa un problema porque dos objetos no pueden compartir el mismo espacio. Y bueno, todos sabemos que la realidad hasta ahora es objetiva.

Probar el problema de Wigner ha sido imposible durante mucho tiempo, pues no es fácil elaborar la fórmula de la mecánica cuántica para que Wigner vea a su amigo haciendo un experimento. Pero gracias a los avances recientes, un grupo de investigadores pudieron construir un experimento de mecánica cuántica que reproduciría exactamente el Wigner and Wigner's friend, según el MIT.

El sistema cuenta con observadores entrelazados y un experimento de seis fotones de última generación y mostraron que, si bien una parte del sistema produjo una medición, la otra mostró que la medición no se había realizado. Se midieron dos realidades a la vez. El equipo argumenta que esto fortalece el caso de las teorías cuánticas cuyo marco ya depende del observador.

Si bien, hasta ahora, la ciencia es la mejor herramienta que tenemos para comprender la realidad, los efectos y limitaciones de los observadores se conocen desde hace mucho. La relatividad ha demostrado que los observadores pueden experimentar eventos simultáneos al mismo tiempo.

La mecánica cuántica nos dice que los observadores influyen en sus experimentos. Ahora parece que, al menos a nivel cuántico, dos realidades diferentes pueden coexistir a la vez.

Referencias

Gribbin, J. (1984). En busca del gato de Schrödinger. Reino Unido

Redacción national geographic. (09/Febrero/2023). ¿Qué es la teoría cuántica? National Geographic.

https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2023/02/que-es-la-teoria-cuantica

QuantumFracture. (18/Mayo/2017). Este experimento te dejará loco | La Doble Rendija (Video). YouTube.

https://www.youtube.com/watch?v=Y9ScxCemsPM

BBC News Mundo. (06/Junio/2019). Cómo encontraron la forma de salvar al gato de Schrödinger, el experimento más famoso de la física cuántica. BBC.

https://www.bbc.com/mundo/noticias-48542209

Mediavilla, D. (30/Mayo/2016). Un gato vivo y muerto en dos sitios al mismo tiempo. El País.

https://elpais.com/elpais/2016/05/25/ciencia/1464195525 734270.html

Romera, J. (2023). *Teatro, ciencia y ciencia ficción en las dos primeras décadas del siglo XXI.* Verbum.

https://www.google.com.mx/books/edition/Teatro_ciencias_y_ciencia_ficci%C3%B3n_en_la/t7yuEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=0

Arte y Ciencia: La Física detrás de la pintura

Leonor Pérez Trejo, Jaime Avendaño López, Arturo F. Méndez Sánchez.
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Departamento de Física, Ciudad de México, México
lperezt@ipn.mx, javendanol@ipn.mx , afmendezs@ipn.mx

¿Qué tan artística puede ser la ciencia?, o ¿qué tan científico puede ser el arte?

Aquí te platicaremos un poco de cómo es que hay física cuando se realiza una pintura. Lo primero que se tiene que saber es que hay colores primarios, secundarios, complementarios, etc. ¿Sabes quién realizó la primera teoría del color? Pues ni más ni menos que el físico inglés Isaac Newton (1642-1727) a partir de un experimento en el que demostró que cuando la luz blanca atraviesa un prisma (ver figura 1), se puede descomponer en los colores del arcoíris (González, 2019). Con este experimento se pudo determinar que los colores primarios son el rojo, el amarillo y el azul. Los demás colores surgen de hacer combinaciones con estos tres. Por ejemplo, azul con rojo da el morado, azul con amarillo da el verde, rojo con amarillo da el naranja; y así puedes seguir haciendo más combinaciones.

Fig. 1.- Experimento de Newton con el prisma, imagen tomada de González,2018.

Diferentes teorías del color.

Fig. 2.- Triángulo de Goetthe, imagen tomada de González, 2018.

En general las personas somos curiosas, pero hay unas más que otras. Y en particular los científicos y los artistas son muy curiosos. El naturalista alemán Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), por ejemplo, no estaba muy convencido de que los colores estuvieran contenidos en la luz, y se preguntó si los colores podrían ser afectados por el polvo o el aire, o por el estado de ánimo de las personas y propuso otra teoría del color considerando estas características. En la figura 2 se muestra el triángulo de colores de Goethe y su relación con estados de ánimo.

El pintor inglés William Turner (1775-1851), conocido como el pintor de la luz, sugirió otra teoría en la que enfatizaba cómo se comportan los colores primarios, el azul y rojo representan grados de sombra mientras que el amarillo sugiere la luz misma.

Figura 3.- Fotografía tomada con un teléfono celular de la pintura "Manzanas", autor: Luis Eduardo de los Santos Pérez.

Una teoría también muy interesante es la creada por el suizo Johannes Itten (1888-1967) quien además de haber estudiado pintura, también estudio matemáticas y ciencias naturales. Itten agregó 4 cualidades al color; tono, intensidad, valor y temperatura. Esta teoría se basa en los contrastes que tienen los colores en cada cualidad y es la que se usa cuando se quiere modificar una foto en el teléfono celular como la mostrada en la figura 3 (Delgado, 2018; González, 2019).

¿Qué características físicas afectan la presentación final de una pintura?

Para poder dar los efectos deseados a una pintura, es importante elegir los materiales adecuados según la técnica a utilizar ya que se necesita conocer sus propiedades físicas para saber cómo manipularlos. La ciencia de los materiales se encarga de estudiar las características y el comportamiento de los materiales bajo condiciones específicas. No es lo mismo usar óleos, acrílico, acuarela, pastel, etc., incluso la superficie donde se apliquen y el tamaño y forma de los pinceles modifica la presentación final de la pintura.

Cuando sobre el lienzo se esparce la pintura con el pincel o se desliza una barra de gis pastel como en la figura 4a, lo que realmente se está haciendo es deformar el material o haciéndolo fluir. La deformación y el flujo dependerá de propiedades físicas como densidad, viscosidad, tensión superficial, etc, de las pinturas; así como de características externas como la velocidad con la que se mueva el pincel (Fig. 4b), la presión que se ejerza sobre éste, la distancia desde la que se deje caer la pintura, la temperatura y humedad del ambiente, entre otras, y la física se encarga de estudiar todas estas características y propiedades. La técnica de goteo o "dripping" (Fig. 4c) ejemplifica muy bien cómo es que fluyen las pinturas y el efecto de las características físicas externas mencionadas.

Fig. 4.- Diferentes técnicas de pintura.

Diferentes corrientes artísticas

A continuación, veremos cómo se puede encontrar evidencia de la física detrás de la pintura en diferentes corrientes artísticas como el Impresionismo, el muralismo y el expresionismo.

En el Impresionismo los artistas tratan de transmitir la impresión exacta que ellos observan de la realidad y la luz ocupa una parte central en esto. Así, combinando pinceladas rápidas, líneas borrosas, diferentes tonos de los colores; las composiciones, que principalmente son paisajes, dan la percepción óptica de la iluminación deseada (Uriarte, 2020). Las figuras 5 y 6 son imágenes de pinturas en las que se puede ver cómo el artista trata de transmitirnos su percepción en diferentes escenarios, por ejemplo, las luces de las luciérnagas en la noche o la luz del amanecer a través de los árboles. En física, el área que se encarga de estudiar todos los fenómenos que presenta la luz es la óptica.

Fig. 5.- "Luciérnagas", Autor: Luis Eduardo de los Santos Pérez.

Fig. 6.- "Amanecer en el bosque", Autor: Luis Eduardo de los Santos Pérez.

A los artistas igual que a los científicos les gusta experimentar, y un ejemplo que se puede destacar es el pintor mexicano David Alfaro Siqueiros (1896-1974), quien exploró diferentes corrientes artísticas como el muralismo y el expresionismo, entre otras más. Siqueiros desarrolló una técnica que él mismo llamó "Pintura accidentada" y que permitió dar a sus pinturas un dinamismo excepcional (Briseño, 2018) como se muestra en su obra "El nacimiento del fascismo" (ver figura 7) en la que consideró que había podido crear el mar y no copiarlo (Constantino, 2006).

Fig. 7.- "El nacimiento del fascismo", imagen tomada de Briseño, 2018.

Un representante del expresionismo abstracto es Jackson Pollock (1912-1956), pintor estadounidense, que desarrolló una técnica muy peculiar para crear sus pinturas, en lugar de utilizar el lienzo verticalmente lo colocaba sobre el piso de

forma horizontal y dejaba caer la pintura directamente del recipiente, en la figura 8 se muestra la imagen de una de sus obras.

Estudios científicos sobre las técnicas usadas por pintores

Fig. 8.- Pintura número 8, autor J. Pollock. Imagen tomada de Cob A., 2017.

Muy recientemente, un grupo multidisciplinario de científicos estudió y analizó las técnicas de estos dos artistas. En el caso de Siqueiros, para su obra "El nacimiento del fascismo", concluyó que el efecto logrado se debía a las propiedades físicas de las pinturas como su densidad y viscosidad. Para estudiar la técnica de Pollock, los científicos diseñaron un experimento y concluyeron que la combinación de la velocidad de la mano, la altura a la que dejaba caer las pinturas y las propiedades reológicas de las mismas, generaban ese estilo tan peculiar. Además, con ayuda de la mecánica de fluidos y la reología (ciencia que estudia el flujo y la deformación de los materiales) hasta pudieron encontrar ecuaciones que pueden describir las obras de este artista (Palacios et al, 2019).

¿Qué te pareció todo lo que platicamos? Ahora ya sabes que la Física se encuentra presente en el arte de la Pintura desde la teoría del color que es el conjunto de reglas que rigen la mezcla de colores, pasando por el conocimiento de las propiedades de los materiales que se utilizan y de los fenómenos ópticos que presenta la luz, todo esto para conseguir los efectos finales deseados en una pintura. Interesante, ¿verdad? Diríamos que ciencia y arte no se pueden separar.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen a Luis Eduardo de los Santos Pérez el permiso para usar imágenes de sus pinturas y a Andrea de los Santos Pérez el apoyo técnico en las imágenes.

Referencias

Briceño V., Gabriela, David Alfaro Siqueiros (2018). Euston96, Disponible en https://www.euston96.com/david-alfaro-siqueiros/ Consultado el 3 de febrero de 2024.

Cob Ana (2017). Fundamentos del arte II: 10.- Jackson Pollock. Expresionismo abstracto. Disponible en https://profeanacob.wordpress.com/2017/05/01/10-jackson-pollock-expresionismo-abstracto/ consultado 12 de febrero de 2024.

Constantino Maria (2006). Disección técnica e interpretación estética de una obra de Siqueiros, Revista Imágenes, Instituto de Investigaciones Estéticas UNAM. Disponible en http://www.esteticas.unam.mx/revista_imagenes/rastros/ras_constantino02.html consultado el 12 de febrero de 2024

Delgado Coco Nacho (2 de octubre de 2018), Los siete contrastes del color. Disponible en https://machiina.com/insights/los-siete-contrastes-de-color-de-johannes-itten/ Consultado el 2 de febrero de 2024

González Jorge (16 de julio de 2019), La teoría del color según Newton, Goethe, Turner y otros grandes artistas. Disponible en https://www.ttamayo.com/2019/07/la-teoria-del-color/. Consultado el 2 de febrero de 2024

Palacios B, Rosario A, Wilhelmus MM, Zetina S, Zenit R. (2019), Pollock avoided hydrodynamic instabilities to paint with his dripping technique. PLoS ONE 14(10): e0223706. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223706

Uriarte Julia Máxima (9 de junio de 2020). Impresionismo, *Caracteristicas.co*. Disponible en: https://www.caracteristicas.co/impresionismo/. Consultado: 06 de febrero de 2024.

El uso de teoría de redes en la movilidad urbana

Lluvia Betel De la cruz Celestino
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Energía y Movilidad- Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
ldelacruzc2100@alumno.ipn.mx

¿Quieres descubrir cómo la teoría de redes puede ofrecer soluciones para los desafíos de movilidad en las ciudades?

Imagina un futuro donde el caos del tráfico en las ciudades se convierte en una cosa del pasado, donde los tiempos de viaje se reducen drásticamente y la movilidad urbana se vuelve más eficiente y sostenible. ¿Te gustaría formar parte de esa transformación? La teoría de redes emerge como una poderosa herramienta que nos permite comprender y optimizar los sistemas de transporte en entornos urbanos. Desde la planificación de rutas hasta la gestión del tráfico, la teoría de redes ofrece soluciones innovadoras para los desafíos de movilidad que enfrentan nuestras ciudades. Acompáñanos en este viaje hacia un futuro de movilidad inteligente y descubre cómo la teoría de redes está cambiando la forma en que nos desplazamos.

La teoría de redes

La teoría de redes es un campo de estudio que se centra en el análisis y la modelización de sistemas complejos compuestos por nodos interconectados. Estos nodos pueden representar diversos elementos, como personas, ciudades, computadoras, moléculas o cualquier entidad que pueda estar relacionada de alguna manera véase figura 1. Las conexiones entre los nodos se representan mediante enlaces o aristas, que pueden tener diferentes características, como dirección, peso o capacidad.

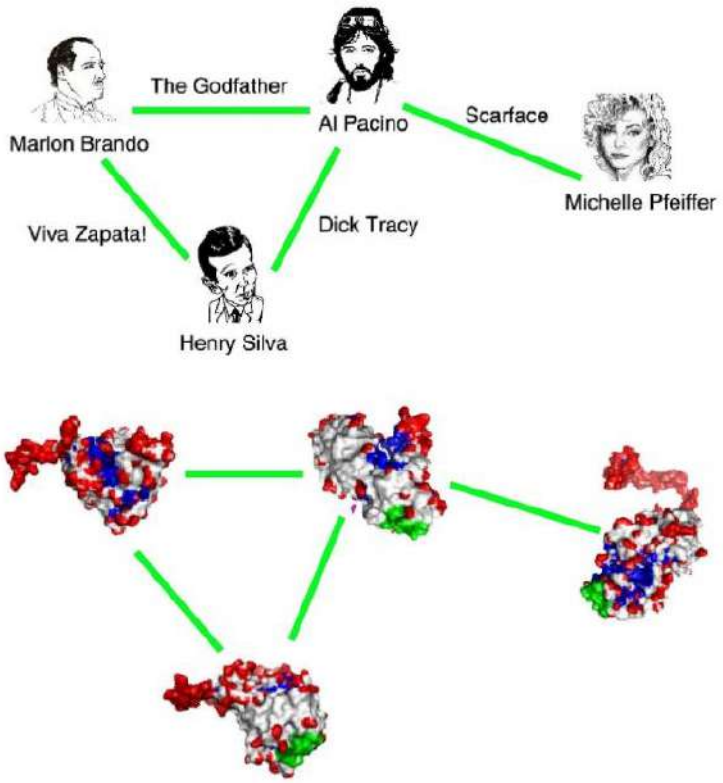


Figura 1. Ejemplo de dos redes la primera sobre cómo se relacionan diferentes actores, donde estos son los nodos y los enlaces entre ellos son películas en las que han participado. El segundo ejemplo es un enlace de moléculas. Fuente: Barabási (2013)

La historia de la teoría de redes se remonta al siglo XVIII, cuando el matemático suizo Leonhard Euler desarrolló la teoría de grafos para resolver el famoso problema de los siete puentes de Königsberg. El problema consistía en pasar por las cuatro regiones de tierra (véase figura 2, denotadas con A, B, C y D) pasando por todos los puentes sin repetir puentes y regresando a la región de tierra desde donde se partió. En 1736, Euler demostró que era imposible encontrar un camino que cruzara cada puente una sola vez y regresara al punto de partida. Este trabajo sentó las bases para el estudio de los grafos, una representación abstracta de sistemas de interconexión Barabási (2013).

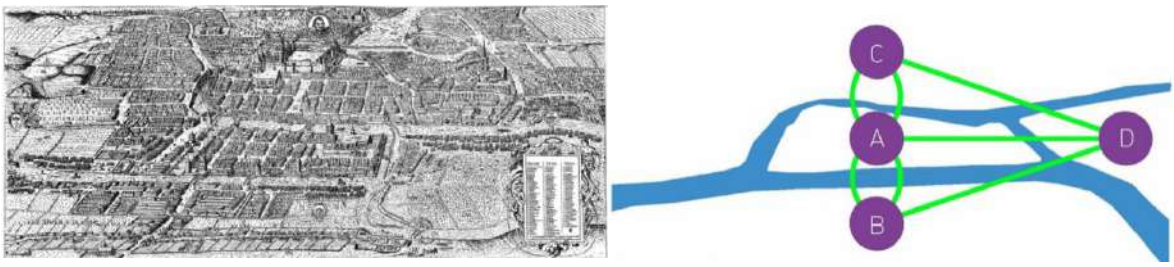
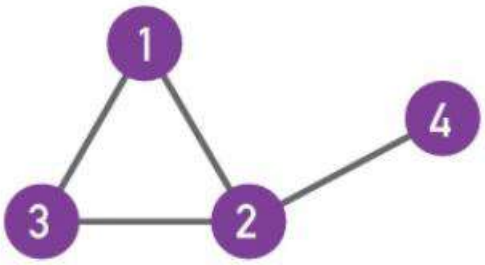


Figura 2. Mapa de la ciudad de Königsberg y diagrama en grafos del problema. Fuente: Barabási (2013)

En el contexto de la teoría de redes, una red es un conjunto de nodos interconectados mediante aristas. Estas conexiones pueden ser de diversos tipos y representar diferentes relaciones entre los elementos de la red. Las redes pueden ser simples, como una red de amistades en una comunidad, o complejas, como una red de comunicaciones en internet. Para estudiar redes nos apoyaremos de herramientas matemáticas por ejemplo la matriz de adyacencia.

Una matriz de adyacencia es una representación tabular de una red que muestra las conexiones entre los nodos mediante una matriz. En esta matriz, las filas y columnas representan los nodos de la red, y los elementos indican si existe una conexión entre los nodos correspondientes. Una entrada no nula en la matriz indica que los nodos están conectados, mientras que una entrada nula indica que no hay conexión directa entre ellos (véase figura 3).



$$A_{ij} = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Figura 3. Ejemplo de una matriz de adyacencia con su respectivo grafo. Fuente: Barabási (2013)

Por último, un árbol de peso mínimo es un subconjunto de aristas de un grafo ponderado que conecta todos los nodos de forma que la suma de los pesos de las aristas sea mínima. Este concepto es fundamental en la optimización de redes, ya que permite encontrar la ruta más eficiente para conectar todos los nodos de una

red. El algoritmo de Prim y el algoritmo de Kruskal son dos métodos comunes para encontrar árboles de peso mínimo en una red.

Y como se usan las redes en los desafíos de movilidad en las ciudades

Para responder a la pregunta vamos a ayudarnos con algunos ejemplos de softwares o trabajos que han dado soluciones a problemas de movilidad a partir de teoría de redes.

El análisis de redes desempeña un papel crucial en la planificación de rutas y la optimización del tráfico en aplicaciones como Google Maps y Waze. Estas plataformas emplean algoritmos avanzados de análisis de redes para calcular las rutas más eficientes entre dos puntos, teniendo en cuenta una variedad de factores como la distancia, el tiempo estimado de viaje, el tráfico en tiempo real, las restricciones de tráfico y las preferencias del usuario.

Por ejemplo, Google Maps utiliza datos de tráfico en tiempo real de millones de usuarios para calcular las rutas más rápidas y precisas. Utiliza algoritmos de análisis de redes para analizar y procesar grandes volúmenes de datos de tráfico y predecir las condiciones del tráfico en diferentes momentos del día. De esta manera, la plataforma puede recomendar a los usuarios las rutas óptimas para evitar embotellamientos y minimizar el tiempo de viaje (ver figura 4). Pare realizar estos cálculos el algoritmo calcula el árbol de peso mínimo considerando como criterio de peso el tiempo de viaje.

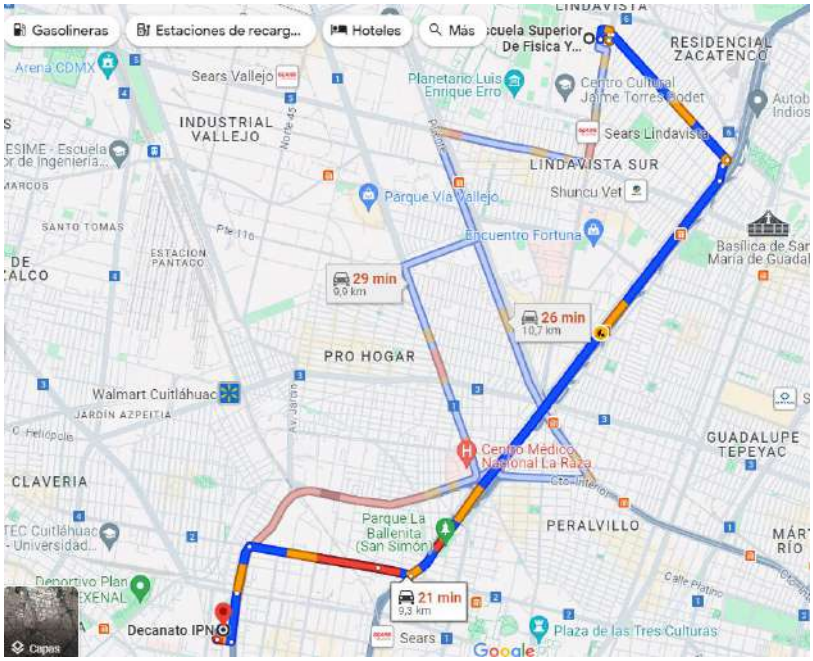


Figura 4. Ejemplo de 3 rutas propuestas por Google Maps para llegar del Decanato IPN a ESFM. Fuente: Google Maps(2024)

El uso de redes también se ha extendido al análisis de sistemas de transporte urbano como el metro, lo que facilita la toma de decisiones sobre posibles cierres para mantenimiento u otras eventualidades. Este tipo de análisis permite identificar rutas alternativas y asegurar que los pasajeros tengan opciones viables para desplazarse de un punto a otro durante el tiempo en que ciertos tramos del metro estén fuera de servicio estas alternativas pueden ser estimadas con un árbol de peso mínimo, haciendo cierres que garanticen que no se pierde la conexión completa, ejemplo de los resultados de estos análisis es las estrategias de transporte que se implementaron con el cierre de la Línea 1 del metro en 2023.

Figura 5. Ejemplo de alternativas para llegar a estaciones especificas a pesar de los cierres de la línea 1 del metro en 2023.

Exploremos un poco más de este ejemplo, en la figura 6 tenemos un fragmento del sistema de transporte colectivo, supongamos que estamos en la estación Pantitlán y deseamos ir a San Lázaro, podemos visualizar al menos tres opciones (aunque existen más). La primera opción es tomar la línea 1 (rosa) con lo cual tenemos que recorrer 6 estaciones, en la figura lo señalamos con una línea roja. Nuestra segunda opción es tomar primero la línea 9 (café) y hacer un transbordo en la estación Jamaica a la línea 4 (color menta) para luego seguir hasta la estación Candelaria donde vamos a transbordar a la línea rosa y seguiremos una estación hasta llegar. Para esta opción tenemos que recorrer 8 estaciones, en la figura lo señalamos con una línea verde. Por ultimo tenemos la opción de seguir la línea 5 (amarilla) hasta llegar a la estación Oceanía donde transbordamos y seguimos hasta llegar a San Lázaro, este camino implica recorrer 6 estaciones.

Figura 6. Ejemplo de tres distintas rutas en color azul, rojo y verde para ir desde Pantitlán a San Lázaro.

En el ejemplo que acabamos de dar vemos que existen varias formas de llegar de Pantitlán a San Lázaro, si tuviéramos la duda de cuál es el camino más corto podemos implementar el algoritmo de árbol de peso mínimo el cual nos dirá cuál es el camino más corto según distintos criterios, por ejemplo, cual requiere menos estaciones recorridas, o cual es el camino que requiere menos transbordos, cual es el que requiere menos tiempo o menor distancia en km. Si aplico el algoritmo de árbol de peso mínimo bajo el peso de menor número de transbordos entonces el algoritmo señalara el camino rojo ya que este no tiene transbordos es un camino directo, pero si por alguna razón hay una falla y debe cerrar la línea 1. Entonces el algoritmo me señalara el camino azul. Este algoritmo es útil para encontrar caminos alternativos en caso de fallas o tomar decisiones con base en algún criterio de peso.

Es importante tener en cuenta que cada sistema de transporte posee sus propias características y cualidades únicas al ser analizado como una red. Por ejemplo, el sistema de Metrobús, a diferencia del metro, cuenta con estaciones que solo operan en una dirección, lo que implica que su análisis debe realizarse considerando redes dirigidas, donde la dirección del flujo de tráfico es un factor determinante. Esto se ve ejemplificado en el trabajo de Mandujano et. al (2023) donde se realizó un análisis de tres de las líneas de Metrobús y donde al estimar la matriz de adyacencia obtienen una matriz asimétrica debido a la direccionalidad (Figura 6).

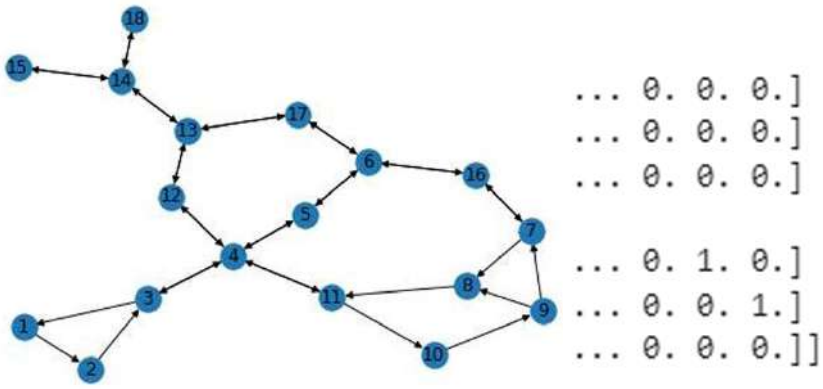


Figura 7. Representación del grafo de 3 líneas del Metrobús, esta es una red dirigida lo cual se ve también en la representación matemática como matriz ya que esta no es simétrica como si lo era la de matriz de la figura 3. Fuente: Mandujano et. al (2023)

Este enfoque adaptativo y específico garantiza una planificación efectiva y precisa que se ajusta a las particularidades de cada sistema de transporte. Incluso podemos analizar transportes no terrestres como es el caso de aeropuertos, por ejemplo, el trabajo de Tena, et. al (2023) que analizaron la conexión de los 10 aeropuertos más importantes para el transporte de pasajeros y la carga en México. Su propuesta de análisis muestra una matriz de adyacencia diferente a las mostradas ya que no tiene solo 1 y 0. Sino que muestra diversos valores, esto es porque está considerando en peso los vuelos que entran desde otros aeropuertos específicos (Figura 8). Esta red presenta el problema de que los vuelos que entran a un aeropuerto no son los mismos que salen, ya que la red no está completa, tendríamos que cubrir todos los vuelos internacionales a todos los aeropuertos para evitar este problema.

```
([[  0.,  76., 128., 147.,  45.,  39., 104.,  12.,  11.,  12.],
 [ 20.,   0.,   0.,   3.,   8.,   3.,  36.,  16.,   0.,   1.],
 [140.,  10.,   0.,  20.,   8.,   6.,  20.,   1.,   2.,   1.],
 [145.,   8.,  19.,   0.,   2.,   4.,  14.,  12.,   3.,   1.],
 [ 14.,   3.,   3.,   4.,   0.,   4.,   3.,   0.,   0.,   5.],
 [ 18.,   3.,  30.,  44.,  12.,   0.,   1.,   0.,  14.,  10.],
 [109.,  34., 157., 100.,   5.,   2.,   0.,  34.,   0.,  15.],
 [ 19.,  12.,   1.,   1.,   3.,   2.,   1.,   0.,   0.,   0.],
 [ 11.,  18.,  10.,   0.,   3.,   2.,   2.,   0.,   0.,   3.],
 [ 12.,   3.,   4.,   4.,   2.,   4.,   1.,   2.,  10.,   0.]])
```

Figura 8. Ejemplo de red de los 10 aeropuertos más concurridos en México con su red de adyacencia. Fuente: Tena et al (2023)

Terminamos recapitulando que la aplicación de la teoría de redes en la movilidad urbana abre un amplio abanico de posibilidades para abordar los desafíos que enfrentan nuestras ciudades en términos de transporte y tráfico. Al imaginar un futuro donde el caos del tráfico se convierte en algo del pasado, nos damos cuenta

del potencial transformador que esta disciplina ofrece. Desde la planificación de rutas hasta la gestión del tráfico, la teoría de redes nos proporciona herramientas innovadoras y eficaces para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de nuestros sistemas de transporte. La aplicación de la teoría de redes en la movilidad urbana representa una oportunidad significativa para abordar los desafíos de transporte y tráfico en nuestras ciudades. A través de herramientas como la planificación de rutas y la optimización del tráfico, la teoría de redes ofrece soluciones innovadoras y eficaces para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de nuestros sistemas de transporte. Al imaginar un futuro donde el caos del tráfico se convierte en algo del pasado, podemos apreciar el potencial transformador que esta disciplina tiene para ofrecer, brindando así la posibilidad de crear entornos urbanos más fluidos, seguros y accesibles para todos los ciudadanos.

Referencias

Barabási, A. L. (2013). Network science. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 371(1987), 20120375.

Google Maps. (2024). Mapa de rutas para ir del Decanato IPN a ESFM. Recuperado de https://www.google.com.mx/maps/dir/Escuela+Superior+De+Fisica+Y+Matematicas+Edificio+Z,+Avenida+Instituto+Polit%C3%A9cnico+Nacional,+Lindavista,+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/Decanato+IPN,+esq.+Cto.+Interior,+Manuel+Carpio+s%2Fn,+Agricultura,+Miguel+Hidalgo,+11360+Ciudad+de+M%C3%A9xico,+CDMX/@19.4765552,-99.1613538,14z/data=!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x85d1f9b9cb41aaf5:0xfcdb42e3b676bfe6!2m2!1d-99.133434!2d19.501105!1m5!1m1!1s0x85d1f8c102bf81bd:0x262a50252c493243!2m2!1d-99.1651562!2d19.4528499!3e0?entry=ttu

Grupo Milenio (2023) Cierre Línea 1: Cuáles son rutas alternativas en RTP, Metrobús y Metro. Recuperado de: https://www.milenio.com/politica/comunidad/alternativas-transporte-cierre-parcial-linea-1-metro

Mandujano, D., Quirós, S., Juárez, H., Ibarra, A., Torres, O., (2023) Análisis Introductorio de Redes Aplicado al Sistema de Transporte Metrobús. Investigaciones y Desarrollos Tecnológicos en México. Tomo VI Ingenierías. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

Tena, D., Tinoco, A., Martínez, A., Romero, Z., Mendoza, Y., Ibarra, A., Torres, O., (2023) Análisis Introductorio de Redes Aplicado a los principales aeropuertos de México. Investigaciones y Desarrollos Tecnológicos en México. Tomo VI Ingenierías. Centro de Investigaciones en Óptica, A.C.

Doctor de los metales

R. García Abundez, J. Arévalo Dorado
ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
rgarciaa15001@alumno.ipn.mx, jarevalod1300@alumno.ipn.mx

Las radiografías nos sirven para ver dentro de nuestros cuerpos, ¿será que los rayos X nos servirán para ver dentro de los metales?

Cuando alguno de nosotros sufre una caída fuerte, es común que el doctor nos realice una radiografía con rayos X, esto con la finalidad de descubrir si tenemos algún hueso fisurado o roto. Pero una pieza metálica también puede sufrir daños, como un alambre al estarlo jugando ¿Sera posible saber que tanto se ha dañado usando rayos X como en nuestro cuerpo?

Los colores del CD

Cuando tomamos un CD o un DVD vemos que si lo inclinamos ligeramente vemos como los colores que se reflejan cambian (Figura 1), desde el rojo hasta el azul pasando por ese tan bonito verde. Lo que está sucediendo en el CD es que se está difractando la luz debido a las pequeñas marcas periódicas que tiene para guardar información.

Figura 1: Colores difractados en un CD [1].

La difracción de la luz no es un fenómeno tan común en nuestra vida diaria como lo es la refracción. Todos hemos visto como la refracción hace que un popote en el agua parezca doblarse, pero la difracción requiere condiciones más específicas para ocurrir haciéndola casi ajena a nuestra vida diaria.

Recordemos que la luz tiene una longitud de onda, por ejemplo, la luz que nuestros ojos son capaces de ver es de 400 nm a 700 nm, que observamos como el violeta hasta el rojo. Los rayos X son mucho más pequeños, van desde 0.1Å hasta 10 Å, es decir ¡los rayos X son mil veces más pequeños que la luz visible!

Las condiciones para que ocurra la difracción son difíciles de encontrar comúnmente y es porque la luz debe encontrar obstáculo con un tamaño similar a su longitud de onda. Pero cuando la luz encuentra un obstáculo (rendija o un alambre) forma un patrón perpendicular al obstáculo que se llama patrón de difracción (Figura 2). En el siglo XIX Jacques Babinet encontró que no se puede distinguir entre el patrón de una rendija o un alambre del mismo grosor.

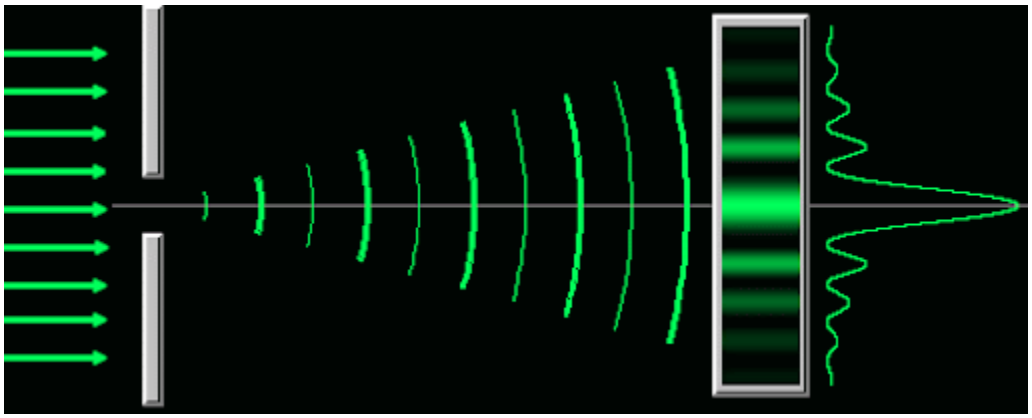


Figura 2: Diagrama de un haz de luz incidiendo sobre una rendija y el patrón de difracción que se genera [2].

¿Es diferente acomodar naranjas a acomodar átomos?

Cuando nos han pedido guardar naranjas, tomates, manzanas o cualquier fruta con una forma más o menos esférica nos hemos preguntado cual es la forma de acomodarlas de tal forma que quepan las más posibles. Esta pregunta es un poco compleja, pero también la tienen los átomos de los metales ya que quieren acomodarse de la forma más compacta que les sea posible. Pero no todos los metales se acomodan de la misma forma, por lo cual se han definido celdas unitarias para clasificar como se han empaquetado.

Veamos tres tipos de celdas que nos sirven para acomodar naranjas y también átomos. Primero veamos el acomodo que llamaremos cubico simplemente (Figura 3(a)), en este acomodamos las naranjas de forma plana y después colocamos otra capa igual encima.

Para el siguiente acomodo (Figura 3(b)) colocamos una capa plana, pero en la siguiente capa acomodamos las naranjas en el espacio que hay entre 4 naranjas de la base, y le llamamos cubico centrado en cuerpo.

Y para el último acomodo (Figura 3(c)) colocamos de igual forma una capa plana pero ahora las naranjas de la siguiente capa las colocaremos en los huecos que quedan entre dos naranjas de la misma fila o columna y lo llamaremos celda cubica centrada en caras.

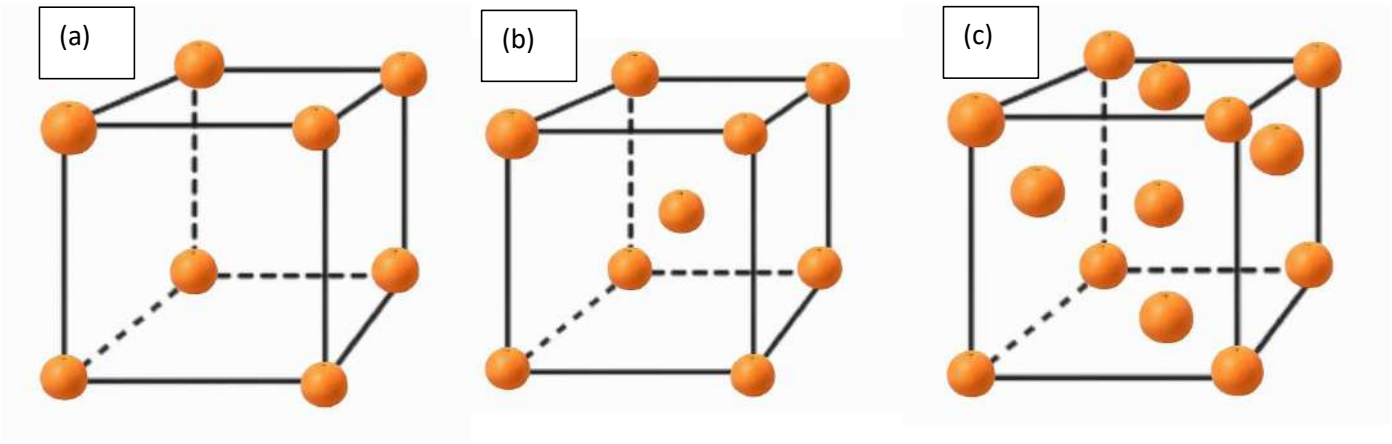


Figura 3: (a) celda cúbica primitiva, (b) celda cúbica centrada en cuerpo, (c) celda cúbica centrada de las caras

Un vistazo al acomodo de los átomos

William Henry Bragg y su hijo William Lawrence Bragg a principios del siglo XX pensaron que los átomos eran obstáculos para los rayos X, por lo cual al incidir los rayos X sobre un metal debía de ocurrir la difracción. Al experimentar encontraron que, si ocurre la difracción en el metal, ¡pero solo para ciertos ángulos! Con este conocimiento formularon la ley de Bragg:

$$n\lambda = 2dsen\theta,$$

en esta ecuación se nos dice en qué condiciones habrá difracción ya que depende de la longitud de onda de los rayos X (λ), la distancia que hay entre dos átomos de la celda (d), y así podemos calcular el ángulo θ en que aparecerá el patrón de difracción (Figura 4).

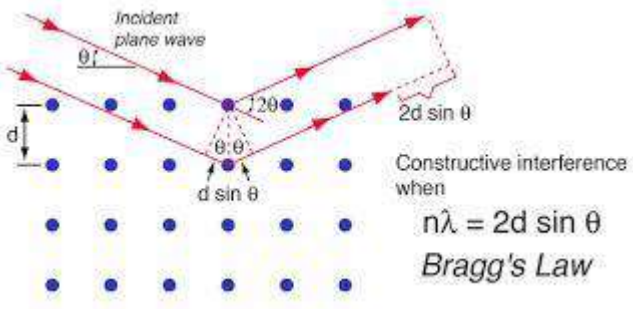


Figura 4: Diagrama de la difracción en un cristal [3].

Hoy en día podemos medir patrones de difracción con un difractómetro de rayos x, este equipo hace barrer un detector al doble de velocidad angular que la muestra y registra la intensidad de rayos X para cada ángulo. Los patrones que se obtienen revelan el acomodo de los átomos del metal y la distancia que hay entre ellos, inclusive nos dicen si hay átomos de otro elemento dispersos en nuestro material alterando el empaquetado de nuestros átomos.

Un metal, por ejemplo, el acero, después de haberse sometido a una carga tendrá diferente patrón de difracción debido a que este proceso ha alterado su acomodo de los átomos. En la Figura 5 observamos dos patrones de difracción, el primero antes de someter un acero a una tensión y el segundo despues de haberlo sometido a la tensión, como resultado han aparecido nuevos picos y los que ya existían previamente han cambiado su altura.

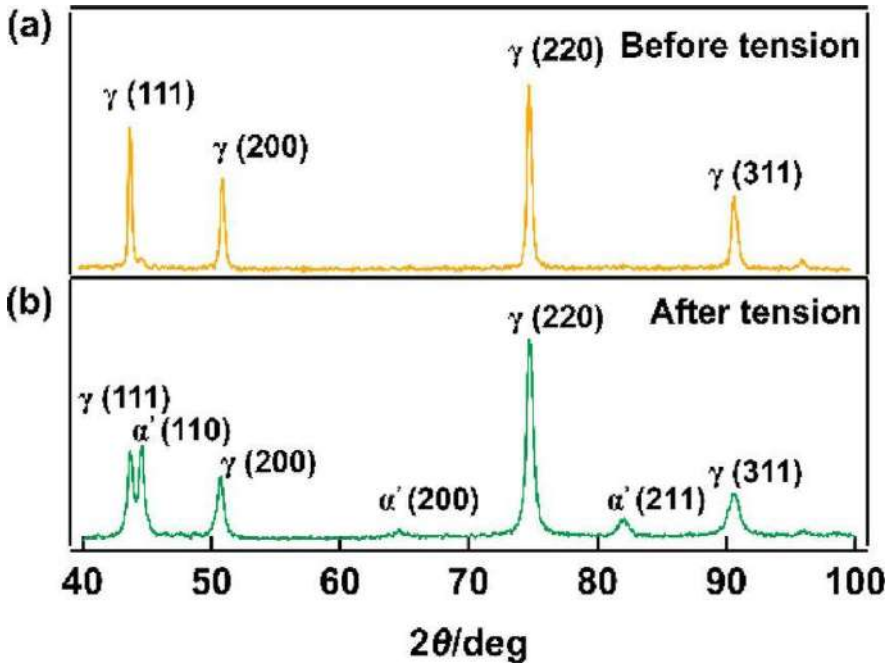


Figura 5: Patrón de difracción de un acero antes y después de someterse a tensión [4].

El diagnóstico del doctor

Los patrones de difracción ayudan al “doctor” (investigador) a determinar que ha sufrido un metal, si han sido tratado dócilmente desde su preparación y con los materiales más puros o si están llenos de impurezas y han sido sometidos a esfuerzos que los han deformado.

Referencias

[1] File:CD-ROM.png - Wikimedia Commons. (s. f.) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CD-ROM.png

[2] Diffraction and Interference. (s. f.). http://electron6.phys.utk.edu/phys250/modules/module%201/diffraction_and_interference.htm

[3] Bragg’s Law. (s. f.). http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/quantum/bragg.html

[4] Chen, Y., Gou, B., Ding, X., Sun, J., & Salje, E. K. H. (2021). Real-time monitoring dislocations, martensitic transformations and detwinning in stainless steel: Statistical analysis and machine learning. Journal Of Materials Science & Technology, 92, 31-39. https://doi.org/10.1016/j.jmst.2021.04.003

[5] Cullity, B. D. (1978). Elements of X-ray Diffraction. Prentice Hall.

[6] Giancoli, D. C. (2005). Physics: Principles with Applications. Pearson Educación.

[7] Halliday, D., Resnick, R., & Krane, K. S. (2004). Física.

El impacto de los colorantes en el ambiente

Martha Robles López[1], Vianey Urdapilleta Inchaurregui[2], Andrea Betanzos Moreno[3]
[1]Academia de Económico Administrativas, ESIT-IPN, Ciudad deMéxico, México
[2]Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales, ESFM-IPN,Ciudad de México, México
[3]Ingeniería Textil, ESIT- IPN, Ciudad de México, México
abetanzosm2000@alumno.ipn.mx

¿Qué es un colorante?

Los colorantes se definen como compuestos orgánicos aplicados a un sustrato que puede ser una fibra textil, ejemplificando lana, seda, poliéster, algodón, yute, cuero, papel, plástico o alimentos para proporcionar un color permanente. Dicho material necesita una total disolución en el agua para lograr las propiedades específicas de este. El objetivo de agregar tintes es hacer que el producto sea más atractivo y apetitoso visualmente.

Figura 1. Colorantes sintéticos

Nota. La figura muestra ejemplos de colorantes sintéticos.

Las sustancias coloreadas son aquellas que absorben luz en la región visible del espectro de radiación electromagnética (380 a 750 nm). Una sustancia tiene un color que complementa el color que absorbe a medida que se sustrae de la luz reflejada o transmitida. Las sustancias que no absorben luz visible son blancas o incoloras, y las sustancias que absorben todas las longitudes de onda son negras. Si la banda de absorción es nítida, el color es brillante, por el contrario, una banda de difusión ancha da lugar a un color opaco. (Tejedor, La industria de los colorantes y pigmentos, 2018).

Clasificación de los colorantes

Colorantes naturales. Son tintes derivados del medio ambiente, se dividen en dos categorías según su origen: animal y vegetal. Un ejemplo de ello es la cochinilla proveniente del reino animal, por otro lado, los tintes vegetales provienen de plantas o minerales, como raíces, frutos, hojas y cortezas.

Figura 2. Colorantes naturales

Nota. La figura muestra ejemplos de colorantes naturales.

Además, a partir de algunos hongos y minerales se pueden obtener tintes naturales: un ejemplo son los hongos filamentosos, los cuales producen una variedad de pigmentos que van del morado al rojo. (Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2021)

Imagen 3. Colorantes naturales obtenidos mediante cochinilla, hongos y minerales.

Nota. La figura muestra ejemplos de colorantes naturales obtenidos del medio ambiente (cochinilla obtiene tonalidad roja, hongo Agaricus color blanco y minerales como grafito se obtiene colorantes negros).

Imagen 4. Colorantes sintéticos.

Nota. La figura muestra la adición de colorantes sintéticos en los alimentos.

Los colorantes sintéticos son obtenidos principalmente del petróleo, también suelen derivarse de compuestos orgánicos como la anilina y de un arbusto ramoso de nombre cornejo. En esta clase de tintes, su clasificación se basa en sus propiedades químicas estructurales, así como en el método de aplicación.

Los colorantes artificiales son solubles en agua debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, lo que hace que sea fácil trabajar con ellos, y se encuentran en materiales líquidos y pastosos en forma de sales de sodio. Además, están disponibles en una forma que no se disuelve, que cuando se agrega a productos sólidos puede evitar que estos productos "sangren". Es decir, evita la pérdida de color en el agua. (Sanchez Juan, 2013)

Colorantes sintéticos y sus características

Colorantes Cuba o Tina: sus propiedades tintóreas son altas en agua clorada, son opacos, e insolubles al agua; en su proceso teñido produce un compuesto incoloro o ligeramente coloreado que procede de la reducción de un colorante denominado “leuco”. Para mantenerlo en forma soluble, se debe utilizar un agente reductor (ditionito de sodio) durante el proceso de teñido para restaurar el color.

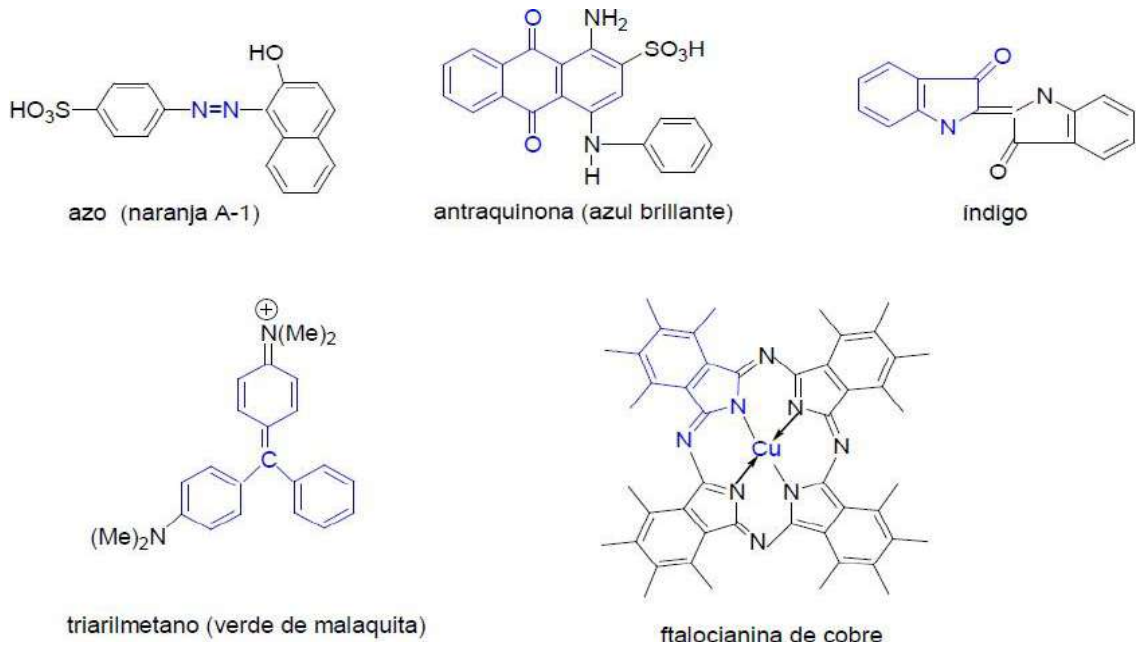
Colorantes sulfuros. Reciben el nombre de sulfurosos porque sus moléculas contienen azufre, son sensibles al cloro y muchas veces pierden su color cuando se usan. Aporta resistencia a la tela para soportar ciertas condiciones como la sudoración, el lavado y la luz solar en la vida diaria. Por el contrario, el colorante presenta baja solidez al frote. Los tonos más claros tienen una menor resistencia a la luz, mientras que los tonos más oscuros poseen una mayor resistencia.

Colorantes reactivos. Forman fuertes enlaces covalentes con fibras de celulosa, lo que da como resultado una buena resistencia al lavado. Los colorantes reactivos se someten a hidrólisis, una reacción química en la que el agua descompone el tinte.

Colorantes ácidos. Son tintes muy brillantes clasificados según su comportamiento de tintura, variables de pH, resistencia al lavado y procesamiento en húmedo, finalmente tamaño molecular. Sus propiedades se basan en una buena solubilidad donde: baja igualación es equivalente a una molécula grande, requieren mayor acidez y mayor afinidad, en caso contrario, alta igualación es equivalente a una molécula pequeña que carece de solubilidad al agua.

Los colorantes azoicos. Su composición química contiene un grupo azo, definido como un grupo funcional que contiene átomos de carbono y átomos de nitrógeno conectados por dobles enlaces. En la composición química de los tintes, los anillos aromáticos se ubican en ambos extremos. Algunos de los ejemplos de las estructuras químicas de los colorantes anteriormente mencionados se observan en la Imagen 4.

Imagen 5. Estructura química de los colorantes sintéticos.



Nota. La figura muestra la estructura química de los colorantes sintéticos.

Figura 6. Colorantes reactivos

Nota. La figura muestra los nombres comerciales de un solo colorante denominado reactivo, mismos que se encuentran en la página oficial de la empresa Dystar.

Afectaciones en la salud humana por el uso de colorantes sintéticos

En un informe de Greenpeace de 2012, señaló que el 63% de las prendas analizadas de marcas como Zara, Levi's o Armani usan colorantes azoicos en la tintura de prendas. Los colorantes azoicos son considerados "posiblemente cancerígenos" para los seres humanos, por lo que se ha encontrado la prevalencia de enfermedades como la fibromialgia, la sensibilidad química múltiple (SQM), la fatiga crónica y el cáncer de mama.(Greenpeace, 2012)

¿Qué impacto tiene el uso de colorantes naturales y sintéticos en el medio ambiente?

- Impacto en el agua. El colorante azoico es el principal agente contaminador del agua debido a que es un compuesto xenobiótico, causando la contaminación en los cuerpos de tal manera que impiden la penetración de la luz en el agua, lo cual afecta el proceso de fotosíntesis; además, estos son cada vez más reconocidos por sus propiedades cancerígenas y mutantes en los organismos.
- En la salud. Ingerir de manera directa e indirecta colorantes sintéticos se pueden llegar a desarrollar problemas de alergias, neurotoxicidad, toxicidad, cáncer y disminución de la microbiota intestinal. Ver Tabla 1.

Tabla 1. Tipos de repercusiones en la salud humana y medio ambiente de los colorantes Elaboración propia con base a Naciones Unidas (ONU).

Tipo de colorante	**Repercusiones en la salud humana.**	**Existe alguna tecnología para cambiar el uso de colorantes**		**Objetivos de milenio**
		Sí	No	
Colorante azoico	Los colorantes azoicos son señalados como "posiblemente cancerígenos" para humanos.	✓		Mediante el uso de cáscara de nuez se obtendrá carbono mediante un proceso físico el cual ayudará a remover 50 % de la concentración de colorantes azoicos
Colorante alimentario Tartrazina	Puede provocar reacciones alérgicas de tipo dermatológico y respiratorio y está fuertemente asociado al TDAH (Trastorno por Déficit de Atención con Hiperactividad).	✓		El uso de nanopartículas de hierro cerovalentes, es adecuado para la remoción del colorante tartrazina en agua. Usando electrocoagulación con electrodos de hierro y aluminio
Colorante del caramelo	Puede impedir la absorción de la vitamina B6, lo que puede provocar molestias intestinales.		✓	

Nota. Esta tabla muestra las repercusiones de los colorantes, así como tecnologíaspara poder disminuir los efectos nocivos

Conclusiones

El crecimiento del uso de colorantes tintóreos en el mercado exige gran cantidad de agua,plantas y químicos, por lo cual es importante implementar una alternativa que ayude a eliminar el colorante que se encuentra en las aguas residuales y a su vez buscar nuevas opciones para fijar colorantes. Es importante la implementación de tecnologías verdes queapoyen a los procesos textiles para lograr minimizar el impacto ambiental, por ejemplo, el uso de textiles con filtros UV, antibacteriales, repelentes, prendas biodegradables, eincrementar el uso de impresión digital en estampados.

El uso de colorantes azoicos conlleva riesgos significativos en la salud, siendo el cáncer una de las principales afectaciones generadas por el manejo excesivo de

estos colorantes en la industria. Por ello, se propone aumentar el uso de colorantes naturales en conjunto con la implementación de nanomateriales para así reducir el impacto generado en el ambiente y en la salud humana.

Referencias

Arango Ruíz, Á., & Garcés Giraldo, L. F. (14 de Febrero de 2009). *Remoción del coloranteazoico amaranto de soluciones.* Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/695/69514278005.pdf

Dystar. (4 de Febrero de 2024). *Colorantes DyStar*. Obtenido de https://farbitex.com/productosdystar.html

Greenpeace. (2012). *Inditex se compromete con Greenpeace a eliminar las sustancias químicas peligrosas de su ropa y su cadena de producción.* Madrid: Greenpeace.

Greenplace. (2012). *Greenpeace detecta 'sustancias que pueden convertirse encancerígenas' en ropa de Zara.* España.

Sanchez Juan, R. (2013). *La química del color en los alimentos.* Argentina: Química Viva.

Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (12 de Julio de 2021). *Tintes naturales de México, rica gama de colores que admira el mundo.* Obtenido de https://www.gob.mx/semarnat/articulos/tintes-naturales-de-mexico-rica-gama-de- colores-que-admira-el-mundo-276972?idiom=es

Sepúlveda, L. (2023). *Colorantes artificiales dañan la salud.*

Tejedor, A. S. (2018). *La industria de los colorantes y pigmentos.* Química OrgánicaIndustrial.

Tejedor, A. S. (2018). *La industria de los colorantes y pigmentos.* México: Escuela deIngenierías Industriales-UVa.

Tejedor, A. S. (2018). *La industria de los colorantes y pigmentos.* México: QuímicaOrgánica Industrial.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2017). *UNAM crea colorante orgánico no contaminante.* México: UNAM.

Zaruma Arias, P. E., Proal Nájera, J. B., Chaires Hernández, I., & Salas Ayala, H. I. (20 deJunio de 2018). *Los Colorantes Textiles Industriales Y Tratamientos Óptimos.*
Obtenido de Textile Industrial Dyes and optimal wastewater effluents: file:///D:/Momo/Downloads/4rfcq19%20(2).pdf

Matemáticas e insectos: cómo los modelos de dinámica poblacional nos ayudan a crear protocolos de control de plagas

Rosalío Reyes[1], Miguel Arnold Pérez Peláez[2] y Daniel Cruz Romero[2]
[1]UPIBI-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
[2]ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
rosalio.a.reyes@gmail.com

La importancia de la agricultura en México

El sector agrícola mexicano representa aproximadamente el 2.7% del Producto Interno Bruto (PIB) de México y su rubro se encuentra en el puesto número 8, de los principales aportadores a la economía del país (SAGARPA, 2023).

Sin embargo, la producción agrícola está constantemente amenazada por plagas que afectan los cultivos. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) las plagas en cultivos causan hasta un 28% de pérdida de la producción agrícola mundial (Serge Savary et al., 2019).

Entre las plagas más nocivas en el campo mexicano se encuentran las plagas generadas por insectos, como el pulgón amarillo (Melanaphis sacchari), la mosquita blanca (Bemisia tabaci) y la escama blanca del mango (Aulacaspis tubercularis Newstead). A pesar del impacto negativo a la ecología de los ecosistemas, los principales métodos que se usan en la actualidad para control de estas plagas son los insecticidas.

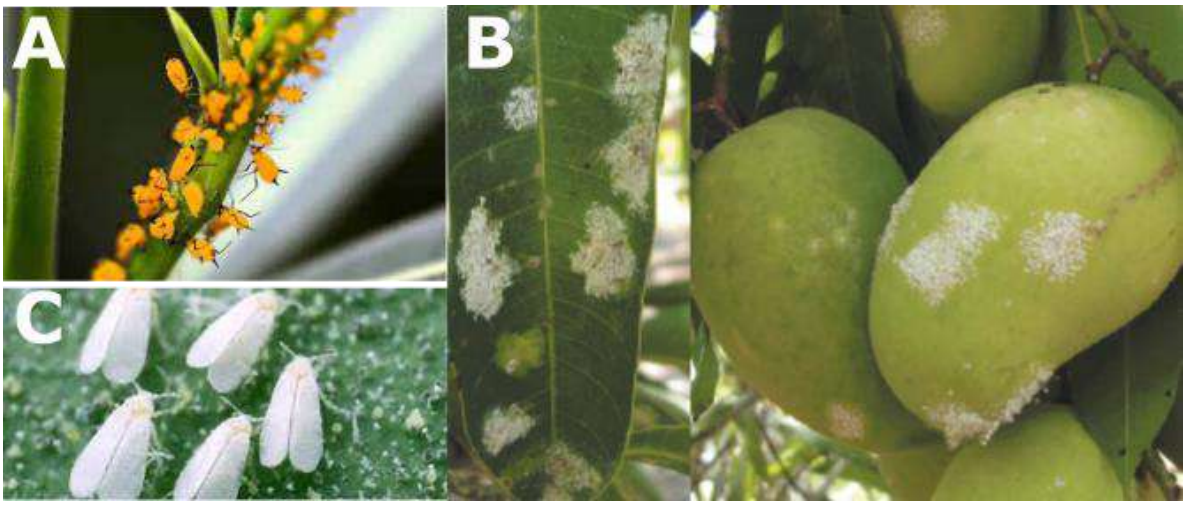


Figura 1. Principales plagas en cultivos mexicanos. **A**. Pulgón amarillo, que afecta sorgo, avena, caña, entre otros. La fotografía mostrada se puede consultar en Agroasemex, (2023). **B**. Escama blanca, que afecta al mango, café, entre otros. La fotografía pertenece al trabajo de Pérez-López y Martínez-Hernández (2023). **C**. Mosquita blanca, que afecta tomate, frijol, entre otros. La fotografía puede encontrarse en Generación Verde (ver bibliografía).

¿Cómo nos ayudan las matemáticas a encontrar la debilidades de las plagas?

La dinámica de poblaciones estudia cómo cambian en el tiempo y el espacio las poblaciones de organismos en un ecosistema. Para conocer la dinámica de una población es importante conocer a qué ritmo se reproducen, a qué ritmo mueren y cuántos elementos tiene cada una de las etapas de vida del organismo en estudio.

Los modelos matemáticos nos permiten reproducir computacionalmente la dinámica poblacional de las plagas que afectan los cultivos. Además nos permiten simular diferentes protocolos para atacar las plagas, y predecir si la respuesta será positiva o negativa, si el resultado de nuestro protocolo vale la pena correr el riesgo de aplicarlo, o buscar el método más eficiente, entre todos los posibles imaginables.

Nuestro de grupo de investigación ha simulado la dinámica poblacional de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis Newstead*) con el fin de encontrar la etapa más vulnerable de la plaga, y proponer un protocolo para el control de la plaga con el menor impacto al medio ambiente.

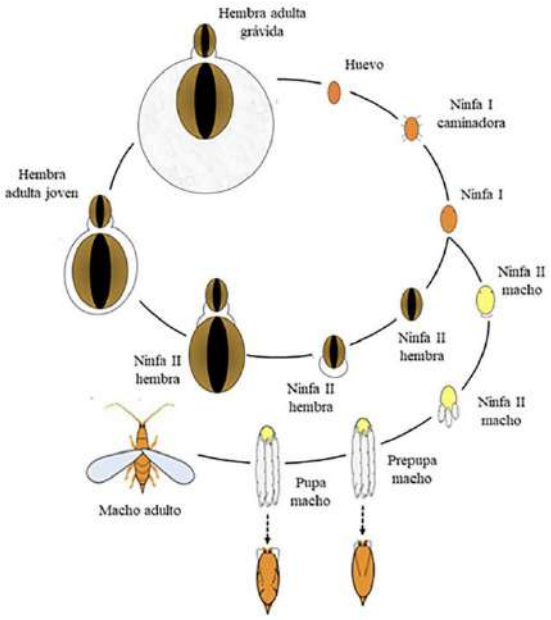


Figura 2. Ciclo biológico de la escama blanca del mango (*Aulacaspis tubercularis Newstead*). En la imagen se muestran las 8 etapas de vida del insecto. Los ritmos de crecimiento y decrecimiento en cada etapa de vida han sido medidas en campo por los entomólogos. A partir de este ciclo de vida y de los parámetros del sistema nosotros construímos un modelo matemático que simula el crecimiento de cada una de las etapas de vida. Esta imagen corresponde al ciclo de vida reportado por Del Pino *et al*., (2020).

¿Cómo se estudia un modelo de dinámica poblacional para crear un protocolo de control de una plaga?

A través de los estudios previos de entomología nosotros conocemos los diferentes parámetros característicos del sistema de estudio (la plaga). Construimos el modelo matemático que reproduce la dinámica poblacional y simulamos ataques sistemáticos a las diferentes etapas de vida del insecto que causa la plaga. Analizamos cuál es la consecuencia de este ataque sobre la etapa de vida que causa mayor impacto negativo en los productos agrícolas. De esa manera determinamos qué etapa es la que vuelve más vulnerable a la plaga.

Una vez que hemos determinado la etapa de vulnerable, ahora basta buscar el protocolo que afecte la etapa “más débil”, sin tener altos impactos negativos en el ambiente.

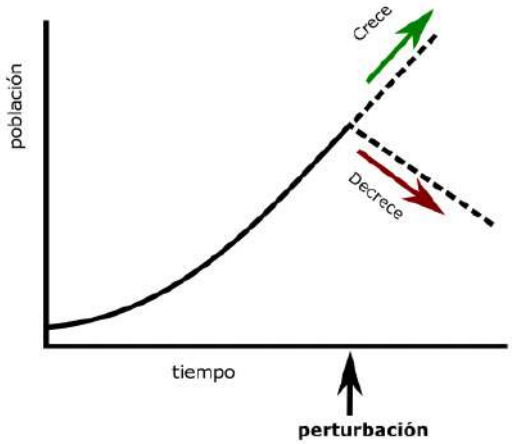


Figura 3. A través del modelo matemático nosotros simulamos ataques a las distintas etapas de vida de la plaga (marcado en la figura con la palabra perturbación) y observamos si el efecto sobre la plaga es positivo (decrece) o negativo (crece).

Específicamente, proponemos un sistema de 10 ecuaciones diferenciales, que describen cada una de las etapas de vida de EBM (ecuaciones (1)-(10)):

$$\frac{dE}{dt} = \alpha_E FF - (\alpha_C + \beta_E)E \qquad (1)$$

$$\frac{dC}{dt} = \alpha_C E - (\alpha_I + \beta_C)C \qquad (2)$$

$$\frac{dI}{dt} = \alpha_I C - (\alpha_{II} + \beta_I)I \qquad (3)$$

$$\frac{dII_F}{dt} = r\alpha_{II} I - (\alpha_F + \beta_F)II_F \qquad (4)$$

$$\frac{dF}{dt} = \alpha_F II_F - (\alpha_{FF} + \beta_F)F \quad (5)$$

$$\frac{dFF}{dt} = \gamma F \cdot M - \beta_{MM} FF \quad (6)$$

$$\frac{dII_M}{dt} = (1-r)\alpha_{II} I - \left(\alpha_{PP} + \beta_{II_M}\right) II_M \quad (7)$$

$$\frac{dPP}{dt} = \alpha_{PP} II_M - (\alpha_I + \beta_{PP})PP \quad (8)$$

$$\frac{dP}{dt} = \alpha_P II_M - (\alpha_M + \beta_P)P \quad (9)$$

$$\frac{dM}{dt} = \alpha_M P - \beta_C M \quad (10)$$

donde E representa a la población de huevos (Eggs), C la población de Crawlers, I el primer instar, II_F segundo instar de hembras (Female), F la población de hembras y FF la población de hembras fecundadas (Fecund Females), II_M el segundo instar de machos (Males), PP la prepupa de machos, P la pupa de machos y M la población de machos adultos. Los parámetros α_i, β_i representan ritmos de crecimiento y decrecimiento, respectivamente. Por ejemplo, α_F, β_F representan el ritmo al que nacen y mueren las hembras. r representa la probabilidad de que un insecto sea hembra y γ el ritmo de apareamiento entre machos y hembras.

Al resolver el modelo para distintas condiciones podemos determinar la etapa de vida, o el proceso biológico, más vulnerable de la plaga. En campo, el efecto dañino a los frutos se debe a las colonias que forman las hembras sobre su superficie. Por lo tanto, el efecto directo de plaga se puede analizar a través de la población de hembras adultas. En la figura 4 se pueden observar cómo se comporta la población de hembras adultas ante a la exterminación de los huevos (fig. 4A), la exterminación de la población total a través del uso de insecticidas (fig. 4B), la exterminación específica de la población de machos adultos (fig. 4C) y la reducción del ritmo de apareamiento entre machos y hembras de EBM (fig. 4D). Nuestras simulaciones muestran que la plaga es insensible a la exterminación de los huevos. Esto se puede explicar debido al ritmo alto con el que las hembras pueden ovopositar y recuperar en un tiempo increíblemente corto la población de huevos. Sin embargo, la exterminación de los machos adultos o la reducción en el ritmo de apareamiento conlleva a una reducción de la plaga comparable a la exterminación con el uso de insecticidas. Esto revela que el control de la población de machos adultos o su interacción con las hembras es un mecanismo que permitiría controlar la plaga.

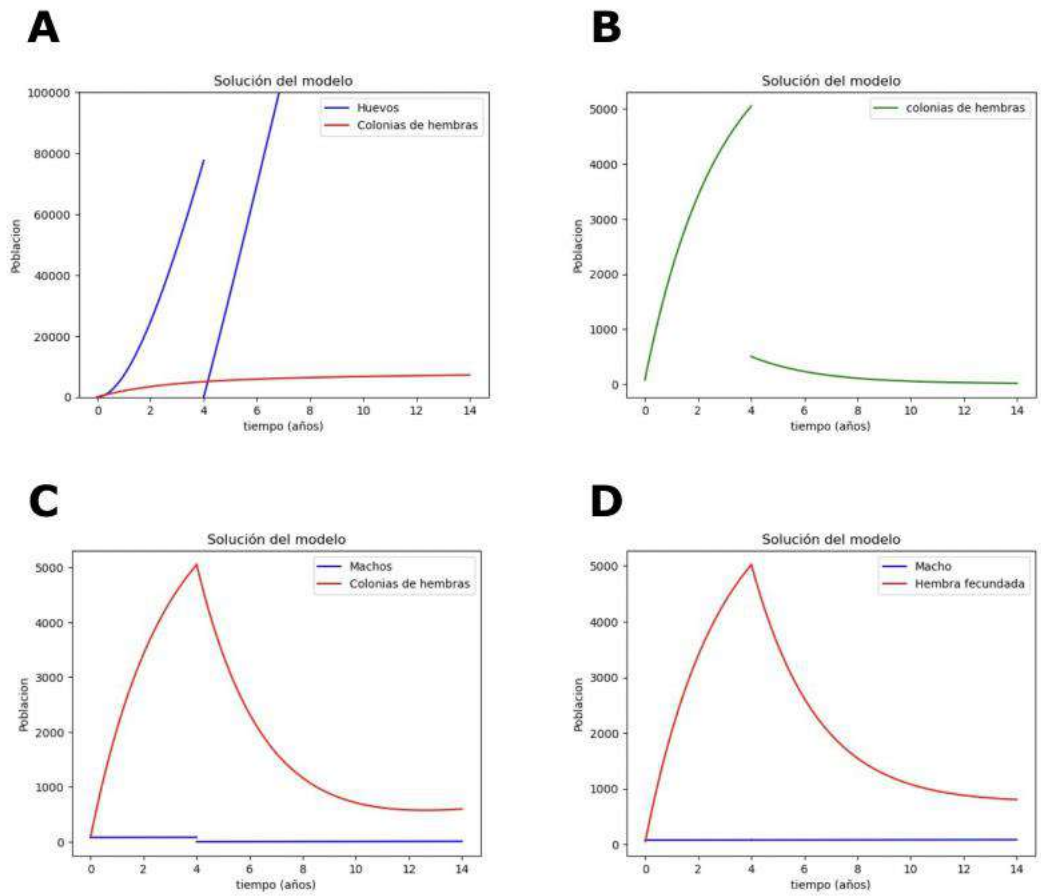


Figura 3. Resultados de las simulaciones del modelo presentado en las ecuaciones (1)-(10). A. En rojo, las colonias de hembras (principal causante de daños en frutos), en azul población de huevos de EBM. La exterminación se simuló en el año 4. B. Simulación de exterminación de la plaga con el uso de insecticida. C. En rojo, colonia de hembras, en azul machos adultos. D. Semejante a la figura C, con la diferencia de que en este caso no se exterminó la población de machos, sino que se redujo el ritmo de apareamiento.

Conclusiones

Nuestro modelo matemático de la dinámica población de la escama blanca del mango nos enseñó que de todas las etapas de vida del insecto, el macho adulto y/o la etapa de apareamiento era la más vulnerable de la plaga:

¿En un cultivo en campo, cómo atacamos directamente al macho adulto o reducimos el ritmo de apareamiento?

i) El ataque directo al macho adulto puede llevarse a cabo a través de la introducción de un depredador específico. Sin embargo, los modelos matemáticos de la interacción de presas con depredadores muestran que

la introducción de una nueva especie en un entorno ecológico puede llevar en el futuro a grandes problemas no previstos inicialmente.

ii) Los biólogos por su parte han desarrollado protocolos que permiten generar insectos machos estériles, que al liberarlos al entorno compiten con los machos silvestres (y fértiles) reduciendo la tasa de apareamiento efectiva, es decir, reduciendo los apareamientos que conlleven a la fertilización de la hembra.

Por lo tanto, nuestro modelo arroja que la liberación de machos estériles de escama blanca del mango es la forma más eficiente de combatir la plaga.

Referencias

SAGARPA. (2023). Análisis del comportamiento del PIB agroalimentario al primer trimestre de 2022. SAGARPA. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/730480/ANA_LISIS_PIB_1ER_TRIMESTRE_2022.pdf

Agroasemex, (2023). El pulgón amarillo, una de las plagas más dañinas en las cosechas del sorgo. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agroasemex/articulos/el-pulgon-amarillo-una-de-las-plagas-mas-daninas-en-las-cosechas-del-sorgo?idiom=es

Generación Verde. (s.f.). Mosquita blanca. Control de plagas. https://generacionverde.com/blog/plagas-es/mosquita-blanca/

Pérez-López, J. C., & Martínez-Hernández, A. (2023). Análisis del efecto de la temperatura en la germinación de semillas de maíz. Revista Fitotecnia Mexicana, 36(2), 241-252.

Gómez-Díaz, J. C., & López-López, R. (2013). Análisis de la sustentabilidad ambiental de la producción de caña de azúcar en México. Revista Internacional de Ciencias Ambientales, 39(2), 107-120.

Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., & Nelson, A. (2019). THE GLOBAL BURDEN OF PATHOGENS AND PESTS ON MAJOR FOOD CROPS. Nature ecology & evolution, 3(3), 430-439.

del Pino, M., Bienvenido, C., Wong, E., Calderón, E. M., Rodríguez, C., Boyero, J. R., & Vela, J. M. (2020) RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA COCHINILLA BLANCA DEL MANGO EN EL SUR DE ESPAÑA.

¿Cómo funciona una central nuclear?

Fernando Angel Rivera García, María Magdalena Méndez González
Departamento de Física, ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
friverag1400@alumno.ipn.mx

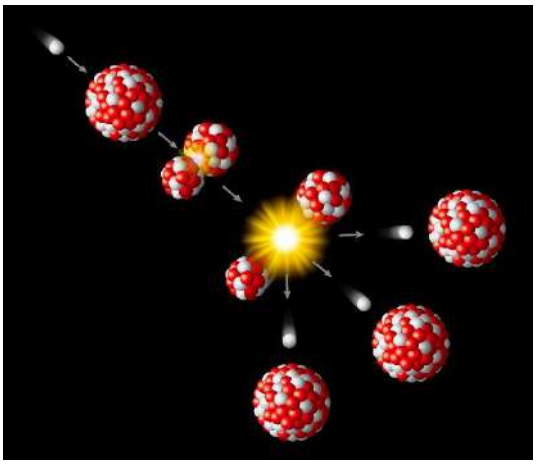
¿Qué pasa en el núcleo de un reactor nuclear?

Para adentrarnos a dar respuesta a esta pregunta necesitamos conocer algunos conceptos. Hablemos en primero de la fisión nuclear[1], este es el fenómeno físico por excelencia que sucede en el núcleo del reactor nuclear y este sucede cuando un átomo pesado e inestable como el del ^{235}U(Uranio-235) interactúa con un neutrón, en otras palabras, el neutrón "choca" con el átomo ^{235}U, lo cual hace que este se divida en dos átomos, sin embargo la masa de estos átomos resultantes denominados productos de fisión no constituyen por completo la masa del átomo original, esto lleva a pensar. ¿Estamos perdiendo masa?

No exactamente, lo que sucede es que parte de esa masa se convierte en energía, energía cinética (movimiento de los productos de fisión), esta conversión se da a partir de uno de los resultados más relevantes del trabajo Albert Einstein, la equivalencia masa energía.

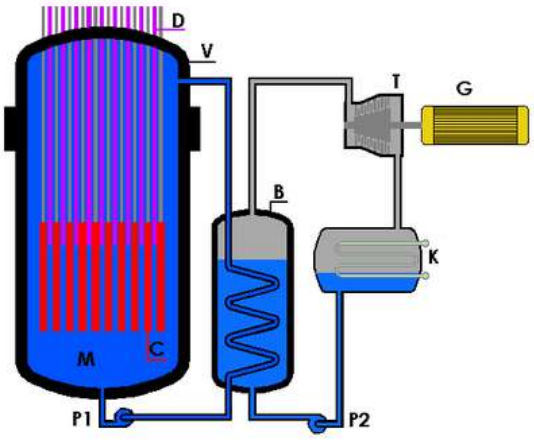
$$\underbrace{E}_{\text{Energía}} = \underbrace{m}_{\text{Masa}}\underbrace{c^2}_{\text{Velocidad de la luz}}$$

Otro hecho de importancia es el de la reacción en cadena [3], para entender este concepto es necesario recalcar que al llevarse a cabo la fisión nuclear también se obtienen de 2 a 3 neutrones y es aquí donde entra en juego la reacción en cadena, pues si estos neutrones se encuentran con más núcleos pesados de ^{235}U, el proceso de fisión nuclear se repetirá. No perdamos de vista que la fisión nos genera de uno a dos neutrones extras de la inicial, por lo que podemos fisionar más átomos pesados conforme sigamos teniendo fisiones, por lo que este proceso tiende al volverse autosustentable y creciente.



Un fenómeno muy importante que sucede en el núcleo del reactor es la transferencia de calor. Como ya hemos mencionado, el proceso de fisiones nucleares entrega energía a los productos de fisión generados, estos se encuentran rodeados de agua, pues en esencia el núcleo de un reactor se

constituye por compuestos de uranio sumergidos en agua, esto permite que los productos de fisión en movimiento cedan su energía a los átomos de agua, lo cual se refleja en “agitaciones” en las partículas de agua, esto se conoce como incremento de la energía interna, que para el agua significa que se está cediendo calor, otra forma de verlo es por medio de los mecanismos de transferencia de calor conocidos, como lo son la convección y radiación.



En la convección que es el mecanismo de mayor contribución en estos reactores nucleares se tiene una fuente generadora de calor (las fisiones en el uranio) y esta es cubierta por un fluido en movimiento (en el caso de un reactor el agua), esto se refleja en una remoción de calor.

Esto nos permite vislumbrar al núcleo de un reactor nuclear como un enorme y potente intercambiador de calor.

Hay calor. ¿Qué sucede con la electricidad?

Hasta este punto ya hemos vislumbrado la física básica que sucede en el núcleo de un reactor nuclear y podemos concluir que se trata de un intercambiador de calor.

Por otra parte es importante hablar de los ciclos termodinámicos[2], en resumen las fisiones nucleares entregan calor al agua que circula por el núcleo, este calor es usado para pasar el agua de estado líquido a gaseoso, incrementando su temperatura y presión, de esta forma el vapor de agua se mueve a grandes velocidades y presiones por un circuito de tuberías hasta llegar a una turbina enlazada a un alternador, el vapor circulante mueve la turbina y por ende el alternador lo que nos da como resultado la conversión de movimiento de la turbina a energía eléctrica.

Podemos concluir

Un reactor nuclear es una obra compleja de ingeniería y física, en el suceden múltiples fenómenos físicos y muy complejos, que escalan desde los átomos de Uranio contenidos en el combustible del núcleo, la transferencia de calor de las barras combustible al agua que fluye en el núcleo hasta todo el proceso termodinámico que permite la transmisión de energía calorífica y su conversión a energía eléctrica.

Referencias

[1] Industria Nuclear Española. (s. f.). *¿Qué es la fisión nuclear?* Foro Nuclear. Recuperado 29 de febrero de 2024, de https://www.foronuclear.org/descubre-la-energia-nuclear/preguntas-y-respuestas/sobre-fisica-nuclear/que-es-la-fision-nuclear/

[2] Lamarsh, J. R., & Baratta, A. J. (2001). *Introduction to Nuclear Engineering*. Pearson.

[3] Espinosa-Paredes, G., & Rodríguez, R. V. (2016). *Física de reactores nucleares I: Un enfoque conceptual*. OmniaScience.

Nanocompuestos, una alternativa sustentable para filtrar agua

Vianey Urdapilleta Inchaurregui[1], Martha Robles López[2], Zulema Sarahi Garma Lara[3], Carlos Iván Hernández López[4]
[1]Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales, ESFM-IPN, Ciudad de México, México
[2]Academia de Económico Administrativas, ESIT-IPN, Ciudad de México, México
[3]Ingeniería en Metalurgia y Materiales, ESIQIE-IPN, Ciudad de México, México
[4]Ingeniería Matemática, ESFM-IPN, Ciudad de México, México
zully961lara@gmail.com

¿Puede la nanotecnología ser una alternativa para descontaminar agua?

La nanotecnología permite investigar fenómenos, materiales y procesos a escala nanométrica, en estos casos, ha demostrado ser una solución viable, ya que involucra la parte experimental y teórica. (Ver Figura 1)

En México y el mundo se está viviendo una crisis derivada de la contaminación de los cuerpos acuíferos, agravada por la desigualdad entre las áreas urbanas y rurales. La falta de acceso al agua libre de microorganismos y contaminantes puede causar o agravar problemas de salud por el consumo directo o indirecto del vital recurso.

Figura 1: Alcances sobre las diversas aplicaciones de los nanomateriales. (Instituto de Investigación, 2021)

El avance en el diseño de materiales se ha visto impulsado de manera significativa con la implementación de la nanotecnología. Una de las áreas clave es la purificación del agua, mediante nanomateriales como nanotubos de carbono y nanopartículas metálicas, donde se han desarrollado sistemas de filtración más eficientes y selectivos, capaces de eliminar contaminantes como metales pesados, productos químicos y patógenos, mejorando así la calidad del agua potable.

La importancia del agua como recurso finito.

El agua es un recurso necesario para vivir, sin embargo, hoy en día la sociedad sufre abundantes problemáticas causadas por la contaminación de esta, el mundo está viviendo una crisis derivada de su escasez y contaminación.

Figura 2: PNUD Kenya, Allan Gichigi, 2023, Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El 27% de la población mundial consume agua contaminada, la cual advierte que, en los próximos 5 y 10 años, la escasez de agua será un problema aún más grande a nivel mundial. Se estima que la demanda de agua dulce aumentará en más del 40% para 2050 debido al crecimiento poblacional, la urbanización y la industrialización, lo que generará presiones significativas sobre este recurso vital. (HABITAT, ONU, 2021)

De los 17 objetivos de desarrollo sostenible, el sexto busca "Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos" (Naciones Unidas, 2024). El diseño de nanocompuestos con capacidad de filtrar el agua es una alternativa para la purificación de aguas contaminadas. (Ver Figura 2)

Beneficios de la nanotecnología en el ambiente.

El desarrollo de nanomateriales ha tenido gran relevancia como alternativas para el cuidado y la remediación del ambiente, debido a su facilidad para dispersarse y su alta reactividad, siendo propuestos para el uso en la prevención, remediación, detección y control de contaminantes en agua y suelo. (Vazquez-Duhalt, 2015). A continuación, se señalan algunos de los beneficios del uso de nanomateriales en el ambiente. (Ver figura 3)

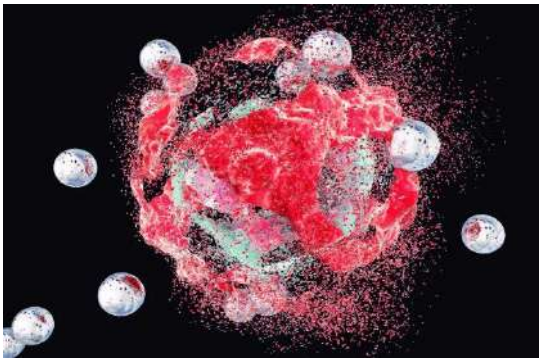


Figura 3:Nano absorbentes, (Sarkar, y otros, 2022)

- Disminución de los recursos utilizados: los nanomateriales sostenibles se caracterizan entre otras cosas por la eficiencia en el uso de los recursos, minimizando el desperdicio de materiales por medio del uso responsable de las materias primas. Además de la incorporación de materiales biodegradables y eco amigables, que minimizan el impacto ambiental del uso de los nanocompuestos. (Farinango Aules & Tenelema Toampanta, 2024).
- Los enlaces químicos generados en la nanotecnología tienen tamaños en el rango de unas decenas de un nanómetro (1 a 100 nm), cercanos al tamaño atómico, dando como resultado nuevas estructuras; debido a esto, pueden ser transportadas eficientemente por el flujo de aguas subterráneas. (Zhang W, 2018).

- Las nanopartículas suelen tener una amplia superficie específica, debido al tamaño de las partículas, lo que las hace capaces de interactuar con diversos grupos químicos y ser afines a ellos. Por otro lado, debido a esta característica, son herramientas ampliamente utilizadas para tratar aguas y absorber diversos contaminantes.
- Las nanopartículas metálicas como la plata, óxido de manganeso, hierro, oro, entre otras, poseen una capacidad de absorción bastante alta, siendo una de las más importantes en el tratamiento de aguas residuales. Un punto a favor de ellas es la abundancia con la cual se encuentran en la tierra, el bajo costo de algunas de ellas, la poca toxicidad generada y la rápida oxidación y descomposición de compuestos contaminantes como virus, bacterias y metales pesados.
- La aplicación de nanocompuestos reduce la presencia de productos químicos y contaminantes en fuentes de agua naturales, como ríos y lagos. Este efecto se traduce en la preservación de los ecosistemas acuáticos y minimiza el impacto negativo en la flora y fauna de dichos entornos.

Ventajas en la sociedad por el uso de nanocompuestos.

Figura 4: Membranas y nanomateriales: alternativa sostenible para procesos de separación (Castruita de León, García Cerda, Alvarado Tenorio, & Puente Urbina, 2023)

Estos nanocompuestos permiten la creación de filtros de agua más eficientes que a la larga tienen una gran repercusión en la sociedad, generando agua más limpia con menos recursos, siendo crucial para comunidades de acceso limitado a fuentes de agua potable. (Ver Figura 4)

Los nanocompuestos en los filtros de agua mejoran el acceso al agua potable, promueven la salud de la sociedad al reducir enfermedades relacionadas con el agua, disminuyen la contaminación y la huella ecológica, beneficiando al medio ambiente a través de la optimización de recursos y la disminución de productos químicos, metales pesados y microorganismos en ella.

Síntesis de nanocompuestos sustentables.

La síntesis de nanomateriales implica la manipulación y el control de la estructura y la composición de los materiales a una escala extremadamente pequeña. Este proceso es esencial para obtener propiedades únicas y mejoradas que no están presentes en la versión macroscópica del mismo material.

Figura 5: Nanocompuestos con arcillas y desechos de café reciclado, elaboración propia, 2023.

El uso de elementos naturales en la síntesis de dichos nanocompuestos conlleva diversos beneficios, permitiendo utilizar arcillas y desechos de café reciclado para aumentar la actividad antimicrobiana y porosidad del material, es decir, maximizar los beneficios de los nanomateriales generando un gran impacto positivo en el ambiente. (Ver Figura 5)

El café aporta porosidad al nanocompuesto, además de ser de gran utilidad al momento de la síntesis de nanopartículas soportando temperaturas por arriba de los 500°C. Una vez superando estas temperaturas, se elimina el recubrimiento orgánico y se da lugar a la formación de óxidos dispersos mejorando la actividad antimicrobiana.

En materiales compuestos de nanopartículas de plata y nanopartículas de dióxido de titanio (Ag-NP/TiO_2-NP), las reacciones tienen lugar principalmente en la superficie de TiO_2 y su tamaño ejerce un impacto significativo sobre la eficacia. La disminución en el tamaño de partícula aumentaría el área de superficie y la capacidad de adsorción de los materiales compuestos. Por lo anterior, las nanopartículas de dióxido de titanio (TiO_2-NP), como las nanopartículas de plata (Ag-NP) inmovilizadas en las nanopartículas de suelo (arcillas), favorecen su síntesis y dan lugar al filtro con aplicaciones antimicrobianas. (Ver Figura 6)

Figura 6: Nanocompuesto con Ag-NP y TiO_2-NP, elaboración propia, 2024.

Conclusión

La nanotecnología se presenta como una alternativa prometedora y sustentable para abordar la crisis de contaminación del agua a nivel mundial. A través de la investigación y el desarrollo de nanomateriales como nanotubos de

carbono y nanopartículas metálicas, se han logrado avances significativos en la purificación de agua.

Los nanocompuestos en los filtros de agua no solo representan una mejora en el acceso a agua potable, sino que también contribuyen a la salud de las comunidades al reducir enfermedades relacionadas con la misma. Con ello permiten la optimización de recursos, disminución de productos químicos y metales pesados en este recurso vital, beneficiando tanto al medio ambiente como a la salud pública.

En la síntesis de nanocompuestos sustentables, añade otra capa de beneficios, maximizando las propiedades antimicrobianas y de porosidad del material. Este enfoque no solo optimiza el rendimiento de los nanomateriales, sino que también contribuye a la gestión responsable de recursos al utilizar elementos disponibles en la naturaleza.

Siendo así la nanotecnología una herramienta clave en la búsqueda de soluciones innovadoras y sostenibles para abordar la crisis global del agua, conforme a lo propuesto por Naciones Unidas en los “objetivos de desarrollo sostenible”, ofreciendo mejoras tanto en la calidad del agua como en el bienestar de las comunidades afectadas.

Referencias

Castruita de León, G., García Cerda, L. A., Alvarado Tenorio, G., & Puente Urbina, B. (12 de Mayo de 2023). *Membranas y nanomateriales: alternativa tecnológica sostenible para procesos de sepración*. Obtenido de Centro de Investigación en Química Aplícada: https://www.ciqa.mx/MembranasyNanomateriales.aspx

Farinango Aules, D. M., & Tenelema Toampanta, E. G. (2024). Nanomateriales Sostenibles. En D. M. Farinango Aules, & E. G. Tenelema Toampanta, *Estado del arte de la nanotecnología relacionado al medio ambiente y la sostenibilidad.* (págs. 34-38). Latacunga-Ecuador: Univeridad Técnica de Cotopaxi.

Fonseca, V. V. (14 de Abril de 2020). *Divulgación Científica UPB*. Obtenido de UPB: https://www.upb.edu.co/es/central-blogs/divulgacion-cientifica/avances-nanotecnologia-salud

HABITAT, ONU. (22 de Marzo de 2021). *Comprender las dimensiones del problema del agua*. Obtenido de Onu Habitat: https://onuhabitat.org.mx/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua

Instituto de Investigación. (26 de Noviembre de 2021). *Universidad de Lima*. Obtenido de Ciclo de Charlas: https://www.ulima.edu.pe/en/node/21569

Larramendi Benítez, E. M., Millán Verdecia, G., & Plana Castell, M. A. (2021). Escasez y contaminación del agua, realidades del siglo XXI. *16 de Abril, 60*, 1-7. Recuperado el 17 de 01 de 2021, de https://www.medigraphic.com/pdfs/abril/abr-2021/abr21279n.pdf

Naciones Unidas. (26 de 02 de 2024). *Objetivos de desarrollo sostenible*. Obtenido de Objetivo 6: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

Sarkar, B., Mahanty, A., Gupta, S. K., Choudhury, A. R., Daware, A., & Bhattacharhee, S. (12 de Agosto de 2022). *Nanotecnología: Una herramienta de nueva generación para la acuicultura sostenible*. Obtenido de Panorama acuícola: https://panoramaacuicola.com/2022/08/12/nanotecnologia-una-herramienta-de-nueva-generacion-para-la-acuicultura-sostenible/

Vazquez-Duhalt, R. (enero-junio de 2015). Nanotecnología en procesos ambientales y remediación de la contaminación. *Mundo Nano*, 70-80. doi:https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2015.14.52514

Zhang W, Z. L. (2018). Photocatalytic TiO2/adsorbent nanocomposites prepared via wet chemical impregnation for wastewater treatment. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 54. Recuperado el 2024, de http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v9n1/v9n1_a05.pdf

Avances en Diagnóstico de Cáncer: El papel de la IA en Imágenes Médicas

M. Callejas Cortés, M.M. Méndez-González
Departamento de Física, ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
Mcallejasc1700@alumno.ipn.mx

¿Por qué utilizar inteligencia artificial en la batalla contra el cáncer?

El cáncer sigue siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en México, con alrededor de doscientas mil personas diagnosticadas cada año y un alarmante 46 por ciento falleciendo a causa de esta enfermedad, de acuerdo con la estadística del INEGI del 2022. En este contexto, el diagnóstico oportuno y preciso emerge como un factor crítico para mejorar las perspectivas de tratamiento y supervivencia del paciente. Es en esta encrucijada donde la inteligencia artificial (IA) emerge como una herramienta prometedora, particularmente en el ámbito de la detección de lesiones y tumores a través de imágenes médicas.

Imágenes Médicas: Fundamentos y Mecanismos de Adquisición

Para el diagnóstico de cáncer se utilizan diversos métodos de adquisición de imagen que permiten visualizar el interior del cuerpo y detectar posibles anomalías (Figura 1). El método más antiguo y simple es la radiografía. Esta utiliza un tipo de onda electromagnética como la luz, pero de mayor energía, capaz de atravesar la capa de la piel pero que es detenida conforme se encuentra con distintos órganos y tejidos. Esta misma atenuación genera una *sombra* que forma la imagen del objeto por el cual pasó la radiación, donde se ve más claro es la posición en la que estarían estructuras densas como los huesos y más oscuro donde se encuentran los tejidos blandos. Aunque las radiografías son útiles para detectar tumores óseos, su capacidad para visualizar tejidos blandos es limitada.

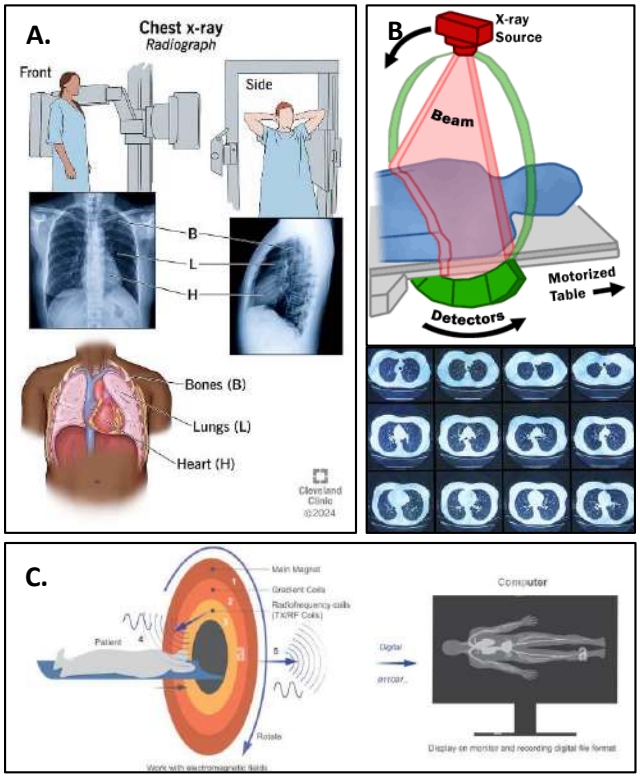


Figura 1. (A) Esquema del proceso de adquisición e imagen de una radiografía. (B) Esquema de un Tomógrafo con un set de imágenes de tórax. (C) Esquema de un Resonador Magnético.

Otro método importante es la tomografía computarizada (CT), que utiliza rayos X para escanear capa por capa

del cuerpo humano, con esto genera un set de imágenes de secciones transversales del cuerpo a partir de un proceso de reconstrucción, por lo que se puede recuperar el espacio tridimensional en vez de tener la información compactada en una sola imagen. CT es especialmente útil para detectar tumores en órganos como el cerebro, los pulmones, el hígado y los riñones.

La resonancia magnética (RM) es otro método clave que utiliza campos magnéticos y ondas de radio para crear imágenes detalladas de los órganos y tejidos blandos del cuerpo [1]. La RM es especialmente útil para detectar tumores en el cerebro, la médula espinal y la pelvis, y ofrece la ventaja de no utilizar radiación tan energética como los rayos x, lo que la hace segura para su uso repetido.

Por último, el ultrasonido utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para producir imágenes en tiempo real de los órganos y tejidos del cuerpo. Aunque es menos precisa que otros métodos de imagen en algunos casos, es útil para guiar procedimientos invasivos, como la biopsia, y para evaluar tumores en órganos superficiales como la mama y la tiroides.

En conjunto, estos métodos de adquisición de imágenes desempeñan un papel crucial en el diagnóstico y la monitorización del cáncer, permitiendo a los médicos identificar y evaluar la enfermedad de manera precisa y oportuna.

¿Qué es la inteligencia artificial?

La inteligencia artificial es un campo que abarca diversas técnicas de crear programas que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana. Una de las técnicas es el aprendizaje máquina, que consiste en aquellos algoritmos que pueden aprender de y hacer predicciones sobre datos. Este tipo de inteligencia es muy eficiente para resolver problemas de clasificación o reconocimiento de voz [4].

La clave de esta nueva herramienta son los datos. Cuando se desarrollan modelos de aprendizaje máquina lo primero que se hace es recabar un conjunto de datos de los cuales vamos a aprender. Mediante un algoritmo de entrenamiento se extrae un modelo matemático que luego se utilizará para realizar predicciones.

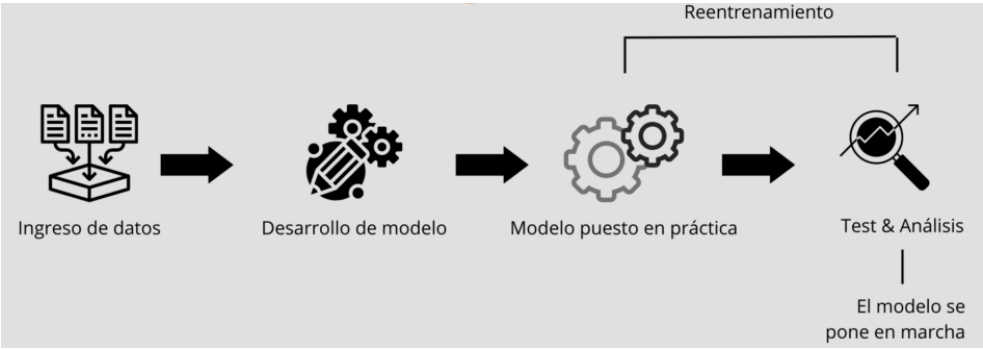


Figura 2. Ciclo del aprendizaje máquina.

Finalmente, existe el aprendizaje profundo. Este es un modelo basado en la naturaleza: las redes neuronales. Consiste en aprender de los datos en múltiples capas de abstracción. Las redes capturan características cada vez más complejas a medida que profundizan en las capas. Contrario al aprendizaje máquina, donde es necesario un preprocesamiento de los datos, el aprendizaje profundo es capaz de aprender automáticamente las características relevantes de los mismos.

El papel de la IA en imágenes médicas

Los algoritmos de IA pueden analizar estas imágenes de manera rápida y precisa, identificando patrones sutiles que pueden pasar desapercibidos para el ojo humano. Esto no solo mejora la eficiencia del proceso de diagnóstico, sino que también aumenta la precisión y la confiabilidad de los resultados.

El diagnóstico del cáncer es un problema de clasificación. En los últimos años, la teoría del aprendizaje profundo ha superado el cuello de botella de la selección manual. Actualmente existe un modelo que puede identificar automáticamente lesiones de cáncer de piel y tumores benignos [5] (Figura 3), incluso, hay algoritmos para la evaluación del cáncer de hueso de la rodilla basado en imágenes con una tasa de precisión del 97.27%.

Además del diagnóstico, la inteligencia artificial se utiliza en la segmentación de imágenes, que consiste en identificar y delinear estructuras anatómicas de interés en las imágenes médicas. Esta segmentación es crucial para planificar tratamientos, realizar cirugías y evaluar la progresión de enfermedades.

La reconstrucción de imágenes es otro campo de interés. Esta se refiere a la forma de crear una imagen a partir de los datos que se recopilan en la detección. A veces, los equipos médicos tienen dificultades para obtener imágenes claras debido a limitaciones en sus sistemas. Esto puede dificultar que los médicos vean claramente las lesiones en las imágenes, lo que podría llevar a diagnósticos incorrectos o a un tratamiento menos preciso. La tecnología de reconstrucción de imágenes ayuda a superar estas limitaciones inherentes de los sistemas de adquisición al mejorar la calidad de las imágenes, reducir costos y proporcionar imágenes de mejor calidad

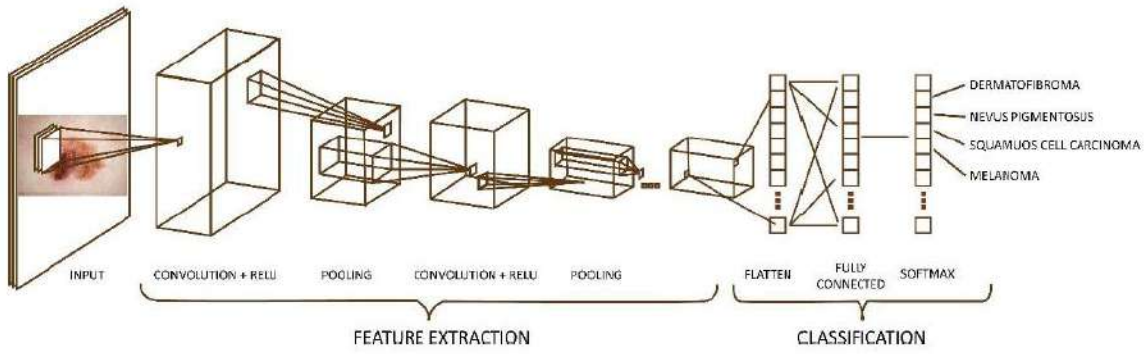


Figura 3. Arquitectura de la red neuronal que es capaz de detectar lesiones de cáncer de piel.

diagnóstica. Además, el uso de técnicas avanzadas basadas en aprendizaje profundo ayuda a hacer este proceso más rápido, preciso y confiable.

Referencias

[1] Bushberg, J. T. (Ed.). (2012). The essential physics of medical imaging (3rd ed.). LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS

[2] Jiang, X., Hu, Z., Wang, S., & Zhang, Y. (2023). Deep Learning for Medical Image-Based Cancer Diagnosis. *Cancers*, *15*(14), 3608. https://doi.org/10.3390/cancers15143608

[3] Kleppe, A., Skrede, O. J., De Raedt, S., et al. (2021). Designing deep learning studies in cancer diagnostics. Nature Reviews Cancer, 21, 199–211. https://doi.org/10.1038/s41568-020-00327-9

[4] Tajdini, F. (2022). Artificial intelligence in medical diagnosis. *Electrical and Computer Engineering of Iran*, 9th National Congress.

[5] Yunendah Nur Fu'adah, et al. (2020). Convolutional Neural Network (CNN) for Automatic Skin Cancer Classification System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 982(1), 012005. 10.1088/1757-899X/982/1/012005

La oscilación de los neutrinos

Natalia Robles Alvarado[1],Jose Didino García Aguilar[2]
[1] Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México
[2] CECyT 16, IPN, Pachuca, Hidalgo, México.
natalia.roblesalvarado@fisica.uaz.edu.mx

El vasto cosmos oculta una increíble variedad de misterios, entre ellos se encuentra la naturaleza de los neutrinos. A primera vista, los neutrinos pueden parecer insignificantes, desprovistos de cualquier misterio aparente, pero cuanto más se intenta comprenderlos, más fascinantes se vuelven al tratar de desentrañar los secretos de esta partícula.

Fig 1: Constelación de Orión.

El objetivo de este trabajo es describir las causas de la oscilación de los neutrinos, ya que constituyen un fenómeno de suma importancia en la física de partículas elementales. Además, se pretende describir las características principales de esta partícula, centrándose especialmente en la relación entre masa y sabor, de manera comprensible para un público no especializado.

Los ladrillos del cosmos

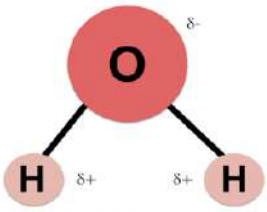


Fig. 2: Molécula de agua

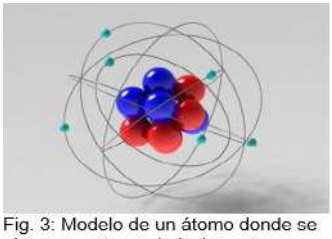


Fig. 3: Modelo de un átomo donde se observa protones (rojos), neutrones (azules) y electrones (turquesa)

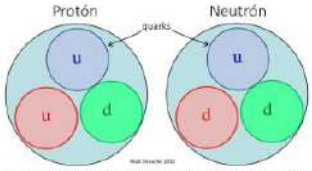


Fig. 4: Composición de protones y neutrones.

Nosotros estamos hechos de moléculas; estas, a su vez, están hechas de átomos, y los átomos, a su vez, están compuestos por electrones, protones y neutrones. Estos dos últimos están formados por partículas fundamentales llamadas quarks [*1*]. La física de partículas elementales se dedica a comprender el comportamiento de estos componentes fundamentales que constituyen nuestra realidad. Es por esta razón que se ha desarrollado el modelo estándar de física de partículas, que identifica dos tipos principales de partículas: bosones y fermiones. Estos últimos siguen una distribución estadística conocida como Fermi-Dirac, permitiendo la existencia de partículas como protones y neutrones. Los fermiones se subdividen en quarks y leptones, siendo los leptones “insensibles” (por decirlo de algún modo) a las fuerzas nucleares. El leptón más famoso es el electrón. Una de las características de los fermiones es que vienen en 3 generaciones o sabores. En el caso de los leptones, existen el electrón, el muón y el tau. La diferencia entre uno y otro es la masa de la

partícula. En el caso de los neutrinos, estos se caracterizan por ser eléctricamente neutros, lo que provoca que casi no interactúen. Su spin es ½ [*2*] y, además, siempre que se produzca un neutrino, va a estar acompañado por otro leptón. Los nombres de los neutrinos vienen del leptón cargado que es más propenso a acompañarlo (neutrino electrónico, neutrino muónico, etc.).

Los neutrinos son las partículas más abundantes en el cosmos. La principal fuente de neutrinos para nosotros es el Sol, del cual sabemos que atraviesan aproximadamente 700 billones de neutrinos por segundo en todo nuestro cuerpo [*3*].

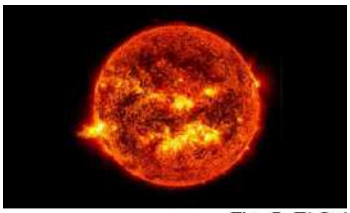


Fig. 5: El Sol

Fig. 6: Tabla de los elementos que conforman el modelo estándar

El misterio detrás de la desintegración beta

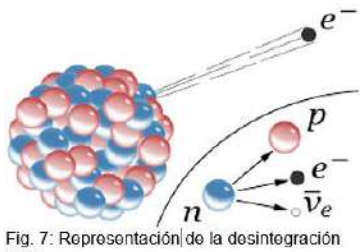


Fig. 7: Representación de la desintegración beta

La manifestación de la desintegración beta es un fenómeno muy conocido en la actualidad. Este es un proceso por el cual pasan algunos núcleos atómicos, que al querer llegar a un estado de menor energía, uno de sus neutrones se termina convirtiendo en un protón [*4*] y un bosón W. Este último, a su vez, se termina convirtiendo en un electrón y un antineutrino electrónico.

A principios del siglo pasado, este intrigante fenómeno era un enigma, ya que al comenzar su estudio sólo conocían las energías del estado inicial y final cuando ocurría esta fenomenología, las cuales, por conservación de la energía, deberían ser iguales. Sin embargo, esto no era así. Esta situación se complicaba aún más al considerar que el momento lineal y angular tampoco se conservaban. Para abordar este problema, el físico austriaco Wolfgang Pauli (25/04/1900 - 15/12/1958) propuso la existencia de una partícula con carga neutra, a la que llamó ”neutrón” [*2*]. Sin embargo, en 1932, James Chadwick (20/10/1891 - 24/07/1974) descubrió el neutrón, cuyas características no podían explicar las peculiaridades de la desintegración beta. La idea de que la aparente violación de la conservación de la energía, el momento angular y lineal se debía a la falta de consideración de una partícula fue retomada por Enrico Fermi (29/09/1901 - 28/11/1954), pero la renombró como neutrino, término italiano que significa “neutrón pequeño” o “neutroncito”. En 1956, Clyde Cowan y Frederick Reines obtuvieron la primera evidencia experimental del neutrino [*5*]

Fig. 8: del lado izquierdo superior se encuentra una foto de Wolfgang Pauli, a su lado James Chadwick, del lado superior derecho se encuentra Enrico Fermi, del lado inferior izquierdo Clyde Cowan y del lado inferior derecho Frederick Reines

Búsqueda y captura de la partícula fantasma

Fig. 9: Foto de la mina Homestake.

El primer experimento diseñado para detectar y contar neutrinos, llevado a cabo por Raymond Davis y John Bahcall, inicialmente se consideraba poco trascendental. Se desarrolló en una mina de oro abandonada en Homestake, Dakota del Sur [*6*].

El resultado de este experimento fue sumamente intrigante: se registró un recuento menor de neutrinos de lo que se había previsto inicialmente. En un principio, esta peculiaridad se atribuyó a una de estas tres posibles causas:

- El modelo solar estaba mal.
- Posibles fallos en los aparatos de medición o a errores en los cálculos, es decir el experimento estaba mal implementado.
- Las suposiciones hasta ese momento de los neutrinos eran erróneas [*7*].

Se confirmó que tanto los aparatos como los cálculos estaban en orden. La situación se volvió aún más extraña cuando, tras la publicación de estos singulares resultados, fueron corroborados por otros experimentos en distintas partes del mundo, ¿que estaba ocurriendo?, ¿era erróneo el modelo solar o las creencias de la naturaleza de los neutrinos hasta ese momento?

Las respuestas a estas preguntas llegaron varios años más tarde gracias a Takaaki Kajita y Arthur McDonald con los experimentos del SNO (Canadá) y el Super-Kamiokande (Japón). El Premio Nobel de Física se les otorga en el año 2015 por la solución a este dilema [*8*].

Revelando el acertijo de los neutrinos

Lo que demostraron Takaaki Kajita y Arthur McDonald es que, a medida que los neutrinos se desplazan por el espacio, cambian periódicamente su sabor, lo que afecta la probabilidad de interactuar con un determinado leptón y su índice de refracción. Estas oscilaciones se ven influenciadas por las propiedades del medio en el que viajan [*9*].

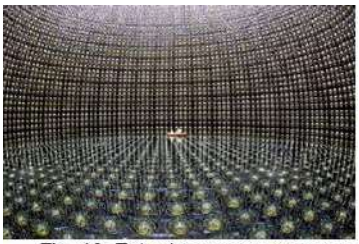


Fig. 10: Foto de Super-Kamiokande

La oscilación se produce debido a que los neutrinos tienen masa, lo cual es un fenómeno de la mecánica cuántica y depende del tiempo. Sin embargo, la masa de estas partículas aún no se ha podido determinar [*10*].

La relación entre la masa y el sabor está determinada por una transformada unitaria conocida como matriz de mezcla [*9*]. En términos simples, lo que sucede es lo siguiente: los neutrinos que emite el Sol tienen un sabor particular. Pongamos de ejemplo un neutrino electrónico (ν_e), este neutrino a medida que viajan hacia la

Tierra se propagara de forma diferente (o que es lo mismo, cuando el $\nu_{\square}$ sale del Sol este parte en forma de onda, y esta onda se va moviendo con longitud de onda diferente conforme pasa el tiempo), lo que provoca que su sabor no permanezca constante, sino que varíe de forma cíclica, regresando al ejemplo anterior el $\nu_{\square}$ conforme va avanzando hasta llegar a la tierra, este se va a transformar de $\nu_{\square}$ a ν_{μ}, de ν_{μ} a ν_{τ} y de ν_{τ} a $\nu_{\square}$. Este fenómeno se debe a los comportamientos cuánticos de los neutrinos; mientras se desplazan, existen en una combinación de tres posibles estados de masa (denominados ν_1, ν_2 y ν_3), y los neutrinos de sabor corresponden a una mezcla diferente de estos tres estados (por decirlo de otro modo cada neutrino de sabor es el resultado de una suma de los tres neutrinos de masa, así mismo un neutrino de masa es la suma de los tres neutrinos de sabor). Como resultado, su comportamiento varía a medida que atraviesan el espacio debido a que su masa va cambiando conforme va oscilando. Lo interesante de este fenómeno es que ya había sido propuesto por el físico italiano Bruno Pontecorvo. Sin embargo, en la actualidad, la comprensión de este fenómeno ha generado más preguntas que respuestas, ya que los físicos de altas energías aún no saben cuál es el ángulo de mezcla y la masa de los tres tipos de neutrinos.

Bibliografía

[*1*] CPAN - Centro Nacional de Física de Partículas, Astropartículas y Nuclear. (s.f.). *El modelo estándar de la física de partículas*. https://www.i-cpan.es/es/content/el-modelo-est%C3%A1ndar-de-la-f%C3%ADsica-de-part%C3%ADculas
Recuperado 4 de marzo del 2024

[*2*] Lopéz Sancho P. (2019, 24 abril)*¿Qué son los neutrinos?*. elpais.com. https://elpais.com/elpais/2019/04/22/ciencia/1555928900_548619.html?eve
Recuperado 4 de marzo del 2024.

[*3*]Aparici A. (2021, 27 de marzo) El misterio de los neutrinos solares: por qué parecían esfumarse en su camino a la Tierra. https://www.larazon.es/ciencia/20210227/2zt32h2ge5fedl7ckazls2xepe.html
Recuperado 4 de marzo del 2024

[*4*] Freire N. (2024, 9 de marzo) ¿Qué es la radiación beta?. https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/que-es-radiacion-beta_21734
Recuperado 15 de abril del 2024

[*5*]Oltra J.L. (2023, 14 de diciembre) ¿Cómo se descubrió el neutrino, la partícula capaz de escapar del núcleo del Sol sin inmutarse? https://www.muyinteresante.com/ciencia/62611.html#:~:text=El%20experimento%20utiliz%C3%B3%20el%20flujo,agua%20contenida%20en%20grandes%20tanques.
Recuperado 4 de marzo del 2024

[*6*]Oltra, J. L. (2024, 19 febrero). *Si atraviesan la Tierra sin inmutarse, ¿cómo detectamos los neutrinos?* Muy Interesante.
https://www.muyinteresante.com/ciencia/63755.html
[*7*] Otero G (s.f) Oscilación de neutrinos
http://materias.df.uba.ar/edlm4a2022c1/files/2022/04/teoricas-5.pdf
Recuperado: 15 de abril del 2024
[*8*]Castromonte Salinas J (2016, marzo) Neutrinos, Otra Vez.
https://revistas.upch.edu.pe/index.php/AH/article/download/2803/2674/6702
Recuperado: 4 de marzo del 2024
[*9*]Luis G. Cabral-Rosetti. (2002) Introducción a las oscilaciones de neutrinos. *REVISTA MEXICANA DE FÍSICA*, *48*(4), 366-383.
https://www.scielo.org.mx/pdf/rmf/v48n4/v48n4a15.pdf
[*10*]Instituto de Física Corpuscular. (2019, 2 octubre).*Oscilaciones de neutrinos y asimetría materia-antimateria*.
https://webific.ific.uv.es/web/content/oscilaciones-de-neutrinos-y-asimetr%C3%ADa-materia-antimateria
Recuperado: 4 de Marzo del 2024

Inteligencia artificial en la medicina

José Alberto Zamora Justo[1], Ericka Lisseth Gutiérrez Caballero[1], Guillermo Abraham Salazar Guzmán[1], Ana Patricia Arango Rodríguez[1], Adrián Hernández Lascurain[1] y Pamela Patricia Vera Tizatl[2]
[1]Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI-IPN, Ciudad de México, México
[2]Departamento de Procesos Productivos, UAM Lerma, Estado de México, México
jzamoraj@ipn.mx

La inteligencia artificial en la vida cotidiana

Muchas veces hemos escuchado el concepto de inteligencia artificial (IA), sin duda hoy en día se ha vuelto una herramienta común en la vida cotidiana y los alcances que éstas tienen cada vez nos pueden sorprender más. Dentro de los campos en los que se han desarrollado herramientas basadas en inteligencia artificial se incluye el arte, la literatura, la navegación por GPS, la asistencia por voz e incluso en la personalización de anuncios que vemos en redes sociales.

Básicamente la inteligencia artificial se basa en el modelo natural de aprendizaje que tenemos los humanos. Sabemos que estamos constituidos por células y cada organo o tejido de nuestro cuerpo tiene un conjunto de células específicas para que éste funcione bien, por ejemplo en el cerebro la célula principal se llama neurona. Las neuronas son capaces de generar y conducir un estímulo a otras neuronas que a su vez pueden hacer lo mismo, esto con el fin de producir el movimiento de un músculo o la secreción de sustancias en el organismo como las hormonas. La manera en la que el cerebro funciona es muy compleja ya que se requieren millones de neuronas interconectadas formando lo que se conoce como red neuronal.

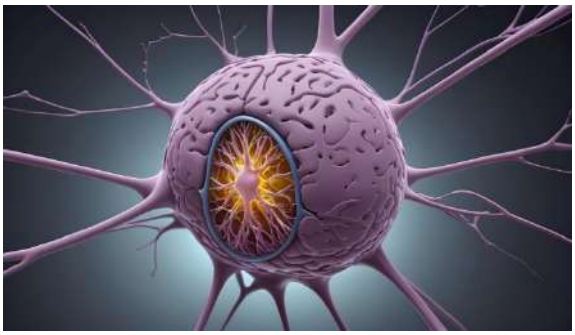


Imagen 1 Representación de una neurona formando redes neuronales artificiales. Obtenida de www.freepik.com

Los algoritmos basados en inteligencia artificial se inspiran en las redes neuronales naturales de todos los animales, éstos parten de una unidad fundamental llamada neurona artificial que consiste en un conjunto de entradas multiplicadas por un factor *w* a las cuales además se les realiza una serie de operaciones matemáticas y posterior a esto se obtiene una salida que puede estar conectada con un conjunto de cientos o miles de neuronas artificiales más, formando entonces lo que se conoce

como una red neuronal artificial. Una vez que se tiene esto, así como a los niños, tenemos que enseñarle a la red a distinguir entre distintas entidades, solo que a diferencia de los humanos es necesario que a la red neuronal se le tenga que suministrar entre miles o millones de imágenes o señales para que pueda identificar un patrón y así realizar clasificaciones, este proceso se conoce como entrenamiento y se basa en la adaptación de los factores *w* para mejorar la precisión a la salida.

El diseño de algoritmos basados en IA no es algo fácil de realizar y constantemente los expertos se encuentran investigando sobre técnicas que puedan mejorar el desempeño de las redes neuronales artificiales y también aumentando el campo de aplicación de éstas. Por esto, no cabe duda poco a poco las herramientas basadas en IA van a llegar a estar presentes en distintos ámbitos y tenemos que aprender a utilizarlas para facilitar la realización de diversas actividades que realicemos.

¿Existen herramientas de inteligencia artificial que funcionen en la medicina?

La inteligencia artificial en el campo de la medicina implica la aplicación de modelos de aprendizaje automático para analizar datos médicos con el objetivo de auxiliar al personal médico en el diagnóstico o tratamiento de diversas enfermedades y así poder hacer más eficiente y preciso este proceso. En la imagen 2 por ejemplo se puede ver una idea de cómo figurativamente una inteligencia artificial puede ser usada para el análisis de imágenes médicas.

Imagen 2 Intelegencia artificial utilizada como auxiliar en el diagnóstico médico. Obtenida de www.freepik.com

Actualmente, se vislumbra que una de la prinicipales funciones de una IA en la medicina sea el respaldo a la toma de decisiones clínicas basada en el análisis de imágenes o señales médicas. Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones clínicas pueden proporcionar al personal de salud un acceso rápido a información relevante para los tratamientos, medicamentos u otras necesidades del paciente. En cuanto al análisis de imágenes médicas, la IA está siendo empleada para detectar lesiones u otras anomalías en tomografías computarizadas, radiografías, resonancias magnéticas y otros tipos de imágenes, con el fin de complementar la labor de los ténicos radiólogos o médicos que requieran de éstas para el diagnóstico de enfermedades.

Además, la integración de la IA en la atención médica ofrece una serie de beneficios que incluyen la mejora de la seguridad del paciente, la reducción de costos y de los tiempos de atención. La capacidad de la IA para proporcionar información relevante en tiempo real, mejorar la detección de errores y brindar apoyo constante a los pacientes en cualquier momento promete transformar la práctica médica moderna. Además, su capacidad para contextualizar información de manera efectiva ofrece una herramienta poderosa para los profesionales de la salud al momento de tomar decisiones clínicas.

Imagen 3 Diagnóstico por imagen de rayos X. Obtenida de www.freepik.com

Imagina que tienes muchas imágenes de rayos X, es decir, radiografías, de diferentes personas (veáse la imagen 3). Algunas de estas fotos muestran pulmones sanos, otras pueden mostrar signos de enfermedades como neumonía o COVID-19. ¿Cómo podemos enseñarle a una computadora a reconocer automáticamente qué tipo de enfermedad tiene una persona en función de su radiografía? Bueno, aquí es donde entra en juego la inteligencia artificial, pero de una manera sutil. Utilizamos algo llamado redes convolucionales, que son un tipo de redes neuronales artificiales, en este caso van a actuar como detectives inteligentes que pueden encontrar patrones y características específicas en las imágenes. Por ejemplo, pueden detectar la forma y el tamaño de los pulmones, buscar manchas o áreas opacas que podrían indicar alguna enfermedad y así de manera automática brindar un diagnóstico previo al análisis del personal de salud y que éste pueda tomar en cuenta para emitir su diagnóstico oficialmente.

Ahora, aparte de las imágenes de rayos X, también podemos usar algo llamado bioseñales, que son señales eléctricas, mecánicas, acústicas o químicas producidas por el cuerpo humano. Estas señales pueden provenir de los eventos eléctricos del corazón y que provocan el latido (electrocardiogramas), también pueden ser los impulsos nerviosos que se comentaron al inicio y que provocan una señal eléctrica muy pequeña conocida como electroencefalogramas, incluso lecturas de glucosa en la sangre, entre otras muchas más. Al igual que con las imágenes, queremos que una computadora pueda analizar estas bioseñales y detectar automáticamente problemas de salud identificando algún patrón en ellas que usualmente podrían ser los que buscan los expertos para emitir un diagnóstico o también dichos patrones son tan complejos que no pueden ser entendidos por los humanos pero para una computadora sí.

Para esto, utilizamos un tipo de red neuronal artificial llamado perceptrón, este es un algoritmo de aprendizaje automático que puede tomar estas señales biomédicas como entrada y aprender a reconocer patrones que podrían indicar la presencia de una enfermedad específica (véase imagen 4). Por ejemplo, podría detectar ciertos patrones en un electrocardiograma que sugieran un riesgo de ataque cardíaco o identificar anomalías en un electroencefalograma como por ejemplo que la persona esté teniendo un ataque epiléptico.

Imagen 4 Análisis de señales médicas utilizando herramientas computacionales. Obtenida de www.freepik.com

Entonces, para enseñar a estas redes neuronales a reconocer estos patrones, nuevamente necesitamos entrenarlas. Para esto tenemos que suministrarle a la entrada muchas bioseñales junto con la información sobre si esas personas estaban sanas o tenían una enfermedad específica, a esto se le llama entrenamiento supervisado. La red examina estas señales una y otra vez, ajustando los factores *w* que se mencionaron anteriormente con cada nueva señal que se presente a su entrada. La manera de medir qué tan bien se ha realizado el entrenamiento es calculando la exactitud con la que clasifica las señales, la cual es deseable que sea lo más cercana al 100 %.

Una vez que la red ha entrenado con suficientes ejemplos la ponemos a prueba con nuevas bioseñales que nunca ha visto antes. La dejamos trabajar y ver cómo se desempeña. Si hace un buen trabajo detectando las enfermedades en estas nuevas señales, entonces sabemos que ha aprendido bien.

Así que básicamente, mediante el uso de inteligencia artificial y redes neuronales como las redes convolucionales y los perceptrones, podemos mejorar enormemente nuestra capacidad para diagnosticar enfermedades tanto a partir de imágenes médicas como de bioseñales. Es como si entrenáramos a una computadora para que sea auxiliar en el análisis de datos médicos, trabajando mano a mano con los médicos para mejorar la atención médica.

La inteligencia artificial puede auxiliar en el diagnóstico

Con lo antes mencionado podemos constatar que sí existen aplicaciones de la inteligencia artificial en la medicina, entre las cuales podemos encontrar:

- **Detección y diagnóstico de enfermedades:** Una gran ventaja de la IA respecto a los seres humanos es que estas no necesitan descansar, es por esto que los modelos de IA podrían usarse para la observación de signos vitales en pacientes que reciben cuidado intensivo y de esta forma emitir alarmas al personal médico cuando existen factores de riesgo.

- **Integración de la información:** A través de la IA es posible integrar información obtenida por el personal médico y plasmada en los diferentes sistemas de adquisición de datos como el expediente clínico electrónico, sistemas de información de laboratorio, sistemas de archivo y comunicación de imágenes médicas entre muchos otros, cuyos datos pueden ser fácilmente interpretados por algoritmos de IA.
- **Tratamiento de enfermedades personalizado:** La medicina personalizada podría ser más fácil de respaldar con la asistencia de la IA virtual. Gracias a que los modelos de IA tienen la capacidad de aprender y retener preferencias, estos tienen el potencial de proporcionar recomendaciones personalizadas en tiempo real durante las 24 horas del día.
- **Desarrollo acelerado:** Los algoritmos de IA podrían ayudar a reducir costos en el desarrollo de nuevos medicamentos a través de mejores diseños de fármacos y encontrando nuevas combinaciones de fármacos que sean prometedoras.

Respuesta a la pregunta

A pesar de la gran versatilidad que ofrece la inteligencia artificial siguen existiendo muchos aspectos de la medicina en donde la IA no puede sustituir completamente el factor humano, un ejemplo de esto es la relación que existe entre un médico y un paciente ya que este último necesita que el primero le de atención, le escuche, le informe, le brinde confianza y además que sea empático con su padecimiento, cosas que nunca podrán ser reemplazadas por algoritmos de IA. Además, existen desafíos éticos y de seguridad que deben abordarse a medida que la IA continúa integrándose en la medicina. Es importante considerar que los sistemas de IA se desarrollen y utilicen de manera responsable.

En general las posibles aplicaciones de la IA en la medicina son innumerables y al final ésta será usada por el personal médico como una herramienta más que les permita mejorar la calidad de atención en los servicios de salud, automatizando procesos repetitivos y liberando la carga de trabajo del personal de salud para que su tiempo sea principalmente utilizado para fortalecer la relación médico-paciente.

En conclusión, la inteligencia artificial se encuentra en las primeras etapas de su desarrollo con aplicaciones en la medicina, pero su potencial para mejorar la atención médica es invaluable. A medida que continuamos desarrollando y aplicando esta tecnología de manera responsable, podemos esperar un futuro con mejor atención en el área de la salud para todos.

Referencias

IBM. (2020). Inteligencia artificial en medicina. Recuperado de https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence-medicine.

Lanzagorta-Ortega, Dioselina, Carrillo-Pérez, Diego L., & Carrillo-Esper, Raúl. (2022). Inteligencia artificial en medicina: presente y futuro. *Gaceta médica de México*, 158, 17-21. https://doi.org/10.24875/gmm.m22000688.

Pikaso. (2024). AI Image Generator. Recuperado de https://www.freepik.com/pikaso/ai-image-generator.

Exoesqueleto de carga superior

Rodrigo A. Gutiérrez Lagos, Hernández Janett Jennifer Elizabeth, Zamora Suárez Ángel Eduardo
Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI - IPN, Ciudad de México, México
azamoras@ipn.mx

¿Se puede modificar la capacidad de carga de una persona por medio de tecnología?

La tecnología ha evolucionado de tal manera que constantemente nos encontramos con materiales de mejor calidad, así como dispositivos electrónicos más avanzados para el procesamiento y control.

Imagen 1. Diadema para sensado de EEG

El empleo de estos dispositivos nos ha habilitado para capturar señales bioeléctricas que ahora podemos distinguir, procesar e incluso emplear para crear sistemas de control destinados a componentes electrónicos como motores, actuadores, pistones, entre otros.

Un exoesqueleto se define como una estructura externa que proporciona apoyo y seguridad a un organismo. En el ámbito tecnológico, este término también hace referencia a dispositivos mecánicos utilizados por individuos para potenciar la fuerza y la movilidad.

Muchas lesiones relacionadas con el sobreesfuerzo muscular tienen su origen en el levantamiento de cargas inapropiadas o en el transporte de cargas demasiado pesadas. En el ámbito industrial, es común que las personas estén directamente involucradas en la manipulación de cargas, lo que puede dar lugar a numerosas lesiones laborales. Es fundamental seguir los cuidados necesarios para prevenir este tipo de lesiones. Los riesgos asociados con la manipulación de cargas son el resultado de malos hábitos durante las operaciones de levantamiento.

Imagen 2. Servomotor

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el dolor de espalda es la principal razón de consulta a nivel global (70%), aunque solo el 4% de los casos requieren cirugía. Si no se trata de manera oportuna y adecuada, este dolor puede tener consecuencias a largo plazo, que van desde una pérdida temporal de

movilidad hasta un daño permanente en los nervios de la columna. El Centro de la Columna Vertebral en México indica que ocho de cada diez mexicanos sufren de dolor de espalda, el cual puede ser causado por el deterioro muscular, la falta de actividad física y diversas enfermedades como hernias de disco, lumbalgia, lesiones nerviosas, afectaciones óseas, escoliosis, entre otras.

Imagen 3. Lesión lumbar

Implementación de un exoesqueleto

Tomando en cuenta las consecuencias que pueden surgir debido a la manipulación inadecuada de cargas, donde las lesiones en la columna son una de las principales razones de la incapacidad laboral, incluso resultando en la pérdida de movilidad en individuos menores de 45 años.

Los exoesqueletos representan uno de los avances médicos más significativos respaldados por la ingeniería, se perfilan como una tecnología prometedora. Por lo tanto, un prototipo de exoesqueleto controlado por redes neuronales para la manipulación de cargas podría prolongar la vida laboral y disminuir las incapacidades relacionadas con el dolor de espalda.

Buscamos desarrollar y fabricar un exoesqueleto integral, dirigido por inteligencia artificial, que cumpla con los estándares de seguridad y sea confortable para el usuario. El exoesqueleto a desarrollar deberá ser capaz de manipular con precisión una carga de hasta 50 kg.

Imagen 4. Exoesqueleto de apoyo de carga

Respuesta a la pregunta

En entornos industriales, almacenes y tiendas, los empleados suelen enfrentarse a la manipulación de cargas pesadas. A pesar de recibir capacitación y contar con dispositivos de apoyo, como ortesis, para reducir los riesgos, en muchas ocasiones los trabajadores no emplean estos dispositivos o maquinaria de manera adecuada. Manipulan las cargas en posturas desfavorables o se someten a un estrés constante en músculos y articulaciones, lo que puede resultar en lesiones en la espalda. Estas lesiones, en ocasiones, requieren intervenciones quirúrgicas para su reparación o, en casos más graves, pueden provocar daños irreversibles que llevan a incapacidades laborales. Ante esta problemática, es crucial desarrollar dispositivos médicos que puedan minimizar los riesgos para los trabajadores y ampliar sus capacidades.

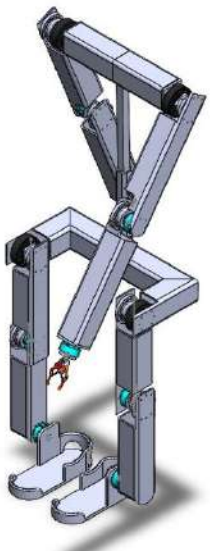


Imagen 5. Referencia de Exoesqueleto

Dentro de los objetivos generales del proyecto proponemos:

La creación y desarrollo de un exoesqueleto integral dirigido por inteligencia artificial que satisfaga los estándares de seguridad y confort, además de tener la capacidad de manipular con precisión cargas de hasta 50 kg.

Igualmente considerando los siguientes objetivos específicos:

- Diseñar un modelo 3D del exoesqueleto de cuerpo completo.
- Formular las ecuaciones para el sistema de control inteligente a ser implementado en el exoesqueleto.
- Simular el exoesqueleto diseñado con el sistema de control propuesto.
- Comparar los resultados del control PD clásico y el control inteligente.

- Integrar sensores EMG y EEG al sistema de control PD para permitir al usuario un manejo automatizado e inteligente del exoesqueleto.

El cumplimiento de estos requisitos tiene como objetivo la creación de un exoesqueleto para los miembros superiores. Este exoesqueleto estará equipado con sensores de EEG y EMG, permitiendo al usuario controlar en tiempo real los movimientos de los brazos. El propósito de este exoesqueleto de carga es asistir a los usuarios en entornos industriales para levantar cargas de hasta 50 kg con un esfuerzo mínimo, con el fin de reducir los problemas de espalda baja entre los trabajadores industriales.

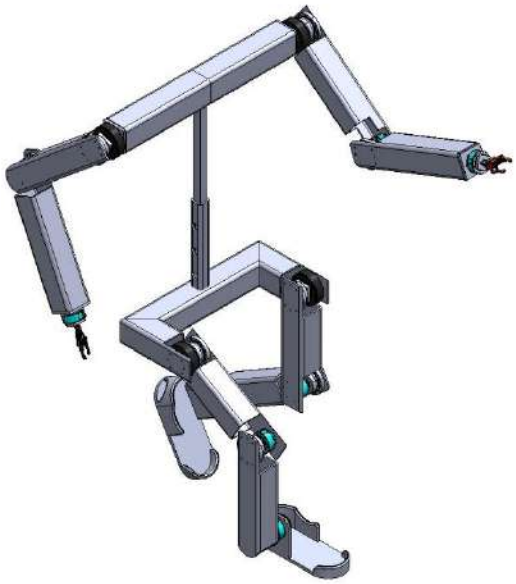


Imagen 6. Exoesqueleto en movimiento

Referencias

Del Cid, M. T. C. (2021). *La depresión y su impacto en la salud pública. Revista medica hondureña*, 89(Supl. 1), pag.46-52.

Gomero R. & Zevallos C., & Llap Yesan C. (2006). *Medicina del trabajo, medicina ocupacional y del medio ambiente y salud ocupacional. Revista Médica Herediana*, Vol.17(2), pag.105-108.

Sanz, R. (1990). *Arquitectura de control inteligente de procesos*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

Luque, S., & María, I. (2009). *Estudio de la morfología del cuerpo vertebral en una L4 humana con modelos de remodelación ósea interna y externa*. Esc. Técnica Super. Ing. Sevilla, pag. 30-37.

¿Qué son las técnicas no lineales y como implementarlas en la medicina?

A. M. Aguilar-Molina, A. Muñoz-Diosdado, R. I. Rojas-Jiménez, E. Miguel-Gómez, J. B. García-Bustamante, X. P. Rojas Montaño, J. A. Zamora Justo
Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI-IPN, Ciudad de México, México
anafrom@hotmail.com

Empecemos por describir **¿Qué es un sistema?** Un sistema es definido como un conjunto de elementos que interactúan o que se relación entre sí, trabajando en conjunto para lograr un objetivo. Existen muchos ejemplos entre los cuales se encuentra el sistema circulatorio, el sistema solar (ver Figura1), entre otros muchos.

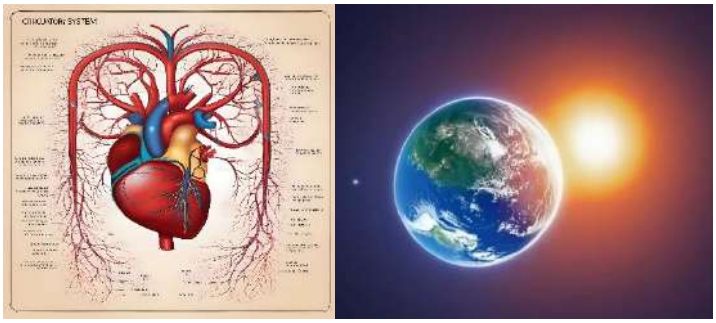


Figura1. Sistema circulatorio y sistema solar.

Pero **¿Qué es un sistema complejo?** Imagina que vas manejando en la Ciudad de Mexico (ver Figura 2) y es la hora pico, eso significa que el tráfico aumenta debido al incremento de carros en las calles teniendo que interactuar con los conductores, sus estados de ánimos y las señales de tráfico. Todo ellos e incluyéndote forman parte de los elementos del sistema complejo. Ahora bien, cada conductor tiene un comportamiento individual, es decir, pretenden llegar a un lugar determinado, pero las acciones de cada uno influyen en las acciones de las otras personas. **¿Qué significa eso?** Si uno de ellos o tú provocara un accidente perjudicarían el tránsito, haciendo que los conductores lleguen tarde a sus destinos e incluso algunos no lleguen a sus trabajos, escuelas, etc. Por lo tanto, los conductores se tienen que adaptar al entorno y resulta difícil predecir el comportamiento colectivo[1].

Figura 2. Tráfico en la ciudad.

[1] Bossomaier & Green 2000; Ladyman et al. 2013; Northrop 2010

Entonces, podemos decir que un sistema complejo es un conjunto de muchos elementos, que interactúan de forma **no lineal**, ya que son difíciles de entender y predecir. Actualmente no existe una definición unificada de lo que es un sistema complejo.

¿A qué se refiere el termino no lineal? Si regresamos al ejemplo del tráfico, podemos decir que el desconcierto del comportamiento de los elementos conduce a resultados más grandes o pequeños de lo esperado dependiendo de su interacción. En este ejemplo un choque detendría momentáneamente el tránsito mientras que otro evento como reparar un bache (ver Figura 3) puede provocar un embotellamiento en horas pico, es decir, tratar de controlar y predecir lo que sucederá es imposible, ya que pequeños cambios en el sistema, en este caso el tráfico vehicular, puede producir efectos imprevistos y desproporcionados.

Figura 3. Reparación de Bache.

Ahora que tienes mayor noción sobre un sistema complejo te contaremos que estos se encuentran en muchas áreas de la ciencia incluyendo la física, la biología, la economía, la sociología, la ecología, la informática, la medicina, geofísica, etc.

Existen muchos ejemplos sobre los sistemas complejos como: los terremotos, el comportamiento de las aves, el tráfico, ecosistemas, epidemias, el internet, las ciudades, etc.

¿Como estudian los científicos estos sistemas?

Las técnicas no lineales son un conjunto de métodos que se utilizan para estudiar principalmente sistemas que muestran comportamientos no lineales. Algunas técnicas son: Análisis de series temporales, teoría del caos, modelado no-lineal, dinámica de sistemas, redes complejas, análisis multifractal, etc.

Por lo general los sistemas complejos presentan propiedades fractales. Pero **¿Qué es un fractal?** Los fractales (del latín fractus, irregular) son objetos que presentan la misma estructura al variar indefinidamente la escala de observación, esta característica de los fractales se llama autosimilitud. Además de tener dimensión fractal, es decir, su dimensión ya no es entera como en el caso de la geometría euclidiana sino es un número fraccionario[2].

Un ejemplo de fractal y autosimilitud lo encontramos en las nubes, el brócoli, los helechos, los pulmones, las montañas (ver Figura 4), etc. **¡Ellos se encuentran en**

[2] E. Braun 2006; Talanquer 1996

todas partes! Su descubrimiento se debe al matemático Mandelbrot quien les dio su nombre y a quien se le considera como el padre de los fractales[3].

Figura 4. Ejemplos de fractales: las nubes, brócoli, helecho, pulmones y montaña.

Aparte de encontrarlos en la naturaleza estos objetos también pueden ser generados matemáticamente por algoritmos. Ejemplos de ellos son el conjunto de Mandelbrot, Conjuntos de Julia, triángulo de Sierpinski, Curva de Koch y Conjunto de Cantor (ver Figura 5).

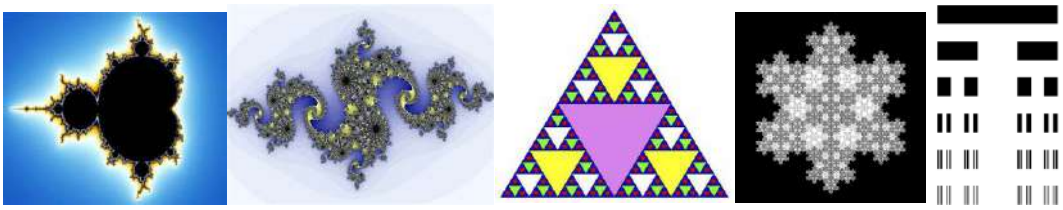


Figura 5. Ejemplos de fractales matemáticos: Mandelbrot, Conjuntos de Julia, triángulo de Sierpinski, Curva de Koch y Conjunto de Cantor.

Estos fractales fueron desarrollados mucho antes de que Mandelbrot les diera su nombre e incluso eran conocidos como monstruos matemáticos para esa época, pero sus descubrimientos no causaron gran sensación ni se conocían sus propiedades fractales.

Los fractales se clasifican en dos clases monofractal y multifractal. Pero **¿Qué es eso de monofractal y multifractal?** Los monofractales se caracterizan por tener una sola dimensión fractal mientras que los multifractales están compuestos por muchas dimensiones fractales. Eso significa que los monstruos matemáticos son monofractales porque al cambiarles indefinidamente su escala siempre presentan la misma dimensión fractal (conjunto de Mandelbrot es **1.33**, triángulo de Sierpinski es **1.58**, Curva de Koch es **1.26** y Conjunto de Cantor es de **0.63)**. Ahora bien, los multifractales al cambiarles las escalas estadísticamente son iguales, pero en cada ampliación tienen distinta dimensión fractal, eso significa que están formados por un conjunto de fractales. Un ejemplo de multifractales lo podemos observar en las ramas de los árboles (ver Figura 6). Aunque pareciera que al observar la rama del

[3] E. Braun 2006; Talanquer 1996

árbol en una y otra escala es la misma estadísticamente no tienen la misma dimensión fractal.

Figura 6. Las ramas de los arboles son ejemplos de los multifractales.

Dato curioso: Aunque pareciera que es posible tener una dimensión exacta de los fractales, es bien conocido que no es posible obtener un valor real ni aún con los sistemas de cómputo con los que contamos actualmente, pero sí podemos obtener un valor cercano.

En medicina, las series de electrocardiogramas (**ECG**) que son el registro de la actividad eléctrica del corazón, presentan este tipo de comportamiento y de ahí su interés en estudiarlo. Se dice que si un sistema es fractal está asociada con la complejidad del sistema. Así podemos observar que la heterogeneidad de los latidos del corazón sano de la persona (ver Figura 7 a)) es un ejemplo de multifractal y en el caso del paciente con CHF (ver Figura 7 b)) la homogeneidad de los latidos del corazón está caracterizada por ser monofractal.

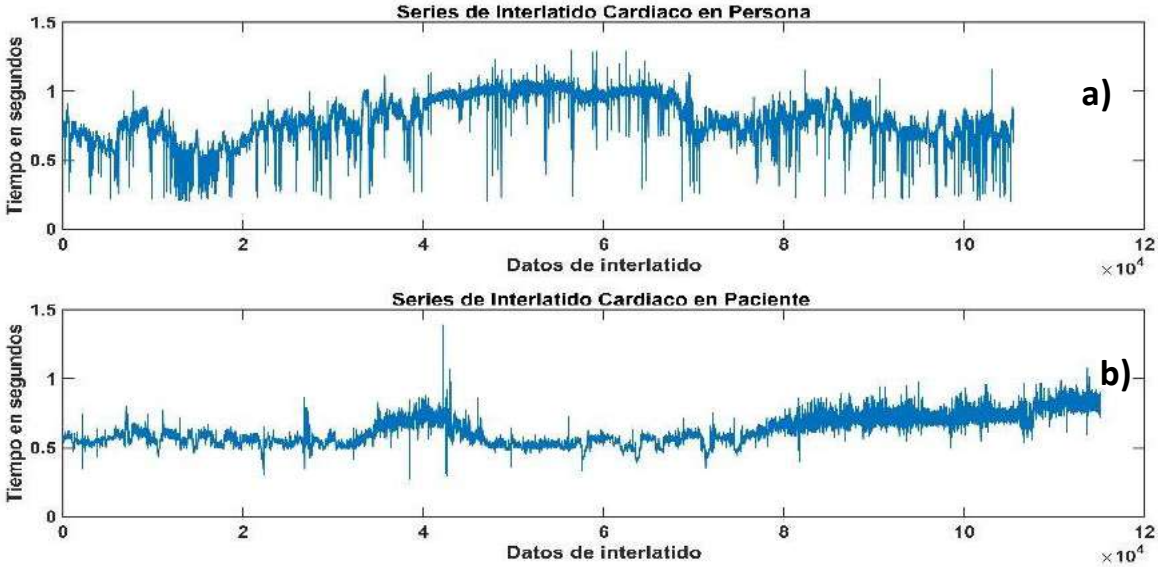


Figura 7. Ejemplo de series de Interlatido cardiaco o RR de una persona sana y un paciente con CHF.

¿Qué significa CHF?

La Insuficiencia Cardiaca Congestiva o bien CHF (ver Figura 8, es una enfermedad cardiaca que debilita al músculo cardíaco provocando que el corazón no pueda bombear suficiente sangre a los órganos de nuestro cuerpo para realizar sus actividades. Los cardiólogos utilizan la escala NYHA para clasificar el daño producido por la CHF al corazón. Esta se compone de cuatro clases. Desde la clase uno donde el paciente no tiene sintomatología hasta la cuarta caracterizada por la presencia constante de síntomas[4].

Figura 8. Corazón con CHF.

Y ¿por qué la importancia de estudiar los ECG?

Ellos muestran gran variabilidad en su comportamiento dependiendo de la persona, su edad, estado de salud, sexo, si hacen ejercicio o son sedentarios, es decir, cada registro de ECG es único y proporciona información a los médicos y cardiólogos acerca del estado de salud de las personas. Además, es una herramienta que permite detectar oportunamente algún infarto que se esté desarrollando o algún tipo de cardiopatía presente.

¿Cómo se toma el registro de ECG?

El registro comienza colocando los electrodos en tu piel como se observa en la Figura 9, para eso existe un proceso de preparación de tu piel. Para que no se despeguen con facilidad los electrodos, se limpia la zona con alcohol y en caso de tener vello en el pecho se procede a rasurar solo las zonas donde se colocarán los electrodos. Entonces se conectan a un monitor Holter donde la señal es grabada. El Holter es un dispositivo electrónico que adquiere y digitaliza el electrocardiograma y que además permite el monitoreo continuo del ECG durante 24 horas[5].

¿Sabías que? Gracias al desarrollo de la tecnología, el Holter que utilizamos es un aparato pequeño que se puede llevar a todas partes, anteriormente la toma del ECG era por medio de aparatos de dimensiones grandes, voluminosos y pesados que dificultaban su uso, además de ser excesivamente costosos. Ahora entiendes como la tecnología puede trabajar a nuestro favor.

[4] Ana María Aguilar Molina et al. 2019; P. Ivanov et al. 1999; Quinn 2006; Salcedo-Martínez et al. 2021a; 2021b

[5] Roberts & Silver 1983

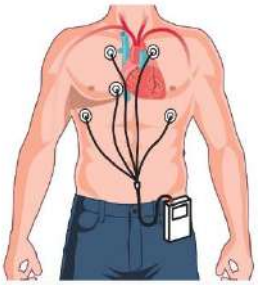


Figura 9. Colocación del Holter y electrodos. Imagen tomada de cardiologialosmochis.com.

Entonces, **¿Por qué el corazón es un sistema complejo?**, **¿Dónde encontramos la complejidad?**

Esto es fácil de contestar, si recuerdas un sistema complejo es un conjunto de elementos que interactúan entre sí de manera no lineal. En este caso el sistema está formado por tu cuerpo, órganos, emociones, alimentación, tu higiene del sueño, estrés del día, si eres sedentario o deportista, tu salud mental (ver Figura10), etc. Todas esas variables te ayudan a permanecer vivo. Imagina que hoy tienes que presentar un examen oral muy difícil y se te ocurrió estudiar para ese examen un día antes. Puedes sentir en la noche el estrés, el insomnio generado por tu ansiedad, la falta de apetito, etc. lo que ocasiona que al día siguiente en la mañana te despiertes tarde, tengas que apresurarte para llegar a tu destino y no solo eso, tu mala condición física no te permite correr rápido por lo que terminas llegando tarde al examen; al final esto hace que llegues a tener una mala calificación. Si durante el examen se te toma tu ECG podrías notar taquicardias o algunos latidos anormales como consecuencia de tu mal desempeño durante la prueba y el estrés.

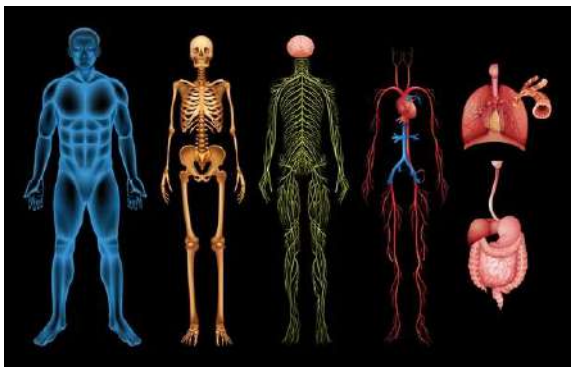


Figura 10. Se muestran algunas componentes del sistema que conforma al cuerpo humano. Figura tomada de depositphotos_26395275-Human-body-systems.jpg.

Ahora bien, vamos a cambiar algunas componentes del ejemplo, imagina que eres deportista y que estudias para el examen con anticipación, sólo con cambiar esos dos elementos podemos inferir que un día antes del examen dormirás bien. Te despiertas temprano y llegas a tiempo al examen. Si se te hiciera la toma de ECG

probablemente no se observarían latidos anormales o arritmias como la taquicardia, ya que tendrías la confianza por haber estudiado.

Como en el ejemplo anterior, notarás que muchas cosas pasan en tu entorno y al cual tu cuerpo se tiene que adaptar, por lo tanto, el registro de ECG no puede ser el mismo en cada toma, ya que, depende de factores endógenos y exógenos; esta característica es lo que hace que el ECG sea considerado un sistema complejo. El ejemplo está basado en factores exógenos, es decir, elementos externos a tu cuerpo que lo afectan. Los factores endógenos son aquellos elementos que provienen del propio cuerpo que lo afectan, ejemplo de ello puede ser un dolor, tener gastritis, desbalance hormonal, etc.

¿Qué técnica usamos para estudiar este tipo de series de ECG?

Nuestro equipo de trabajo usa distintos métodos de la teoría-no lineal como son: Exponente de Hurst, Dimensión fractal de Higuchi, Análisis de fluctuaciones sin tendencia (DFA), análisis multifractal o el método DFA-Multifractal, entre otros. En este trabajo centraremos nuestra atención en el análisis multifractal. Referimos al lector a leer nuestros trabajos para profundizar en las demás técnicas [6].

La metodología que usamos para generar los espectros multifractales es la del algoritmo desarrollado por **Chabbra y Jensen**[7]. Ellos desarrollaron un método para el cálculo directo del espectro multifractal que nuestro equipo programó en un software llamado MATLAB y sin intervención de otros cálculos más difíciles que pueden dificultar el proceso de su obtención.

Y, **¿Qué se obtiene con este algoritmo?**

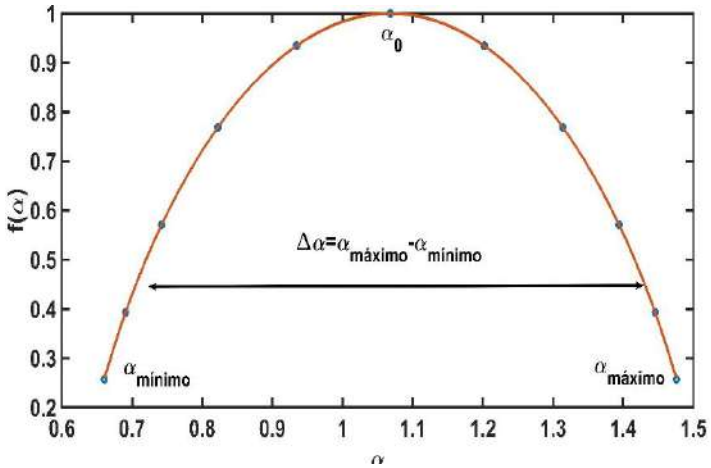


Figura 11. Espectro multifractal.

Los espectros multifractales son curvas como la que se muestra en la Figura 11. En algunos casos esta curva se parece mucho a una parábola invertida y permite conocer la complejidad de la serie de ECG.

En realidad, los científicos se centran en estudiar las series RR que se obtienen de la grabación de ECG.

[6] A. M. Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al. 2019; A. M. Aguilar Molina, Rojas Jiménez, et al. 2019; A. M. Aguilar Molina et al. 2020; Ana María Aguilar Molina et al. 2019; Muñoz Diosdado et al. 2014; Salcedo-Martínez et al. 2021a; Solís Montufar et al. 2020

[7] A. B. Chhabra et al. 1989; A. Chhabra & Jensen 1989

¿Qué son las series RR? Y ¿Por qué resultan ser tan importantes?

Las series RR también llamados tacogramas, están formados por los picos RR de un ECG. Pero, Te estarás preguntando **¿Qué es eso de los puntos RR de un ECG?** Bueno hasta ahora se te ha hablado de su importancia, la forma de grabarlo y su función en la medicina, pero no te hemos hablado del trazo que lo representa el cual está formado por las letras P, Q, R, T, S, U (Generalmente en la bibliografía no se considera a la onda U) (ver Figura12).

¡Si!, Efectivamente, es el trazo que observas en la televisión cuando sale alguna escena de Hospital. El trazo que te mostramos es el de una persona sana y corresponde a un latido de tu corazón. Como se puede observar en la Fig. 12, la letra R representa el pico más alto en el complejo QRS. **¿Ya localizaste el punto R, verdad?**

Entonces decimos que la señal RR representa la variabilidad de la frecuencia cardíaca y que corresponde al tiempo entre dos puntos RR provenientes de dos latidos sucesivos, o más bien dicho, a la actividad completa donde el corazón se contrae y relaja (contracción auricular, relajación ventricular, contracción ventricular, relajación auricular ver Figura12). Debido a que la grabación de la serie RR es por un tiempo determinado se le llama serie de tiempo, ya que es un registro de datos numéricos.

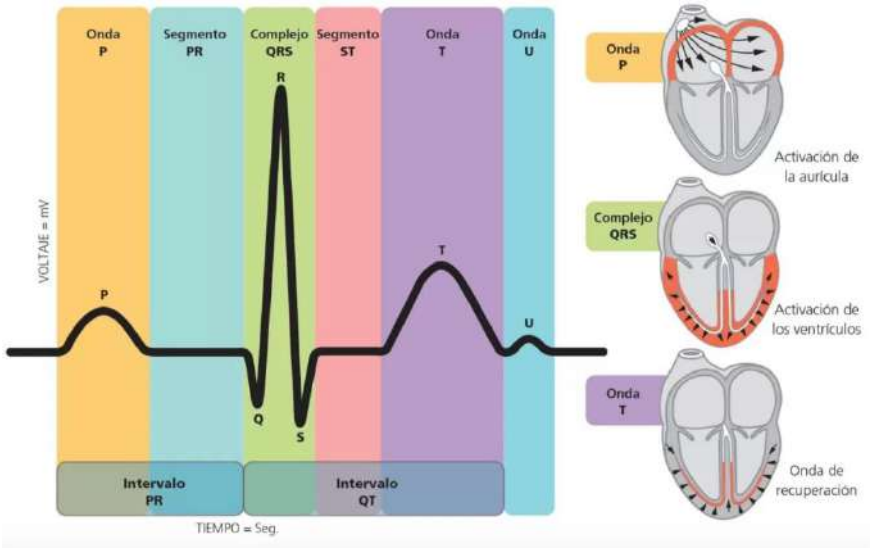


Figura 12. Trazo de electrocardiograma de una persona sana. Visualización de la onda correspondiente a cada ciclo en el corazón. Figura tomada de clinicadac.com.

En la Figura13 observamos la serie RR de una persona joven de 20 años al realizar un protocolo que involucra etapa de reposo y actividad física.

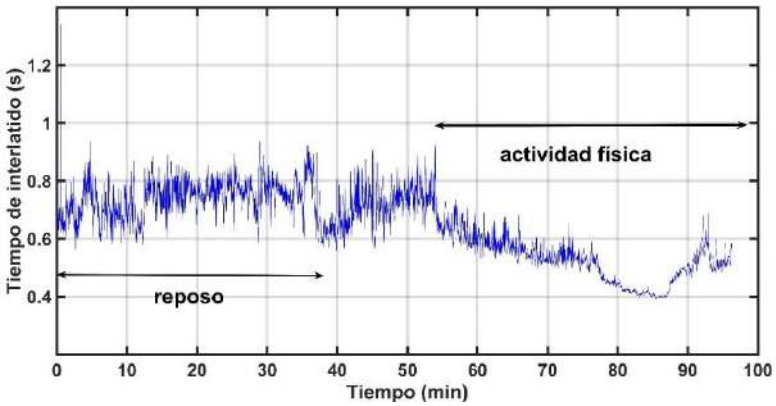


Figura 13. Se muestra una serie RR, Serie de Interlatido cardiaco o tacograma de un joven de 20 años.

Después de esta breve interrupción continuemos hablando de los espectros multifractales. A partir de ellos es posible conocer la complejidad del sistema. Te preguntarás **¿Cómo se hace eso?** Cuando obtenemos la curva (ver Figura11) se miden unos parámetros que nos permiten extraer información de la serie RR. Si regresas y observas la Figura 11 podrás notar las variables $\alpha_{mínimo}$(valor mínimo del espectro multifractal), $\alpha_{máximo}$(valor máximo del espectro multifractal) y α_0(valor central del espectro multifractal) con esos datos se pueden calcular los parámetros ancho Eq.1, simetría Eq.2 y curvatura[8]:

$$\Delta\alpha = \alpha_{max} - \alpha_{min} \ , \qquad (1)$$

$$r = \left|\frac{\alpha_{max}-\alpha_0}{\alpha_0-\alpha_{min}}\right|, \qquad (2)$$

el parámetro de simetría cuantifica el sesgo preferencial del espectro multifractal, para $r > 1$ el espectro se sesga a la derecha, para $r < 1$ el espectro se sesga a la izquierda y por último si $r = 1$ el espectro es simétrico.

Aplicando lo anterior al ejemplo de la Figura 13. El protocolo que se utilizó para la grabación de ECG es un reposo de 30 minutos y tres etapas de actividad física de 10 minutos cada una como se observa en la tabla.

Extrajimos de la serie RR subseries del reposo y de cada una de las etapas de ejercicio. Después, usamos nuestros algoritmos programados en Matlab y calculamos los espectros multifractales para cada una de las etapas (ver Figura 14).

[8] Ana María Aguilar Molina et al. 2019

Etapa	Duración (s)	Velocidad (Kmh)	Elevación (%)
E1	600	3.2	3.5
E2	600	3.2	10.5
E3	600	3.2	14.0

Tabla1. Mostramos el protocolo formado por 3 etapas de actividad física y un reposo inicial.

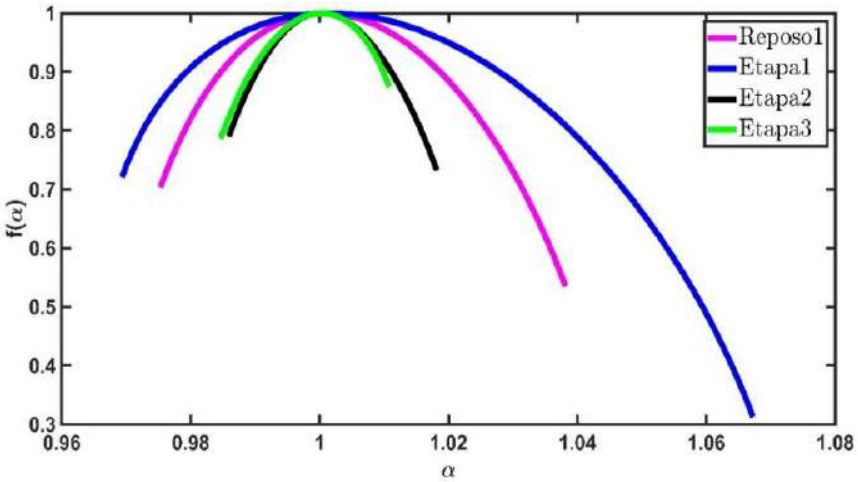


Figura14. Espectros multifractales de la etapa de reposo y ejercicio.

En este ejemplo podemos notar como el ancho del espectro se va estrechando a medida que la actividad física es más vigorosa. En este caso podemos notar que la persona es sedentaria, ya que su espectro se estrecha de forma rápida al realizar la actividad física. Otro dato curioso es que sus espectros desde el inicio de la prueba se sesgan a la derecha, ya que r>1. En la etapa 2 el espectro tiende a ser casi simétrico, pero en la última etapa tal vez por el cansancio se sesga a la izquierda. Ver los valores de Δα en Tabla 2.

	Δα	**r**	**K**
Reposo	0.063	2	581.496
Etapa 1	0.098	1.5	284.85
Etapa 2	0.032	1.3	1514.87
Etapa 3	0.026	0.67	1612.4

Tabla 2. Valores de Δα, r y K en el reposo y en las diferentes etapas.

Notas cómo los parámetros anchos y la simetría nos dan información de la complejidad de la serie, es decir, si el espectro es estrecho se pierde la complejidad, en caso contrario se dice que es complejo. Si el espectro se sesga a la izquierda la serie pierde complejidad mientras si es a la derecha resulta ser compleja. El concepto de complejidad está relacionado con la forma en que se comportan los datos de la serie RR, es decir, si están relacionados o no[9].

El concepto de medir la curvatura alrededor del máximo del espectro fue introducido por nuestro equipo de trabajo a la literatura. Este parámetro es un descriptor más exacto que los anteriores [10].

¿Qué es la curvatura?

Figura 15. Curva amplia en la carretera y curvatura cerrada en la carretera. Figura tomada de latamautos.com.

Supongamos que vas viajando en carretera y te encuentras una curva, dependiendo, si ésta es ancha tendrá una curvatura menos pronunciada te verás en la necesidad de reducir un poco la velocidad para no sufrir un accidente, pero **¿Qué pasa si esta es muy estrecha?** En este caso tendrás una curvatura más pronunciada por lo que la reducción de tu velocidad en este caso tendrá que ser más significativa que la anterior y tendrías que poner mayor atención para evitar que pierdas el control del vehículo.

Figura 16. Se muestra el radio de la curvatura de una curva estrecha y otra amplia.

[9] P. Ivanov et al. 1999; P. C. Ivanov et al. 2002; Stanley et al. 2000
[10] Ana María Aguilar Molina et al. 2019

En matemáticas, el radio de curvatura es el radio de la circunferencia que se dibuja imaginariamente en un punto tangente a la curva (ver Figura 16), esto significa que cuando el radio de la curva es grande se dice que la curvatura es más amplia. Cuando el radio de la curva es pequeño, la curva es más pronunciada[11].

Aplicando el concepto anterior a los espectros multifractales en la Figura 16 se muestran dos de ellos, uno ancho y otro estrecho. Si dibujamos una circunferencia alrededor del máximo de la curva notamos igualmente que la definición que el radio de la circunferencia es mayor para curvas amplias y contrariamente radios pequeños para la curva estrecha o lo mismo que la curvatura toma valores más grandes para curvas estrechas que para amplias.

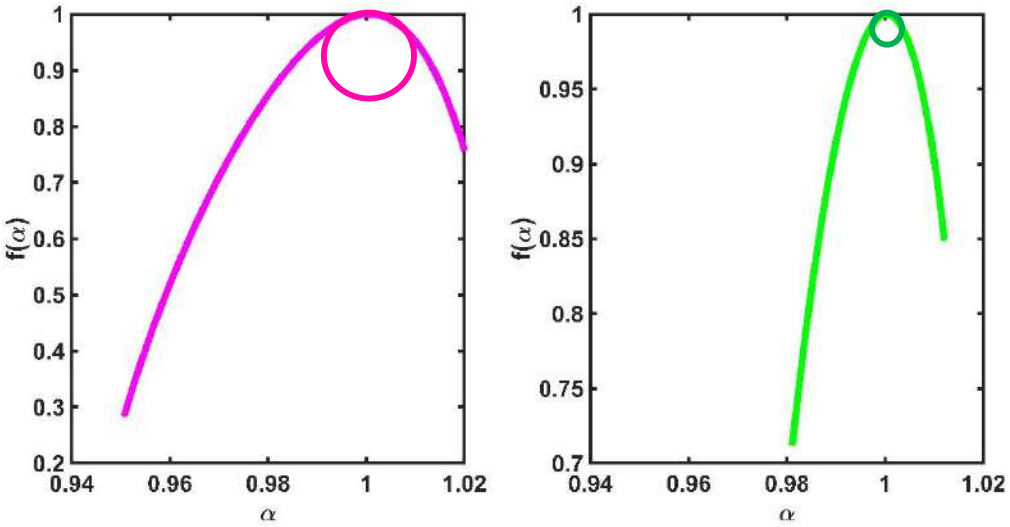


Figura 17. Radio de curvatura dibujado en dos espectros multifractales, uno amplio y el otro estrecho.

Entonces si calculamos el valor de la curvatura alrededor del máximo de los espectros del ejemplo presentado obtenemos (ver Figura 14). Los valores de la curvatura se observan en la Tabla 2.

En la figura observamos como el valor de la curvatura incrementa con cada etapa de la prueba, eso confirma que, a más velocidad durante la prueba, el espectro multifractal se va estrechando.

Ahora entiendes, **¿Por qué la importancia de estudiarlos?**

Este tipo de técnicas nos caracterizan las series RR que se obtienen de ECGs y nos proporcionan información, de ahí su importancia estudiarlas. Finalmente, podrás darte cuenta de que al desarrollar este tipo de investigación se requiere que conozcas muchos conceptos avanzados y uses distintas herramientas matemáticas y de programación. Por lo que te animamos a que sigas estudiando porque así se

[11] Varberg et al. 2000

pueden dominar tanto los conceptos como las herramientas matemáticas y computacionales.

El hecho de que se cuenten con herramientas matemáticas que proporcionen información de este tipo de series de tiempo en la medicina, proporciona un apoyo al médico o cardiólogo, ya que se estudia de manera más detallada y precisa la variabilidad de la frecuencia cardiaca proporcionando un resultado más preciso acerca de la condición física del paciente. Y no solo eso, también si se logra desarrollar una herramienta matemática con distintas técnicas no lineales para estudiar las series RR se podrían detectar oportunamente problemas cardiacos, estudiar la evolución de alguna cardiopatía, etc.

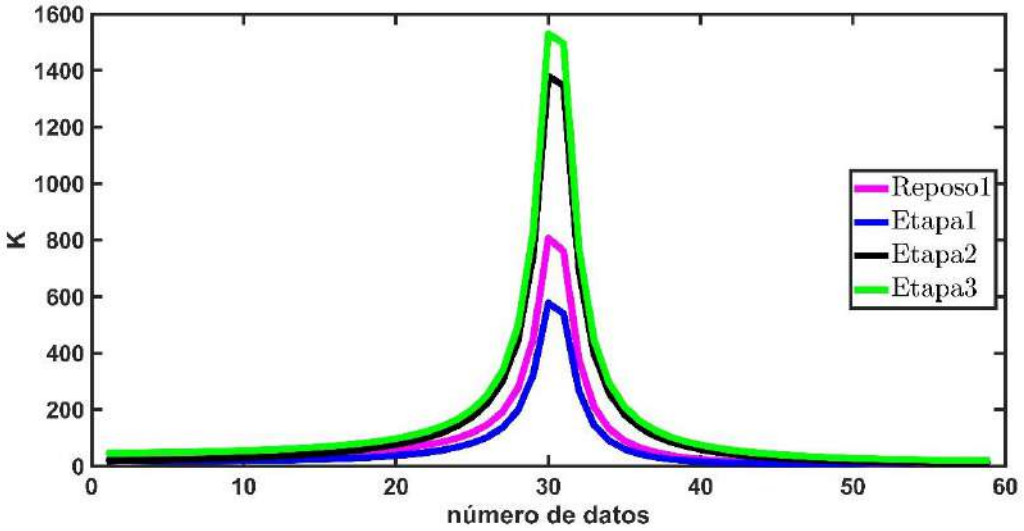


Figura 18. Curvatura calculada de cada etapa del protocolo mostrado.

Si a ti te gustaría conocer la condición de tu corazón, nosotros te ayudamos. **La Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología (UPIBI) del Instituto Politécnico Nacional cuentan con la infraestructura necesaria para la toma de ECG, nuestro protocolo incluye etapa de reposo y actividad física** independientemente de su estado de salud y condición física. El objetivo es grabar una parte en reposo y otra durante la actividad física, porque muchas enfermedades cardiovasculares sólo se detectan cuando el corazón está sometido a estrés. ¡Anímate y ven!

El análisis lo realizamos con técnicas no-lineales. Te invitamos a que vengas a la Academia de Matemáticas Fundamentales de UPIBI y elijas el protocolo que más se adapte a tus necesidades de salud.

¡TE ESPERAMOS!

Teléfono: **55 5729 6000 Ext.56493**

Referencias

Aguilar Molina, A. M., Muñoz Diosdado, A., & Angulo Brown, F. (2019). *Series de tiempo de sistemas complejos basados en una nueva metodología* [Instituto Politécnico Nacional]. http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/29627

Aguilar Molina, A. M., Muñoz Diosdado, A., & Angulo Brown, F. (2020). *Análisis fractal y multifractal de señales de interlatido cardiaco de pacientes con falla cardiaca y síndrome metabólico* [Instituto Politécnico Nacional]. http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/28455

Aguilar Molina, A. M., Rojas Jiménez, R., & Muñoz Diosdado, A. (2019). Multifractal analysis of ECG time series of stress tests in healthy subjects. *AIP Conference Proceedings*, *2090*, 050001/1-050001/4. https://doi.org/10.1063/1.5095916

Aguilar Molina, Ana María, Angulo Brown, F., & Muñoz Diosdado, A. (2019). Multifractal Spectrum Curvature of RR Tachograms of Healthy People and Patients with Congestive Heart Failure, a New Tool to Assess Health Conditions. *Entropy*, *21*(6), 581. https://doi.org/10.3390/e21060581

Bossomaier, T. R. J., & Green, D. G. (2000). *Complex Systems* (T. R. J. Bossomaier & D. G. Green, Eds.; First, Vol. 1). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511758744

Braun, E. (2006). *CAOS, FRACTALES Y COSAS RARAS* (Eliezer Braun, Ed.; PRIMERA). Fondo de Cultura Económica.

Chhabra, A. B., Meneveau, C., Jensen, R. V., & Sreenivasan, K. R. (1989). Direct determination of the f (a) singularity spectrum and its application to fully developed turbulence. *Physical Review A*, *40*(9), 5284–5294. https://doi.org/10.1103/PhysRevA.40.5284

Chhabra, A., & Jensen, R. V. (1989). Direct Determination of the f (c) Singularity Spectrum. *Physical Review Letters* , *62*(12), 1327–1330. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.62.1327

Ivanov, P., Amaral, L., Goldberger, A., Havlin, S., Rosenblum, M. G., Struzik, Z. R., & Stanley, H. E. (1999). Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature*, *399*(6735), 461–465. https://doi.org/10.1038/20924

Ivanov, P. C., Goldberger, A. L., & Stanley, H. E. (2002). Fractal and Multifractal Approaches in Physiology. En A. Bunde, J. Kropp, & H. Joachim Schellnhuber (Eds.), *The Science of Disasters* (1a ed., Vol. 1, pp. 218–257). Springer. https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-642-56257-0_7

Ladyman, J., Lambert, J., & Wiesner, K. (2013). What is a complex system? En *European Journal for Philosophy of Science* (Vol. 3, Número 1, pp. 33–67). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/s13194-012-0056-8

Muñoz Diosdado, A., Ramírez Hernández, L., Aguilar Molina, A. M., Zamora Justo, J. A., Gutiérrez Calleja, R. A., & Virgilio González, C. D. (2014). Multifractal analysis and the NYHA index. *AIP Conference Proceedings*, *1626*, 155–158. https://doi.org/10.1063/1.4901382

Northrop, R. B. (2010). *Introduction to Complexity and Complex Systems.* CRC Press.

Quinn, C. E. (2006). *100 questions and answers about congestive heart failure* (Jones and Bartlett, Ed.; 1 st, Vol. 1). Jones & Bartlett Learning.

Roberts, W. C., & Silver, M. A. (1983). Norman Jefferis Holter and Ambulatory ECG Monitoring. *The American Journal of Cardiology* , *57*(7), 903–906.

Salcedo-Martínez, A., Zamora-Justo, J. A., & Muñoz-Diosdado, A. (2021a). Analysis of the Hurst exponent in RR series of healthy subjects and congestive patients in a state of sleep and wakefulness and in healthy subjects in physical activity. *AIP Conference Proceedings*, *2348*. https://doi.org/10.1063/5.0051138

Salcedo-Martínez, A., Zamora-Justo, J. A., & Muñoz-Diosdado, A. (2021b). Analysis of the Hurst exponent in RR series of healthy subjects and congestive patients in a state of sleep and wakefulness and in healthy subjects in physical activity. *AIP Conference Proceedings*, *2348*. https://doi.org/10.1063/5.0051138

Solís Montufar, E. E., Gálvez Coyt, G., & Muñoz Diosdado, A. (2020). Entropy Analysis of RR-Time Series From Stress Tests. *Frontiers in Physiology*, *11*, 981. https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00981

Stanley, H. E., N Amaral, L. A., Goldberger, A. L., Havlin, S., Ivanov, P. C., & Peng, C. K. (2000). Monofractal and Multifractal Approaches to Complex Biomedical Signals. *AIP Conference Proceeding*, *502*(1), 133–145. https://doi.org/https://doi.org/10.1063/1.1302377

Talanquer, Vicente. (1996). *Fractus, fracta, fractal: fractales, de laberintos y espejos* (V. Talanquer, Ed.; Primera). Fondo de Cultura Económica.

Varberg, D., J. Purcell, E., & E. Rigdon, S. (2000). *Calculus, Analysis* (Prentice Hall, Ed.; 8th ed.). Upper Saddle River, N.J.

Principio del superviviente: las matemáticas detrás de la estrategia de mujeres piloto

Camila Danahé Herrera Carrillo, Leilany Maritza Burciaga Ortega, Claudia Gisela Espinosa
Facultad de Ciencias Exactas UJED
1152099@alumnos.ujed.mx, 1084207@alumnos.ujed.mx, claudia.espinosa@ujed.mx

¿Conoces a las mujeres piloto que participaron en la Segunda Guerra Mundial?

Las mujeres somos importantes en el protagonismo de la historia. Sin embargo, a un gran número de mujeres no se les ha dado el reconocimiento que merecen. En diversos campos del saber las aportaciones que las mujeres dieron y ejecutaron como profesión o compromiso hacia la sociedad, no se han puesto en primer plano y más aún no han sido consideradas relevantes sido para visibilizarlo.

A partir del 2009, el segundo martes de octubre, se celebra *El día de Ada Lovelace* para visibilizar el trabajo de las mujeres en áreas STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, por sus siglas en inglés) con la intención de fortalecer la importancia del rol de la mujer en la Ciencia se alienta a niñas y mujeres adolescentes a continuar sus estudios en ciencia de datos, computación, ingeniería y matemáticas.

En el marco de los festejos mundiales del Día de Ada Lovelace, se llevó a cabo la 2° Jornada de Talleres STEM destinada a niñas y mujeres adolescentes, de manera simultánea en diferentes localidades de Latinoamérica. En México, el estado de Durango a través de la Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED) fue la única sede teniendo a la Facultad de Ciencias Exactas (FCE) como la responsable de la actividad. Mediante un grupo de mujeres catedráticas y estudiantes de la licenciatura en matemáticas, quienes tomaron el papel de Guías. Se realizaron actividades de divulgación en el área de las matemáticas acerca de la historia académica y profesional de Ada Lovelace, así como una actividad acerca del “principio del sobreviviente” en donde se resalta el valor y conocimiento de Mujeres Piloto de la Segunda Guerra Mundial.

Dos momentos importantes para la historia de las mujeres piloto

Teniendo la oportunidad y el privilegio de hacer visible la historia, la inteligencia y la valentía de Mujeres Piloto, se rediseñó una actividad de matemáticas sobre “el principio del sobreviviente, para tal efecto se consideró la historia de las mujeres piloto, así como la historia de donde surge dicho principio, de tal manera que se

resalte, a partir de un enfoque matemático, la importancia de la labor y le logro de las mujeres que participaron como pilotos en la Segunda Guerra Mundial.

La actividad presentada a las niñas se dividió en dos momentos; en el primero se presenta la historia de las Mujeres Piloto que participaron en la Segunda Guerra Mundial y en el segundo se presenta la parte matemática a través de una actividad con avioncitos, a la que se le dio el nombre “Mujeres y Matemáticas por los cielos”.

Para recibir a las niñas en las instalaciones de la FCE, se preparó el espacio, se adecuó para que se trabajara de manera libre y cómoda. El aula fue cubierta por fotos en donde aparecen algunas mujeres piloto que participaron en la Segunda Guerra Mundial, esto para que las niñas al entrar observaran y conocieran a estas mujeres. Se colocaron nueve mesas en el aula, seis para los equipos en, a cada equipo se le colocó un letrero con un número de División (base aérea).

Las Divisiones fueron asignadas para dar continuación a lo que nos dice la historia, esto es; cuando las mujeres se incorporaron a la Segunda Guerra Mundial se crearon tres regimientos llamados División 586, 587 y 588. Tomando en cuenta esta información y con la intención de hacer a las niñas parte del espacio en cada mesa se les asignó un número de División que da continuidad a los anteriores y así, hacer alusión a que las niñas pertenezcan a estos regimientos, comenzando por la División 589 hasta la División 594.

Frente a las mesas correspondientes a las divisiones se colocaron dos mesas, en donde se ubicaron las 6 zonas que hacían alusión a las zonas de ataque, que llevaron por nombre: delta, epsilon, zeta, alfa, beta y gamma.

En el centro del salón se colocó la mesa con el equipo correspondiente para la conexión con las sedes de Latinoamérica que de manera sincrónica estaban participando.

Momento 1: Historia de las mujeres piloto de la Segunda Guerra Mundial

La primera parte de la actividad fue presentarles a las niñas la historia de las mujeres pilotos que participaron en misiones militares. Para ello se consideró exponerles por medio de diapositivas los hechos más importantes, desde cómo fue el reclutamiento para diversas misiones, hasta cómo se les reconoció ante la sociedad por su valentía (González, 2019; Huguet, 2014 y Moncó, 2018).

La historia es la siguiente:

> Durante la Segunda Guerra Mundial hubo escasez de pilotos, lo cual obligó a crear un programa que permitiera a las mujeres pilotar aviones de guerra.
> En Inglaterra en el año de 1940 la Real Fuerza Aérea necesitaba con urgencia pilotos, ya que se encontraba en el momento más difícil del conflicto y disponían de una mayor cantidad de aviones que de pilotos, así que buscan desesperadamente

reclutar mujeres pilotos que ayudaran al traslado de los aviones a los hangares. Aun con las medidas anteriores, la cantidad tanto de mujeres como de hombres pilotos era insuficiente por lo que el gobierno británico buscó la ayuda de su gran aliado Estados Unidos de América.

Un programa militar de Estados Unidos recluta, por primera vez, a 29 mujeres piloto que ayudarían al traslado de aviones, traslado de personal militar, en vuelos de prueba y entrenamiento a cadetes; estas mujeres fueron parte del Escuadrón de Transbordadores Auxiliares la WAFS. Más adelante, en el año de 1943 este escuadrón se fusiona con el Destacamento de Entrenamiento Volador de Mujeres WFTD de Inglaterra, para crear el Servicio de Mujeres Piloto de la Fuerza Aérea WASP, que además de las aportaciones mencionadas, también entrenaban pilotos y transportaban cargas de municiones, logrando reclutar a 1074 mujeres que daban su vida por el servicio a la Fuerza Aérea.

En Rusia, en junio de 1941 la situación se volvió crítica y desesperada, esto porque los alemanes sorprendieron al lanzar la operación “Barbarrosa” por lo que en octubre del mismo año se decretó una orden para que las mujeres se incorporaran a la Guerra, esto llevó a la creación de tres regimientos: la División 586, División 587 y la División 588, esta última llamada *Bombardeo Nocturno* con alrededor de 115 mujeres que eran conocidas principalmente como “*El terror”* porque tenían una gran visión nocturna, lo cual ayudó al derribe de grandes e importantes guaridas alemanas.

No fue sino hasta 2009, que se les reconoció a las mujeres de la WASP durante la presidencia de Barak Obama, quien se encargó de firmar una ley por la que se le otorgó a las WASP la Medalla de Oro del Congreso, el honor civil más importante que puede ofrecer Estados Unidos a las mujeres que dedicaron su vida al servicio militar, es decir, a la ayuda de su país.

Principio del sesgo del superviviente

El sesgo de selección, conocido como sesgo de supervivencia, es un término que se utilizó por primera vez durante la Segunda Guerra Mundial cuando buscaban proteger a las aeronaves enviadas a combate. Fue un matemático quien profundizó en el análisis de la “supervivencia” (Schneeweiss, 2005). Abraham Wald durante la Segunda Guerra Mundial recibió la visita inesperada del Servicio de Análisis del Ministerio de Defensa. El Centro de Análisis Naval había hecho un estudio de los daños sufridos por las aeronaves que regresaron de misiones bélicas, donde los puntos rojos en los aviones indicaban los impactos recibidos, y el objetivo era proteger las zonas de mayor probabilidad de daño para así reforzar la seguridad de los pilotos, minimizando los efectos sobre la estabilidad y la rapidez que tenían los aviones. El matemático observó que el análisis había sido interpretado al revés, se dio cuenta que el análisis del Servicio de Análisis del ministerio de Defensa sólo había considerado los aviones que sobrevivieron a las misiones, dejando de lado todos aquellos que habían sido derribados y no habían regresado a la base. Los agujeros que dejaban los impactos estaban, por tanto, en zonas en las que los

aviones podían permitirse recibir dichos impactos y regresar a salvo a la base. Las zonas que aparecían intactas en los aviones pertenecientes a la muestra eran exactamente las más críticas y en donde el impacto resultaba ser letal, por lo que necesitaban mayormente ser reforzadas.

Es así que desde entonces este problema es conocido como “sesgo de supervivencia”, dicho sesgo viene de considerar en un proceso únicamente a los elementos o personas que han sobrevivido, obviando la consideración de los desaparecidos por no ser observables en una muestra que ha dejado de ser representativa de la población.

Este sesgo está relacionado con la estadística en lo que se conoce como “efecto composición”, un efecto que se obtiene de la variación de los componentes de una muestra y que modifica las medidas centrales y de dispersión, lo que provoca dañar o falsear el análisis.

Segundo momento: Mujeres piloto con matemáticas

La segunda parte de la actividad consistió en presentar la parte matemática de la historia de las mujeres piloto, teniendo como base el principio del sesgo del superviviente. El objetivo es que las niñas logren modelar soluciones, darse cuenta que el trabajo de equipo es importante, que en la resolución de un ‘’problema’’ existen infinidad de opciones y sobre todo que las niñas encuentren una estrategia para que los avioncitos de su división enviados a combate vuelvan siempre a la base.

La actividad se realizó de la siguiente manera:

Se formaron equipos de 5 integrantes, en los cuales aleatoriamente se incluyeron niñas y adolescentes de edades entre los 9 y los 15 años, en cada equipo se asignaron 2 guías con el propósito de supervisar, atender dudas y llevar los aviones a las mesas de combate.

Esta actividad se lleva a cabo por turnos en cada uno de estos se les entrega a las niñas 5 aviones, de tal manera que cada integrante tendrá a su cargo un avión, esto hasta completar 6 rondas.

En las mesas de ataque se colocaron Guías, quienes llevaron el proceso de revisión, el cual consiste en verificar en una tabla llamada “plantilla maestra” si el avión sobrevive al ataque. Este procedimiento se realizó de la siguiente manera:

Se revisa el lugar del ataque y la flota reforzada, es decir las regiones que fueron reforzadas, lo anterior se ubica en la “plantilla maestra” y con ello se decide si el avión regresa o no a la base. En caso de que el avión no sobreviva al ataque la carta se marca con una “x” de color rojo, indicando a las niñas que ese avión no

regresó a la base. Por otro lado, si el avión sobrevive al ataque se marca con puntos rojos en donde fue atacado y aun así logró sobrevivir.

En la pizarra se dibujó un tablero, en el cual se hace el registro de cada ataque, se coloca la información de acuerdo al número de cada división, el puntaje por ronda que se obtienen de los aviones que regresan a la base y el total de estos. Para obtener dichos puntos los equipos en cada ronda del juego tienen que reforzar sus aviones.

A cada equipo se les dieron cartas de aviones, colores y crayolas de colores a excepción del color rojo. Con el color las niñas colorean las regiones que serán reforzadas decidiendo en equipo las zonas en que sus aviones sobrevivan al ataque.

Las cartas de aviones contienen un avión en blanco para que las niñas lo coloreen en la zona a reforzar, contiene el nombre de la niña que lo reforzó y el número de base a la que corresponde. Cada avión está dividido en 5 regiones, nombradas por las Guías como: ala superior, ala inferior, aspas, torso y cola. Por ronda soló se refuerza el avión en 2 de estas regiones. Cada avión que logra sobrevivir otorga al equipo un punto.

También se tienen las cartas llamadas “cartas de ataque”, estas contienen 2 regiones que serán atacadas, cuyas regiones vienen marcas con puntos de color rojo. Estas cartas están volteadas hacia abajo y sólo son elegidas por las niñas al azar.

Una vez que se tienen las dos cartas, el avión reforzado y la carta de ataque de cada una de las integrantes del equipo, se envían a combate, en donde la Guía que se encuentra en la mesa de revisión busca en la tabla la ubicación correspondiente de este par de cartas y verifica si el avión regresa o no. Este proceso se lleva a cabo con cada par de cartas de cada integrante del equipo.

Concluyendo con el proceso de revisión se devuelve los aviones a la base correspondiente, así las integrantes comparan los resultados de la ronda y se coloca en el tablero los puntos que cada base obtuvo. Esto se lleva a cabo ronda hasta completar las 6 rondas del juego. Gana el equipo que tenga más aviones que sí regresan a la base.

La actividad en práctica

El trabajo de los equipos fue de la siguiente manera:

A los equipos se les asignó un número de división que estos fueron:

589, 590, 591, 592, 593, 594

Ya que las niñas estaban distribuidas de una manera equitativa y al tanto de las instrucciones, se hizo un pase de lista de todas las divisiones.

Para la primera ronda se le entregó sus cartas, en esta ronda como los equipos sólo conocían las instrucciones entonces solo ilustraron sus aviones sin ninguna estrategia para así poder observar lo que pasaba al elegir las dos regiones para reforzar.

Entre las integrantes del equipo compararon todas sus cartas, hubo equipos que intentaron buscar un patrón, por ejemplo, si se elegía el torso y la cola, ambas aspas o un aspa y el torso con estas parejas que ya se habían elegido para reforzar y mandarlas a combate, que aviones si regresan en esta primera ronda. En esta ronda ganó la división 593 con dos puntos.

En la segunda ronda refuerzan los aviones buscando alguna estrategia para que regresen la mayor cantidad de aviones posibles y a la vez se compararon todos los aviones que regresaron y los que no lo hicieron.

En la ronda 3 cambiaron un poco las cosas, las divisiones 593, 594, 589 y 592 deciden cambiar de estrategia, una de estas fue la siguiente, no solo iban a escoger cualquiera de las zonas a reforzar, ilustrar dos y observar que pasaba, si no que al elegir las zonas iban a tratar de formar un patrón y notar que avión si regresa.

Por otro lado, la división 590 empieza a analizar las regiones coloreadas, mientras que la división 591 siguió con la misma estrategia.

Durante la ronda 4, las niñas empiezan a trabajar más en equipo, se comunican entre ellas; analizan las rondas anteriores y comparten ideas para que regresen más de sus aviones.

La división 593 encuentra la estrategia ganadora durante la ronda 5, ya que la estrategia que tomaron fue la siguiente, elegir la misma zona cada una de las integrantes en sus cartas de aviones y observar qué pasaba, durante todas las rondas y se notó que una de estas cartas con dos zonas reforzadas regresó durante las 5 rondas. Mientras que las demás divisiones siguen trabajando y la división 589 analiza detalladamente lo que ocurre con los ataques, la estrategia que utilizaron fue reforzar las orillas y después el centro, donde la comunicación y el trabajo en equipo fueron las herramientas que más ayudaron.

Respuesta a la pregunta

Uno de nuestros objetivos como Guías de niñas a partir del 5° de educación básica es visibilizarnos como mujeres matemáticas. Reconocer no sólo nuestros logros, también los logros y aportaciones de mujeres en la historia, de las niñas que atendemos y de las colaboradoras (profesionales de las matemáticas) a través de

diferentes herramientas didácticas en la ciencia para ofrecer una propuesta de cambio para mirar a futuro su y nuestra formación académica.

Uno de nuestros pilares que tenemos como Guías de mujeres desde educación básica hasta preparatoria, es ofrecer la posibilidad de conocer y conectar el talento femenino, y las nuevas profesiones existentes para que las jóvenes encuentren referencias, apoyo y respuestas a varias de sus preguntas sobre las matemáticas y sobre qué hace una persona que las estudia.

Con base en los resultados de la actividad, afirmamos que las niñas que participaron en el día de Ada, lograron conectar con la importancia de la aviación en sus vidas tanto en lo científico con la estrategia de ataque para regresar a salvo (principio del sobreviviente), como en la profesión de mujeres en la aviación. Por ejemplo, lograron reconocer conceptos matemáticos tales como: patrones, combinaciones y aspectos de lógica simple.

Referencias

González, P. (2019). La Women´s Auxiliary Air Force y las mujeres en la batalla de Inglaterra. *Desperta Ferro Digital.* En https://www.despertaferro-ediciones.com/2019/la-womens-auxiliary-air-force-y-las-mujeres-en-la-batalla-de-inglaterra/

Huguet, M. (enero 2014). *Batallar fuera de casa. Mujeres de uniforme en la primera Guerra Mundial.* Póster presentado Las Guerras en Europa desde una perspectiva de Género. CDMX, México.

Moncó, B. (2018). Primeras Mujeres Aviadoras: una construcción cultural entre la exclusión y la ambigüedad. *Athenea Digital* 18(1) 365-384.

Schneeweis, H. (2005). Abraham Wald. *Sonderforschungsbereich 386*, 439. En http://epub.ub.uni-muenchen.de/

Navegantes del cielo

Fabrizio Glinne Velasco
ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
fglinnev1900@alumno.ipn.mx

¿Cómo se orientan los pájaros sin usar GPS?

Cada año, cuando llega el invierno, el petirrojo europeo (ilustración 1), entre muchas otras aves e insectos migra desde el norte de Europa hacia las zonas más cálidas del mediterráneo. Durante cientos de años han sido un misterio los mecanismos que usan para orientarse; surgiendo hipótesis como la posición del Sol, la presión, la temperatura, referencias visuales, incluso genéticamente, todas las cuáles podrían estar contribuyendo, pero a mediados del siglo XVIII se propuso una forma muy interesante: por medio del campo magnético de la Tierra. A lo largo del siglo XX, los científicos fueron reuniendo pruebas poco a poco de que ciertamente esto es así, pero con ello, la pregunta que inmediatamente surge es: ¿Cómo lo hacen exactamente?

Ilustración 1: Petirrojo europeo (imagen generada por IA crayon)

Imanes Esferas y Planetas

Podemos afirmar que el planeta en el que vivimos es ciertamente especial en el sentido de reunir los requerimientos necesarios para albergar vida; la distancia al Sol que hace que no sea ni muy frío ni muy caliente, su atmósfera con un buen balance de elementos necesarios para regular los climas y una cosa comúnmente menos mencionada pero igual de importante: su campo magnético.

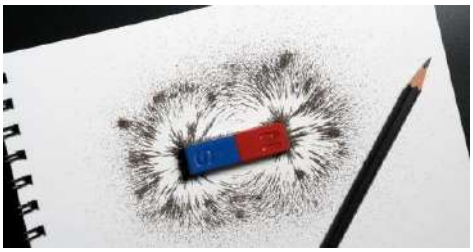


Ilustración 2: Campo magnético de un imán permanente, los imanes crean un espacio a su alrededor donde otros imanes o ciertos metales sentirán una fuerza (enciclopedia de humanidades, 2018)

La idea la fuerza magnética nos es relativamente familiar cuando pensamos en un pequeño imán, esos objetos que se atraen entre ellos, o a ciertos metales como el hierro o el níquel. Este tipo de imanes se llaman “imanes permanentes” porque siempre poseen esa característica por sí mismos, es decir, no hace falta moverlos o aplicarles corriente para que interaccionen de este modo. Estos imanes aparecen discretamente en nuestra vida todo el tiempo, cuando los usamos para pegar algo a la puerta del refrigerador o cuando metemos los modernos audífonos inalámbricos en su estuche.

La idea de campo magnético consiste en pensar que cada imán está rodeado por unas líneas invisibles que indican la fuerza que este parece crear a su alrededor, así, cuando otro material magnético se coloque dentro de estas líneas, se verá atraído y seguirá la trayectoria que indican las líneas, como lo muestra la ilustración 2.

Existe otra forma de “crear” imanes o campos magnéticos, esto es por medio de corrientes eléctricas: cuando se hace pasar electricidad por un cable, este genera un campo magnético a su alrededor, capaz de interactuar con el que generen otros cables o con imanes permanentes. El descubrimiento de este fenómeno (llamado ley de Ampere) en el siglo XIX ha tenido implicaciones mastodónticas en la vida moderna; los motores eléctricos que se usan en licuadoras, lavadoras y hasta automóviles basan su funcionamiento en este principio físico.

Pues bien, el planeta en el que vivimos también tiene su propio campo magnético se comporta como si fuera un… ¡imán gigantesco!

Aunque es importante mencionar que no es un imán permanente como los mencionados en primer lugar, porque el campo magnético de la Tierra cambia ligera pero constantemente, sabemos que esto es debido a que se crea por corrientes en su interior; en su núcleo de metales fundidos.

Navegantes del cielo

Es impresionante pensar en la valentía que debían tener los marineros y exploradores de la antigüedad al estar en mar abierto, donde no hay ninguna referencia visual porque a donde sea que uno mire, es todo igual, todo mar.

Es aterrador pensar en perderse en esa situación y que se agoten las provisiones, la única referencia visual que ellos tenían durante sus viajes era el cielo nocturno, lo que les permitía orientarse era su profundo conocimiento sobre cómo, cuándo y hacia donde se movían las estrellas. Eso fue así durante muchos siglos hasta la invención de la brújula.

Una brújula (ilustración 3) es un dispositivo que consiste en una aguja imantada, suspendida justo en el medio, de modo que tiende a señalar el norte, esto sucede porque al igual que los pequeños trozos de hierro alrededor de un imán, la punta de la brújula se alinea con las líneas de campo de un imán gigantesco en el que estamos todos inmersos: el planeta Tierra.

Ilustración 3: Los seres humanos hemos usado las brújulas durante siglos para orientarnos (imagen generada por IA crayon)

Durante al menos cientos de años, los seres humanos hemos usado brújulas para orientarnos en la navegación y en la exploración terrestre, pero pareciera ser que tanto los petirrojos, como muchas otras aves, tortugas y hasta insectos ¡Tienen las brújulas integradas en su organismo!

¿Están hechos de imanes?

El primero en proponer que las aves se orientaban con el campo magnético de la Tierra fue el zoólogo ruso Aleksandr von Middendorf en 1953 (McFadden, 2014), quien observó los lugares, fechas de llegada y salida de numerosas especies de aves, y se dio cuenta de la preferencia de estas por ir hacia el polo norte magnético.

La teoría de Middendorf fue ampliamente criticada y hasta tachada de pseudocientífica. No fue hasta la primera mitad del siglo XX, que la investigación sobre la orientación de las palomas atrajo el interés de científicos en la fuerza aérea de Estados Unidos, pues en esta época aún era común el uso de palomas mensajeras.

Numerosos experimentos llevados a cabo por científicos como Henry Yeagley mostraron que efectivamente ciertas aves son capaces de orientarse con el campo magnético de la Tierra (Wiltschko, 1995), el misterio era: ¿Cómo lo hacen?

Existen dos hipótesis principales: la primera es que las brújulas sean mecánicas, como las que conocemos y usamos, lo cual podría ser posible mediante pequeñas partículas magnéticas que se alineen con el polo norte terrestre y de algún modo las aves lo detecten, al igual que nosotros tenemos fotorreceptores con los que detectamos la luz. Esta hipótesis fue apoyada por el descubrimiento de pequeños cristales de magnetita en muchos de los animales y microorganismos que poseen orientación magnética, (Kirschvink, 2001)

La segunda propuesta es que sean brújulas químicas, esto quiere decir que cadenas de reacciones biológicas internas se ven afectadas de algún modo por el campo magnético.

Ambas hipótesis se ven apoyadas en que se observa que las aves se desorientan al colocarles un pequeño imán en la cabeza, justamente lo que sucede cuando se acerca un imán a una brújula, esta pasa de señalar el norte magnético, a señalar el norte del imán.

Uno de los investigadores más notables en este campo es el alemán Wolfgang Wiltschko, autor de numerosos artículos sobre experimentos que demuestran que los petirrojos europeos en periodo de migración tienen preferencia por las direcciones relativas a campos magnéticos, incluso artificiales (Emlen, 1976).

Wiltschko descubrió algo muy interesante: Los petirrojos necesitan de luz azul para hacer uso de esta habilidad, y pierden su capacidad de orientación magnética cuando les cubren los ojos: De alguna manera ellos pueden “ver” el campo magnético.

Es interesante el funcionamiento de la investigación científica, contrario a lo que muchos creen, no basta con observar un fenómeno, plantear una hipótesis y comprobarla con un experimento, sino que la mayoría de las ocasiones esto es sólo

representa una pieza de un rompecabezas inmenso, cada experimento que se conduce y cada artículo que se publica es una nueva pequeña o gran pista acerca del gran misterio que se busca resolver.

Pájaros cuánticos

A inicios de 1976, el químico alemán Klaus Schulten propuso un posible mecanismo para la brújula química involucrando la luz: Schulten propuso que los electrones generados en la reacción rápida de triplete expuesta a luz pudieran estar entrelazados cuánticamente. Sus cálculos mostraron que, de ser así, la presencia de un campo magnético afectaría la velocidad de las reacciones. (Schulten, 1976)

La idea fue tomada al principio con mucho escepticismo, pero en el año 2000 un prominente estudiante de Schulten: Thorsten Ritz publicó un artículo histórico para la reciente ciencia producto de la fusión entre biología y mecánica cuántica, en el que propone el criptocromo como candidato a molécula de la brújula química (Ritz, 2000), describiendo con un alto grado de elegancia como las aves se orientan con el campo magnético de la Tierra y en el corazón de todo este proceso ¡se encuentra esa teoría científica que comúnmente nos parece tan abstracta y alejada de nuestra experiencia: ¡La mecánica cuántica!

En 2007 otro grupo de científicos alemanes pudo aislar las moléculas de criptocromos de la retina de varias especies de aves y comprobar que estos producen pares de radicales libres expuestos a luz azul (Liedvogel, 2007).

Desde entonces, la hipótesis de la brújula química ha recibido varios estudios más que la refuerzan, y en toda esta historia no podemos dejar de preguntarnos cada que llega la primavera o el otoño… ¿Hacia dónde van los pájaros?

Cuando observemos una parvada volando en época de migraciones no podemos responder con total seguridad hacia dónde va, pero en toda esta historia lo interesante realmente es pensar… ¿Hacia dónde va la investigación? Desde que a mediados del siglo XIX se indicara geográficamente la preferencia de las aves por ir con el campo magnético, la inauguración del debate acerca de la orientación magnética animal, hasta los experimentos modernos usando láser, y resonancia magnética nuclear; Se han conducido muchos pequeños y grandes experimentos además de avances teóricos para intentar responder a cómo se orientan los pájaros, actualmente seguimos realmente en proceso de investigación, y necesitaríamos más estudios para poder terminar de descartar la hipótesis de la brújula mecánica o química, pero sin cerrarnos a nuevas propuestas, ese es el verdadero espíritu de la ciencia.

Referencias

J. McFadden, J. Al-Khalili (2014), Life on the Edge: The Coming of Age of Quantum Biology, New York, Crown Publishers

R. Wiltschko, W. Wiltschko (1995), Magnetic Orientation in Animals, Berlin, Springer

H. L. Yeagley (1947), A Preliminary Study of a Physical Basis of Bird Navigation, Journal of Applied Physics, 18, 1035

J. Kirschvink, M. M. Walker, C. E, Diebel, (2001) Magnetite-based magnetoreception, Current Opinion in Neurobiology, 11, 462-467

S. T. Emlen et al. (1976), Magnetic Direction Finding: Evidence for Its Use in Migratory Indigo Buntings, Science,193, 505-508. DOI:10.1126/science.193.4252.505

K. Schulten, H. Staerk, A. Weller, H. J. Werner, B. Nickel (1976), Magnetic field dependence of the geminate recombination of radical ion pairs in polar solvents, Zeitschrift fur Physikalische Chemie, 101, 371-390

T. Ritz, S. Adem, K. Schulten (2000), A Model for Photoreceptor-Based Magnetoreception in Birds, Biophysical Journey, 78, 707-718

M. Liedvogel, K. Maeda et al., (2007), Chemical Magnetoreception: Bird Cryptochrome 1a Is Excited by Blue Light and Forms Long-Lived Radical-Pairs, PLoS One, 2(10): e1106. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0001106

C. L. Estefania (2018), Los campos magnéticos son dipolares, es decir, tienen un polo norte y uno sur. Ilustración, recuperado de Enciclopedia humanidades el 14 de marzo de 2024, disponible en: https://humanidades.com/campo-magnetico/#ixzz8UUxLJwA8

Crayon AI, ilustraciones generadas vía IA web: https://www.craiyon.com/

Las πitagóricas en concierto

Leilany Maritza Burciaga Ortega, Claudia Gisela Espinosa Guia
Facultada de Ciencias Exactas UJED
1084207@alumnos.ujed.mx, claudia.espinosa@ujed.mx

¿Cuántas mujeres en la ciencia conoces?

¿Cuántos nombres de mujeres matemáticas podrías decir en este momento? Una o ninguna, han sido las respuestas frecuentes a esas preguntas. Esta situación es uno de los motivos para buscar alternativas de divulgación, que en nuestro caso, como Guías que trabajan con niñas de diferentes niveles educativos, hacemos para consolidar referentes femeninos en la ciencia, además de generar entre ellas puntos de conciencia acerca de mujeres que hicieron matemáticas desde la época antigua cuando el conocimiento se consideraba filosofía.

Estando conscientes de que las niñas merecen tener mayor información sobre las personas que han conformado el saber en el transcurso de la historia de las matemáticas es que se les presentan las aportaciones y logros que mujeres en las matemáticas han realizado por momentos históricos. Para este apartado presentamos la actividad “Armonía” en donde se hacen visibles 26 mujeres que conformaban la escuela pitagórica, de quienes citamos sus nombres: Aesara, Aglaonice, Arignota, Babelima, Boio,Fintis, Cleecma, Habrotelia, Damo, Equecratia, Ecelo, Filtis, Melisa, Perictione, Myia/Myria, Pisírrode, Nesteadusa, Ptolemaide, Ocelo, Quilónide, Ródope, Tirsenis, Sara, Timica, Teanom, Temistoclea.

Mujeres que vivieron en una época en donde sus saberes fueron valorados y profundizados por las escuelas filosóficas, si bien no fueron mujeres que se encontraron al mismo tiempo, fueron mujeres que a través del pensamiento de la unidad y la armonía del cosmos consolidaron sus pensamientos en temas de matemáticas y astronomía.

Partiendo de sus bases respecto a la observación de la armonía de las cosas es que se construye una actividad en matemática, la cual se detalla en este documento.

Construcción de la actividad

La estructura de la actividad se realiza a partir de dos momentos, en el primero se considera la presentación de la historia de las mujeres matemáticas, que para este caso trata de las 26 mujeres que conformaron la escuela pitagórica, a quienes

nombramos “Las Pitagóricas”. Y en un segundo momento se presenta una actividad matemática que lleva por nombre “Armonía” cuyo propósito es que las niñas logren darse cuenta que existe una diversidad muy grande cuando se habla del cuerpo de las personas, por ejemplo, que hay mujeres bajas, altas, con proporciones diferentes y a la par que las niñas se relacionen con conceptos matemáticos de una manera distinta a la expositiva como suele suceder en sus escuelas de formación académica (primaria, secundaria y preparatoria). Los temas involucrados son las proporciones, las alturas, la división, que se relaciona con instrumentos de medición.

Historia de las pitagóricas

La historia de las mujeres pitagóricas parte de la Grecia antigua, considerada, desde lo occidental, en donde se construyen las escuelas del pensamiento. La historia que se cuenta a las niñas se construyó a partir de lo que se encontró en diversos textos filosóficos (Alsina, 2010; Cristancho, 2017; Jaén, 2012; Ménage, 2009 y Yanes, 2004) y es como sigue:

> En la antigua Grecia se fundaron escuelas, que en realidad fueron centros de investigación colectiva y su mayor interés fue la vida pública y social. Fueron 5 períodos en relación al tipo de problemática que cada escuela analizó: cosmológico, antropológico, ontológico, ético y religioso.
>
> Las Pitagóricas se encontraban en el periodo cosmológico. El periodo cosmológico tenía como problemática principal el descubrimiento de la unidad que da orden al mundo y permite el conocimiento en todas las personas.
>
> Las pitagóricas aprendieron a reconocer en los números: “personalidad”, “femeninos y masculinos”, “perfectos o imperfectos”, “bellos y feos”; a guardar celosamente secretos como el descubrimiento de los números irracionales y también con el número de oro Φ, razón áurea o número dorado.
>
> Tenían un lugar importante en la sociedad, se encontraban en la esfera pública, y era valorado su pensamiento científico, filosófico, político y religioso. Trabajaban con números y más números, con el ritmo, la armonía, la elegancia moral, la mística comprensión de la belleza y el Todo a través de la unidad.
>
> Existieron un gran número de mujeres, en las que se encontraban: Aesara, Aglaonice, Arignota, Babelima, Boio, Fintis, Cleecma, Habrotelia, Damo, Equecratia, Ecelo, Filtis, Melisa, Perictione, Myia/Myria, Pisírrode, Nesteadusa, Ptolemaide, Ocelo, Quilónide, Ródope, Tirsenis, Sara, Timica, Teanom, Temistoclea.
>
> De quien más se ha hablado es de Teano de Crotona, sus aportaciones fueron el descubrimiento de las circunferencias y enlaces de líneas geométricas, fue la precursora del pensamiento científico y escribió sobre el número de oro.

En la literatura se encuentra poca información sobre las aportaciones de varias pitagóricas, entre ellas está acerca de:

- Perictione, realizó los tratados sobre la sabiduría, la armonía de las mujeres, y fue la madre de Platón.
- Aglaonice, predijo eclipses.
- Themistoclea de Elfos, fue sacerdotisa y la primera en formarse en el pensamiento pitagórico de la filosofía femenina a través de la ética.
- Aesara de Lucania, trabajó sobre la naturaleza humana, donde se reflexiona sobre la introspección.
- Fintis, trabajó sobre la templanza y la moderación de las mujeres

Como primer momento se contó a las niñas esta historia y en el pizarrón se colocaron los nombres de las pitagóricas, las niñas podían escoger uno y nombrarse así durante toda la actividad.

Actividad matemática*:* Armonía

Como introducción a la actividad se les comentó a las niñas que para las pitagóricas el número de oro era demasiado importante, el cual se ha llegado a considerar como el número de los dioses, y que representa las proporciones más divinas y armoniosas, esto último referente a las proporciones de las personas, y de aquí el nombre de la actividad.

Para comenzar se organizó el grupo en equipos de 3 niñas, cada integrante fue seleccionada al azar, distribuyendo los equipos de manera equitativa. A cada equipo se les entregó una cinta métrica y un registro. Se tomaron dos medidas: la altura del ombligo al piso y la segunda la talla de cada niña.

Cada equipo calcula las medidas de sus integrantes por separado, se fue distribuyendo el trabajo de tal manera que todas las integrantes tengan la oportunidad de medir a una compañera y hacer sus registros.

Al finalizar se les habla sobre el tema de la proporción, la correspondencia entre las partes con relación a un todo, Seguido, se les pidió que con base en sus registros calcularán la proporción con la siguiente fórmula:

A= altura total

a= altura menor del ombligo al piso

Proporción = A/a

Una vez que todos los equipos tienen las medidas y la proporción, en la pizarra se colocó una tabla con el nombre de las niñas, las dos alturas calculadas y las proporciones obtenidas, y entre todas se verificaron los resultados.

El valor del número áureo está colocado en la pizarra, al lado de la tabla y con números grandes

$$\Phi = 1.618033988749\ldots\ldots$$

Se comparan las proporciones que las niñas obtienen respecto al valor del número áureo, y se les pregunta lo siguiente:

1. ¿Ustedes creen que las pitagóricas estaban en lo correcto?
2. Con esta proporción logramos saber ¿qué tan armoniosas somos?

Las niñas comentaron:

- ∉ Un número no me define.
- ∉ Con una proporción no se puede saber que tan armoniosas soy.
- ∉ Si una mujer no se acerca al número de oro no quiere decir que no sea armoniosa.
- ∉ La armonía en una persona no es algo que se pueda medir.
- ∉ La proporción áurea se encuentra en los objetos y nosotras no somos objetos.

Al escuchar las respuestas nos dimos cuenta que el principal objetivo de la actividad se cumplió. Las niñas comprendieron la importancia de la proporción divina en la construcción de objetos, pinturas y cosas en donde se ha representado. Sin embargo, acerca de la armonía que el número proporciona a la belleza de las personas fue un tema de reflexión acerca de lo que representa o define la armonía en cuanto a la apariencia física.

Por otro lado, las niñas aprendieron a utilizar instrumentos de medición, a tabular datos, profundizaron el concepto de proporcionalidad y compararon datos respecto al número de oro.

Lo anterior fueron aprendizajes sobre conceptos en geometría, cabe mencionar que las niñas conocieron los conocimientos de mujeres matemáticas que compartieron el pensamiento de la filosofía pitagórica respecto a la armonía del universo a través de la construcción de un número y de la observación del cosmos.

La actividad lleva a que las niñas construyan pensamientos positivos acerca de la belleza de las cosas, dejando de lado la estética o lo físico, inician con la observación y disfrute de lo que les rodea en el espacio en donde se encuentran. Como Guías de ciertos aprendizajes en matemáticas fue una sorpresa que la

actividad llevara a reflexiones positivas sobre la estructura del cuerpo y la libertad de sentirse auténticas, si bien, la emociones son temas que dentro de las matemáticas no se han trabajo junto a la construcción del conocimiento, con esta actividad mostramos qué pensamientos positivos se logran con niñas de diferentes edades a través de los saberes de mujeres del siglo V a.C. que tenían un interés común: la belleza (armonía) del Todo (cosmología).

Referencias

Alsina, C. (2010). La secta de los números, El teorema de Pitágoras. Impresia Ibérica, España.

Cristancho, S. (2017). Plotino y Grosseteste: El neoplatonismo en la cosmología medieval. Revista de Filosofía, 29 (2), 259-290.

Jaén, M. (2012). El teorema de Pitágoras, Pitágoras: Un secreto encerrado en tres paredes. Rodesa, España.

Ménage, G. (2009). *Historia de las mujeres filósofas.* Herder.

Yanes, Z. (2004). Aglaonike. En Mujeres astronomas y matemáticas en la antigüedad (pp. 13-15). Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.

La paradoja de los gemelos

Martinez Castañeda Pablo Hernan
Escuela Superior de Física y matemáticas
Silent230@hotmail.com

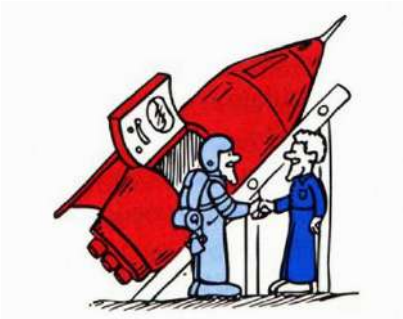


*Figura 1: Hendrik despidiéndose de su hermano Albert antes de su largo viaje. (*Los Gemelos de Einstein*, s. f.-b)*

Comencemos con la siguiente pregunta: ¿Por qué los últimos 5 minutos de clases parecen tan largos, mientras que 5 minutos con la chica o chico que te gusta parecen ser solo un instante? Con situaciones como esa, podemos notar que el tiempo no es absoluto, sino que es relativo, es decir, que cada quien percibe el tiempo de manera diferente. Podríamos argumentar que es un simple "error" de percepción. ¿Pero qué pasaría si te digo que, en efecto, el tiempo de verdad es distinto en cada una de estas situaciones? Ahora te contaré sobre una de las consecuencias más interesantes de la teoría de relatividad especial de Albert Einstein.

Supongamos que tenemos dos gemelos idénticos físicamente, los cuales a partir de ahora llamaremos Albert y Hendrik. A pesar de ser gemelos, ambos tomaron caminos distintos... Albert se convertiría en un gran científico, mientras que Hendrik en un astronauta. Ya ambos, con 30 años, volverán a separar sus caminos, pues Hendrik tenía una misión que cumplir. Se le había encomendado viajar hasta Alfa Centauri, el sistema solar más cercano al nuestro, para poder fotografiar las dos estrellas que ahí se encontraban. Antes de emprender su viaje, se encontró con su hermano Albert y sincronizaron sus relojes prometiendo volverse a ver años más tarde, pues Alpha Centauri se encontraba a cuatro años luz de la tierra. Debido a esta gran distancia, Hendrik calibró su nave para poder alcanzar el 99% de la velocidad de la luz y así emprendió su camino.

Figura 2: Fotografía de Alpha Centauri. Se realizó un Zoom para poder distinguir sus dos estrellas. (JSTOR Daily, 2023)

Albert calculó que a su hermano le tomaría ocho años regresar de su largo viaje, pues sabía que tenía que recorrer cuatro años luz de ida y otros cuatro de regreso, así que en total Hendrik debería recorrer ocho años luz. Y dado que su velocidad era el 99% de la velocidad de la luz, entonces calcular el tiempo de viaje se convertiría en una simple operación matemática.

$$t_{viaje} = \frac{8\ años\ luz}{0.99\ c^{1}} \approx 8\ años$$

[1] c Es la velocidad de la luz con un valor aproximado de 300,000 km/s

*Figura 3: Hendrik y Albert en su reencuentro luego de 8 años. (*Los Gemelos de Einstein*, s. f.-b)*

Pasaron 8 años, los más largos de la vida de Albert. Finalmente, los gemelos volvieron a encontrarse. Sin embargo, la sorpresa no se hizo esperar, pues tanto Albert como Hendrik notaron algo muy peculiar en su respectivo hermano. Albert percibió que su hermano ya no era tan parecido a él, ya que, mientras que para Albert habían pasado ocho años, Hendrik tan solo había envejecido un año, pero ¿cómo era esto posible? Dos hermanos, que en un principio estaban separados por unos cuantos minutos en su concepción, ahora tenían siete años de diferencia en sus edades. La física clásica no tenía una respuesta para este extraño fenómeno; sin embargo, es aquí donde Einstein daría una explicación a esta situación tan paradójica. La explicación de este particular escenario está sujeta a la relatividad especial, específicamente al segundo de sus postulados, el cual nos dice que

"La velocidad de la luz no depende del estado de movimiento de la fuente y es igual para todos los sistemas de referencia inerciales" (Peraza y Torres, 2008, p. 23)

Es claro que empleó un lenguaje bastante sofisticado; sin embargo, en pocas palabras, este postulado nos dice que la velocidad de la luz será la misma para todo observador, así que sin importar si está sentado en un autobús moviéndose a velocidad constante o con los pies en la tierra, siempre medirás que la luz se mueve a 300,000 kilómetros por segundo (Figura 4). Este postulado, por más simple que parezca, tiene grandes consecuencias. Analicemos lo siguiente para poder entender mejor lo ocurrido con los gemelos:

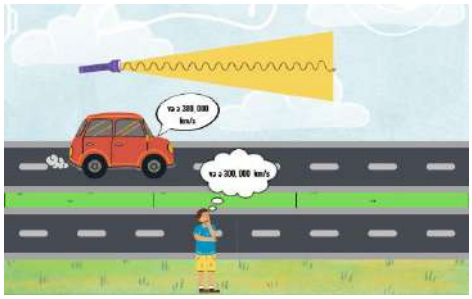


Figura 4: Tanto la persona en el suelo como la que conduce el auto miden que la luz viaja a la misma velocidad (Segundo postulado de la relatividad especial).

Sabemos que si un objeto se mueve a velocidad constante, esta velocidad cumple con lo siguiente:

$$v = \frac{d}{t}$$

Donde "d" es la distancia recorrida por el objeto y "t" el tiempo que tardo en recorrer esa distancia.

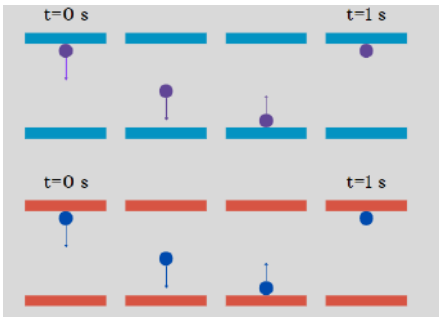


Figura 5: Reloj formado por un fotón (partícula de luz), que rebota entre dos espejos, las flechas marcan el movimiento de dicho fotón.

Con esto en mente tomemos dos relojes los más sencillos que se puede tener, un rayo de luz que rebota entre dos espejos una y otra vez, donde cada vez que el rayo regrese a su posición inicial se considerará como un segundo (Figura 5) Si ambos relojes están sincronizados los fotones de cada reloj siguen exactamente el mismo recorrido tardando el mismo tiempo en salir del espejo superior, rebotar en el inferior y regresar al primero, pero qué pasaría si les damos un empujón al reloj rojo. Podemos notar que el mero hecho de haber impulsado el reloj rojo provoca que el tiempo que se mide desde el mismo sea más largo que el medido desde el reloj en reposo, esto lo podemos ver

en la figura 6 debido a que el rayo de luz representado por el pequeño círculo en el reloj azul se mueve de la misma forma que en la figura 5, pero el fotón del reloj rojo parece ir un poco más lento, algo que podemos corroborar, ya que el fotón en el reloj azul llega antes a su posición inicial que en el reloj rojo. Es justo esta la consecuencia del segundo postulado de la relatividad mientras mayor velocidad tenga un objeto respecto a un observador en reposo más se dilatara el tiempo que mide el mismo, es decir a mayor velocidad tenga un cuerpo más lento avanzará el tiempo para él, justo lo que ocurrió con los gemelos dado que Hendrik se alejaba de Albert a una velocidad tan alta el tiempo transcurría mucho más lento para él, por lo que en su regreso tan solo había envejecido un año mientras que para su hermano había transcurrido los ocho años planeados, ambas perspectivas son correctas es por eso que esta teoría se conoce como relatividad, pues no es un simple error de perspectiva, sino que efectivamente el tiempo es más lento para uno y más rápido para el otro. Para terminar debo agregar que aunque esta paradoja si es únicamente un experimento mental, en la realidad todo lo que nos rodea sufre de esta dilatación temporal, pero el hecho de que no sea tan extrema la diferencia de tiempos es que en nuestro día a día no solemos alcanzar velocidades tan altas como para notar dicha diferencia.

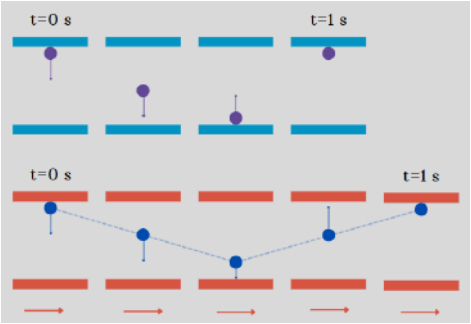


Figura 6: El simple impulso que se le dio al reloj rojo hace que el tiempo trascurra más lento para este reloj.

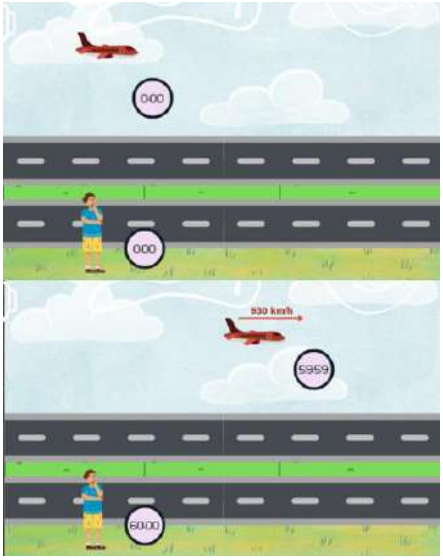


Figura 7: En la parte superior el reloj del avión y la persona en tierra están sincronizados, una vez ha pasado una hora donde el avión se movió a 930 km/h, los relojes marcan tiempos distintos (Parte inferior de la imagen).

Por ejemplo si observaras un avión que viaja a 930 km/h durante una hora (Figura 7), en efecto para ti habrán pasado 60 minutos, pero para la gente en el avión el tiempo habrá pasado un poco más lento, pues habrían transcurrido solo 59 minutos con 59 segundos, si hacemos la comparación con un auto donde las velocidades suelen ser de 70 km/h la diferencia temporal es mucho menor, por lo que no es común que ocurran situaciones tan curiosas como la de los gemelos Hendrik y Albert; sin embargo, si nos metemos con las partículas esto no es así, ya que ellas al llevar velocidades tan cercanas a la luz parecieran replicar a la paradoja de los gemelos. Esto es justo la importancia de la dilatación temporal, pues a pesar de no ser tan común en el mundo macroscópico, a nivel atómico o menores es de lo más habitual, por lo que este fenómeno nos permite describir el comportamiento e interacción de las partículas que conforman desde todo lo que nos rodea hasta nosotros mismos, así que nos permitirá comprender de mejor manera a nuestro universo, empezando por comprender a los ladrillos fundamentales que lo conforman, las partículas.

Bibliografía:

Referencia de figuras:

Las figuras 1, 2 y 3 fueron extraídas de las siguientes fuentes:

JSTOR Daily. (2023). The Hunt for Life in Alpha Centauri. *JSTOR Daily*.

https://daily.jstor.org/the-hunt-for-life-in-alpha-centauri/

Los gemelos de Einstein. (s. f.-b). Resueltoos.com.

https://www.resueltoos.com/blog/fisica-y-quimica/paradoja-de-los-gemelos-de-einstein

Las figuras 4,5 y 6 fueron creadas por Martinez Castañeda Pablo Hernan, por medio de Canva.

Fuentes de información:

Hacyan, S. (2017). *Relatividad para principiantes* (4.ª ed.). Fondo de Cultura Económica.

Perraza, A. (2008) Manual de física moderna (1.ª ed.). Trillas

Perraza, A. (2008) Elementos de física moderna (1.ª ed.). Trillas

Laserna, D. B. (2023). *Einstein, La teoría de la relatividad: El espacio es una cuestión de tiempo* (1.ª ed.). RBA editores México.

¿Qué tan claro puedo ver?

C. Hernandez Vasquez[1], J.M. Flores Márquez[2], M.L. Albor Aguilera[3], M.A. González Trujillo[1]

[1]Departamento de Formación Básica, ESCOM-IPN, Ciudad de México, México
[2]Departamento de Metalurgia y Materiales, ESIQIE-IPN, Ciudad de México, México
[3]Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México, México
chernandezva@ipn.mx

¿Por qué puedo ver a través de algunos objetos?

Figura 1. Transparencia en los materiales [1]

Algo que todos en algún momento de nuestra vida nos hemos preguntado es, ¿por qué podemos ver a través de ciertos objetos?, los cuales que están constituidos de diversos materiales tales como el cerámicos, plásticos, metales, semiconductores y otra gran infinidad de materiales. Las preguntas que siguen a la primera cuestión son, si podemos ver ¿por qué vemos?, ¿qué es lo que realmente detectamos? y ¿cómo es que se da el fenómeno de transparencia u opacidad en los materiales?, todas estas cuestiones las vamos a detallar revisando definiciones y conceptos asociados al tema. Tal es el caso de la luz (que son partículas energizadas viajando en paquetes o bien en ondas) comúnmente llamado fotones, el cual interactúa con la estructura de los materiales realizando varios procesos. Además de entender todos los procesos presentes en la interacción de la radiación electromagnética con los objetos, veremos las aplicaciones tan importantes que tiene esta interacción que usamos día con día. Primero definiremos algunos conceptos útiles para explicar completamente el por qué podemos ver sobre o a través de los objetos con una alta o baja nitidez.

Figura 2. Transparencia o invisible [2]

Luz (radiación electromagnética)

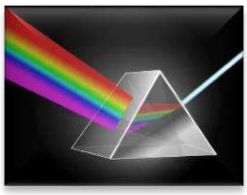


Figura 3. Radiación visible [3]

Todo lo que vemos siempre lo asociamos a luz, el cual se asume siempre proviene del sol o los focos, y esto es correcto estos funcionan como fuentes de radiación electromagnética el cual comúnmente llamamos “luz”, sin embargo, esta radiación electromagnética tiene características muy importantes, una de ellas es que se puede dividir en regiones, que conocemos como region infrarroja (IR), ultravioleta, visible (UV) ver figura 3, rayos X, ondas de radio, Microondas y rayos γ, que son conocidas en general como ondas de baja y alta energía, ver figura 4.

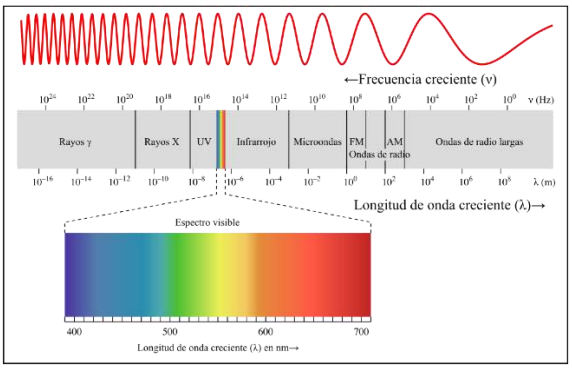


Figura 4. Espectro de radiación electromagnética [4].

Tomando en cuenta que la radiación se puede analizar como una onda es importante detallar conceptos fundamentales. Las ondas se pueden analizar por medio de una frecuencia o longitud de onda, periodo y amplitud siempre y cuando estas sean senoidales y periódicas. Como se observa en la figura 5, λ es la longitud de onda el cual mide la distancia en la que se repite el patrón de la onda, la amplitud *A* es el desplazamiento máximo de una partícula en el medio [5].

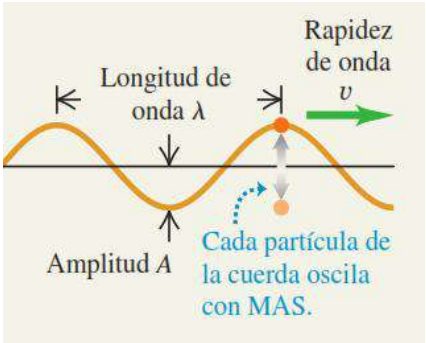


Figura 5. Representación gráfica de una onda periódica [5]

Ahora bien, es importante indicar qué tipo de radiación es la que podemos ver con nuestros ojos, esta es la que se conoce como region del espectro visible el cual contempla los colores del azul hasta el rojo pasando por el verde y amarillo. Esta region como bien indicamos anteriormente la podemos acotar con valores de longitud de onda asociada a las ondas electromagnéticas que viajan desde la fuente de radiación en valores de 400 nm hasta 700 nm, obviamente hablamos de los valores que podemos detectar con los ojos. Estos colores son los que normalmente podemos observar. Por otro lado, si analizamos los valores de energía asociados a los fotones vistos como partículas (pequeñas pelotitas de radios atómicos) esta se puede determinar con la ecuación de Planck (ver ecu.1)

$$E = h\nu \tag{1}$$

Donde *E* es la energía en unidades de Joules, *h* es la constante de Planck (6.62×10^{-34} Js) y ν es la frecuencia de la onda en segundos [6]. Esta energía es importante pues con los valores asociados a cada color podremos explicar por qué vemos a través de ciertos materiales. Las energías asociadas a los fotones permiten a estos interactuar con la estructura interna de la materia, siendo esta interacción superficial o interna (es decir interactúa con la estructura cristalina o polimórfica de los materiales), creando diferentes procesos que son fundamentales para el estudio de transparencia u opacidad de los materiales.

Interacción de la radiación electromagnética con la materia

Todos los cuerpos (materia) en la superficie terrestre como el cristal, cuarzo, diamante, esmeralda, plásticos, maderas, metales etc. Tienen la capacidad de transmitir, absorber, reflejar, refractar la radiación electromagnética, sin embargo, cada concepto tiene una distinción que detallaremos para clarificar cual de estos están presentes para medir la transparencia de un material.

- *Reflexión:* es el cambio en dirección de una onda electromagnética que ocurre en la superficie de separación de dos medios, devolviendo la onda en mayor o menor proporción según sus características. Gracias a este fenómeno podemos ver las cosas de forma clara o difusa.
- *Refracción:* este se produce cuando una onda es desviada de su trayectoria inicial al atravesar una superficie de separación entre medios diferentes. Esto se debe a que todos los cuerpos (medios de propagación) tienen una estructura atómica diferente que hace que las ondas viajen con velocidades diferentes.
- Absorción: es la capacidad que tienen los materiales para absorber una onda parcial o completamente. Otra forma de revisar la absorción es con respecto a la intensidad de radiación que entra y sale de un material o medio.
- Transmisión: es la capacidad que tienen los materiales de permitir el paso de una onda electromagnética, analizando la intensidad de entrada y salida [7].

Los fenómenos antes mencionados se presentan en una infinidad de materiales y se pueden esquematizar como se ve en la figura 6.

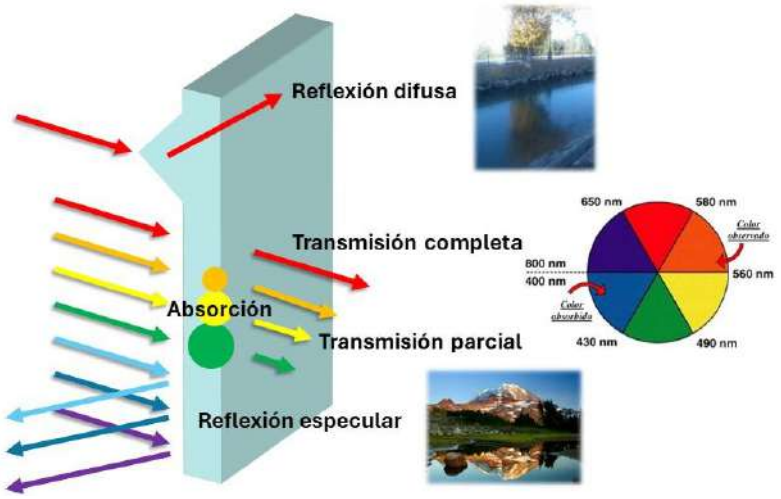


Figura 6. Esquemas representativos de la interacción de radiación con la materia.

Ahora bien, con los conceptos revisados podemos inferir que los materiales pueden definirse comúnmente como materiales transparentes aquellos que permiten pasar por lo menos toda la radiación visible (transmisión completa) o algún otro intervalo de las radiaciones antes mencionadas, translucidos son los materiales que permiten una transmisión parcial absorbiendo una pequeña cantidad de radiación y los materiales opacos son aquellos que tienen una absorción total de un intervalo especifico o de todo el espectro de radiación. Finalmente nos podemos cuestionar ¿Qué?, ¿Quién? o ¿Cómo? se ven las cosas a través de los materiales y por que se tornan de cierto color esto se responde por medio de la espectroscopia.

Midiendo la luz

Para poder cuantificar y observar el comportamiento de la luz (fotones o radiación electromagnética) que interactúa con un material es necesario involucrarnos con el área especializada en el tema que es la espectroscopia. El cual en particular permite estudiar la transparencia de varios materiales o bien permite estudiar el grado de transmisión que tiene la muestra ante una radiación especifica. Con esto en mente podemos inferir que hay diferentes tipos de espectroscopias, las cuales dependen del rango de longitud de onda que son estudiadas. Por ejemplo, la espectroscopia UV-Vis usa la radiación ultravioleta y visible, mientras que la espectroscopia infrarroja utiliza parte del espectro para energías bajas. Es importante analizar la configuración y funcionamiento de un espectrofotómetro el cual es un equipo que se ha desarrollado a lo largo del tiempo para observar la absorción o transmitancia de la luz con ciertos materiales. En este equipo se debe de estudiar el camino óptico que toma la radiación electromagnética para poder interpretar y analizar la interacción con la muestra (ver figura 3) [8].

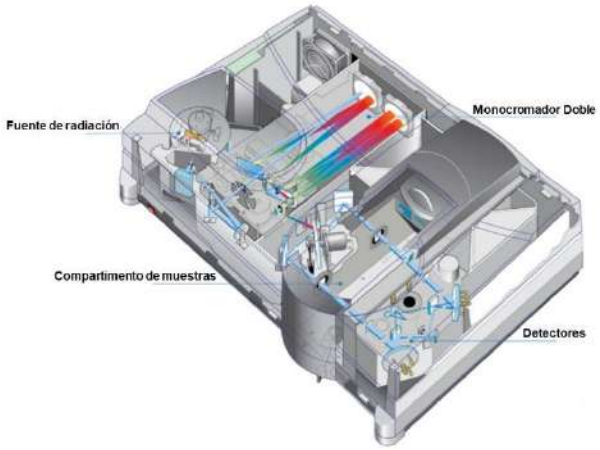


Figura 7. Esquema representativo de un espectrofotómetro utilizado en la medición de transmitancia y absorbancia [9].

La configuración más sencilla de un espectrofotómetro se puede observar en la figura 8, la cual muestra como de una fuente de radiación se emiten las longitudes de onda siendo las del espectro visible las que podemos detectar con nuestros ojos y son estas las que permiten que nosotros asociemos un color a cada objeto en la naturaleza, entonces podemos decir que el color es una propiedad de la materia que se asocia a la absorción y a la reflexión especifica de una longitud de onda

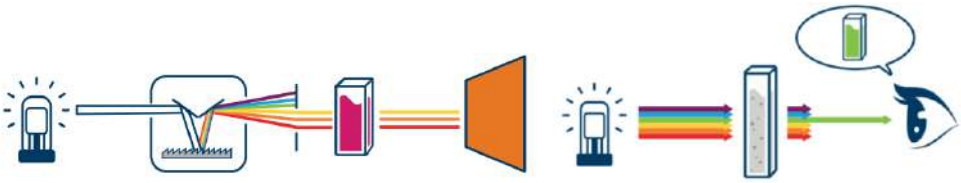


Figura 8. Esquema de espectrofotómetro simple y símil con la detección de color por nuestros ojos [9].

Es importante mencionar las características generales de un espectrofotómetro para poder entender como es que se hace la medición de transmitancia y absorción de una radiación que pasa por un objeto o materia.

- Fuente de radiación: es el encargado de generar radiación electromagnética (“Luz visible)
- Monocromador: permite dividir el haz de radiación en diferentes longitudes de onda (varios colores desde el violeta hasta el rojo)
- Rendija: pueden existir dos rendijas en el sistema todo dependerá de la utilidad, sin embargo, la más común es para determinar la cantidad de luz que pasa hacia la muestra
- Muestra: esta pues dependerá del tipo de material que se quiera analizar y cuales son las características que queremos conocer
- Detector: el detector debe de ser capaz de captar radiaciones electromagnéticas, así como tener un amplificador de señales que permita convertir las señales luminosas en señales eléctricas.

Ahora vemos que para poder analizar en que longitud de onda un material puede absorber o no, entonces podemos determinar el nivel de transparencia del mismo, sin embargo, no es el único parámetro que debemos de analizar puesto que como vimos las reflexiones que se dan en la superficie de un material hace que nosotros podamos visualizar a los objetos con ciertas características, esto es si son rugosas o completamente lisas [10].

Transmitancia una medición de la luz

La transmitancia es aquella medición que permite cuantificar el porcentaje de radiación que atraviesa una muestra en un intervalo de longitudes de onda bien definido como se menciono anteriormente. Así la intensidad de luz que pasa por un material decrece conforme lo que el material absorbe. La atenuación de la radiación incidente se puede describir cuantitativamente mediante la transmitancia y absorbancia, donde la transmitancia es la razón de la intensidad de radiación incidente (I_0) y la que sale de la muestra al atravesarla (I_f) como se muestra en la ecuación 2.

$$T = \frac{I_f}{I_0} \tag{2}$$

Multiplicando por 100 la transmitancia obtenemos el porcentaje de transmisión que tiene la muestra si este es el 100% entonces estamos en presencia de una transmitancia total, mientras que si se obtiene un 0% de transmitancia estamos en presencia de una absorción total. Cabe mencionar que todos los detectores incluyendo el ojo humano miden la transmitancia de la radiación electromagnética [11].

¡¡¡Vemos a través de las cosas!!!

Como planteamos al inicio, siempre surge la pregunta de por que podemos ver a través de ciertas cosas y podemos concluir que toda radiación electromagnética interactúa con la materia de diferentes maneras, sin embargo, existen procesos específicos que hacen posible que nosotros asociemos y detectemos formas específicas. En particular nosotros vemos a través de las ventanas por que la mayoría están hechas de Oxido de Silicio y estas requieren una radiación por arriba de los 800nm o por debajo de los 400nm para que pueda ser perturbada su estructura cristalina mientras que en el rango de 400 a 800nm no existe una perturbación (absorción) entonces no observamos ni un solo color sobre el objeto creando el efecto de transparencia el cual en otras palabras significa que el vidrio no absorbe ningún fotón en el rango visible.

Entonces cómo podemos determinar el grado de transmitancia en los materiales o bien en otras palabras el grado de transparencia de los materiales significa que

podemos utilizar esto para aplicaciones muy especificas como lo son las celdas solares donde debemos de realizar una selección de materiales que nos permitan absorber y dejar pasar cierta radiación electromagnética para que esta funcione adecuadamente como se ve en la figura 9.

Figura 9. Esquema representativo de una celda solar, y una celda solar flexible translucida a la luz[12].

Así podemos decir que si un material es transparente debemos de ser muy precisos en indicar a que es transparente, es decir, que es lo que deja pasar, considerando que hay una gran cantidad de radiaciones electromagnéticas. Y como vemos las celdas solares al ser dispositivos que van a interactuar con la radiación electromagnética estas deben de permitir el libre paso en cada una de las capas que conforman al dispositivo. Esto mismo se hace con todos los dispositivos optoelectrónicos que tienen un fin especifico. Finalmente podemos decir que algo puede ser invisible si no interactúa con ninguna longitud de onda del espectro electromagnético.

Referencias

[1] San Adrián, Que es la transparencia, Recuperado el 12 de abril, 2024, de http://transparencia.sanadrian.es/que-es-la-transparencia/

[2] Jaqueline, El derecho de acceso a la información y la transparencia, Recuperado el 12 de abril, 2024, de https://www.timetoast.com/timelines/el-derecho-de-acceso-a-la-informacion-y-la-transparencia-692dae65-4d3f-4f6a-9fa4-25218b2867da

[3] Iluminet, ¿Qué sabes sobre la luz?, Recuperado el 10 de abril de 2024, de https://iluminet.com/que-sabes-sobre-la-luz/

[4] Adrián Mato, Espectro electromagnético, Recuperado el 25 de septiembre de 2018, de http://adrianredesdedatos.blogspot.com/2018/09/espectro-electromagnetico.html

[5] Sears Francos W., Zemansky, Mark W., Young Hug D. y Freedman, Roger A., 2004, Física universitaria, 11 ed., Pearson Education.

[6] Van Nijnatten, P. A. (2014). Regular Reflectance and Transmittance. Spectrophotometry - Accurate Measurement of Optical Properties of Materials, 143–178. doi:10.1016/b978-0-12-386022-4.00005-4

[7] Eugene Hecht, 2001, Óptica, Addison-Wesley Iberoamericana España, S.A.

[8] Da-Wen Sun, Infrared Spectroscopy for Food Quality Analysis and Control, 2009, 978-0-12-374136-3, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374136-3.X0001-6

[9] Agilent, UV-Vis Spectroscopy & Spectrophotometer FAQs, Recuperado el 12 de abril, 2024, de https://www.agilent.com/en/support/molecular-spectroscopy/uv-vis-uv-vis-nir-spectroscopy/uv-vis-spectroscopy-spectrophotometer-basics

[10] Höpe, A. (2014). Diffuse Reflectance and Transmittance. Spectrophotometry - Accurate Measurement of Optical Properties of Materials, 179–219. doi:10.1016/b978-0-12-386022-4.00006-6

[11] David Harvey, 2024, Instrumental Analysis, Open Education Resource (OER) LibreTexts Project

[12] Ingo Nadler's Innovation, 3D printing inexpensive solar cells?, Recuperado el 15 de abril, 2024, de https://ingonadler.wordpress.com/2020/07/06/3d-printing-inexpensive-solar-cells/

¿Cristal o Vidrio?

C. Jiménez Campero[1], M.L. Albor Aguilera[1]
Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Departamento de Física, U.P.A.L.M. San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
cjimenezc1001@alumno.ipn.mx

¿Cristal o vidrio, cuestión de contexto?

En la vida cotidiana se usa la palabra “cristal” y “vidrio” de manera indistinta; tal es el caso de los vidrios de una ventana o un vaso de “cristal cortado”. Es posible que se piense que no hay mayor diferencia entre estos términos más que la transparencia, el grosor o brillo.

Entonces, ¿Cuál es la diferencia entre un cristal y un vidrio?

Cristal:

- Es un material duro
- Generalmente contiene óxido de plomo, magnesio o zinc.
- Son creado por la naturaleza.
- Sus átomos están perfectamente ordenados.
- Es un material que tiende a ser poroso (tiene pequeños orificios).
- Brilloso.
- Transparente.
- No se puede reciclar (una vez utilizado, no se puede volver a usar).

Vidrio:

- Es un material más fácil de romper
- Se compone de vidrio reciclado, arena, carbonato de sodio y piedra caliza.
- Sus átomos están completamente desordenados.
- Es un material no poroso y fácil de lavar.
- No es tan brilloso.
- No es tan transparente.
- Se pueden tintar.
- Es 100% reciclable.

(a) (b)

Figura1. (a) Cristal de cuarzo, (b) Vidrio [6]

La palabra ***cristal*** tiene su origen en la Grecia clásica; etimológicamente, proviene del término griego “Kyros” que significa frío. Los sabios griegos creían que los cristales de cuarzo o cristal de roca eran el resultado de una potente congelación en las profundidades de la tierra. Por otro lado, el término ***vidrio*** data de la época de los romanos, en entonces, la tonalidad natural del vidrio era de color verde, por lo que el nombre pronunciado en la época para el material era “Viride” o “Viridu” proveniente del latín que significa Verde.

En física, química, mineralogía y ciencias afines, un ***cristal*** es un material sólido cuyos átomos o moléculas adoptan una ***estructura tridimensional ordenada y repetitiva***, estructura que se conoce como ***estructura cristalina***.

Los cristales están formados por átomos, iones y/o moléculas que se empaquetan conjuntamente de un modo ordenado y periódico. El ***vidrio*** se define de forma general como un ***sólido de estructura amorfa***. Al contrario que la estructura cristalina, la estructura amorfa ***no presenta ninguna simetría*** en la disposición de sus átomos y moléculas [1, 4].

¿Se puede determinar el orden o desorden?

La mejor manera de acomodar las cosas

Cuando se acepta la idea de que existe una unidad fundamental que compone a la materia, es casi intuitivo imaginar que vivimos en un gran universo de legos. El

primero en darle un enfoque científico fue Johannes Kepler, quien alrededor de los años1600s, intuye la posibilidad de que exista una relación entre la forma hexagonal de los copos de nieve y la estructura interna del agua sólida, sin embargo, pasaron 3 siglos hasta que se pudo formalizar la idea. La cristalografía es la ciencia que estudia los cristales; la estructura de un sólido está conformada por una red (ver Fig.2) y una base (tipos de átomos presentes) la cual puede ser determinada utilizando la difracción de la luz. Consideremos el término difracción como la desviación de la luz por un cuerpo [1, 2].

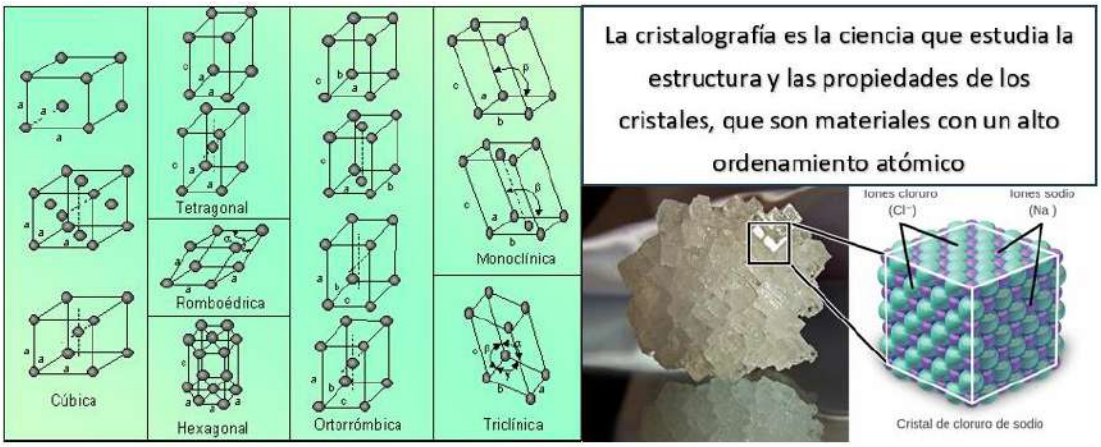


Figura 2. Las redes de Bravais son las únicas posibilidades geométricas de acomodo atómico. [6]

¡Orden por fin!, pero ¿cómo lo sabemos?

Para determinar si hay un ordenamiento atómico en un sólido hacemos interactuar radiación electromagnética cuya longitud de onda es del orden de Amstrongs (Rayos-X), esta es luz no se ve.

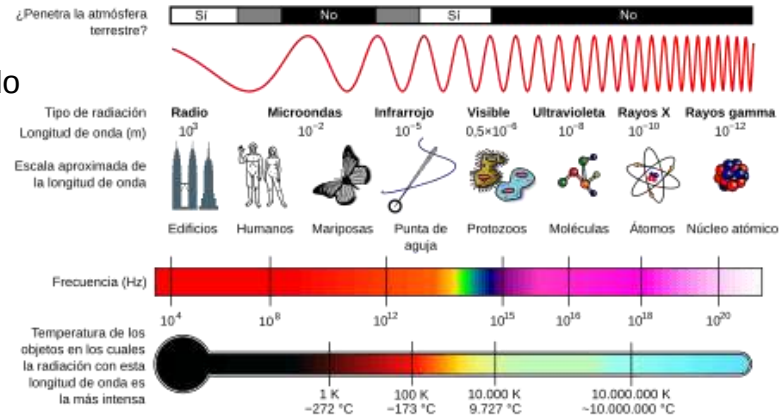


Figura 3. Espectro de radiación electromagnética. [5]

Dicho haz de luz es difractado por los planos cristalinos que son definidos por acomodamiento ordenado y/o desordenados de átomos en un sólido (ver Fig. 4)

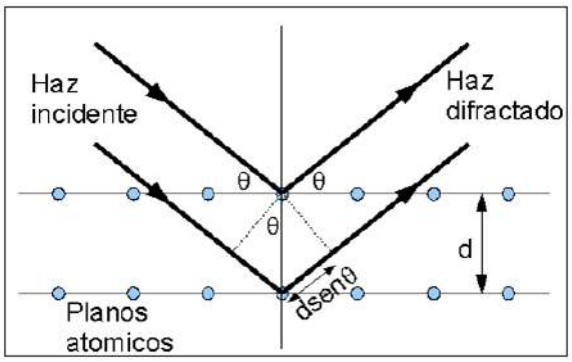


Figura 4. Planos atómicos donde la luz incide y es difractada (acomodamiento ordenado).

Los rayos de luz difractados interfieren y entre más orden atómico exista la interferencia es completamente constructiva; este tren de ondas es capturado pon un detector y se captura en una señal que es un pico bien definido. Por el contrario si hay un desorden de atómos no se define ningún plano atómico teniendo como resultado una dispersión de la luz (ver Fig. 5), el ángulo θ se refiere al ángulo de giro de la muestra, pues se mide a diferentes ángulos con la finalidad de detectar todos los planos atómicos que participan en la difracción. Esta técnica se conoce como Difracción de Rayos-X, la cual sirve para determinar la estructura de un sólido.

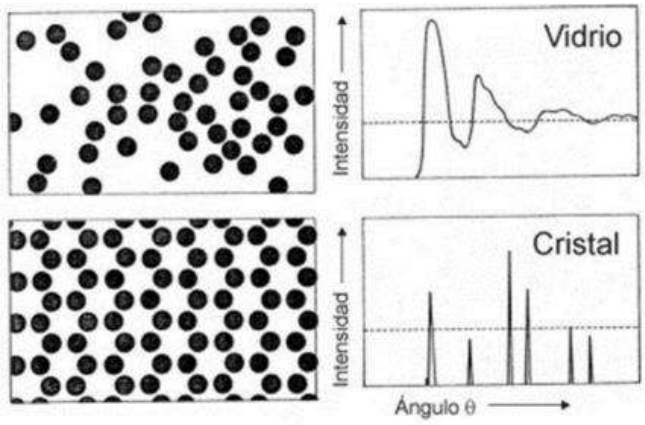


Figura 5. Picos de difracción asociados al orden y desorden de átomos [1]

Así pues, los átomos solo pueden acomodarse de ciertas maneras muy específicas. Y gracias a los rayos X, podemos saber cómo. Pero bueno, ¿esto qué tiene que ver con los cristales y los vidrios? Pues precisamente, la diferencia entre un cristal y un vidrio es cuestión de orden. Los cristales, se definen como materiales que tienen un alto ordenamiento atómico que se traduce en que poseen una estructura cristalina mientras que llamamos materiales amorfos a los que no la poseen, y el vidrio es un material amorfo [1, 4].

Existen otros fenómenos con la interferencia de la luz (región visible) con la materia Estos fenómenos pueden darse de manera simultánea, cantidad de absorción, reflexión y transmisión y esto dependerá del tipo de átomos que componen el material y del espesor de este. Se dice que un material presenta transparencia cuando este deja pasar la luz fácilmente y se dice que es traslúcido cuando este deja pasar la luz, pero no permite que vean nítidamente los objetos.

Respuesta a la pregunta

El orden es el principal responsable de la distinción científica entre los términos cristal y vidrio. Un cristal es un material que tiene un gran ordenamiento atómico, mientras que un material amorfo no tiene un ordenamiento atómico que se dice a largo alcance. El vidrio es un material amorfo por lo que desde una perspectiva científica el cristal y el vidrio no son lo mismo.

Para disipar cualquier posible duda sobre el uso de estos dos términos, podemos decir que el uso indiscriminado de estos términos como sinónimos no es fundamentalmente un problema en la vida cotidiana, aunque siempre es interesante preguntarse el significado exacto de cada uno. Para cuestiones científicas es imperativo saber distinguir entre estos dos términos pues son, estructuralmente hablando, muy diferentes.

Referencias

[1] *"Crystalography, an intriduction", Walter Borchardtt-Ott y "The Basics of Crystalography and Difracction", Christopher Hammond.*

[2] *https://cientec.or.cr/articulos/radiaciones-electromagneticas*

[3]*https://elmundoderafalillo.blogspot.com/2009/02/por-que-el-vidrio-es-transparente.html*

[4] https://elmundoderafalillo.blogspot.com/2009/02/por-que-el-vidrio-es-transparente.html

[5] https://ninos.kiddle.co/Espectro_electromagn%C3%A9tico

[6] https://www.vitroglazings.com/es/productos/otras-aplicaciones-especiales/vidrio-para-interiores/

Agrovoltaica: el sol, la tierra y la tecnología

Isis Jackeline Hernández-Cruz, Nancy Vargas-Becerril
Academia de Química y Sustentabilidad, UPIEM-IPN, Ciudad de México, México
ijhernandezc@ipn.mx

¿Qué es la energía agrovoltaica y por qué el sol, el suelo y la tecnología forman parte de ella?

El sol es el motor principal de casi todas las formas de energía en nuestro planeta. Es el responsable de que las plantas realicen el proceso de fotosíntesis, la cual permite la supervivencia de los seres vivos en la tierra. Además, el sol da origen a los vientos y las mareas que forman parte de otras fuentes renovables de energía (S.p.A., 2024).

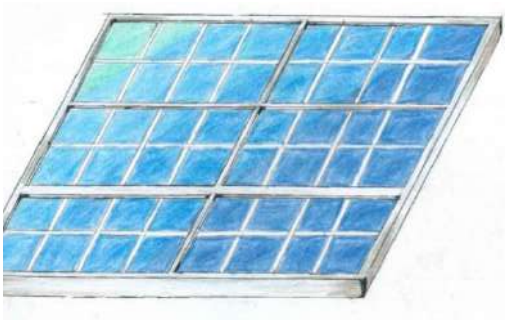
El sol, fuente natural de energía.

Sembradío de maíz.

También, ayuda a la obtención de alimentos en actividades como la agricultura, que tuvo sus comienzos desde hace más de 10 mil años en lugares como Mesopotamia, Egipto, Mesoamérica y Asia, donde se cultivaba trigo, cebada y arroz (SAGARPA, 2024).

Poco a poco se comenzaron las actividades de comercio entre diferentes civilizaciones, intercambiando los alimentos que obtenían gracias a la agricultura.

Con la agricultura, ha ido avanzando la ciencia y la tecnología no sólo para la obtención de alimentos, sino para aprovechar otras muchas bondades de la naturaleza, como la energía solar. Uno de los avances científicos y tecnológicos que se han desarrollado a partir del siglo XIX son las celdas solares. En el año de 1884, Charles Fritts fabricó la primera celda solar con selenio recubierto de material semiconductor y una capa delgada de oro (Sánchez, 2013). Desde mediados del siglo XX, los avances en el estudio de propiedades de los elementos como el silicio y el germanio permitieron aumentar la eficiencia de estos dispositivos para poder



Celda fotovoltaica.

transformar mayor energía solar en energía eléctrica. Hoy en día, la fotovoltaica es una de las energías renovables más importantes para sustituir el uso de energías fósiles y disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Respuesta a la pregunta

Ya hablamos de la energía solar, la agricultura y las celdas fotovoltaicas. Pues bien, la Energía agrovoltaica, también conocida como Agrivoltaica o Agrisolar, es la interacción entre la energía solar, las celdas fotovoltaicas y la agricultura, pues consiste en utilizar la misma superficie de terreno tanto para la generación de energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos, como para la actividad agrícola en los espacios que no están ocupados por los paneles. Existen muchos retos por afrontar aún, pues los paneles generan sombra en los cultivos mermando su crecimiento, pero también pueden fungir como protectores del cultivo ante intensas ráfagas de viento o ante lluvias fuertes y granizadas que podrían dañar las plantas.

Una parcela agrovoltaica o granja agrovoltaica se logra mediante la instalación de soportes fijos a una altura aproximada de cinco metros por encima del terreno y en donde se colocan los paneles solares, facilitando así el acceso de maquinaria agrícola cuando sea necesario. Otro tipo de instalaciones son los invernaderos solares o los módulos fotovoltaicos desplegados entre las hileras de cultivo (Vector Renewables, 2022) .

Agrovoltaica.

La agrovoltaica está siendo utilizada en países europeos y es una práctica que seguramente permeará en México en los próximos años, pues nuestro país tiene potencial para este tipo de generación de energía que a su vez se combina con la agricultura. Es aquí en donde observamos una sinergia entre el uso del suelo, el uso de la energía del sol y el uso de la tecnología para convertir la energía del sol en energía eléctrica.

Si consideramos que nuestro país cuenta con zonas cuya principal actividad es la agrícola, pero con problemas de pobreza, marginación y con la desafortunada disminución de la cosecha de quienes dedican su vida a la siembra de sus tierras, encontramos que la agrovoltaica puede ser una alternativa para mejorar la calidad de vida de las personas que habitan esas zonas.

Referencias

comunero, C. a. (26 de abril de 2024). *Centro ayuda al comunero*. Obtenido de https://ayuda.comunidadsolar.es/portal/es/kb/articles/charles-fritts-nuestro-h%C3%A9roe#:~:text=En%201884%20se%20instal%C3%B3%20en,una%20fin%C3%ADsima%20capa%20de%20oro.

Enel Green Power S.p.A. - Communications. (s.f.). *Enel Green Power S.p.A. - Communications*. Obtenido de Enel Green Power S.p.A. - Communications: https://www.enelgreenpower.com/es/historias/ventajas-agrovoltaica

Energy, A. R. (s.f.). *Parque Solar Guajiro*. Obtenido de Parque Solar Guajiro: https://www.proyectoguajiro.com.mx/proyecto-guajiro/

Francovigh, G. (26 de junio de 2023). *IER-UNAM y Solarever presentan un nuevo proyecto para aplicar energía agrovoltaica en México*. Obtenido de Energía Estratégica: https://www.energiaestrategica.com/ier-unam-y-solarever-presentan-un-nuevo-proyecto-para-aplicar-energia-agrovoltaica-en-mexico/

García-Salazar, E. M. (2019). El agua residual como generadora del espacio de la actividad agrícola en el Valle del Mezquital, Hidalgo, México. *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*.

S.p.A., E. G. (25 de abril de 2024). *enel green power*. Obtenido de https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/energias-renovables/energia-solar

SAGARPA. (29 de abril de 2024). *siaprendes*. Obtenido de http://siaprendes.siap.gob.mx/contenidos/2/01-agricultura/contexto-1.html

Sánchez, M. (12 de marzo de 2013). *Energy Management Magazine*. Obtenido de https://e-management.mx/2013/03/12/celdas-solares-el-alcance-urbano-y-rural/

UNAM., D. G. (11 de 10 de 2023). *Instalan en la UNAM la primera parcela agrovoltaica de México*. Obtenido de Instalan en la UNAM la primera parcela agrovoltaica de México: https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2023_775.html

Vector Renewables. (26 de abril de 2022). *Vector Renewables*. Obtenido de https://www.vectorenewables.com/es/blog/agrovoltaica-las-ventajas-de-unir-renovables-y-cultivos

Ilustraciones: Todas las ilustraciones son obra de Gerardo Palacios Almanza.

Espacio recíproco: ¿Ves la red al revés?

José Manuel Flores Márquez[1*], César Hernández Vásquez[2], Miguel Ángel González Trujillo[2] y María de Lourdes Albor Aguilera[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
[2]Instituto Politécnico Nacional-ESCOM, Departamento de Ciencias Básicas, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
[3]Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Departamento de Física, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
jfloresm@ipn.mx*

¿Cómo supieron que eran hexágonos?

Los sólidos pueden acomodarse de maneras desordenadas (amorfos) y ordenadas (cristales), cuando los sólidos se disponen de maneras ordenadas, los átomos que los conforman pueden distribuirse de maneras reducibles a formas geométricas convencionales, tales como un cubo o un hexágono [1]. Sin embargo, las distancias que existen entre los átomos que conforman esas distribuciones ordenadas son del orden de nanómetros (1 x 10^{-9} m), demasiado pequeñas para verlas a simple vista, inclusive, bastante pequeñas para verlas por un microscopio óptico, actualmente existen equipos que utilizan electrones para generar contrastes y poder observar dichas distancias, literalmente… ¡Podemos ver a los átomos! Por ejemplo, si observamos bien a la Figura 1 observaremos que se ven claramente hexágonos repetitivos en donde en cada arista hay una bolita blanca, esa bolita blanca son los átomos de carbono que están estructurados de tal manera que forman una estructura cristalina (ordenada) llamada grafeno, podemos observar que el lado de cada hexágono es de apenas 0.14 nm; entonces, cuando hace años no existía esta tecnología, ¿Cómo supieron que eran hexágonos?

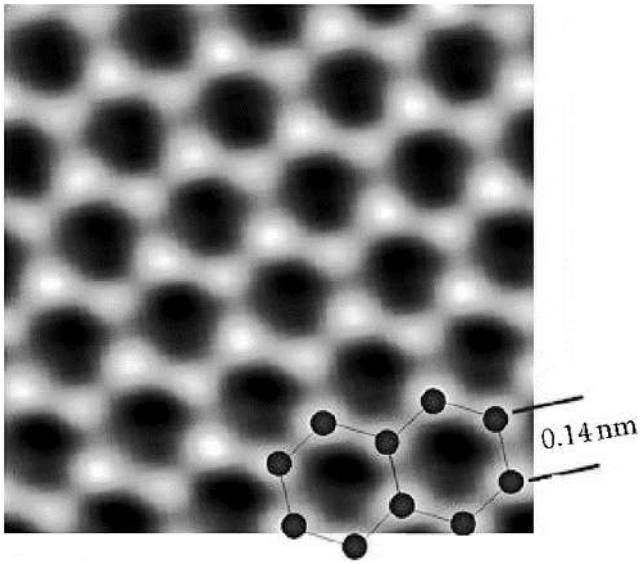


Figura 1.- Imagen de la estructura bidimensional del grafeno en forma de “panal” formada por átomos de carbono utilizando Microscopía Electrónica de Transmisión (TEM por sus siglas en inglés) [2].

La red directa y la red recíproca

La materia ordenada, también llamada cristalina o que forma una “estructura cristalina”, tiende a agruparse de maneras que podemos simplificar a formas geométricas convencionales definidas, dichas agrupaciones son llamadas “redes cristalinas”, y dicha forma geométrica simplificada es llamada “celda unitaria”, tal como puede apreciarse en la Figura 2.

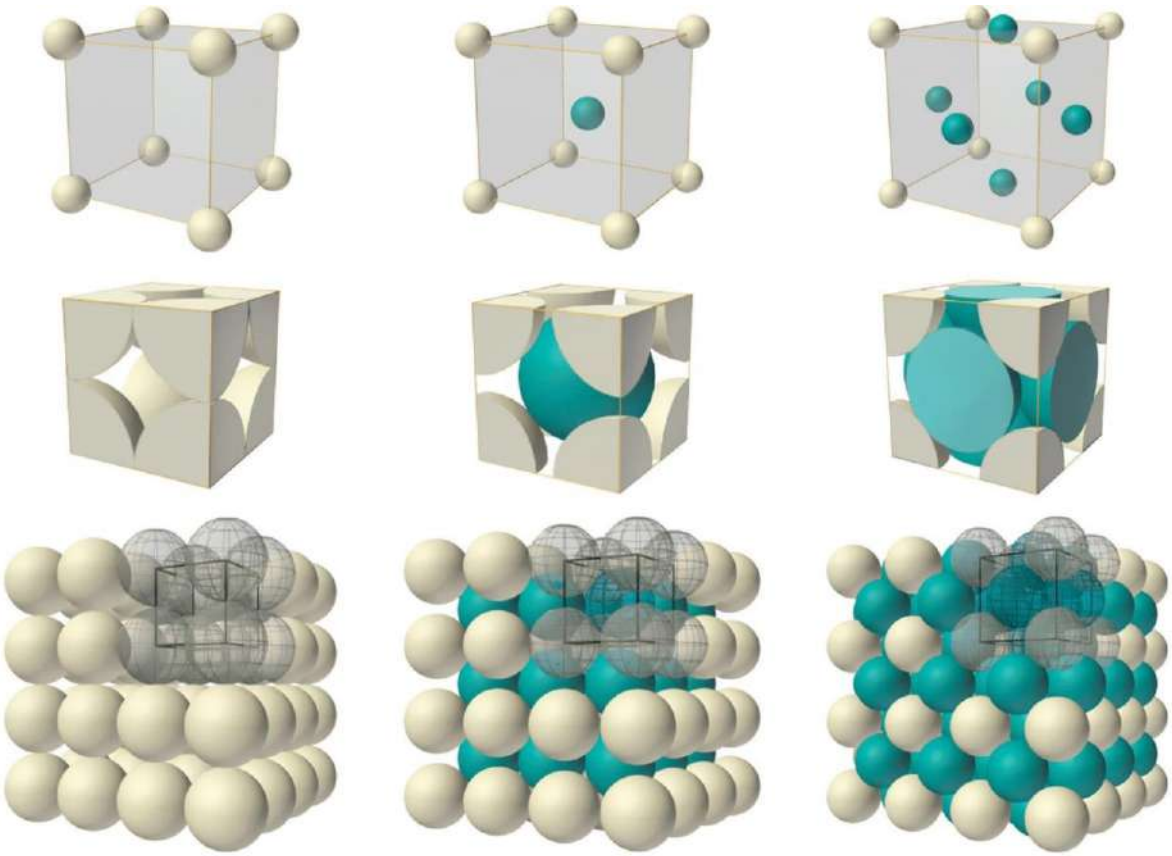


Figura 2.- Distribuciones ordenadas de átomos formando figuras geométricas cúbicas [3].

En este caso, los átomos se han dispuesto de manera que podemos extraer una pieza mínima (como si fuera una pieza de jenga) que podría repetirse en todas direcciones para formar la misma distribución atómica (la red cristalina como si se tratara de toda la torre de jenga armada), a dicha pieza le llamamos “celda unitaria”, y esta celda unitaria tiene una forma geométrica definida, para este caso, un cubo.

Sin embargo, si hablamos de tres dimensiones, y tomamos en cuenta todas las variaciones de tres vectores fundamentales no colineales, tanto en módulo (longitud) como en los ángulos que lo relacionan, reduciremos todas las posibles variaciones a siete redes únicamente, la ya mencionada cúbica, más la tetragonal, ortorrómbica, hexagonal, monoclínica, trigonal y triclínica [4-6], tal como se observa en la Figura 3.

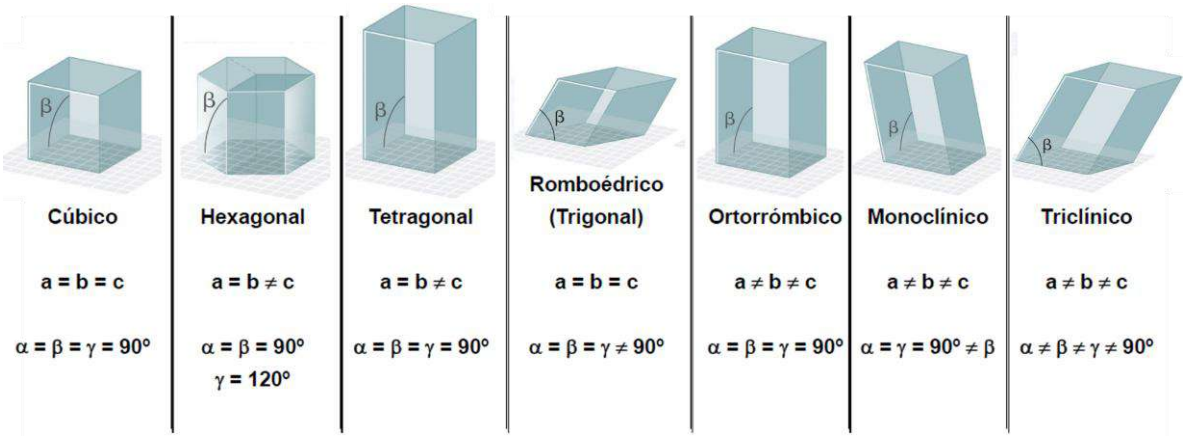


Figura 3.- Redes cristalinas posibles en tres dimensiones [3].

A estas redes cristalinas las llamamos como “red directa”, debido a que así es como en realidad vienen dispuestos los átomos, por ejemplo, la forma geométrica que exhiben los átomos de carbono del grafeno de la Figura 1 corresponden con una celda hexagonal, que como ya se ha mencionado antes, tiene una dimensión considerablemente pequeña. Dada la dificultad hace años de poder corroborar esto de manera directa mediante microscopía, es que se desarrolló una primera metodología que nos permitía observar dichas distribuciones de manera indirecta, de tal modo que se pudieran relacionar estas redes directas con sus respectivas “redes recíprocas”.

La red recíproca es una de las consecuencias de la incidencia de radiación electromagnética (del orden de los Ratos X) capaz de oscilar (vibrar) varias veces en esas pequeñas distancias atómicas, de manera que puede interactuar con la materia y proporcionarnos información relevante de la misma de una manera “inversa”. De tal manera que permitió observar un ordenamiento geométrico, tal como la red directa, pero que podíamos medir con una regla simple de 30 cm. La Figura 4 muestra como los rayos X, al interactuar con un cristal genera ondas difractadas (redireccionadas de manera específica) que generan una distribución igualmente ordenada en un papel fotográfico sensible a la luz, mismo que presenta “manchas” las cuales fueron generadas por ese redireccionamiento llamado difracción y que exhiben la misma geometría con la que los átomos están dispuestos en la red directa.

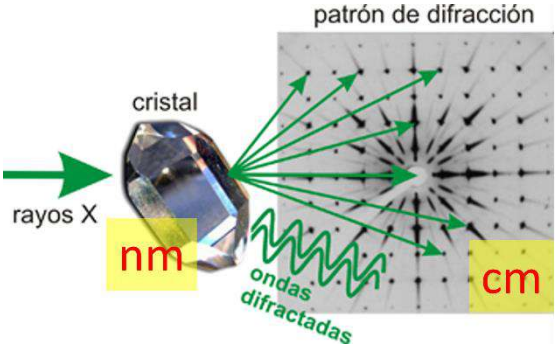


Figura 4.- Interacción de los rayos X con un cristal mostrando el origen experimental de la red recíproca [7].

A pesar de que en la materia ordenada se presente este fenómeno de manera significativa, al interactuar ese orden como si fuera una especie de “amplificador”, también se puede aprovechar con moléculas aisladas, por ejemplo, este mismo tipo de experimento ayudó a los investigadores a descubrir que el ADN se disponía de manera helicoidal (o sea en espiral) tal como se muestra en la Figura 5.

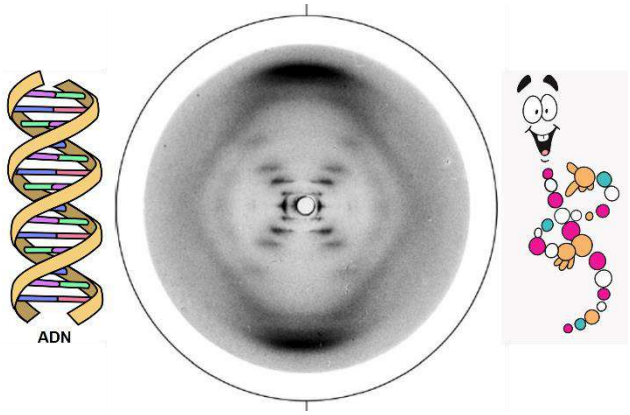


Figura 5.- Imagen obtenida por difracción de rayos X de la cadena de ADN obtenida por Rosalind Franklin y Raymond Gosling en mayo de 1952 [8] comparada con la cadena conocida (izquierda) y Mr. ADN de la franquicia de “Jurassic Park” (derecha).

Y como es sabido, las moléculas también tienen dimensiones considerablemente pequeñas, por lo que esta metodología permite también ver su disposición “amplificada”.

Entonces, esta interacción de la radiación electromagnética -en el orden de los rayos X- con la materia, nos permite observar las disposiciones geométricas de los átomos, que tienen dimensiones considerablemente pequeñas, “proyectadas” <como si fuera un proyector de cine> sobre algún material sensible que cambie de color al recibir esa radiación redireccionada, y las manchas que aparecen sobre ese material sensible, muestran precisamente ese ordenamiento del orden nanométrico, en distancias que se pueden medir con una regla convencional de 30 cm conservando su disposición.

Por supuesto, hay que tomar varios aspectos en consideración, tales como que hay que hacer diferentes pruebas para obtener la dirección deseada, por ejemplo, si tengo una proyección del sistema tetragonal, puedo obtener una proyección cuadrada (las bases) o rectangular (las caras), tal como se muestra en Figura 6.

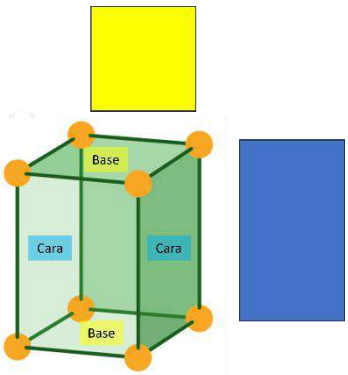


Figura 6.- Tetrágono exhibiendo sus bases cuadradas y caras rectangulares.

Lo mismo sucedería para el sistema hexagonal, donde se podría obtener las bases hexagonales, o las caras rectangulares. Para el sistema cúbico será más sencillo dado que sus 6 lados son iguales, por eso se considera como el sistema de máxima simetría, contrario al sistema triclínico, donde todos sus lados y ángulos son diferentes, siendo el sistema menos simétrico y el más complicado de todos, aunque también es posible medirlo como los demás sistemas.

Existen dos condiciones básicas que nos permiten entender toda esta construcción geométrica, y que explican el motivo por el cual vemos esa “reciprocidad” entre la red directa y la red recíproca, esto quiere decir que dependen mutuamente una de la otra, y por ende, ambas están relacionadas. La primera condición es respecto del ángulo al que se proyecta la red recíproca, esta proyección siempre será a 90° respecto de los planos de la red directa. Por ejemplo, los haces difractados (la flecha roja) que sean proyectados por el plano (azul) que corta a la “tapa” (o base superior) de la celda cúbica hacia el papel fotográfico sensible a la luz, salen proyectados a 90°, o lo que es lo mismo, proyectados normales al plano, tal y como se muestra en la Figura 7. Los índices del plano son (001) ya que corta únicamente al eje “z”, y a los ejes “x” e “y” nunca los toca. De esta manera habrá que alinear adecuadamente el cristal para obtener la proyección deseada, estas proyecciones reciben el nombre de “proyecciones estereográficas”.

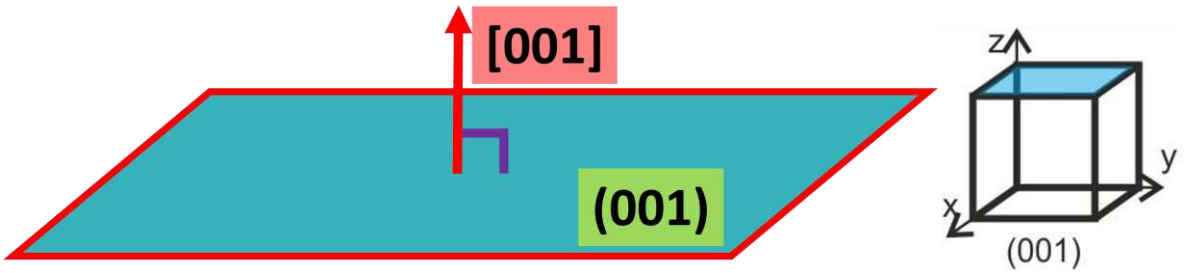


Figura 7.- Haz difractado siendo emitido de manera “normal” (a 90°) al plano (001) de la red directa.

La segunda condición es respecto de las dimensiones (distancias) que separarán a los haces difractados (las manchas) que sean proyectados desde los átomos de la estructura cristalina hasta el papel fotográfico sensible a la luz. Y que esto es lo más interesante dado que dichas dimensiones tienen un comportamiento inverso. Cuando las distancias que existen entre los planos cristalinos (los cortes a la celda unitaria como el de la Figura 7) son pequeñas en la red directa, en la red recíproca se mostrarán más distanciados, tal como se puede apreciar en la Figura 8 parte superior, donde el fondo blanco corresponde a la red directa, y el fondo negro a la red recíproca; análogamente, si dicha distancia es mayor, la proyección en la

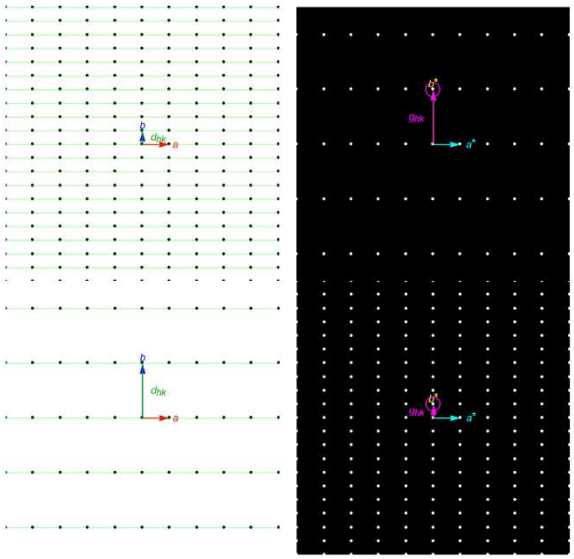


Figura 8.- Comportamiento inverso de la red directa (fondo blanco) y red recíproca (fondo negro) en una red bidimensional [9].

red recíproca inversamente será mostrada con las manchas más cercanas, como se puede observar también en la Figura 8 parte inferior.

De manera que podemos ver distancias nanométricas (como las distancias que separan a los átomos) proyectadas sobre un papel fotográfico sensible a la luz que exhibe manchas distanciadas por centímetros, fácilmente medibles. Analizando estas proyecciones y la distribución de las manchas que muestren dichas proyecciones, podemos obtener información de la estructura cristalina.

¿Cómo supieron que eran hexágonos?

Porque antes del desarrollo de la microscopía electrónica de transmisión, o cualquier otra técnica moderna que nos permita observar directamente a los átomos y sus disposiciones geométricas ordenadas; se encontraron formas de observarlas de manera indirecta, y que todavía son completamente válidas y utilizadas ampliamente en varios campos de la ciencia, la investigación, y la tecnología. Concibiendo el uso de un espacio matemático relacionado con el espacio real, y que al depender uno del otro, recibe el nombre de recíproco, con cierta parte de su comportamiento funcionando de manera inversa, y por ende, dimensiones pequeñas como las distancias entre los átomos, se pueden observar en un papel fotográfico de dimensiones manipulables con las manos.

Referencias

[1] José Manuel Flores Márquez et al., Los cristales y su clasificación por simetría cristalina, Didácticas de las Ciencias No. 6, julio 2023, 26-34 pp.
[2] Ujjal Kumar Sur, Graphene: A Rising Star on the Horizon of Materials Science, International Journal of Electrochemistry Vol. 2012, Art. ID 237689, 12 pp.
DOI: https://doi.org/10.1155/2012/237689
[3] The LibreTexts libraries (Marzo 2024), El arreglo de los átomos en sólidos cristalinos. https://chem.libretexts.org/@go/page/6403
[4] Borchardtt-Ott W., Crystallography: An Introduction, 3era Edición, 2012, Springer.
[5] Giacovazzo C., Fundamentals of Crystallography, 3era Edición, 2011, Oxford Science Publications.
[6] Hammond C., The Basics of Crystallography and Diffraction, 4ta Edición, 2015, Oxford Science Publications.
[7] Martínez-Ripoll M. (19 de marzo 2023), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cristalografía.
https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/
[8] WATSON, J., CRICK, F. Molecular Structure of Nucleic Acids: A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid. Nature 171, 737–738 (1953).
https://doi.org/10.1038/171737a0
[9] ReciprocalLattice2D: Wolfram Demonstrations Project (Marzo 2024), Wolfram Mathematica Software.
https://demonstrations.wolfram.com/

La luz de un nuevo amanecer: Celdas Solares por Deposito SILAR

Clavel Meraz Uriel Eduardo[1*], José Manuel Flores Márquez[1], César Hernández Vásquez[2], Miguel Ángel González Trujillo[2] y María de Lourdes Albor Aguilera[3]

[1]Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
[2]Instituto Politécnico Nacional-ESCOM, Departamento de Ciencias Básicas, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
[3]Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Departamento de Física, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México
uclavelm1500@alumno.ipn.mx*

¿Cómo es que adherir películas a un vidrio puede reducir la contaminación?

Dia a día el cambio climático es uno de los mayores desafíos ambientales que se enfrenta el ser humano, esto debido al impacto directo que tiene contra la salud, ya que puede aumentar la magnitud de diferentes enfermedades o el daño provocado por olas de calor; por otra parte, la pérdida de biodiversidad, como se ha estado experimentando en las últimas décadas con la perdida de diferentes especies vegetales y animales e incluso con el incremento de desastres naturales, causados por diferentes eventos meteorológicos.

Teniendo en cuenta que el cambio climático está estrechamente relacionado con la contaminación atmosférica, se tiene conocimiento sobre los diferentes contaminantes atmosféricos tales como la liberación de gases contaminantes a la atmósfera provenientes de actividades humanas, la quema de combustibles fósiles, la deforestación, la industria y la agricultura, está alterando el equilibrio natural de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Estos gases, como el dióxido de carbono y los óxidos de nitrógeno, atrapan el calor del sol en la atmósfera, provocando un aumento en la temperatura global del planeta.

Para contrarrestar estos contaminantes se han buscado alternativas en dirección a las energías renovables y como resultado de esta búsqueda han arrojado diferentes caminos a seguir, tales como la energía nuclear, hidráulica, eólica y solar debido a que son fuentes de energía que impulsan hacia un sistema energético más sostenible y amigable con el medioambiente, tal

Figura 1 Tipos de energía renovable Quiroa, M. (noviembre 2019).

Sin restar importancia a ninguno de los tipos de energías renovables, se puede decir que la energía nuclear es relevante por su alta capacidad de generación eléctrica y muy baja emisión de gases de efecto invernadero, por otra parte, a pesar de los riesgos asociados a la radiación nuclear y los residuos radiactivos, la energía nuclear sigue siendo una fuente de energía muy importante y confiable en muchos países debido a su capacidad de producción de energía constante; por otro lado, la energía hidráulica es importante debido a su carácter renovable y su capacidad para generar electricidad de forma continua y estable, permitiendo ajustar la generación de energía según la demanda energética, a su vez, la energía eólica es crucial por su naturaleza renovable, limpia y abundante trabajando de manera eficiente y sin emisiones contaminantes directas, su implementación contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Finalmente, la energía solar es importante debido a su abundancia, capacidad de producir menos contaminantes a comparación de centrales termoeléctricas y su gran versatilidad, generando energía eléctrica desde una escala pequeña hasta grandes plantas solares a escala industrial.

Figura 2 Características de la energía renovable Quiroa, M. (noviembre 2019).

Y es justamente aquí en donde se tiene que aprovechar el uso de la energía solar, debido a que la energía solar es una fuente de energía limpia, renovable y descentralizada que puede ser utilizada en una amplia gama de aplicaciones. La radiación solar puede ser aprovechada para la generación de electricidad, y para implementar el uso de esta energía solar, se ha optado por la fabricación de celdas solares a pequeña escala, porque las celdas solares a través de sistemas fotovoltaicos convierten de manera directa la energía proveniente del sol en energía eléctrica consumible para el ser humano sin procesos intermedios que afecten de manera tan negativa al medio ambiente, es decir; se obtiene energía limpia y renovable como se puede observar en la Figura 2 (Quiroa, 2024)

¿Cómo se obtienen estas celdas solares? Las celdas solares se pueden obtener de distintas maneras, para esto existen diversos métodos tales como:

- Depósito Físico de Vapor (Physical Vapor Deposition- PVD):

El método de pulverización catódica consiste en la formación de un vapor a partir de las colisiones de iones de un blanco en una atmósfera inerte que se deposita en un sustrato deseado con el objetivo de formar pequeñas películas delgadas. Figura 3 (Muñoz-Saldaña, 2024)

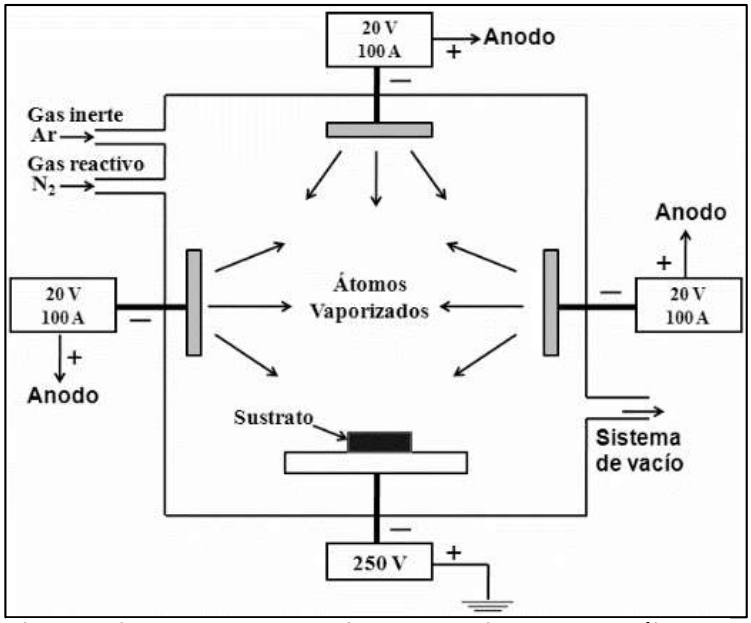


Figura 3 Sistema PVD Montes de Oca, Jazmin & H.J, González & E, Solis & J, Moreno & Muñoz-Saldaña, J. (octubre 2009).

- Método de depósito químico de vapor (Chemical Vapor Deposition- CVD):

El método CVD consiste en hacer depósito a partir de compuestos en fase gaseosa en donde se induce una reacción química a partir de su activación térmica en la superficie del sustrato a trabajar como se puede ver en la Figura 5 (Ojeda, 2024)

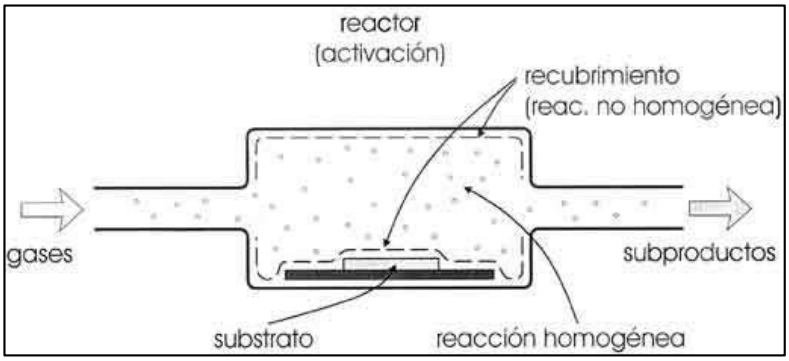


Figura 4 Funcionamiento método CVD Gómez-Aleixandre, C. & Albella, Jose & Ojeda, Fernando & Martí, F.. (2011).

- Depósito por baño químico (Chemical Bath Deposition-CBD):

La técnica de depósito por baño químico implica la adherencia (pegar) controlada de un compuesto deseado de la solución mediante el uso de un coloquialmente conocido “Baño María” sobre un sustrato adecuado.

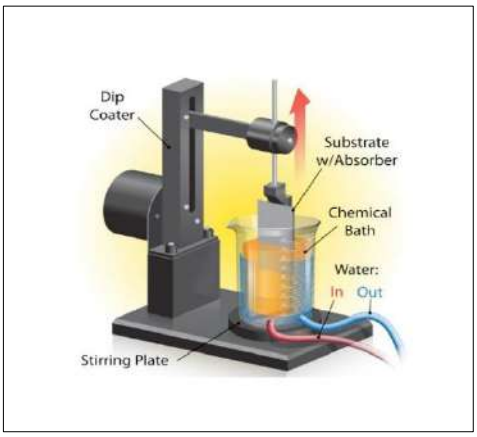


Figura 5 Funcionamiento método CBD (Ojeda, 2024)

Conociendo algunos de los diferentes métodos de depósito, al necesitar un depósito de materiales semiconductores que requiera un control más preciso sobre la formación de películas, se puede optar por el método SILAR. El método SILAR (successive ionic layer adsorption and reaction) traducido al español como "Reacción y Adsorción de Capas Iónicas Sucesivas" Es un método que data de los años ochenta, este método ha sido usado para el depósito de películas delgadas de distintos materiales para diferentes aplicaciones, tales como supercondensadores, energía fotovoltaica, división fotoelectroquímica de agua, sensores de gas y otras más, en este caso, es para producir películas delgadas de materiales semiconductores a partir de un sustrato de base silicio (vidrio) con la finalidad de obtener propiedades optoelectrónicas para el uso y aplicación de las celdas solares, se puede observar un boceto de diseño propio en la Figura 6.

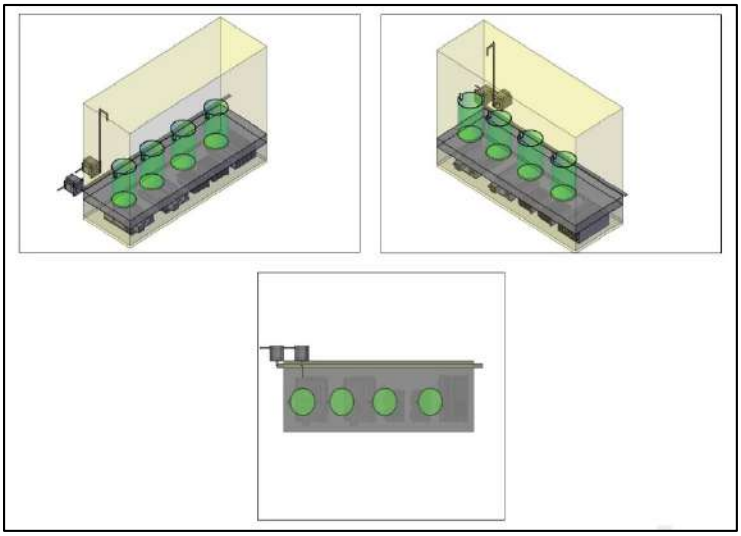


Figura 6 Boceto Ingenieril de un sistema basado en el método SILAR (Figura propia)

Esta técnica se basa en la adsorción de capas alternas de materiales con pasos de lavado intermedios. Se conoce como método de capas iónicas debido a que cada capa es una formación de una especie iónica particular que va seguida de una reacción activada por una adsorción sucesiva de una especie iónica diferente (cargas opuestas). Esta reacción conduce a la formación de un producto insoluble el cual constituye el recubrimiento de la primera película. Posterior a esto, se repite el proceso para aumentar el espesor de la capa depositada, tal y como se observa el esquema de la Figura 7.

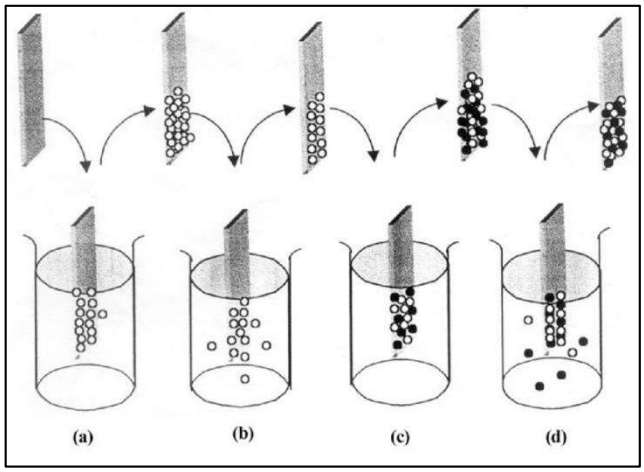


Figura 7 Funcionamiento Método SILAR Habid M. (abril 2004),

Las variables que se deben de tener en cuenta son: concentración de la solución, tipo de precursores (tanto la solución como los precursores van a depender del material a depositar), pH y temperatura de crecimiento.

El tiempo que se introduzca (sumerja) el sustrato va a depender del tipo de material que se va a depositar, y el número de ciclos que dura el proceso depende del grosor (espesor) de la película que se desea obtener, este periodo va a controlar de manera precisa el espesor de la capa, con el objetivo de obtener películas delgadas de materiales semiconductores que pueden ser de orden micrométrico a nanométrico.

Teniendo en cuenta el funcionamiento del Método SILAR tenemos diversas ventajas y diferencias con los métodos PVD, CVD y DBQ, por ejemplo; nos otorga simplicidad, bajo costo energético, facilidad de escalamiento e incluso una amplia gama de materiales con diferentes propiedades químicas y físicas, así como un mayor control sobre el espesor de la capa depositada en comparación con los otros métodos, lo que puede ser beneficioso en aplicaciones donde se requiere precisión en la fabricación de películas delgadas. Sin embargo, también existen ciertas desventajas y una de ellas es que lamentablemente se tiene que adaptar a las condiciones de un determinado lugar, esto significa que, debido a condiciones tan específicas como la temperatura, la humedad, variaciones de voltaje, climatología, y por ende, no funcionará de la misma manera en un lugar "A" que en un lugar "B".

Como se mencionó anteriormente, se tiene una amplia gama de materiales los cuales se pueden depositar mediante el método SILAR (Véase Tabla 1):

Tabla 1 Materiales cultivados en el Método SILAR (Patwary, 2022)

Óxidos	**Sulfuros**	**Selénidas**	**Telururos**
Mg, Ti, V, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Cd, W, Bi, Sn	Cu, Zn, Cd, Ni, Sn, Pd, Mo, Ag, As, Bi, Mn, Sb, Fe	Cu, Sb, Cd, Bi	Cu, Cd, La

Teniendo esta gran variedad de materiales, podemos obtener diferentes tipos de películas con diferentes tipos de propiedades para diferentes aplicaciones, tales como:

- Propiedades fotocatalíticas: Este tipo de películas pueden desencadenar reacciones químicas cuando se exponen a la luz, facilitando la eliminación de compuestos orgánicos nocivos, como pesticidas, tintes, compuestos farmacéuticos, también pueden usarse en la eliminación de contaminantes orgánicos en el agua y el aire, ayudando a la purificación del agua y la mejora de la calidad del aire, respectivamente.

- Propiedades optoelectrónicas: Las películas depositadas con propiedades optoelectrónicas pueden ser empleadas en la fabricación de celdas solares y

paneles fotovoltaicos para la generación de energía renovable. Estos dispositivos transforman la energía solar captada en energía eléctrica de manera eficiente, contribuyendo a reducir la dependencia de fuentes de energía no renovables tales como termoeléctricas generadoras de gases nocivos, mitigando las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Propiedades de conductividad: Puede aplicarse en sensores ambientales para la monitorización de parámetros como la calidad del aire o la presencia de contaminantes en el agua, ayudado al medioambiente de manera eficaz ya que estos sensores permiten detectar de forma precisa y en tiempo real la presencia de agentes contaminantes.

De esta manera, conociendo los diferentes depósitos, los diferentes materiales y las diferentes propiedades que se pueden obtener, podemos emprender una toma de decisiones efectiva de acuerdo a la aplicación que se necesite, teniendo siempre una constante: contrarrestar contaminantes atmosféricos, dando el uso a las buscadas energías renovables y de esta manera ayudar a disminuir los contaminantes de manera significativa en el medioambiente.

¿Cómo es que adherir películas a un vidrio puede reducir la contaminación?

Respuesta:

Al hacer esta analogía nos referimos al depósito de película delgada de material semiconductor dada por el método SILAR, que puede otorgar diferentes tipos de propiedades y aplicaciones que tendrán la capacidad de ayudar de manera directa o indirecta al medioambiente, con estas propiedades y aplicaciones podemos ver que el SILAR es un método adecuado para el desarrollo de películas con propiedades fotovoltaicas para la captación de la luz solar generando a pequeña escala energía eléctrica, de esta manera se pretende hacer una reducción significativa de contaminantes causados por las energías no renovables y provocar una reducción en la generación del impacto ambiental, como si de un efecto domino se tratara, siendo esta la premisa del uso de celdas solares.

Referencias

Deepa, K., et al., “Development of SnS quantum dot solar cells by SILAR method”, Materials Science in Semiconductor Processing, Volume 27, pp 649-653 (2014).
DOI: https://doi.org/10.1016/j.mssp.2014.08.006

Pathan, H.M., Lokhande, C.D., “Deposition of metal chalcogenide thin films by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method”, Bull Mater Sci 27, pp 85–111 (2004).
DOI: https://doi.org/10.1007/BF02708491

J. Montes de Oca, H.J. González, E. Solis, J. Moreno, J. Muñoz-Saldaña, “Aplicación de un recubrimiento de TiAIN para el incremento de la resistencia al desgaste de una compuerta de paso fabricada en acero T9”, Revista Mexicana de Física 55, pp 378–386 (2009).
Recuperado de: https://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=57012070004

Gómez-Aleixandre C., Albella J.M., Ojeda F. y Martí F.J., “Síntesis de materiales cerámicos mediante técnicas químicas en fase vapor (CVD)”, Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, Vol. 42, Nº. 1, pp 27-31 (2011).
DOI: https://doi.org/10.3989/cyv.2003.v42.i1.653

Patwary, M. A., “Thin Films Processed by SILAR Method”, Intechopen (2023).
DOI: https://doi.org/10.5772/intechopen.100701

Quiroa, M. (noviembre 2019). Economipedia. Recuperado el 29 de febrero de 2024, Obtenido de: https://economipedia.com/definiciones/energia-renovable.html

S.S. Kale, et al., “Use of successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method for amorphous titanium dioxide thin films growth”, Applied Surface Science Vol. 253, 2, pp 421-424 (2006).
DOI: https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2005.12.082

Samantha Prabath Ratnayake, et al., “SILAR Deposition of Metal Oxide Nanostructured Films”, Small No.17, 2101666 (2021).
DOI: https://doi.org/10.1002/smll.202101666

La importancia del uso y conservación de pigmentos autóctonos mediante la grana cochinilla

Martha Robles López [1], Vianey Urdapilleta Inchaurregui [2], Mayra Robles López [3], Rafael Martínez Medina [4]
[1] *Academia de Económico Administrativas, ESIT- IPN, Ciudad de México, México*
[2] *Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales, ESFM-IPN, Ciudad de México,*
[3] *UNAM, Facultad de Derecho, Ciudad de México, México*
[4] *Escuela Superior de ingeniería Textil, ESIT- IPN, Ciudad de México, México*
rmartinezm2001@alumno.ipn.mx

¿Es viable el uso de pigmentos naturales?

Un pigmento es un material colorante para dar diferentes tonalidades, empleado en diversas formas y materiales. Los pigmentos pueden tener un origen natural o artificial dependiendo del uso que se le dé.

> Los pigmentos no son sustancias amorfas, ya que están estructurados, además el nivel de expresión de la materia se estructura como una serie de contrarios, algunos de los cuales pueden ser importantes para comprender el significado de las obras que los utilizan, es decir. Se pueden yuxtaponer a los contrastes a un nivel de contenido. (Roque, 2012)

Entre los diferentes tipos de pigmentos se encuentra la cochinilla, así como otros materiales (barro, oro, obsidiana, etc.), se sabe que estos materiales ayudaron a civilizaciones prehispánicas para acceder a diversos intercambios comerciales, es importante resaltar que actualmente siguen vigentes estos procesos y que además se tiene un impacto ambiental menor, hoy en día estos conocimientos son parte de la cultura y han sido parte de la socialización de los indígenas en su vivir (Ver Ilustración 1).

Ilustración 1
Referencia de la grana cochinilla

Nota: la figura indica el pigmento de la grana cochinilla recién molida.

Ilustración 2
proceso de teñido

Nota: La figura muestra a un hombre realizando el proceso tradicional de teñido de la grana cochinilla.

El tinte carmín de la grana se produce en vasijas de barro y se necesitan aproximadamente 50 litros de agua para teñir un kilogramo de hilo (ver ilustración 2), un proceso que se conserva en la actualidad.

El uso de pigmentos naturales como la grana cochinilla definitivamente es viable y ofrece una diversidad de beneficios; desde su sostenibilidad hasta su calidad y valor cultural.

Sin embargo, es crucial garantizar su uso de manera ética y responsable, mostrando respeto tanto por el medio ambiente como por las comunidades que confían en ellos.

Tipos de pigmentos

Dentro de los pigmentos encontramos los naturales, este tipo de pigmento se caracteriza por ser de tipo vegetal, mineral o animal usados desde tiempos prehispánicos como por ejemplo el cobre, el carbón o las flores de cempasúchil.

Entre los colorantes naturales, distinguimos los minerales hidrosolubles o liposolubles. (Sánchez Juan, 2013)

Un ejemplo de pigmento natural es la grana cochinilla donde en su elaboración del pigmento se comienza a partir de la recolección de este insecto de las hojas del nopal o pencas de otras plantas, se pasa al secado para después ser molidas en un metate (piedra en la cual se muelen y pulverizan diferentes materiales, por ejemplo, granos de maíz) hasta obtener un polvo de color carmín (Ver ilustración 3).

Ilustración 3:
pulverización de la grana cochinilla

Nota: la figura muestra a una mujer moliendo en un metate la grana cochinilla para obtener un polvo de este

La cochinilla como pigmento

Este insecto es un parásito de las hojas de las plantas de cactus y se alimenta de la savia de la planta. Puede dar diferentes tonalidades de rojo y morado, esto se debe a que actúa como indicador de pH, al combinarse con algunos ácidos cambia su tonalidad a rojo, pero al chocar con algunas bases alcalinas cambia a tonalidades moradas.

> Las hembras adultas (Dactylopius coccus Costa) contienen entre un 19 y un 24% (peso seco) de ácido carmínico, un químico natural de alta calidad utilizado en las industrias cosmética, farmacéutica y alimentaria (Flores-Flores y Tekelenburg, 1995). La comercialización generalizada de este insecto terminó con la introducción de tintes sintéticos en 1875. (Borror et al., 1989). (Aldama Aguilera, Llanderal Cázares, Soto Hernández, & Castillo Márquez, 2005)

El impacto que tiene en el medio ambiente el uso del pigmento de la grana cochinilla

En el teñido industrial es importante la cantidad de agua, este proceso en un día laboral equivale aproximadamente al 20 % de la contaminación mundial de agua potable (Euronews., 2017), por otro lado la grana cochinilla, así como el uso de otros pigmentos naturales no afecta en esta área debido a que su uso después del teñido puede ser aprovechado en la industria tal, o en el proceso como en campos de riego en comparación con las aguas con saturación de pigmentos sintéticos.

En cuanto a la producción de pigmentos artificiales la grana se da de forma natural, ya que es una plaga que se da en los nopales alrededor de México y el continente americano provocando la conservación del patrimonio vivo de la cultura, utilizado por diversas culturas mexicanas desde la época prehispánica (Zapoteca, Mexica, etc.).

Gran parte de la población de Teotitlán del Valle se dedica a la elaboración de tapetes, muchos de estos teñidos con pigmentos naturales, aprovechando el agua y disminuyendo el consumo de esta. La mayoría de los hogares tienen al menos un telar, y los productos de lana producidos en los telares son los que hacen que la comunidad sea tan famosa.

La integración de la comunidad y la producción de la cochinilla

En la actualidad este pigmento se sigue aprovechando en diferentes partes del país tal es el caso de la comunidad de Teotitlán del Valle en el estado de Oaxaca, el preservar estas técnicas mantienen vivo un legado y cultura que hasta la fecha es reconocido a nivel mundial, la comunidad se dedica al pigmento de la fibra de lana, hilado y tejido para la elaboración de tapetes, bolsos y otros artículos textiles por mencionar algunos. La crianza y el aprovechamiento de este tipo de insecto aporta un ingreso cuando se elaboran los productos, además de que con ello ha

incrementado la popularidad de la comunidad teniendo un impacto positivo en el turismo, dando como resultado una figura de pertenencia y tradición que persiste hasta la actualidad.

> Los artesanos que trabajan en talleres caseros constituyen la mayoría de la población de Teotitlán, aunque a veces pueden vender su trabajo a otros talleres. De hecho, ninguna de estas familias se dedicó exclusivamente al tejido de alfombras. Cada familia tiene varias fuentes de ingresos y el hecho de que las alfombras también dependan de pedidos extranjeros o durante la mayoría de los meses turísticos permite que la organización sea flexible. (Andrea, 2014)

En la siguiente tabla se muestra los efectos negativos y positivos de los impactos que se tienen hoy en día alrededor de todo lo que conlleva este colorante en la comunidad, tomando en cuenta los objetivos del milenio marcados en la ONU (Organización de las Naciones Unidas) para dar una idea y diferentes perspectivas de este mismo.

Tabla 1

Repercusiones en diferentes contextos sobre el uso de la grana cochinilla
Elaboración propia en base a Naciones Unidas (ONU)

Sectores que impactan	**Impacto positivo**	**Impacto negativo**	**Elaboración propia en base a: Objetivos del milenio ONU**
Ambiental	Al ser un pigmento natural, su proceso de fabricación causa un menor impacto de contaminación en el medio ambiente.	Al ser una plaga, esta puede provocar el desplazamiento de varias especies nativas en el ambiente, así como la alteración del suelo y provocar la alteración del ciclo del agua.	Como lo marca en el objetivo 7 es de suma importancia la creación de normas que regulen la producción de esta especie y fomenten en las comunidades el respeto al medio ambiente.
Social	El fomento de la tradición para la obtención de este pigmento promueve la cultura y tradición en México.	En algunas zonas la grana compite con algunos cultivos alimentarios, lo que provoca la disponibilidad de alimentos y los medios de subsistencia de las comunidades agrícolas.	El fortalecimiento y enriquecimiento del desarrollo en las comunidades es vital para la conservación de técnicas que han venido prevaleciendo desde cientos de años.

Económico	La producción de grana cochinilla puede proporcionar ingresos (significativos) para las comunidades locales, especialmente en áreas rurales en donde se cultiva. Esto puede ayudar a mejorar la calidad de vida de los agricultores, artesanos y sus familias.	En el caso de varios de estos productos, su precio es elevado, ya que su proceso de elaboración es complejo y por ende su valor se eleva, provocando así que el consumidor busque este en otros mercados que lo producen a un nivel industrial.	El lograr empleos plenos y productivos donde el trabajo sea decente para todos, incluidos los jóvenes, y al mismo tiempo poner fin decisivamente al trabajo infantil
Uso en la vida cotidiana	La creación de diversos materiales textiles promueve el turismo en diferentes comunidades, visibilizando y dando a conocer estas mismas.	En algunos casos el cultivo puede generar conflictos por el uso de la tierra en las comunidades locales, especialmente si se compite con otros cultivos o actividades económicas	Continuar desarrollando un sistema comercial y financiero abierto, basado en reglas, predecible y no discriminatorio para la subsistencia de las comunidades, así como sus tradiciones que han sido su forma de trabajo.

Nota: Esta tabla muestra los impactos positivo y negativo así como una perspectiva vista desde los objetivos del milenio marcados por Naciones Unidas (ONU)

Respuesta a la pregunta

Es de suma importancia el conocimiento de la cultura para poder comprender el valor que los artesanos le dan a piezas únicas que no solo tienen importancia por ser una de las fuentes de ingresos, sino también tiene una presencia histórica.

La cochinilla en México ha puesto de manifiesto la complejidad de su manejo y el aprovechamiento de los recursos de forma sostenible, ayudando a la parte de integración social con la misma comunidad y otras comunidades, el mantener vigentes estos procesos ayuda a la conservación de las tradiciones a través de un proceso textil autóctono.

En este sentido, es crucial seguir promoviendo medidas de conservación y valorización de la grana cochinilla, reconociendo su importancia como un tesoro nacional que merece ser protegido y promovido en el ámbito nacional e internacional.

Referencias

Aldama Aguilera, C., Llanderal Cázares, C., Soto Hernández, M., & Castillo Márquez, L. (2005). Producción de grana-cochinilla (dactylopius coccus costa) en plantas de nopal a la intemperie y en. *Agrociencia*.

Andrea, R. B. (2014). Construyendo Teotitlán: Migrantes, gringos y etnógrafos. *Revista de Antropologia Iberoamericana*.

Euronews. (20 de 03 de 2017). *Tejidos teñidos con el mínimo de agua posible*. Obtenido de https://es.euronews.com/next/2017/03/20/tejidos-tenidos-con-el-minimo-de-agua-posible#:~:text=%E2%80%9CUsamos%2080%20litros%20de%20agua,el%20color%20es%20poco%20estable.

Gobierno de México. (06 de 12 de 2013). *Gobiermo de México*. Obtenido de ¿Cuáles son los Objetivos de Desarrollo del Milenio?: gob.mx. https://www.gob.mx/epn/articulos/cuales-son-los-objetivos-de-desarrollo-del-milenio

Manzo, D. (03 de 04 de 2022). *AristeguiNoticias*. Obtenido de Guardianes del “oro rojo” de la grana cochinilla, en Teotitlán del Valle, Oaxaca: https://aristeguinoticias.com/0304/mexico/guardianes-del-oro-rojo-de-la-grana-cochinilla-en-teotitlan-del-valle-oaxaca/

Organización de las Naciones Unidas. (2000). Declaración del Milenio. *Resolución aprobada por la Asamblea General*.

Roque, G. (2012). Pigmentos, tintes y formas. *Topicos del Seminario* .

Sánchez Juan, R. (2013). LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. *QuimicaViva*.

Sepúlveda , M., Figueroa , V., & Carcamo, J. (2014). Pigmentos y pinturas de mineral de cobre en la region de Tarapaca, Norte de Chile: Nuevos datos para una tecnologia pigmentaria prehispanica. *Estudios Atacameños Arqueologia y antropologia* .

Nanotecnología a la vista de todos

Rodrigo Isaac Rojas-Jiménez, Alejandro Muñoz Diosdado y José Alberto Zamora justo
Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
rrojasj1500@alumno.ipn.mx

¿Qué es lo más pequeño que podemos observar?

Desde que Leeuwenhoek inventó el primer microscopio, ha permanecido la pregunta ¿Qué es lo más pequeño que podemos observar? Comenzamos observando artrópodos microscópicos. Después se refinó la manera de tallar lentes, lo que dio paso al microscopio compuesto, y así se logró observar organismos unicelulares ¡Estaban en todos lados! En charcos, en el suelo, en plantas y hasta en nosotros. Comenzamos a entender que lo que nos enferma son otras células ajenas a las nuestras; bacterias, hongos, parásitos (multicelulares) y algo muy peculiar, los virus (véase Figura 1). En los últimos dos siglos hemos avanzado más en los campos de la ciencia, la tecnología y la salud que en toda la historia humana, existe una cumbre de conocimientos sin precedentes (Artis Microscopia, 2024). Pero la misma pregunta perdura, en este y en muchos sentidos ¿Qué hay más allá? Quizás lo primero en lo que pensemos es en el espacio exterior, lleno de planetas, soles distantes, galaxias inmensas y agujeros negros que devoran incluso la luz. Pero vayamos en la dirección contraria, a las cosas más pequeñas que podemos ver (observar Figura 2). Si dividimos un centímetro (cm) en 10, tendríamos 1 milímetro (mm), justo como en una regla. Si uno de estos milímetros lo dividimos de nuevo, pero ahora entre 1000, obtendríamos la siguiente medida: 1 micra o micrómetro (µm), esto resulta imperceptible al ojo humano. Si continuamos dividiendo entre 1000, obtendremos 1 nanómetro (nm), es decir, en una regla esas líneas pequeñas que

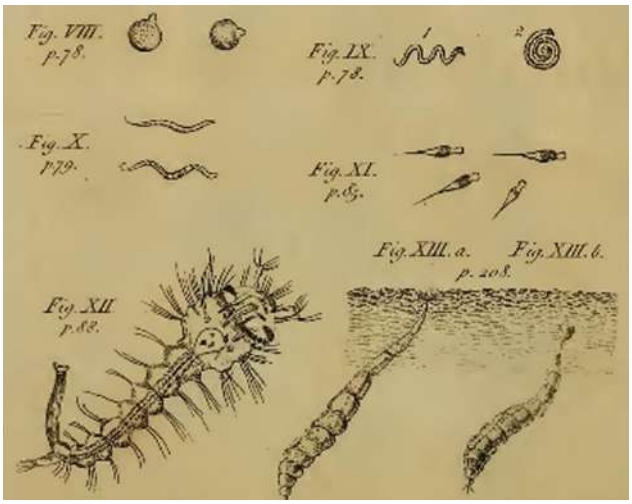


Figura 1 Ilustraciones de observaciones con el microscopio, por Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723.)

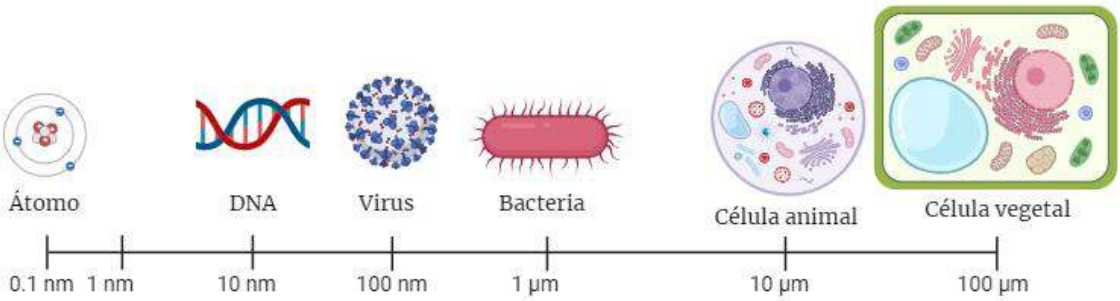


Figura 2 Escala de tamaños relativos de moléculas y estructuras biológicas. Ilustrado en Biorender.

vemos son las separaciones en milímetros y entre cada una de ellas hay un millón de nanómetros, una escala que definitivamente no podemos ver ya que es demasiado pequeña. Por si solos estos números no nos dicen nada, hasta que comparamos las cosas que podemos observar en un microscopio (Takechi, B., 2011)

La nanotecnología no es novedad

Se ha encontrado evidencia de la nanotecnología en murales presentes en ruinas tlaxcaltecas localizadas en Cacaxtla, México (véase Figura 3), los cuales no se han deteriorado con el paso del tiempo. Esto, debido a la combinación de impurezas de hierro (Fe), manganeso (Mn) y cromo (Cr); con índigo, un pigmento extraído de la planta *Indigofera tinctoria*, que combinados forman una intercalación o inserción de átomos de índigo en la red cristalina de las impurezas, preservando el mural desde tiempos posteriores al año 700 d.C. Esto conlleva a que la luz incidente sobre estos murales se disperse (viaje en todas direcciones) debido a un efecto conocido como resonancia de plasmón superficial provocado por partículas de tamaño nanométrico formadas por los materiales, también llamadas nanopartículas. El fenómeno ocurre ya que el tamaño de las nanopartículas de impurezas es menor que la longitud de onda de la luz incidente, esto implica que la nube de electrones de las nanopartículas se mueva en función del campo eléctrico, provocando una oscilación y absorbiendo la luz cuya longitud de onda iguala el tamaño de la nanopartícula en nanómetros, dejando el resto del espectro de luz visible (véase Figura 4). Como es el caso del característico color azul presente en los murales (Ashby, M. F., Ferreira, P. J., & Schodek, D. L., 2009).

Figura 3 Murales hallados en Cacaxtla, México. Barbara Fash, museo Peabody, Universidad de Harvard.

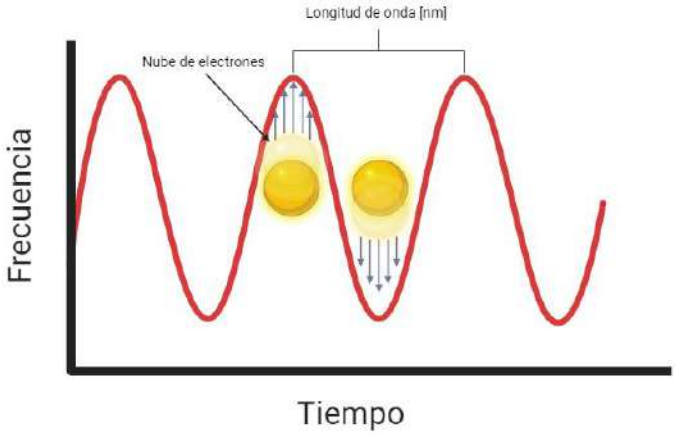


Figura 4 Resonancia de plasmón superficial.

No todo lo que brilla es oro

Figura 5 Variación de color de nanopartículas de oro coloidales. Madhuri, S. (2017). Synthesis of Biogenic Gold Nanoparticles and its Applications as Theranostic Agent: A Review. Nanomedicine and nanotechnology Journal. 1(1): 113.

El efecto de resonancia de plasmón superficial modifica las propiedades ópticas de un material en función de su tamaño. Este efecto es muy particular en el caso de las nanopartículas de oro. Esperaríamos que tuvieran un color amarillo o un dorado brillante, sin embargo; la realidad es que son de diferentes tonalidades entre naranja y rojo en el caso de nanopartículas esféricas. Diferentes tonalidades entre azul y verde si son cilíndricas y por último, una combinación de ambas tonalidades anteriores si tienen una morfología triangular (véase Figura 5).

Hay mucho espacio en el fondo

En 1959, Richard Feynman (premio Nobel de física 1965), presentó en una reunión de la American Physical Society la famosa declaración *There´s plenty of room at the bottom*. Este evento sentó las bases para la exploración de los límites de manipulación y control de objetos a escalas diminutas. Considerando que el tamaño de un átomo ronda los 0.1 nanómetros, dimensiones en las cuales la interacción con la materia y la energía está gobernada por los principios de una rama de la física conocida como mecánica cuántica, resulta que, en una escala inferior a los 100 nm, las propiedades de los materiales también se encuentran influenciadas por la mecánica cuántica. Este fenómeno altera la interacción de los materiales con el espectro electromagnético, la formación de enlaces en la superficie de los átomos que conforman los materiales, y dependiendo de la forma, induce el confinamiento cuántico de los electrones. Estos cambios dan lugar a propiedades ópticas, eléctricas, mecánicas, magnéticas y químicas que difieren significativamente de las exhibidas por materiales a una escala macroscópica o también conocidos como materiales en bulto (Ashby, M. F., Ferreira, P. J., & Schodek, D. L., 2009)

En la actualidad, la nanotecnología ha observado un acelerado desarrollo gracias al avance en el campo de la mecánica cuántica, la invención de los microscopios electrónicos que sirven para observar a los materiales a esas escalas tan pequeñas (Morán, J.L., Rodríguez, J. L., 2012). La nanomedicina es una rama de la nanotecnología que busca la aplicación de materiales en escala nanométrica en el campo de la medicina, ya sea para ayudar al diagnóstico de enfermedades o a su tratamiento. Por ejemplo, en el primer caso se han utilizado nanopartículas como agentes de contraste en imágenes médicas, de esta manera los médicos pueden identificar mejor una estructura anatómica o incluso células cancerosas en una tomografía. Por otro lado se ha estudiado también el uso de nanopartículas para tratamiento de enfermedades haciendo uso de la idea de la resonancia de plasmón superficial, se sabe que en cierto tipo de luz las nanopartículas metálicas absorben mucho provocando que éstas vibren y por esto también se calienten; imagina que se tiene un conjunto de nanopartículas metálicas en un tumor y haces incidir este tipo de luz, esto provocaría la vibración y calentamiento de dichas partículas y ayudarían al mismo tiempo a eliminar el tumor, a este concepto se le conoce como terapia fotodinámica. Además, otra forma de proveer tratamiento haciendo uso de las nanopartículas es utilizándolas como los vehículos encargados de transportar un fármaco hacia el interior de las células específicas y así puedan actuar para el tratamiento de alguna enfermedad; cabe señalar que además de fármacos se pueden utilizar secuencias de código genético que también puedan ayudar a tratar enfermedades (véase Figura 7).

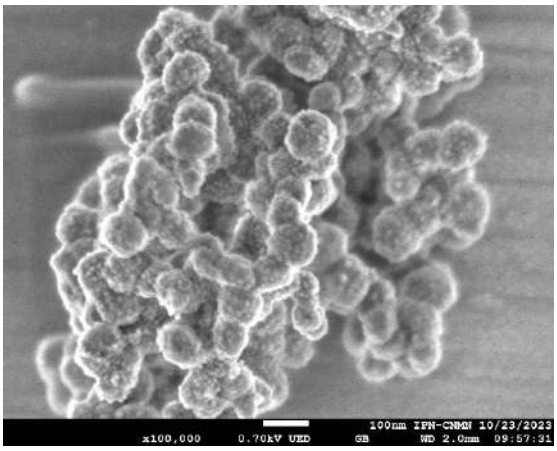


Figura 6 Nanopartículas de dióxido de sílice (SiO_2) sintetizadas en el Instituto Politécnico Nacional.

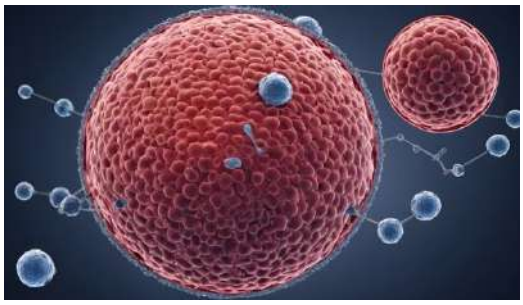


Figura 7 Nanopartículas en contacto con céluas

Si bien hay diversas maneras en las que se puede hacer nanomedicina es importante considerar que no todos los materiales nanoestructurados son compatibles con los organismos biológicos, ya que a veces pueden provocar mucho daño en las células, a esto se le conoce como agentes citotóxicos. Es por esto que actualmente los científicos se encuentran desarrollando nuevos materiales con propiedades que ayuden a hacer más efectivo tanto el diagnóstico y tratamiento de enferemedades pero que al mismo tiempo estos no tengan efectos citotóxicos y sea seguro su uso en seres vivos.

La nanotecnología se encuentra en constante desarrollo y está cada vez más presente en nuestra vida cotidiana. Ahora no solo podemos observarla, también manipularla. Pero ¿Qué aplicaciones le podemos dar? ¿Qué problemas podemos resolver? Los límites se encuentran en la imaginación.

La exploración de lo más pequeño ha sido un viaje fascinante desde los primeros microscopios de Leeuwenhoek hasta la actualidad. Inicialmente enfocados en artrópodos microscópicos, la evolución de la tecnología nos ha permitido adentrarnos en un mundo invisible a simple vista, revelando la presencia de organismos unicelulares y entidades aún más diminutas, como bacterias, hongos, parásitos y virus.

Sin embargo, la pregunta persiste: ¿qué más hay más allá? La respuesta nos lleva al mundo de la nanotecnología, donde la manipulación de la materia a escalas nanométricas nos ofrece posibilidades sorprendentes. Desde murales antiguos que conservan su color gracias a nanopartículas hasta las propiedades ópticas peculiares de las nanopartículas de oro.

Richard Feynman predijo en 1959 que "hay mucho espacio en el fondo", sentando las bases para el estudio de los límites de la manipulación a escalas diminutas. Hoy en día, la nanomedicina emerge como una aplicación vital de la nanotecnología, desde agentes de contraste para diagnóstico hasta tratamientos innovadores como la terapia fotodinámica.

Sin embargo, el avance en este campo no está exento de desafíos. La compatibilidad con organismos biológicos y la seguridad de los materiales nanoestructurados son preocupaciones cruciales. Los científicos trabajan arduamente para desarrollar materiales que sean efectivos en diagnóstico y tratamiento, sin ser citotóxicos, abriendo así nuevas fronteras en la medicina moderna.

Referencias

Artis Microscopia. (2024, 01 de marzo). Antoni van Leeuwenhoek. https://www.micropia.nl/en/discover/stories/antoni-van-leeuwenhoek/

Ashby, M. F., Ferreira, P. J., & Schodek, D. L. (2009). Nanomaterials and Nanotechnologies: An Overview. In Nanomaterials, Nanotechnologies and Design (pp. 1–16). Elsevier.

Takechi, B. (2012). Nanociencia y Nanotecnología. Fondo de Cultura Económica. Colección Ciencia para todos.

Morán, J.L., Rodríguez, J. L. (2012). Los materiales nanoestructurados. Sus propiedades y aplicaciones en la revolución científica y tecnología del siglo XXI. Fondo de cultura económica. Colección Ciencia y Tecnología.

Reutilización inteligente del agua en el hogar: Tratamiento avanzado de aguas grises para la sostenibilidad doméstica

Edel Jesús Estrada Vega[1a], Daniel Bautista Rodríguez[1b], Daniel Caravantes Palos[1c], Maria de Lourdes Albor Aguilera[1d]

[1]Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Depto. de Física, U.P.A.L.M., San Pedro Zacatenco, 07738, CDMX, México
[a]edd_ky@yahoo.com.mx, [b]dnl.b.r.7@gmail.com, [c]dcaravantesp2100@alumno.ipn.mx, [d]mlalbora@ipn.mx

Implementación Práctica y Beneficios Económicos del Tratamiento de Aguas Grises en el Hogar

El agua es la base del desarrollo sostenible. La reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental se sustentan en los recursos hídricos y en la gama de servicios que proporcionan. Desde la alimentación y la seguridad energética hasta la salud humana y ambiental, el agua contribuye a mejorar el bienestar social y el crecimiento inclusivo, lo cual afecta a la subsistencia de miles de millones de seres humanos. El progreso para alcanzar la mayoría de los objetivos de desarrollo sostenible requiere una mejora significativa de la gestión del agua en todo el mundo [1].

El mundo se enfrenta a un déficit de agua que podría agravarse por el escenario de cambio climático y el manejo actual del recurso hídrico. Actualmente, dos tercios de la población viven en regiones donde sufren escasez de agua al menos una vez al año. Asimismo, tan solo el 20% del agua residual (AR) se trata antes de su vertimiento a cuerpos de agua, lo que degrada la calidad de las fuentes hídricas y limita la oferta disponible. Esta situación plantea nuevos retos en la gestión del recurso hídrico y el uso eficiente del agua [2].

Las aguas grises, definidas como aquellas provenientes de actividades no contaminantes como lavado de manos, duchas y lavadoras, representan una fuente significativa de agua que puede ser recuperada y reutilizada. El tratamiento de aguas grises en el hogar no solo es una medida ambientalmente responsable, sino que también puede brindar beneficios económicos significativos a los usuarios. Al implementar sistemas de tratamiento de aguas grises, los hogares pueden reducir su dependencia de agua potable para actividades no potables, como lavado de ropa, lavado de platos y duchas. Esto conlleva a una disminución en el consumo de agua tratada, lo que a su vez reduce las facturas de agua y saneamiento.

Los sistemas de tratamiento de aguas grises pueden adaptarse a diferentes escalas y presupuestos. Desde soluciones simples, como sistemas de filtración y desinfección, hasta sistemas más avanzados que incluyen tecnologías de

membrana y procesos biológicos, existe una variedad de opciones disponibles para los hogares. La elección del sistema adecuado depende de factores como el tamaño del hogar, el nivel de tratamiento requerido y los recursos disponibles.

Además de los beneficios económicos directos, el tratamiento de aguas grises también puede generar ahorros indirectos al reducir la carga en los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales municipales. Esto puede traducirse en tarifas de saneamiento más bajas para los usuarios y una menor presión sobre la infraestructura pública.

Además de los beneficios económicos directos, el tratamiento de aguas grises también puede generar ahorros indirectos al reducir la carga en los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales municipales. Esto puede traducirse en tarifas de saneamiento más bajas para los usuarios y una menor presión sobre la infraestructura pública.

Figura 1. Tipos de aguas grises

Otro aspecto importante es la revalorización del agua tratada. Al recuperar y reutilizar el agua gris tratada para fines como riego de jardines, lavado de vehículos o descarga de inodoros, los hogares pueden maximizar su inversión en sistemas de tratamiento y reducir aún más su huella hídrica. Esta práctica fomenta un ciclo cerrado de agua en el hogar, donde el agua se utiliza de manera más eficiente y sostenible.

¿Cuál es el impacto potencial del tratamiento de aguas grises en la seguridad hídrica y la mitigación del estrés hídrico en entornos urbanos?

El tratamiento de aguas grises presenta un potencial significativo para mejorar la seguridad hídrica y mitigar el estrés hídrico en entornos urbanos. En primer lugar, el tratamiento de aguas grises permite la recuperación y reutilización de un recurso valioso que de otro modo se desperdiciaría. Al reutilizar estas aguas para fines no potables, como riego de jardines, lavado de vehículos o descarga de inodoros, se reduce la demanda de agua potable en el hogar, liberando así recursos hídricos limitados para otros usos prioritarios.

Además, el tratamiento de aguas grises puede reducir la carga sobre los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales municipales. En muchas

ciudades, el crecimiento urbano ha llevado a una presión considerable sobre estas infraestructuras, lo que ha resultado en problemas como desbordamientos de alcantarillas y contaminación de cuerpos de agua. Al reducir la cantidad de agua que ingresa a estos sistemas, se puede aliviar esta presión y mejorar la eficiencia de la gestión del agua en el ámbito urbano.

Desde una perspectiva científica, es importante considerar los aspectos técnicos y ambientales del tratamiento de aguas grises. Los sistemas de tratamiento deben ser diseñados y operados de manera adecuada para garantizar la eliminación efectiva de contaminantes y la protección de la salud pública y del medio ambiente. Esto puede implicar el uso de tecnologías de filtración, desinfección y/o procesos biológicos para eliminar microorganismos patógenos, productos químicos y otros contaminantes presentes en las aguas grises.

Asimismo, es crucial evaluar el impacto ambiental del tratamiento y reutilización de aguas grises a lo largo de su ciclo de vida completo. Esto incluye considerar aspectos como el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero, y los posibles efectos sobre los ecosistemas acuáticos receptores. Los estudios de ciclo de vida y evaluaciones de impacto ambiental pueden ayudar a identificar los beneficios y las posibles compensaciones ambientales asociadas con estas prácticas.

Avances Tecnológicos para la Reutilización de Aguas Grises en el Hogar: Soluciones Innovadoras desde el Lavadero hasta la Cocina

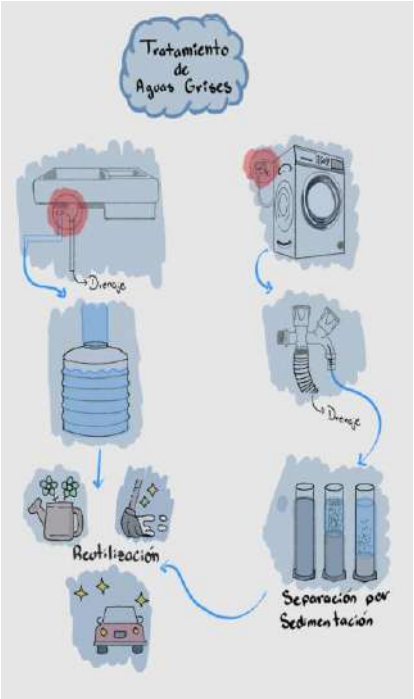


Figura 2. Esquematización del tratamiento de aguas grises

- **Sistema de Filtración y Desinfección:** Se pueden instalar sistemas de filtración y desinfección en el desagüe del lavabo de la cocina y del baño. Estos sistemas pueden incluir filtros de sedimentos, carbón activado y sistemas UV o de ozono para eliminar contaminantes y microorganismos presentes en las aguas grises.

- **Sistema de Recuperación de Agua de la Ducha:** Se pueden instalar sistemas de recuperación de agua de la ducha que recolectan el agua utilizada durante la ducha, la filtran y la almacenan para su posterior reutilización en el riego de jardines o en la descarga de inodoros.

- **Sistema de Captura y Reutilización de Agua de Lavadoras:** Se pueden instalar sistemas que capturen el agua utilizada en la lavadora, la filtren y la almacenen para su reutilización en la siguiente carga de lavado o para otros fines no potables, como la limpieza de pisos o el riego de plantas.

- **Sistema de Reciclaje de Agua de Lavavajillas:** Algunos lavavajillas cuentan con sistemas de reciclaje de agua que filtran y reutilizan el agua utilizada durante el ciclo de lavado para enjuagar platos en ciclos posteriores, reduciendo así el consumo de agua potable.

- **Sistema de Tratamiento de Aguas Grises Centralizado:** En algunos casos, especialmente en viviendas multifamiliares o edificios de apartamentos, se pueden implementar sistemas centralizados de tratamiento de aguas grises que recolectan, tratan y distribuyen el agua reutilizada a diferentes unidades habitacionales para su uso en diversas actividades domésticas.

Estos son solo algunos ejemplos de tecnologías que pueden implementarse en casa para tratar y reutilizar aguas grises. La elección de la tecnología adecuada dependerá de factores como el presupuesto disponible, el espacio disponible, las necesidades de agua de la familia y las regulaciones locales sobre tratamiento de aguas residuales. Es importante consultar con un profesional para determinar la mejor solución para cada situación específica.

Conclusión

En conclusión, el tratamiento y la reutilización de aguas grises en el hogar representan una oportunidad invaluable para promover la sostenibilidad hídrica y ambiental en nuestras comunidades. A través de la implementación de tecnologías innovadoras, como sistemas de filtración, reciclaje de aguas residuales de electrodomésticos y sistemas de tratamiento centralizado, los hogares pueden reducir significativamente su consumo de agua potable y aliviar la presión sobre los sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales municipales.

Además de los beneficios ambientales, la adopción de estas prácticas también puede traducirse en ahorros económicos a largo plazo para los usuarios, mediante la reducción de las facturas de agua y saneamiento, así como la minimización de los costos asociados con la infraestructura de gestión de aguas residuales.

Sin embargo, es fundamental reconocer que el éxito de estas iniciativas depende de una combinación de tecnología, educación y compromiso por parte de los usuarios y las autoridades pertinentes. Se requiere una mayor conciencia pública sobre la importancia del uso eficiente del agua y la adopción de prácticas sostenibles en el hogar. Asimismo, es crucial contar con políticas y regulaciones que promuevan la implementación de tecnologías de tratamiento de aguas grises y faciliten su integración en los sistemas urbanos de gestión del agua.

En última instancia, al abrazar el tratamiento de aguas grises como una parte integral de nuestras estrategias de conservación del agua, podemos avanzar hacia un futuro donde el agua se utilice de manera más eficiente, se proteja nuestro medio ambiente y se garantice la disponibilidad de este recurso vital para las generaciones venideras.

Referencias

[1] Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). (2003). Agua para todos, agua para la vida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. UNESCO y Berghahn Books.

[2] Meléndez-Pérez, J. A., Lemos-Lima, M. M. C., Domínguez, I. C., & Oviedo-Ocaña, E. R. (2019). Reutilización de aguas grises domésticas para el uso eficiente del recurso hídrico: aceptación social y análisis financiero. Un caso en Portugal. *Revista UIS Ingenierías*, 18(1), 223-236. https://doi.org/10.18273/revuin.v18n1-2019020

Detección de ondas gravitacionales empleando interferómetros

Segura Gazca Luis Antonio[1], López Ortega Alfredo[2]
[2]Departamento de Física, ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
lsegurag1602@alumno.ipn.mx[1]
alopezo@ipn.mx[2]

¿Cómo podemos detectar las ondas gravitacionales?

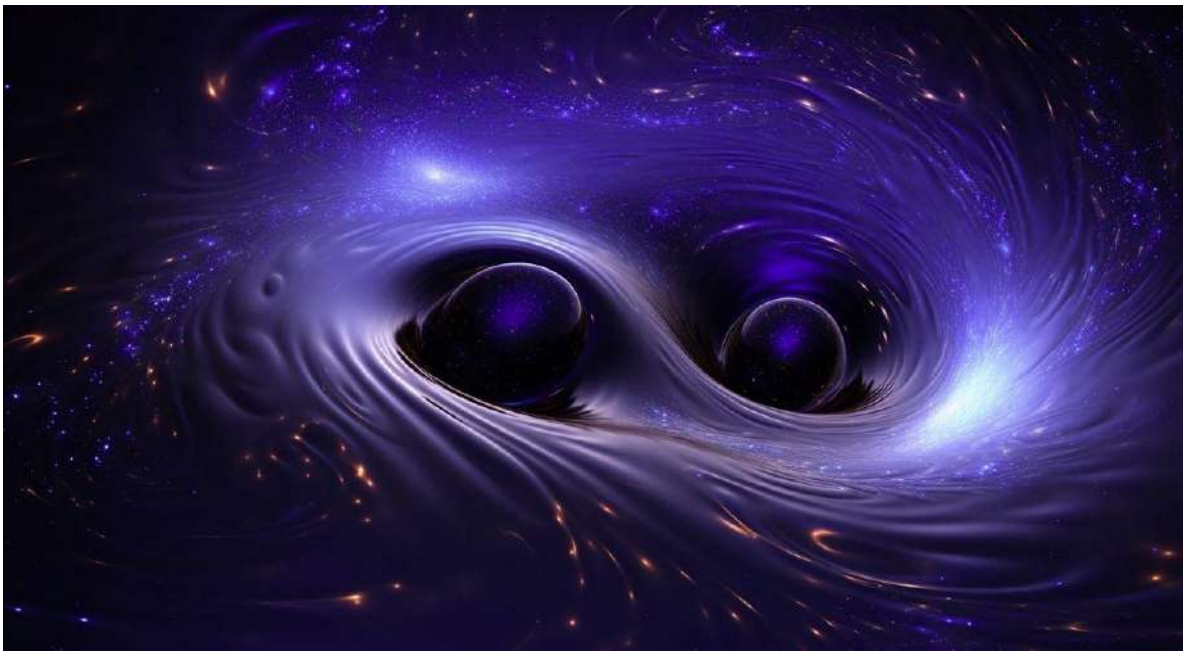
En la teoría de la relatividad general de Einstein, se ha teorizado la posibilidad de que los efectos gravitatorios que producen los cuerpos masivos acelerados puedan ser “detectados” en todo el plano espacio-tiempo, tal y como sucede cuando lanzamos una piedra en un estanque de agua y somos capaces de observar como las ondas de agua que se generan se extienden a lo largo de todo el estanque. Similarmente al caso de propagación del calor y de la luz, las deformaciones del espacio-tiempo se propagan a través de ondas generadas por el movimiento acelerado de cuerpos masivos.

Pero aquí esta la dificultad de comprobar dichas suposiciones, estas perturbaciones se vuelven más pequeñas a medida que se desplazan en el espacio-tiempo, por lo tanto, al momento de llegar a nuestro planeta, no somos capaces de detectarlas; sin embargo, este deseo se ha hecho realidad con la llegada de los detectores de ondas por interferometría.

Definición de una Onda gravitacional

La teoría de la relatividad general de Einstein desarrolla una descripción de la gravedad, tanto en su manera de interactuar con la materia (a través de la proposición de un espacio curveado) así como la formulación de una serie de ecuaciones que muestran el comportamiento geométrico de las fuentes de campos gravitatorios (las ecuaciones de campo de Einstein). Un campo gravitacional es la perturbación que un cuerpo produce en el espacio que lo rodea por el hecho de poseer una cierta densidad de energía.

Como primera consideración, la “magnitud” de un campo gravitacional no necesariamente se mantiene estacionaria en todos los puntos del plano espacio-tiempo, simplemente las interacciones gravitacionales generadas por la fuente afectan al espacio-tiempo de manera más débil en puntos lejanos a dicha fuente que en sus cercanías. Esto puede suceder lejos de una fuente completamente relativista que experimenta cambios rápidos que tuvieron lugar hace suficiente tiempo como para que las perturbaciones producidas por los cambios lleguen a la región distante bajo consideración. (Schutz, 2009, p. 203-242)



Las ondas más “simples” que se pueden representar serían las generadas por una sola fuente de ondas (es decir, sin tomar en cuenta posibles superposiciones) que viaja a través de un espacio-tiempo plano, a partir de esas conjeturas las ecuaciones de campo Einstein muestran la propagación como una agrupación de ondas viajando a la velocidad de la luz en el vacío construidas a partir de la relatividad especial; sin embargo, en la modelación real del universo tenemos más de una sola fuente de ondas gravitacionales.

Sin más preámbulo, el comportamiento de las ondas gravitacionales en observaciones reales es cualitativamente similar al comportamiento de las ondas de luz al viajar en medios distintos al vacío. Uno a partir de lo anterior podría afirmar que ambas ondas viajan a través del vacío a la par si partieran al mismo tiempo desde el reposo, sin embargo una de las principales diferencias entre los campos gravitacionales y la luz es el comportamiento que tienen al encontrarse con materia: la luz al entrar en contacto con materia puede ser absorbida, dispersada o “curveada” (por la presencia de campos gravitacionales), en cambio las ondas gravitacionales no son afectadas por la presencia de materia, ya que la interacción con dicha materia es de naturaleza débil y por lo tanto solo pueden verse afectadas por la superposición de ondas de campos gravitacionales ajenos. Esta es la razón de la importancia de las ondas gravitacionales como objetos de valiosa información, ya que podemos afirmar que toda la información que detectemos respecto a la onda ya mencionada proviene puramente de fuentes de campo gravitacional. (Schutz, 2009, p. 203-242)

Fuentes de ondas gravitacionales

La mayoría de los eventos astronómicos de nuestro universo generan ondas gravitacionales. Algunos de los fenómenos estudiados más relevantes son: (Weber, 2004, p.122-144)

- Sistemas binarios: son sistemas compuestos de dos cuerpos de la misma naturaleza que rotan entre si respecto a su centro de masa, hay sistemas binarios de estrellas, agujeros negros o púlsares.
- Estrellas de neutrones rotando: Las estrellas de neutrones son estrellas muy compactas formadas durante un colapso gravitacional. Muchas de estas estrellas se comportan como púlsares, cuyo giro barre un haz de radiación electromagnética más allá de la Tierra.
- Big Bang: Una de las mayores fuentes de radiación cósmica se encuentra en la proposición de la explosión del Big Bang, en la cuál en momentos muy tempranos del universo ocurrió un evento de inmensas cantidades de radiación (incluyendo la gravitacional) que incluso hoy en día forma un cierto fondo de radiación en las mediciones realizadas en la actualidad.

- Supernovas: Este maravilloso despliegue óptico sucede cuando el núcleo compacto de una estrella gigante colapsa hacia su interior, al agotar los elementos necesarios para continuar las reacciones químicas del núcleo, y subsecuentemente parte de esa energía liberada se dirige en la explosión que envuelve a la estrella. La información del núcleo y como esa energía se transforma en la explosión es la que se transmite en sus ondas gravitacionales

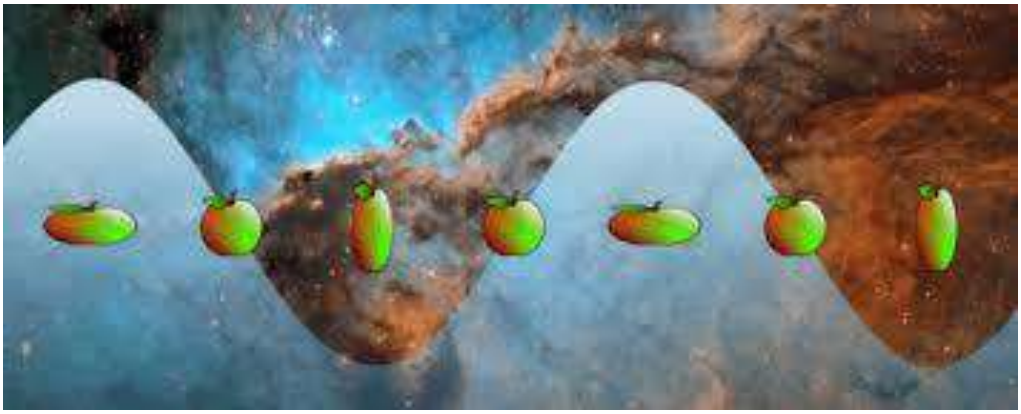
¿Por qué no podemos detectar a las ondas gravitatorias fácilmente?

Como se ha mencionado, las ondas gravitacionales tienen una interacción despreciable al cruzarse en su trayectoria con materia, lo que de alguna manera nos dificulta la presencia de estas al entrar en contacto con la superficie terrestre.

La teoría de la relatividad general explica que casi todos los fenómenos astrofísicos emiten ondas gravitacionales, y los más violentos emite una gran cantidad de radiación, además de poseer información intacta de las fuentes de emisión (al no interactuar con materia). La acción de las ondas gravitacionales se puede

representar con una modificación a la métrica del espacio (el cómo medimos) provocando un alargamiento en dicho espacio, es decir, mientras la onda pase, la distancia propia de objetos libres (sin estar bajo un potencial) que están en reposo, respecto a un marco de referencia, cambiará con el tiempo.

Supongamos que tenemos una regla en reposo, ¿por qué no podemos observar el alargamiento de la regla o de los objetos que mida, si de alguna manera el espacio si se modifica? La respuesta a eso esta dada por la comparación de fuerzas, es decir las fuerzas eléctricas de enlace que se encuentran en los átomos de la regla es más grande en comparación con las fuerzas de arrastre gravitacionales generadas por las ondas, provocando que la regla se mantenga intacta. Esto nos da una idea de como poder medir las perturbaciones en el espacio, ya que para partículas libres si seriamos capaces de observar un aumento en la distancia propia si las partículas están en reposo. (Schutz, 2009, p. 203-242)



El interferómetro, nuestro “cazador” de ondas gravitacionales

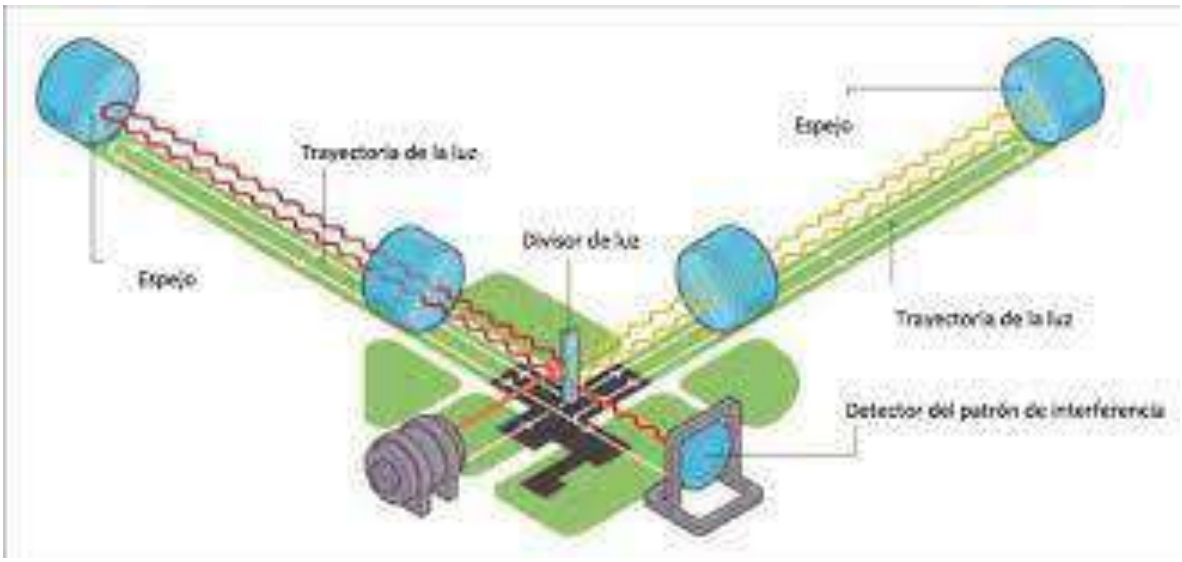
Hasta el momento, únicamente existen dos dispositivos capaces de poder realizar la detección de ondas gravitacionales: los interferómetros y las barras resonantes de masa.

Por el momento nuestro objeto de estudio es únicamente el principio de funcionamiento de los interferómetros por láser. Estos detectores usan luz láser altamente estable para medir las distancias propias entre masas libres aisladas; cunado una onda gravitacional interactúe, estas distancias cambiarán. Hay un gran número de interferómetros funcionando en grupos, algunos de estos grupos son: LIGO en los Estados Unidos, VIRGO en Italia, GEO600 en Alemania y TAMA300 en Japón. Los interferómetros de láser tienen dos grandes ventajas respecto a las barras resonantes, la primera es el grado de sensibilidad que se puede alcanzar con el interferómetro sin la necesidad de mejorar el material del instrumento, y segundo los interferómetros pueden detectar un gran espectro de frecuencias.

El funcionamiento del interferómetro recae principalmente en el de un radar: se manda un pulso de radiación electromagnética, se mide cuánto toma en regresar

después de haber reflectado el objeto distante, se divide entre dos y se multiplica por la velocidad de la luz para obtener la distancia.

Se muestra un diagrama simple del interferómetro por láser para ondas gravitacionales, cabe mencionar que todo el sistema se encuentra suspendido en el aire, de tal manera que no exista la posibilidad de que se generen ondas mecánicas debido a la vibración. Todo inicia cuando la luz del láser estable incide en un separador de haces de luz, tal que manda la mitad del haz incidente a uno de los "brazos del sistema", mientras que la otra mitad se dirige al brazo en un ángulo de 90 grados. Los rayos de luz de los brazos tienen fases distintas, lo que provoca que al reflejarse en los espejos y volver al separador ocurra una interferencia de luz. Esta interferencia "mide" la diferencia de longitud de los brazos. Si esta diferencia cambia (digamos por una onda gravitacional), entonces el patrón de interferencia cambia y seriamos capaces de detectar a la onda que pase. Para poder detectar dichos patrones se emplea sensores de luz altamente sensibles o en su caso monitores donde proyectan los patrones de luz obtenidos. (Blair, 1991 y https://www.ligo.org/sp/science/GW-IFO.php)



De esta manera, podemos ser capaces de detectar una gran cantidad de fenómenos astronómicos que suceden en alguna parte del universo. La importancia de poder interpretar la información detectada nos ayuda a comprender de una mejor manera como suceden los fenómenos que no somos capaces de observar a simple vista, y así darnos un mejor entendimiento sobre el funcionamiento de nuestro propio cosmos.

Referencias bibligráficas

- Schutz, Bernard F. 2009, *A First Course in General Relativity,* segunda edición, publicado en Nueva York, Estados Unidos, editorial Cambridge University Press, páginas 203-242.
- Weber, Joseph, 2004, *General relativity and gravitational waves,* publicado en Nueva York, editorial Dover Publications, páginas 124-144
- Blair, David G, 1991, *The detection of gravitational waves,* publicado en Nueva York, editorial Cambridge University Press.
- LIGO Scientific Collaboration, *Introducción a ligo y a las ondas gravitacionales; Un Interferómetro.* Recuperado el 11 de abril de 2024 en https://www.ligo.org/sp/science/GW-IFO.php

El uranio y la fisión nuclear

Natalia Robles Alvarado[1],Miguel Garcia Guerrero[2]
[1] Unidad Académica de Física, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México
[2] Museo de ciencias, Universidad Autónoma de Zacatecas, Zacatecas, México
natalia.roblesalvarado@fisica.uaz.edu.mx

El miedo generalizado hacia el uso de la energía nuclear es una percepción arraigada en muchas personas. Se resisten a reconocer los beneficios que esta tecnología conlleva y tienden a asociarla únicamente con destrucción y caos en las civilizaciones. Sin embargo, es crucial entender que, si se emplea de manera responsable, la energía nuclear puede ofrecer significativos beneficios para nuestra sociedad.

Fig. 1: Central Nuclear Laguna verde, Alto Lucero de Gutiérrez Barrios, en el estado de Veracruz, Mx.

Es cierto que el uso irresponsable de la energía nuclear puede desencadenar grandes catástrofes, como se ha visto en el pasado. Pero es importante también considerar su potencial para combatir los efectos del cambio climático. La energía nuclear, al ser una fuente de energía limpia y de bajas emisiones de carbono, puede desempeñar un papel crucial en la reducción de la huella de carbono de la humanidad. Además, la energía nuclear tiene el potencial de cubrir la creciente demanda energética de ciertos países. A medida que la población mundial y la industrialización continúan en aumento, se necesita una fuente de energía confiable y abundante para satisfacer estas necesidades. La energía nuclear puede proporcionar una fuente constante de electricidad sin depender de factores climáticos, como la luz solar o el viento. El objetivo de este proyecto es desmitificar la imagen negativa que rodea a las energías nucleares, brindando una comprensión más profunda de su historia, procesos y materiales asociados a través de un enfoque didáctico utilizando canicas. A través de esta actividad interactiva, se espera que los participantes adquieran una comprensión más completa y tangible de los conceptos relacionados con la energía nuclear. Al entender mejor los fundamentos de esta tecnología, se espera que se disipe el temor y la desconfianza asociados con ella, y que se fomente un diálogo más informado sobre su papel en la sociedad moderna.

Fig.2 Uraninita

¿La madre de la bomba atómica?

Para comprender el origen de este temor, es necesario retroceder al siglo pasado. Después de la Primera Guerra Mundial, Alemania quedó derrotada y sumida en un sentimiento de humillación, tenían hiperinflación y desempleo masivo. En este

Fig. 3: Foto de Lise Meitner

contexto de incertidumbre y desesperación, las personas buscaban refugio en líderes carismáticos que prometían soluciones simples a problemas complejos. Una figura destacada en este panorama fue una mujer judía inmigrante llamada Lise Meitner.

Nacida el 7 de noviembre de 1878 en Viena, Austria, Lise Meitner provenía de una familia que valoraba profundamente la educación. A pesar de las limitaciones impuestas a los judíos antes de 1867, su padre logró estudiar derecho, lo que lo llevó a fomentar la ambición educativa en sus hijos. En una época en la que la educación terminaba a los 14 años y para las mujeres era impensable estudiar una carrera, Austria sorprendentemente permitía que las mujeres accedieran a la educación universitaria en campos como las ciencias y las letras [*1*].

En 1901, Lise logró iniciar sus estudios universitarios y obtuvo su doctorado en 1906. Sin embargo, las oportunidades profesionales para las mujeres en Viena eran limitadas en ese entonces. Por lo tanto, decidió mudarse a Berlín para continuar su formación académica. En Alemania, solicitó permiso a Max Planck para asistir a sus clases. Además, Max le permitió trabajar en sus laboratorios, donde conoció a Otto Hahn, quien se convertiría en su amigo y colaborador. Sin embargo, a pesar de su talento y dedicación, Lise Meitner enfrentó discriminación en Alemania. No se le asignó un laboratorio ni se le proporcionó material para trabajar adecuadamente. Como resultado, se vio obligada a utilizar los servicios de la cafetería de la universidad para llevar a cabo sus investigaciones. Incluso se le negaba el acceso al laboratorio de Otto Hahn, lo que limitaba aún más sus oportunidades para llevar a cabo su trabajo de manera efectiva [*1*].

A pesar de estas injusticias, en 1922 logró convertirse en la primera profesora de física nuclear experimental en Alemania, cargo que ocuparía hasta el año 1938. En 1938, debido a la creciente persecución de los judíos en Alemania por las leyes de Núremberg, Hahn se vio obligado a separar a Meitner de su trabajo. Finalmente, en 1939, Meitner dejó el país y se trasladó a Holanda con la ayuda de Hahn y Planck. Posteriormente, se estableció en Suecia, donde continuó sus investigaciones en la Universidad de Estocolmo junto a su sobrino Otto Robert Frisch. Además, retomó las investigaciones con Otto Hahn y Fritz Strassmann, estando ellos en Alemania [*2*].

Rompiendo el átomo

Las investigaciones de este equipo dieron pie a los primeros estudios de la fisión nuclear, estos se basaron en los resultados experimentales del matrimonio Joliot-

Curie [*3*], que fueron replicados por Hanh, el experimento de los Joliot-Curie consiste en lo siguiente al bombardear uranio con neutrones y observar que los productos resultantes no eran elementos cercanos, sino elementos más pequeños, marcó un hito en la comprensión de la física nuclear. Al comunicar este hallazgo a Lise Meitner y Otto Frisch, lo interpretaron magistralmente como la dinámica de un núcleo fluido, donde las partículas se movían con cierta libertad, similar a una gota de agua. Esta analogía reveló la presencia de dos fuerzas fundamentales: la repulsión electromagnética, que intenta separar los protones, y una fuerza aún más poderosa, conocida como fuerza nuclear fuerte, que mantiene unidos a los nucleones a pesar de sus cargas eléctricas que se repelen, como la tensión superficial de una gota de rocío.

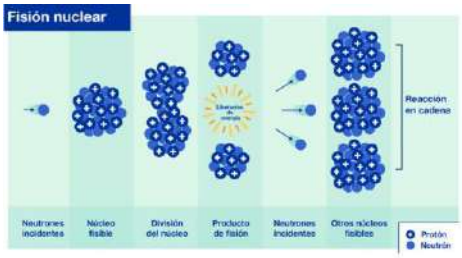


Fig. 4: Proceso de la fisión nuclear

El núcleo de uranio, al ser particularmente masivo, se encuentra en un equilibrio delicado. Cualquier perturbación (en el caso de los experimentos realizados por los Joliot-Curie y Hanh era un neutrón), provoca que el uranio se fragmente en átomos mucho más pequeños que él y que en el proceso libere energía, y otro neutrón, al ser expulsado este neutrón puede llegar a otros átomos provocando la misma perturbación y esto desencadena una reacción en cadena, liberando más energía y neutrones adicionales. Este fenómeno, llamado fisión nuclear, tiene un potencial extraordinario para la generación de energía [*3*].

La teoría de la gota propuesta por Meitner y Frisch, posteriormente extendida por Bohr y Miler proporcionó un marco conceptual sólido para entender la fisión nuclear. En reconocimiento a este descubrimiento revolucionario, Otto Hahn recibió el Premio Nobel de Química en 1944, destacando su papel pionero en este campo dejando a un lado a Meitner con la excusa del régimen nazi [*2*].

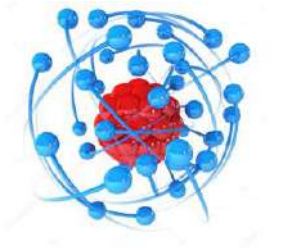


Fig. 5: Representación de un átomo de uranio

Esta explicación marcó el inicio del desarrollo de centrales nucleares y la creación de la bomba atómica. El primer contacto con una bomba atómica ocurrió el 16 de junio de 1945 con la prueba Trinity [*4*], lo que transformó profundamente el mundo. A pesar de no haber participado en el Proyecto Manhattan, la prensa apodaría a Lise Meitner como "la madre judía de la bomba atómica".

Desde entonces, la fisión nuclear ha transformado radicalmente el mundo, ofreciendo una fuente de energía potente pero controvertida, que ha suscitado debates éticos, ambientales y geopolíticos. A pesar de los riesgos asociados, su impacto en la ciencia, la tecnología y la sociedad ha sido innegable, marcando un punto de inflexión en la historia de la humanidad.

Uranio

El uranio, un elemento químico radiactivo, es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, con un volumen 500 veces superior al del oro. Identificado en la tabla periódica con el número atómico 92 y el símbolo U, forma parte de los actínidos, una serie de elementos descubiertos en etapas relativamente tardías [*4*]. La uraninita es el mineral principal del cual se extrae el uranio, compuesto principalmente de óxido de uranio. Naturalmente, existen tres tipos de uranio radiactivo: U-238, U-235 y U-234 [*5*]. Debido a su masa, el equilibrio entre las fuerzas del núcleo es débil, lo que resulta en la expulsión de nucleones. Se estima que hemos perdido aproximadamente la mitad del U-238 del uranio que había en la Tierra en la época de los dinosaurios, mientras que solo queda alrededor del 1% de U-235 de esa época. Según el Servicio Geológico Mexicano, aproximadamente el 99.274% del uranio actual en el planeta es U-238, el 0.72% es U-235 y el 0.006% es U-234 [*5*].

El uranio extraído de las minas no siempre es útil, ya que se necesita una proporción mayor de U-235, que se desintegra más rápidamente. Para su uso en centrales nucleares, se requiere una proporción del 2 al 5% de U-235 [*6*].

Una central nuclear no es una bomba atómica

Las centrales nucleares están diseñadas con múltiples capas de seguridad y contenciones para evitar la posibilidad de una explosión nuclear. Su diseño preciso garantiza que la liberación de energía se produzca de manera controlada y se utilice solo para generar electricidad. En una central nuclear, la reacción de fisión se mantiene bajo control mediante la regulación precisa de las condiciones de temperatura, presión y densidad, mientras que en una bomba nuclear no existe tal control, lo que lleva a una explosión rápida e incontrolada. El uranio, principal combustible de las centrales nucleares, se encuentra en tres isótopos radiactivos, siendo el U-235 el utilizado para la fisión. Aunque las centrales nucleares no pueden explotar como bombas atómicas debido a diferencias en el material nuclear, control de la reacción y diseño estructural, aún enfrentan riesgos de falla, como

demostraron los desastres de Chernóbil y Fukushima. Sin embargo, debido a la cantidad limitada de material nuclear involucrado, incluso en el peor de los casos, una explosión nuclear significativa es altamente improbable en una central nuclear [*6*].

Jugando con el átomo

Para comprender de una mejor manera la fisión nuclear el a preparado un juego, para este necesitaremos 80 canicas y una tabla con desniveles.

La actividad se desarrolla en un tablero con desniveles; cada desnivel representará un núcleo atómico. Los participantes colocarán seis canicas en cada “núcleo”, representando los protones y neutrones.

Un participante lanzará una canica contra uno de los “núcleos”, dándole energía suficiente para romperse y para que sus neutrones (las canicas) puedan chocar con otros núcleos, fisionándolos; de este modo se modela —a escala— una reacción en cadena y se ilustra el mecanismo de liberación de energía nuclear.

Puedes repetir esto con dos o más personas lanzando canicas al mismo tiempo.

Al concluir se destaca que el proceso de división del núcleo se conoce como fisión y existe el fenómeno contrario; la fusión se presenta cuando dos núcleos de dos átomos se unen para hacer uno más pesado. Invita a los participantes a fusionar los núcleos en el tablero [*7*] .

Bibliografía

[*1*] Garcia Vergniory M (2015, 04 de marzo). Lise Meitner, la científica que descubrió la fisión nuclea.
https://mujeresconciencia.com/2015/03/04/lise-meitner-la-cientifica-que-descubrio-la-fision-nuclear/
Recuperado 4 de marzo del 2024.

[*2*] Rodríguez H. (2024, 28 de febrero) Lise Meitner: La historia de la física que dividió el átomo
https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/historia-fisica-que-dividio-atomo_18982
Recuperado 19 de marzo del 2024

[*3*]Galindo A (s.f). ¿Qué es la energía nuclear? La ciencia de la energía nucleoeléctrica
https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica
Recuperado 11 de marzo del 2024.

[*4*]Tarakanov V. (2023, 19 de septiembre). ¿Qué es el uranio? https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-el-uranio#:~:text=El%20uranio%20es%20un%20elemento,que%20se%20descubrieron%20relativamente%20tarde.
Recuperado 10 de marzo del 2024.

[*5*]Gobierno de México (2023, 8 de marzo) Características del uranio https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/Aplicaciones_geologicas/Caracteristicas-del-uranio.html
Recuperado 10 de marzo del 2024

[*6*] Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (2023, 14 de agosto) Las centrales nucleares no pueden explotar como una bomba atómica https://www.gob.mx/inin/es/articulos/las-centrales-nucleares-no-pueden-explotar-como-una-bomba-atomica?idiom=es

[*7*] Grupo Quark. (2011).*Para jugar con la ciencia: Guía de actividades fantástica* (1era ed.). Texere Editores SA de CV.
https://drive.google.com/drive/folders/13u2aZDLgYWhjVMRmH-NPTCjJhew2-lqd

El cielo: un estanque de ranas

Ricardo Sanchez Ramos
ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
rsanchezr1500@alumno.ipn.mx

¿Tú sabes por qué el cielo es azul?

Figura 1. Cielo Azul

Hace un tiempo, cuando estudiaba la preparatoria, me encontraba con un grupo de amigos mirando el cielo, cuando uno de ellos me pregunta: “Oye ¿Tú sabes por qué el cielo es azul?”, en aquel momento no supe cómo responder, me limite a decir que tal vez tenía que ver con la composición del cielo, de los gases de nuestra atmosfera y que de alguna forma la luz que nos llegaba desde el Sol “pintaba” el cielo de su color azul tan característico (*Figura 1*). Si bien mi idea no estaba lejos de la explicación actual, escapaba de mi imaginación el cómo. La respuesta llegaría a mí, años después, en una clase de óptica física, dejándome maravillado.

Resulta que la clave detrás de la causa del azul del cielo está en cómo la luz interactúa con nuestra atmosfera, por lo que podría valer la pena hacernos preguntas como: ¿Qué es la luz? ¿Qué son los colores?

Estanques, colores, ranas y Rayleigh

Imagina que observas un estanque de agua sobre el que comienzan a caer hojas de un árbol cercano, ¿Qué sucede cuando una hoja toca la superficie de agua? Si eres una persona observadora, me dirás que sobre la superficie del estanque se generan varios círculos de agua que se propagan por todo el estanque desde el lugar donde cayó la hoja (*Figura 2*), y cada vez que cae una hoja sucede lo mismo, bueno esto es lo que llamamos una *onda.* Las cuerdas vibrantes de una guitarra, el sonido, las olas en el mar, son todos ejemplos que presentan un comportamiento similar: algo parece propagarse. A todos los fenómenos de este estilo los llamaremos ondas, y de forma más general diremos que se tratan de perturbaciones

Figura 2. Ondas en un estanque.

Siendo un fenómeno tan común y relevante en la naturaleza los físicos han estudiado las ondas a través de los años, encontrando una expresión matemática que engloba este tipo de comportamiento: *la ecuación de onda.*

Hasta este punto el lector se estará preguntando ¿Qué tiene que ver esto con la luz?, bueno aquí la respuesta: resulta que la luz puede comportarse como una onda. Es James Clerk Maxwell, matemático y científico, quien con su teoría electromagnética nos da uno de los argumentos más fuertes para poder afirmar esto. Resnick y Krane (2002) señalan que Maxwell encontró que los campos eléctricos y magnéticos (que gobiernan el movimiento de partículas cargadas) bajo ciertas condiciones son capaces de propagarse por el vacío obedeciendo la ecuación de onda, más aún al hacer las cuentas se encontró con que la velocidad de propagación de estas ondas coincidía de forma precisa con la velocidad de la luz. (p.311). Esto, aunado a otras evidencias, llevo a los físicos a una conclusión: *la luz se comporta como una onda electromagnética*. (*Figura 3*)

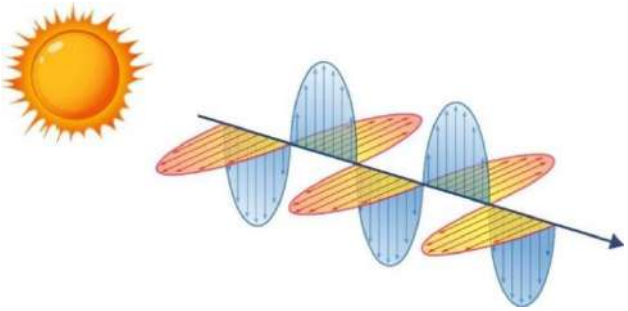


Figura 3. La luz como onda electromagnética.

Esta idea nos permite interpretar los colores de una forma interesante: volviendo a nuestro ejemplo de la hoja cayendo en el estanque, la distancia entre cada circulo que observamos propagarse recibe el nombre de *longitud de onda* y su valor dependerá de las características de la hoja, su masa o tamaño por ejemplo, de forma análoga las ondas de luz se propagan con diferentes longitudes de onda, y dependiendo de que valor tenga nuestros ojos las interpretan con cierto color, siendo capaces de detectar valores que van desde los 400nm (colores azules) hasta los 700nm (colores rojos), a este rango de valores lo llamamos *espectro visible.*

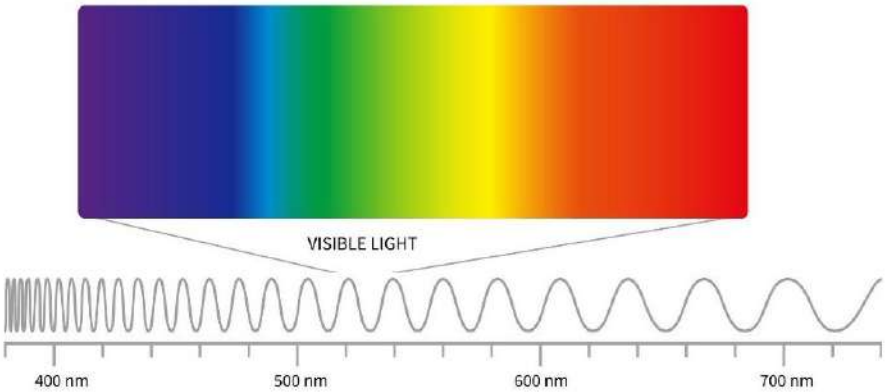


Figura 4. El espectro visible para el ojo humano. Este espectro pude cambiar para otros animales, siendo más o menos amplio, algunos animales ven colores que el ser humano nunca será capaz de imaginar.

La luz que nos llega del sol es luz en todas las longitudes de ondas posibles, ante tal saturación nuestros ojos lo interpretan como *luz blanca.*

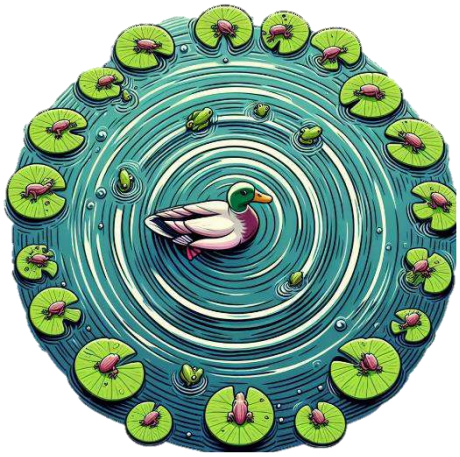


Figura 5. Estanque de ranas: mientras el pato genera ondas de todas longitudes las ranas solo lo hacen en longitudes cortas

Volvamos a nuestro estanque, pensemos en una pequeña rana parada sobre el estanque en una hoja de loto, de pronto un pato comienza a patalear, al hacerlo el pato genera muchas ondas a muchas longitudes de onda y las genera con tal fuerza que la rana se ve en la necesidad de saltar sin moverse de lugar cada vez que una onda se aproxima ¡la rana ha comenzado a generado nuevas ondas que ahora surgen de la hoja de loto! (*Figura 5)* Si pensamos en el pato como una fuente de luz y en la rana como una molécula que reaccionan a campos electromagnéticos, entonces no es difícil imaginar que las ondas de luz que nos llegan desde el Sol "alborotan" a las moléculas presentes en el aire, haciendo que estas generen a su vez nuevas ondas, a esto fenómeno lo llamamos *dispersión de la luz.*

Ya nos encontramos muy cerca de responder nuestra pregunta, solo queda una pieza del rompecabezas, y esta nos será dada por John William Strutt, tercer barón de Rayleigh, también conocido como lord Rayleigh, el realizo estudios y experimentos en 1871 sobre la dispersión en partículas pequeñas donde concluía que la intensidad dispersada de la luz (I) por pequeñas partículas era inversamente proporcional a la cuarta potencia de la longitud de onda (λ) que recibía de la fuente de luz, esto se conoce como *Dispersión de Rayleigh*, escrito en una expresión matemática:

$$I \; \alpha \frac{1}{\lambda^4}$$

¿Y esto que nos quiere decir? Se preguntará el lector no tan cercano al mundo de las matemáticas, bueno resulta que "la luz azul tiene una longitud de onda de aproximadamente 1.5 veces menor que la de la luz roja, si elevamos 1.5 a la cuarta potencia se obtiene 5, eso significa, en la dispersión de Rayleigh, que la luz azul tiene una probabilidad cinco veces mayor de dispersarse que la luz roja" (Lewin W.)

Ya con todas las piezas puestas, armemos el rompecabezas…

Respuesta a la pregunta

La luz que nos llega del Sol es una onda electromagnética que “alborota” a las moléculas presentes en nuestra atmosfera, provocando que estas dispersen la luz en todas direcciones, pero no toda la luz es dispersada, la mayor parte de la luz roja, anaranjada y amarilla pasa sin ser casi afectada. Sin embargo, buena parte de la luz azul (longitudes de onda 1.5 veces más cortas que las longitudes de onda rojas) es dispersada por las moléculas (*Figura 6*). Lo que genera el azul en nuestro cielo.

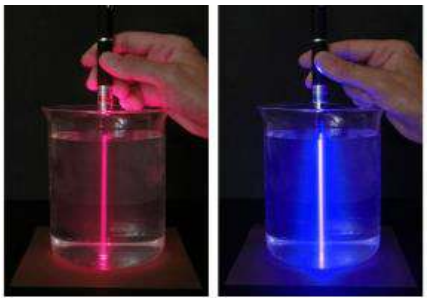


Figura 6. (del Mazo Vivar A. (2016). Los coloides son mezclas que pueden asemejar la composición de la atmosfera, en la imagen observamos como un coloide se ilumina desde arriba con un láser rojo (izquierda) y con un láser azul-violeta (derecha). La luz azul sufre un esparcimiento mayor que la luz roja.

O siguiendo nuestra analogía del estanque:

El Sol es como el pato que alborota a muchas pequeñas ranas que brincan generando nuevas ondas con longitudes de onda que se corresponden al color azul, tiñendo al estanque de color azul (*Figura 7*).

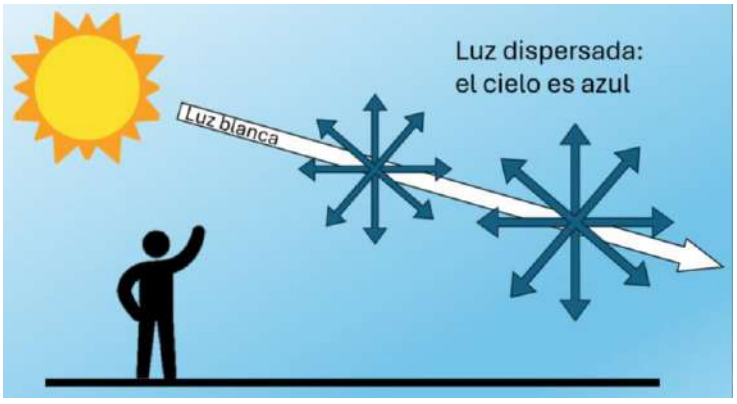


Figura 7. La luz del sol se dispersa en longitudes cortas resultando en color azul // El cielo: un estanque de ranas.

Mas aún, lo aprendido nos permite explicar más cosas…

Sol amarillo: Como la luz que nos llega directamente del Sol se va dispersando en el cielo azul, el Sol se ve amarillento.

Figura 8. Sin nada con que dispersarse la luz sigue su camino.

El cielo negro: En el espacio exterior, fuera de la atmósfera terrestre, desde una nave espacial o la luna, por ejemplo, el Sol se ve blanco y el cielo negro. Al no haber moléculas que dispersen la luz, todas las longitudes de onda de la luz solar nos llegan por igual y el Sol se ve blanco. Y el cielo se ve negro porque no hay nada que disperse la luz.

El cielo rojo: Cuando el Sol se encuentra en su punto más bajo, la luz debe atravesar mucha más atmósfera para llegar a nosotros (la atmósfera es muy delgada comparada con el radio terrestre). El color del Sol va cambiando primero a anaranjado, luego a rojo. Esto se debe a que se van dispersando cada vez más las longitudes de onda cortas (azul, verde), y sólo nos llega la luz de longitudes de onda más largas (rojo). (*Figura 9*).

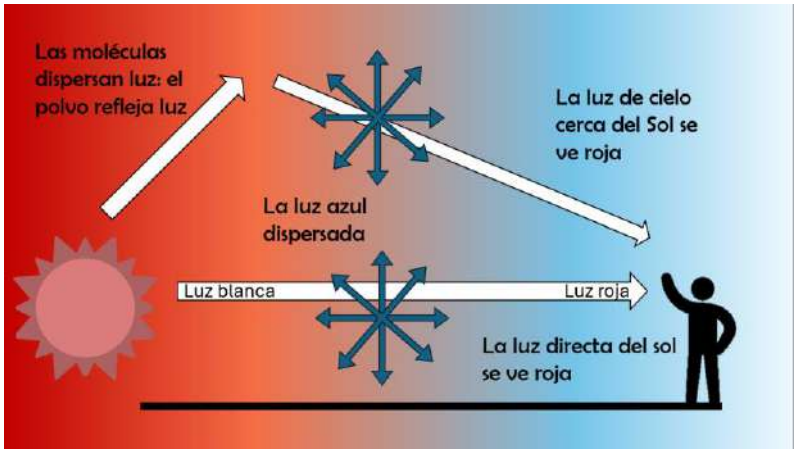


Figura 9.Atardeceres rojizos: cuanta más "contaminación" más luz con longitud de onda roja se ve reflejada

“El cielo alrededor del sol poniente puede tomar colores muy variados. Cuando el aire contiene gran cantidad de partículas de polvo o gotitas de agua, éstas reflejan luz blanca en todas direcciones. Sobre esta luz actúa la dispersión Rayleigh, eliminando las longitudes de onda más cortas. Por eso el cielo se ve rojizo” (Sergio A. Cellone, s.f.)

En conclusión, ahora podemos entender mejor cómo percibimos los colores en nuestro entorno cotidiano. Es asombroso como partir de una inocente pregunta, comprender por qué el cielo es azul nos lleva a apreciar la complejidad y belleza de la física detrás de un fenómeno aparentemente simple.

Personalmente, recuerdo con mucho cariño aquella clase en la que quedé maravillado por la explicación que había recibido, al realizar este trabajo pude sumergirme y complementar aquellas ideas, repasando conceptos y conocimientos que ya tenía y adquiriendo algunos nuevos. Es fascinante como la ciencia nos brinda herramientas para desentrañar los secretos del universo que nos rodea, invitándonos a maravillarnos ante la majestuosidad de la naturaleza.

Referencias

del Mazo Vivar A. (2016) Esparcimiento de Rayleigh. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 13 (2), 505-510. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10498/18312

Sergio A. Cellone (s.f.) Divulgación Científica: ¿Por qué el cielo es azul? Recuperado 28 de febrero de 2024, de https://fcaglp.fcaglp.unlp.edu.ar/~scellone/SAC/Divul/CieloAzul/CieloAzul.html

Lewin W. (2012) Por amor a la física: Dispersión de Rayleigh [Vídeo]. YouTube. Recuperado 28 de febrero de 2024, de https://www.youtube.com/watch?v=oHfFRcd7BG4

Resnick, R., Halliday, D., & Krane, K. S. (2002). Física, Volumen II. Editorial Continental.

Fullereno, una nano molécula de carbono

Susana Alejandra Salazar Ramírez, Gabriela L. Rueda Morales
ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
ssalazarr2000@alumno.ipn.mx

¿Qué son los fullerenos y por qué son tan importantes?

El carbono es un elemento abundante en el planeta Tierra, ya que es parte de la composición orgánica de los seres vivos y de igual manera está presente en distintos compuestos esparcidos por el Universo. Hasta 1985, solo se conocían el grafito de textura suave y grisáceo, presente en nuestros lápices, y el diamante, una joya hermosa, cristalina y resistente, como los únicos materiales compuestos solo de carbono. Sin embargo, todo cambió cuando Harold Kroto, Robert F. Curl y Richard Smalley junto con dos estudiantes de doctorado (James R. Heath y Sean C. O´Brien), descubrieron algo sorprendente oculto entre el polvo estelar y posteriormente, en nuestro mismo planeta. (Montes y Rosalía, 2017)

Este descubrimiento ocurrió cuando Kroto, al intentar comprender las trazas de largas de cadenas de átomos de carbono presentes en el espacio interestelar, se presentó en septiembre de 1985 en la Universidad de Rice con un proyecto que cambiaría todo: Tratar de reproducir las condiciones en que se crean cadenas de carbono en la atmosfera de las estrellas gigantes rojas. Aquí es donde entran Smalley y su colega Curl, los cuales diseñaron y construyeron en la Universidad de Rice un equipo que contaba con un láser capaz de vaporizar blancos sólidos para generar átomos, los cuales se recombinaban para crear aglomerados. Un aparato ideal para el proyecto de Kroto.

Tras once días de trabajo e investigación vaporizando muestras de grafito, los científicos notaron en los espectros obtenidos que muchas moléculas tenían una masa de $720\,u.m.a$ (unidad de masa atómica); señal presente en todos los experimentos lo que los llevo a sugerir que estas tenían que ser estables y además estas moléculas parecían tener un acomodo simétrico de icosaedro truncado (fig. 1) (curiosamente la misma forma que la de un balón de fútbol soccer), específicamente con un total de sesenta átomos de carbono en sus aristas, con

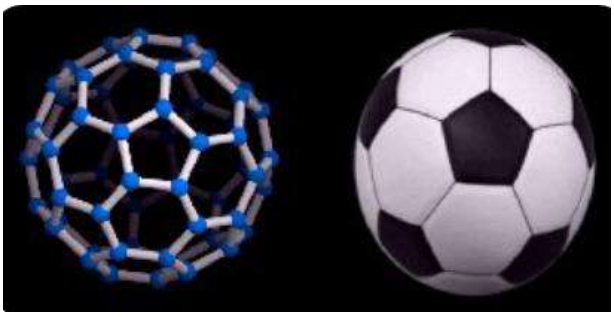


Figura 1. Fullereno comparado con un balon de futbol soccer.

diámetro de $0.7nm$. Esta molécula fue lo que más tarde se conocería como fullereno o coloquialmente, futbolenos (carbono C_{60}). (Montes y Rosalía, 2017)

Para entender mejor las dimensiones de los fullerenos, es preciso hacer la siguiente comparación:

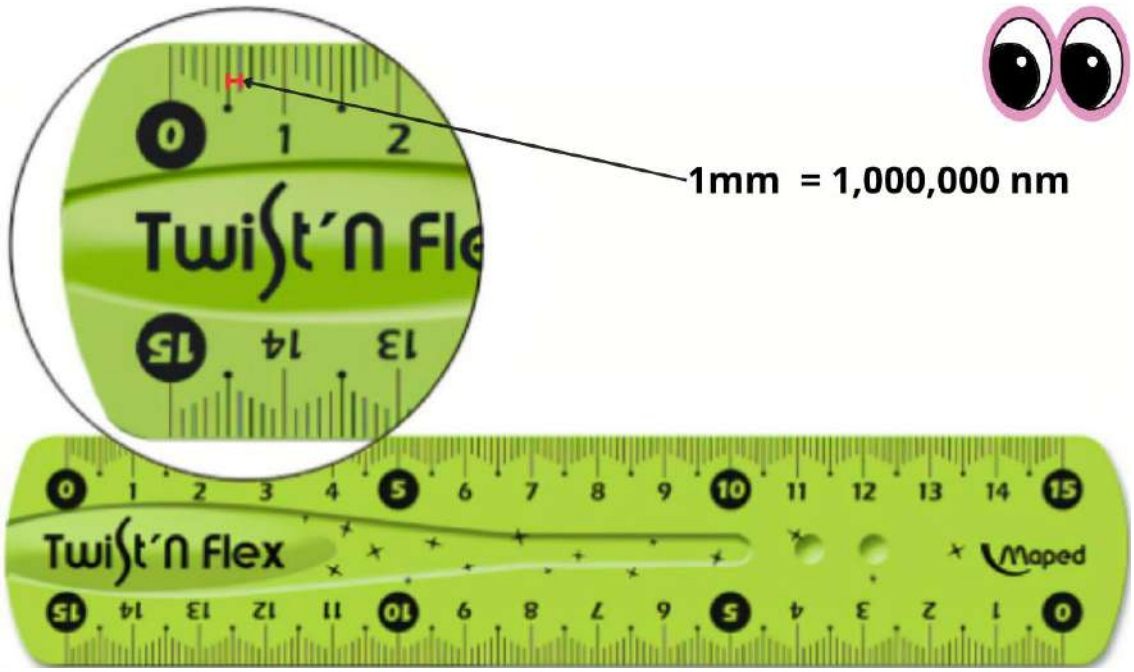


Figura 2. Escala para comprender el mundo nano. Autoría propia.

Como se puede observar, en un milímetro de una regla escolar, caben un millón de nanómetros, esto quiere decir que, al tener los fullerenos un diámetro de $0.7\,nm$, podríamos ordenar en un milímetro más de un millón de fullerenos (fig. 2). Algo impresionante.

Hablamos de algo muy pequeño (en la escala nano) y fascinante.

¿Pero cómo algo tan pequeño puede ser tan importante?

En primer lugar, el descubrimiento de los fullerenos derrumbó el paradigma de que el carbono solo se presenta en dos materiales hechos exclusivamente de carbono: grafito y diamante.

El descubrimiento de los fullerenos fue tan significativo que en 1996 le valió a Curl, Kroto y Smalley el Premio Nobel de Química. Este hallazgo marcó el inicio a una serie de descubrimientos relacionados con compuestos puramente de carbono, como el grafeno, y las nano estructuras de carbono, abriendo la puerta a una amplia gama de aplicaciones en diversas áreas. (Kharissova y Ortiz Méndez, 2002) (Montes y Rosalía, 2017)

Los materiales cuyo tamaño entra en la escala nanométrica, manifiestan propiedades muy distintas a las que tienen cuando se encuentran en escalas mayores. (Cornejo, 2015)

Algunos de los factores que producen están propiedades son: Tamaño nano, mayor área superficial relativa, efecto de confinamiento cuántico, forma, composición química y química de las superficies y de las interfaces. (Cornejo, 2015)

De las anteriores, las más destacables son las siguientes:

- <u>Mayor área superficial relativa</u>

  Las nano partículas tienen una relación área de la superficie/volumen notablemente alto. Para ilustrar lo anterior, se da el siguiente ejemplo:

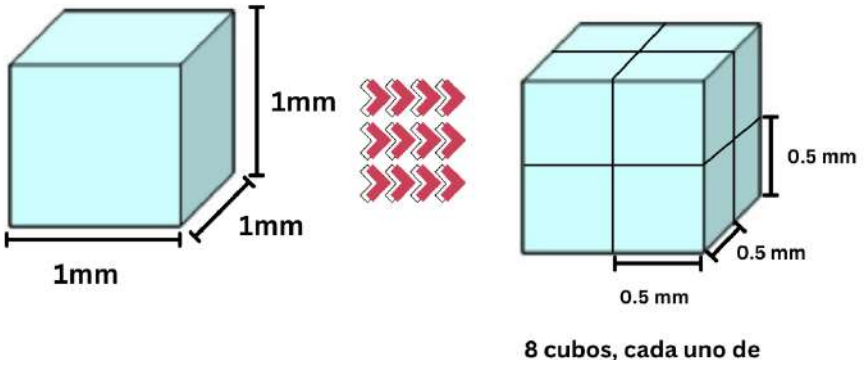


Figura 3. División de un cubo de 1mm por lado en cubos de 0.5mm. Autoría propia.

Imagine un cubo cuyos lados miden todos $1\,mm$. Como se observa en la figura 3. Cada cara tiene un área de $1\,mm^2$, entonces el área superficial del cubo (6 caras) es de $6\,mm^2$. Si se divide el cubo anterior en 8 cubos, cada uno de $0.5\,mm$ por lado, se tiene:

$$(0.25\,mm^2) \times 6 \times 8 \;=\; 12\,mm^2$$

Esta sería el área de cada cara, multiplicado por las 6 caras del cubo y a su vez por los 8 cubos. Nótese que el área superficial se ha duplicado.
Imagine ahora que el cubo se rellena con cubos cuyo volumen sea de, el área superficial sería mucho mayor que la original.

Esto incrementa la reactividad química pues la reactividad de los materiales se encuentra su superficie. (Cornejo, 2015)

La elevada área superficial relativa es la causa de que se manifiesten propiedades novedosas en las nano partículas (Cornejo, 2015). Algunas de estas propiedades son:

- Incremento de la velocidad en reacciones químicas.
- Interacción con microorganismos.
- Reducción de los puntos de fusión y de ebullición.
- Súper difusión.
- Mecánicas: dureza, rigidez, flexibilidad, adherencia, fricción, resistencia y durabilidad con una menor densidad.
- Súper magnetismo.
- Auto limpiado.

- Efecto de confinamiento cuántico

Debido a su diminuto tamaño, las partículas subatómicas experimentan una severa restricción en su movimiento, lo que lleva a que las propiedades cuánticas dominen a las propiedades clásicas. Dicho de otra manera, al confinar estas partículas subatómicas en regiones de escala nanométrica, produce un impacto significativo en su comportamiento y propiedades.

Este confinamiento da lugar a la manifestación de propiedades ópticas, electrónicas, electromagnéticas y eléctricas muy distintas a las que manifiesta el material en su tamaño convencional. (Cornejo, 2015)

El carbono a esta escala revela propiedades sumamente especiales e importantes en la industria.

Figura 4. Fulllereno decorado. Extraído de: (Kosar 2024).

Los fullerenos, al ser una nano molécula de carbono y debido a su estructura única, exhiben propiedades extraordinarias. Entre estas se incluyen una notable conductividad eléctrica y térmica, propiedades magnéticas, una resistencia mecánica fantástica, capacidad para almacenar y liberar gases, antioxidantes y fotoluminiscentes. Lo más intrigante es su cualidad de modificar y mejorar estas propiedades mediante la sustitución de átomos de carbono por átomos de otros elementos, así como también la capacidad de ser “decorados”, es decir, unir diferentes tipos de moléculas a su superficie exterior. Y también incluir átomos en su interior.

Aplicaciones de los fullerenos.

Las aplicaciones potenciales de los fullerenos son diversas y sorprendentes, sus características han abierto la puerta a una variedad de aplicaciones en diferentes áreas como se muestra en la figura 5.

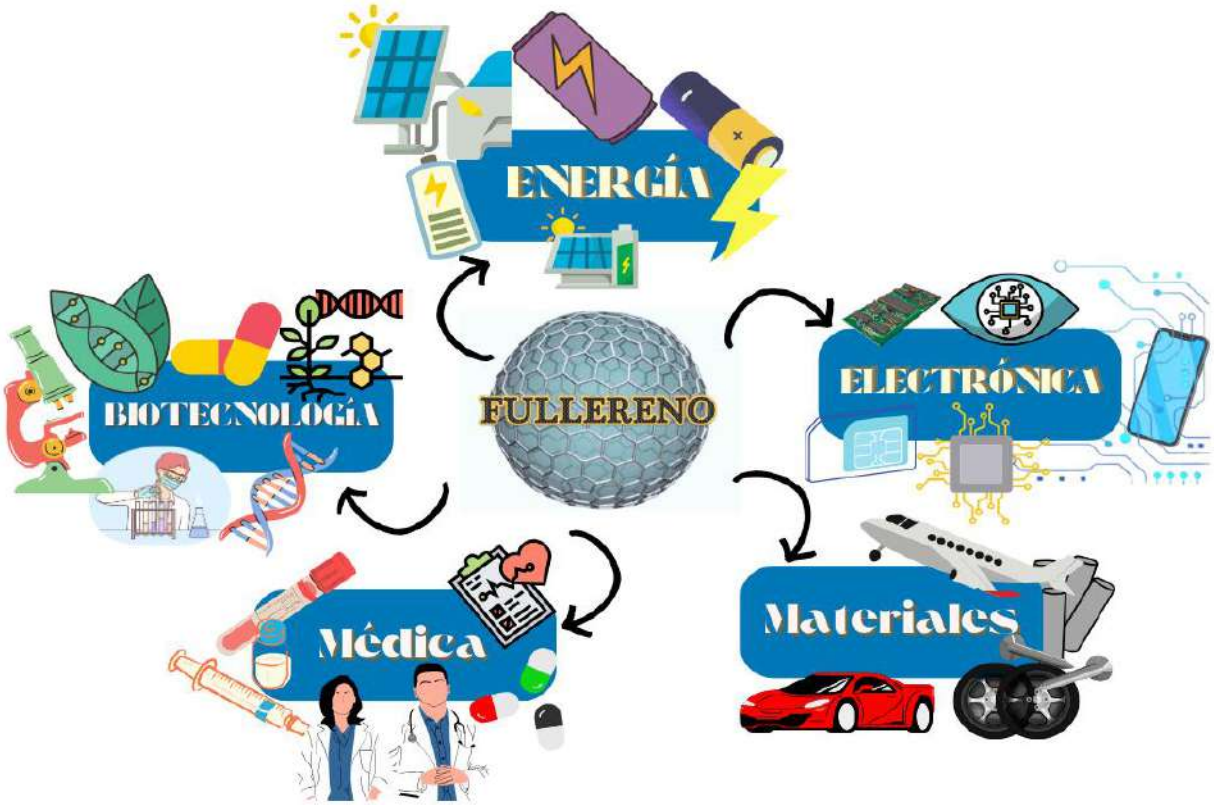


Figura 5. Áreas de aplicación para los fullerenos. Autoría propia.

En este contexto, se exploran dos aplicaciones actuales de los fullerenos y el impacto que estos han tenido en la ciencia y la tecnología:

En el área médica, una variante de los fullerenos, conocidos como metalofullerenos, ha sido una herramienta relevante en terapias estratégicas para el tratamiento de uno de los tipos más comunes del cáncer de hígado (carcinoma hepatocelular avanzado). (Sun 2024)

Un estudio reciente ha explorado el uso de metalofullerenos como una especie de transporte para la administración de fármacos, aprovechando su propiedad magnética para dirigir el medicamento mediante imanes a regiones específicas del cuerpo, lo que facilita llegar de manera puntual al tumor sin afectar otros órganos o tejidos del paciente (fig. 6). (Sun 2024)

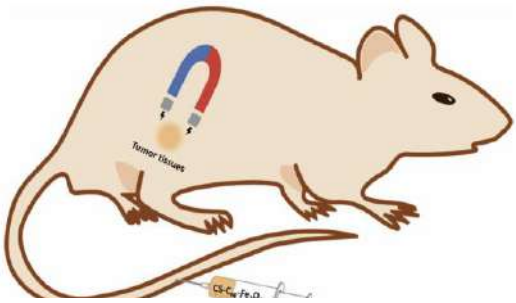


Figura 6. Inyección del compuesto con fullerenos al sujeto de prueba y dirección del compuesto con el fármaco al área de interés. Extraído de: (Sun et al., 2024).

Estas aplicaciones ofrecen innovadoras en el tratamiento del cáncer, buscando mejorar la calidad de vida del paciente y reducir los efectos secundarios asociados a tratamientos más tradicionales, como la quimioterapia y la radioterapia.

En el mundo moderno, las baterías de litio desempeñan un papel importante en numerosos dispositivos de uso cotidiano. Desde computadoras, teléfonos celulares, vehículos eléctricos y hasta dispositivos médicos portátiles, estas baterías alimentan una amplia gama de dispositivos esenciales en nuestras vidas.

Recientemente se ha investigado sobre cómo los fullerenos “decorados” con elementos como litio, silicio, boro y otros, pueden influir en el rendimiento de las baterías de litio actuales (fig. 7). Esta innovación ha demostrado incrementar significativamente el voltaje de las baterías mediante la intensificación de las reacciones químicas de la batería. (Kosar 2024)

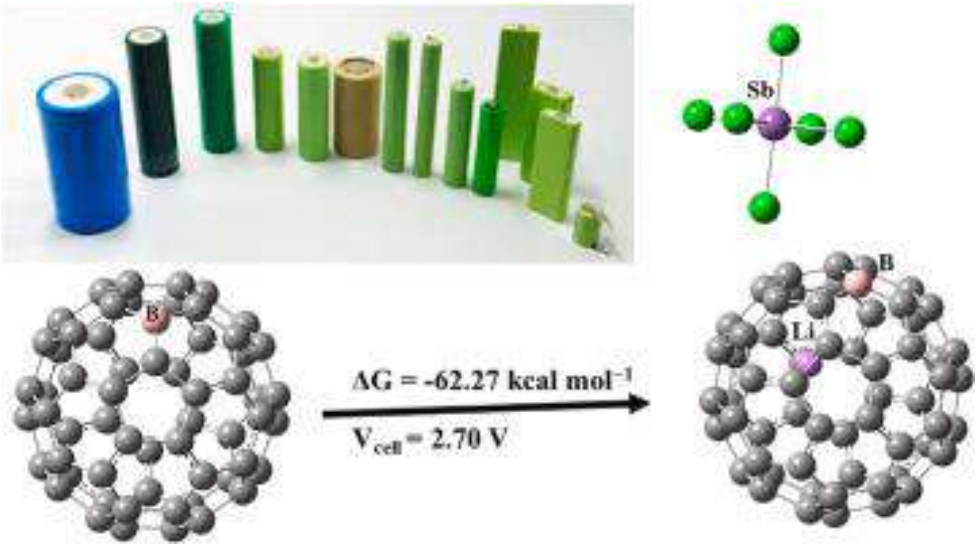


Figura 7. Baterías y fullerenos adicionados con litio, silicio, boro y otro. Extraído de: (Kosar 2024)

Esta innovación pretende mejorar la estabilidad y vida útil de las baterías.

El fullereno es una molécula hueca con forma de icosaedro truncado con átomos de carbono en sus aristas, es tan pequeño ($0.7\ nm$ de diámetro) que entra en la familia de las nano partículas y por ello tiene propiedades sorprendentes que pueden ser usadas para diversas aplicaciones. Cuando se adquiere este material, se presenta en forma de polvo negro, pero en cada partícula de polvo hay muchísima cantidad de fullerenos, uno solo no es posible verlo a simple vista, se requiere de Microscopios de muy alta resolución, pero este polvo es el que se usa para las aplicaciones, en la mayoría de ellas se preparan materiales compuestos para fabricar productos como: La raqueta de bádminton YONEX NANORAY (fig. 8), desarrollada en japón, se caracteriza por su innovadora construcción que incorpora fullerenos. Estos compuestos se encuentran integrados en la resina que une las fibras de carbono, generando una estructura de reticulación. Adicionando una cantidad alrededor del 1% en peso de fullerenos a la fuerza de unión aumenta hasta diez veces, lo que se traduce en un incremento del 5% en la potencia de repulsión y del 15% en la estabilidad de la raqueta.

Figura 8. Foto de muestra en Amazon de la raqueta. Extraído de: 6. YONEX NANORAY 72 Raqueta de bádminton Amazon.com

Si quieres saber más, en la misma familia de nanoestructuras de carbono se encuentran el grafeno y los nanotubos de carbono explora y te sorprenderás.

Referencias

Cornejo, L. (2015). El porqué las diferentes propiedades de las nano partículas - Nuevas Tecnologías y Materiales. Retrieved March 18, 2024, from Nuevas Tecnologías y Materiales website: https://nuevastecnologiasymateriales.com/el-porque-las-diferentes-propiedades-de-las-nano-particulas/.

Kosar, N., Moneeba Asgar, Mahmood, T., Ayub, K., Sajid, H., Albaqami, M. D., & Mazhar Amjad Gilani. (2024). Electrochemical properties of lithium metal doped C60 fullerene for battery applications. *Materials Science in Semiconductor Processing*, *175*, 108256–108256. https://doi.org/10.1016/j.mssp.2024.108256.

Origen y Estructura. Retrieved from https://bigbang.nucleares.unam.mx/~jimenez/FAMC/TrabajosFAMC2017/S%C3%A1nchezMontesA_Fullerenos.pdf.

Sun, J., Chang, Z., Gao, X., Sun, H., Chai, Y., Li, X., … Feng, F. (2024). Novel nanoparticle CS-C60-Fe3O4 magnetically induces tissue-specific aggregation and enhances thermal ablation of hepatocellular carcinoma. *Cancer Nanotechnology*, *15*(1). https://doi.org/10.1186/s12645-024-00245-7.

YONEX NANORAY 72 Raqueta de bádminton ligera, azul en polvo, 5U G4, nanométrica, X-FULLERENE, AERO+marco de caja, isométrico, núcleo de tacto sólido, nueva junta en T integrada, China, desarrollada en Japón: Amazon.com.mx: Deportes y Aire Libre. (2024). Retrieved March 22, 2024, from Amazon.com.mx website: https://www.amazon.com.mx/YONEX-72-nanom%C3%A9trica-X-FULLERENE-desarrollada/dp/B0CG6K8BXB/ref=sr_1_1?__mk_es_MX=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&crid=16ASS6S2G8DJ4&dib=eyJ2IjoiMSJ9.WWb0XTvr72cOMTE9F8l46gsHQTEILlKd9QMKLr7uINZhtkIpSDNO9QMHrylAnuZpBotpImseORMcyejQncYiReaVlZD8swqR9SoHrtU5BAK9T_A9LYsjCpXrt0xinsodN6GkyGsByfzRNfbeDScvu3x8TVr6cJQts408RCeM0BZsRzsiQluj2QefwYQdE4fPBtQZbBRRweWizTdK73iNXOoKWM7ZeFT2yRQBQhw1qqJTRnOrSiuiRMsOij7uNrRxsTN67w8oFApBcHBAbi1lQhbyOh6fnIkuOVzDoOI.ncgfdICZhR3Baj28iYucr9mzkiUIwvLNvugbJoydHww&dib_tag=se&keywords=raqueta+de+badminton+fullerene&qid=1711077409&sprefix=raqueta+de+badminton+fullerene%2Caps%2C162&sr=8-1&ufe=app_do%3Aamzn1.fos.4e545b5e-1d45-498b-8193-a253464ffa47

Vasilievna Kharissova, O., & Ortiz Méndez, U. (2002). LA ESTRUCTURA DEL FULLERENO C60 y SUS APLICACIONES. *Ciencia UANL*, *V*, 004. http://eprints.uanl.mx/1206/1/estructura_fullereno.pdf.

La Curva de Agnesi: un viaje entre la Geometría y el Cálculo

Andrea Román Salas[1], Reyna Tatiana Suazo Pinel[2], Alejandra Marisol Flores Solis[3], Claudia Gisela Espinosa Guia[4]
Facultad de Ciencias Exactas[1,3,4], UNITEC[2]
1155011@alumnos.ujed.mx[1], reynasuazo@unitec.edu[2], 1152979@alumnos.ujed.mx[3], claudia.espinosa@ujed.mx[4]

Introducción

Instituzioni Analitiche ad uso della gioventú italiana de 1748, es el producto de diez años de María Gaetana Agnesi que inició en 1738 cuando tenía 20 años de edad. Aquel texto, con descripciones claras y atractivas, y numerosos ejemplos, se convirtió en el primer manual sobre cálculo diferencial e integral y se empleó durante más de cincuenta años en escuelas de diversos países europeos (de Moura y Saito, 2021). El principal atractivo de la obra residía en su capacidad para analizar y relacionar las diferentes investigaciones en cálculo que se habían estudiado hasta la fecha, en especial las de Newton y Leibniz. De Francisco et al. (2011) destacan que “el mayor logro de esta obra fue el método didáctico con el cual Agnesi expone sus conocimientos matemáticos, utilizando un lenguaje comprensible, ejercicios prácticos y problemas sencillos” (p. 53).

Instituciones Analíticas está compuesta de dos tomos y cuatro libros. El primero es sobre análisis de cantidades finitas, álgebra y geometría cartesiana, está compuesto por el libro I Del análisis de cantidades finitas, el cual consta así mismo de seis capítulos.

El segundo tomo trata sobre los nuevos conocimientos en cálculo diferencial e integral, áreas que se tomaron a profundidad en la época. El tomo se compone de tres libros (II, III, IV); libro II Del cálculo diferencial que consta de cinco capítulos, el libro III Del cálculo integral con 4 capítulos y el libro IV Del método inverso de la tangente que consta también de cuatro capítulos.

En la sección de geometría analítica de uno de estos volúmenes se incluye el planteamiento de la curva sinusoidal versa, conocida como la curva de Agnesi. De acuerdo con Silva (2021), esta curva ya había sido considerada y “estudiada por primera vez por un reconocido matemático del siglo XVII, Pierre de Fermat, en 1703” (p. 23). Igualmente, esta curva despertó un gran interés en otro matemático en 1718, Guido Grandi, “que la llamó versoria, palabra de origen latino que hace referencia a una cuerda utilizada para maniobrar la vela de un barco” (Silva, 2021, p. 23).

La obra matemática de Agnesi fue la aportación más completa dedicada a la enseñanza del cálculo matemático de la época y recalca el papel de la mujer en la

ciencia, siendo el texto científico más antiguo hecho por una mujer, del que se tiene conocimiento (Silva, 2021).

Cantoral (2013) señala que el análisis de textos originales de una determinada época nos permite distinguir con claridad lo que es atribuible a la época y aquello que proviene directamente de quien escribe. Consultar la obra original nos proveyó de pautas sobre la intencionalidad de la obra y de su autora, así como recalcar la importancia de visibilizar las aportaciones tanto de Agnesi como de las mujeres en las matemáticas.

Cabe mencionar que partimos de la tesis de posgrado “Género y construcción social del conocimiento matemático: un análisis de la obra matemática de María Gaetana Agensi” (Suazo, 2023).

La intención es mostrar cómo a través de una actividad se logra hacer visible las aportaciones de una mujer matemática como es el caso de María Gaetana Agnesi y que niñas a partir del 6° de primaria tengan referentes femeninos en las matemáticas con la intencionalidad de implementar el uso de la tecnología. La actividad se aplicó a 12 niñas en un grupo multigrado a partir del 6° de primaria hasta preparatoria. Fue impartida por dos guías, una observadora, una supervisora y una coordinadora de la Facultad de Ciencias Exactas UJED.

Descripción de la Actividad

Las actividades que se diseñan o adecuan para el club de matemáticas dirigido a mujeres: niñas y mujeres adolescentes del estado de Durango, se realizan mediante una metodología con perspectiva de género, con la cual se busca visibilizar las aportaciones que mujeres en la historia de las matemáticas dieron a la ciencia. Para el tema de geometría se construyó una actividad en donde la protagonista fuera María Gaetana Agnesi, en donde se muestra la construcción de su curva “la curva de Agnesi”. Para tal efecto se consideró el uso de la tecnología a partir de las herramientas de Geogebra y de Canva, la primera para la construcción de la curva y la segunda para la presentación de la historia de Agnesi. Así mismo, se les proporcionaron iPad para trabajarse en parejas.

Herramienta Canva: Historia de Agnesi

Se consideró que la manera en la que se les enseñaría a las niñas la historia de Agnesi sería por medio de una herramienta didáctica llamada Canva, esta tiene plantillas de infografías donde las niñas podrían plasmar sus ideas acerca de la vida de logros de Agnesi.

La Historia de María Gaetana Agnesi se les presentó por medio de una presentación en una de las plantillas que ofrece Canva (figura 1)

Figura 1: Historia de María Gaetana Agnesi

Fuente: elaboración propia para la presentación de la historia de María Gaetana Agnesi.

Después de comentar el contenido de la presentación se les solicitó a las niñas que por parejas construyeran algo similar con la ayuda de iPad y de la plataforma Canva.

El utilizar Canva nos ayudó a realizar la actividad de manera más atractiva y dinámica, gracias a esto ellas desarrollan nuevas habilidades y fortalecen su pensamiento creativo. Algunas de las infografías que se construyeron fueron las siguientes (figura 2).

Figura 2: Infografías con Canva de las niñas participantes

Fuente: Infografías creadas por las niñas en equipos.

La historia que se les presentó a las niñas sobre María Gaetana Agnesi, resalta sus aportaciones y logros, fue la siguiente (Costa, 2020 y Suazo, 2023):

> María Gaetana Agnesi (1718-1799) es una figura menos conocida entre los defensores de los derechos de las mujeres a acceder a la educación y a practicar la ciencia como carrera. Agnesi es principalmente famosa por su contribución a las matemáticas puras y la divulgación "popular" de esta ciencia. Sin embargo, también fue defensora de los derechos de las filósofas

y científicas. Si bien los elementos científicos de su trabajo han visto un reciente aumento de interés.

Se analizan tres textos de Agnesi. El primero es la oración que dio en 1727, a la edad de nueve años, en defensa de la tesis de que "los estudios de las artes liberales por el sexo femenino no son en absoluto inapropiados". El segundo se inserta en el prefacio de sus Propositiones Philosophicae, que publicó en 1738 como conclusión de sus estudios de filosofía. El tercer texto es la dedicación de su obra maestra, las Instituciones Analíticas, publicada en 1748. Este manual de cálculo fue dedicado a la Emperatriz de Austria, María Teresa, y la dedicación contiene un ataque a los prejuicios sexistas.

1. Una joven de polémica

A lo largo del siglo XVIII, Italia fue escenario de un debate sobre la condición de la mujer en la educación superior y el aprendizaje filosófico-científico. En 1723, la influyente Accademia de' Ricovrati organizó un debate público sobre este tema, que envió ondas a través de la clase aristocrática del norte de Italia. María Gaetana, había sido reconocida como una niña prodigio, y estaba particularmente orientada hacia las artes liberales, las lenguas extranjeras y antiguas, y las ciencias puras. Su padre, un hombre ambicioso y que estaba en busca de conservar su posición social organizaba conversaciones vivaces en su palacio en donde Agnesi era la atracción. En una de esas ocasiones, en 1727, la joven María Gaetana Agnesi, con sólo nueve años, pronunció una impresionante oración en defensa de los derechos educativos de las mujeres en latín. Se ganó en Milán la reputación “como lingüista precoz".

La oración de Agnesi acerca de su opinión de aquellos que suponen que los estudios de las artes liberales se consideran inadecuados en las mujeres fue con base a los siguientes argumentos: las costumbres, la debilidad física y el temor a un cambio tan profundo que podría "descomponer y revertir todos los asuntos civiles e internos" les da miedo a los opresores de las mujeres. Finalmente, Agnesi se mueve para "defender los estudios de la mujer contra las peores acusaciones de sus adversarios no solo como inofensivos, sino muy útiles tanto en asuntos privados como públicos".

2. Una defensora erudita

Acerca de la segunda pieza producida por Agnesi acerca de sus Proposiciones Filosóficas, compuesto en 1738. Ofrece una breve historia de la filosofía, en la que menciona escuelas en lugar de figuras singulares (con las notables excepciones de Tales, Pitágoras, Platón y Jenócrates, un testimonio de su interés predominante por las matemáticas).

En este pasaje, Agnesi se refiere a la influyente Historia de las mujeres filósofas, reivindica para las mujeres un lugar aún más elevado, el de la

igualdad, que se han ganado por haber alcanzado históricamente "los más altos elogios" en las disciplinas intelectuales. Al igual que en su Oración juvenil, compara la Antigüedad con el presente, alabando la igualdad de épocas anteriores (recordar la vida de las pitagóricas).

De nuevo, afirma que las mentes de mujeres y hombres son naturalmente iguales y que toda discriminación o desigualdad es, por tanto, antinatural. En consecuencia, ataca de nuevo a "los que niegan [a las mujeres] en el estudio de las artes nobles". Su prejuicio discriminatorio, como ya había demostrado en 1727, es injusto e infundado. Permitir que las mujeres se dediquen a la educación y la filosofía, argumenta de nuevo, no es perjudicial para los asuntos privados y públicos. Al contrario, ayudaría a las mujeres a ser más "humanas" y a ocupar su lugar de igualdad en las artes y las ciencias.

3. Instituciones analíticas

El análisis del tercer y último texto, la dedicatoria de las Instituciones analíticas de Agnesi a la reina María Teresa. Publicado en 1748, cuando la autora tenía 30 años, el libro de texto en dos volúmenes fue el primero de su género en italiano y representa la auténtica obra maestra de Agnesi. El libro tuvo un gran impacto entre el público, a pesar de que la preferencia que concedía a los métodos matemáticos cartesianos se consideraba "anticuada". Su claridad expositiva le valió importantes elogios y la recomendación del Papa para una cátedra en la universidad de Bolonia.

Agnesi creyó que gracias a las circunstancias favorables de tener a María Teresa en el trono las mujeres podrían aspirar a la distinción en las artes y las ciencias. Y que esa distinción las convierte en un deber hacia otras mujeres: "...cada Mujer debe esforzarse por promover la gloria de su sexo, y cada una, de acuerdo con sus posibilidades, contribuir a aumentar su esplendor". Así, subraya la importancia de la solidaridad entre las mujeres, necesaria para desterrar los prejuicios sociales.

Aportaciones

Durante sus primeros años de estudio, escribió dos obras donde, con su estilo claro y sencillo, ahondaba en distintas ramas de la ciencia. En la primera de ellas escribió un comentario crítico en el que analizaba la regla de L´Hopital, creada por Bernoulli y posteriormente comprada por el primero para denominarla con su nombre. La aplicación de esta regla permite resolver algunas indeterminaciones en el cálculo del límite de funciones derivables.

Esta obra de Gaetana nunca fue publicada, pero circuló privadamente entre los intelectuales de la época.

En la segunda de sus obras, a través de 190 ensayos, explica diversos temas como la teoría de Newton de la gravitación universal, mecánica celeste, elasticidad, lógica o filosofía, de forma comprensible para todas las personas.

A los treinta años publica su obra más importante: Instituciones Analíticas. Comenzó a escribir, un libro sobre cálculo diferencial que concibió como un auténtico libro de texto que le permitiera transmitir sus conocimientos sobre matemáticas a sus hermanas y hermanos.

El mayor logro de esta obra fue el método didáctico con el cual Agnesi expone sus conocimientos matemáticos, utilizando un lenguaje comprensible, ejercicios prácticos y problemas sencillos. En definitiva, hizo uso de métodos originales que permitieron sintetizar el álgebra y la geometría contemporánea, así como el cálculo diferencial e integral, materias que se estaban construyendo en aquella época.

Fue traducida a varios idiomas. Cincuenta años después de su publicación seguía siendo el libro matemático más completo que existía.

La Academia de París, escribió lo siguiente sobre Instituciones Analíticas:

“Esta obra se caracteriza por una organización cuidada, claridad y precisión. No existe ningún libro, en ninguna otra lengua, que permita al lector penetrar tan profundamente y también tan rápidamente en los conceptos fundamentales del Análisis. Consideramos este Tratado como la obra más completa y la mejor escrita en su género” (Figueiras,1998). Fue publicada en dos tomos: el primero trataba del análisis de cantidades finitas, álgebra y geometría cartesiana. El segundo se ocupaba del cálculo diferencial. Incluía muchos ejemplos y problemas, métodos originales y generalizaciones.

Herramienta Geogebra: curva de Agnesi

Se les enseñó a las niñas Geogebra por medio de las iPad, primero se consideró mostrarles conceptos importantes para graficar la curva de Agnesi, tales como: rectas paralelas, perpendiculares, tangentes, circunferencia, puntos de intersección, ángulos y radio. Con ello incursionamos a las niñas en ejercicios de geometría, tema de interés de Agnesi. De esta manera se les explicó a las niñas la mayoría de las herramientas básicas que tiene Geogebra.

La mayoría de las niñas ha trabajado en otras actividades con el plano cartesiano completo. Después de la explicación de las herramientas de Geogebra se inició con el propósito de la actividad a través de agregar algunas cosas en el plano, por ejemplo; dos puntos cualesquiera en el fondo blanco. Al agregarlos la misma aplicación los nombra con una variable (A y B), después una recta (f) que pase por los puntos A y B, después, otro punto (C) fuera de la recta f. Se les solicitó que

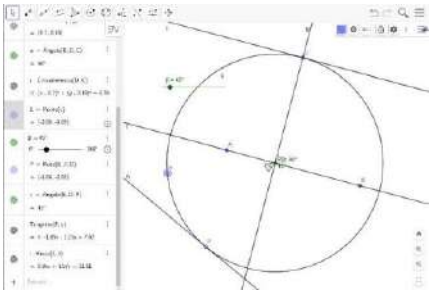
agregar una recta perpendicular que pase por en punto C y sea perpendicular a la recta f. Esta nueva recta se llama g.

Indicamos que elijan la herramienta de intersección y que seleccionen las rectas f y g, el nuevo punto se llama D. Después, que eligieran la herramienta de ángulos. Eligieron los puntos en el orden B D A. Este ángulo está nombrado como alpha (α). Después, una recta paralela a f y que pase por el punto C.

Indicamos que agregaran una circunferencia que pase por el punto C y que tenga como centro D. Esta nueva circunferencia se llama c. En seguida que agreguen un punto E que pertenezca a la circunferencia c.

Después, se solicitó agregar un deslizador de ángulos. El deslizador se llama beta (β). Indicamos que seleccionen la herramienta “un ángulo dada su amplitud” seleccionando los puntos E y D, al hacerlo la pantalla solicita a qué grados debe estar ese ángulo; se escribe β, con ello aparece un punto E’ que pertenece a la circunferencia. Para evitar la confusión con el punto E del E’, se renombró como P. Después agregamos una recta tangente a la circunferencia c que pase por p. Esta nueva recta es llamada como h (Figura 3).

Figura 3. Construcción en Geogebra

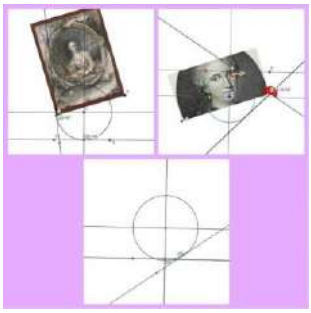


Fuente: elaboración propia con base en la actividad de la construcción de la curva de Agnesi.

Después de la construcción en Geogebra se les solicitó a las niñas que seleccionaran, en la parte de la vista algebraica, el botón “play”. Observaron que la recta tangente h y el punto p se mueven en la circunferencia c y el ángulo β.

Para dar mayor énfasis a la actividad con el uso de la tecnología se les pidió a las niñas que seleccionaran la herramienta Imagen y que agregaran una imagen de la carpeta de Agnesi (Figura 4).

Figura 4. Imagen de Agnesi con Geogebra.



Fuente: elaboración propia con base en lo realizado por las niñas del club de matemáticas.

Un paso más

Considerando que las niñas adquirieron cierto dominio en Geogebra se les solcitó otro ejercicio para llegar a la construcción de la curva de Agnesi:

Indicamos que abrieran la aplicación de Geogebra en las iPad, se pidió agregar por medio del deslizador un ángulo α, después agregar una variable llamada r con un valor de 0.5 en la caja de texto que está en la vista algebraica. En esta parte las niñas ya tenían la compresión de lo que es una variable gracias a muchas actividades que se han impartido en el club.

Indicamos que agregaran el punto de intersección de los dos ejes del plano cartesiano (coordenadas (0,0)) y lo renombramos como o. En seguida agregar en la caja de texto de la vista algebraica y=2r. Las niñas observaron que al agregar esto aparece una recta llamada f en el plano cartesiano, lo cual fue de asombro. Cómo ya es de su conocimiento que en el plano cartesiano en donde se ubican los valores de y, sólo se les explicó que para todo valor en el eje de las x se les da el valor de y, en este caso y=2r, por lo que todos los puntos de la forma (x,2r) formarán esa Recta Constante. Se les comenta que una recta es “un conjunto de puntos”, lo cual no fue complicado por los conocimientos ganados en las actividades previas del club. Indicamos que agregaran en la caja de texto de la vista algebraica C=(0,r). Anteriormente indicamos que r=0.5 entonces, el punto estará en las coordenadas (0,0.5) y como la recta está en la altura 2r=2(0.5)=1 observan que el punto está en medio del eje de las x y la recta f.

Indicamos que seleccionen la herramienta de circunferencia (centro, punto). Después, que seleccionen el punto C seguido del punto O. Así como, la herramienta de ángulo dada su amplitud y que seleccionarán los puntos en el orden O y E. Con ello les saldrá una ventana en donde cambiaremos el ángulo y pondremos el nombre del deslizador (α) y al darle aceptar aparece un punto O’.

Renombramos el punto O’ y lo llamamos Q. Indicamos que seleccionen la herramienta semirrecta. Seleccionamos los puntos O y Q. Observamos que aparece

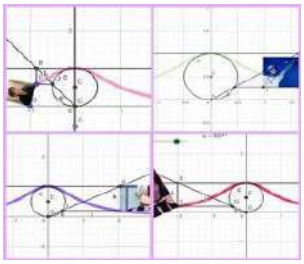
la semirrecta llamada g y que esta interseca a la recta f. Indicamos que seleccionen la herramienta de intersección y marquen el punto de intersección entre las dos rectas. Después de eso renombramos a ese punto como R.

Indicamos que agreguen una recta recta paralela h con la herramienta de rectas paralelas que sea paralelo al eje de las y y que pase por el punto R. Se agrega otra recta paralela i pero ahora se seleccionan el eje de las x y el punto Q. Se observa que estas dos rectas nuevas se intersectan entre sí, por lo que agregamos el punto de intersección de estas dos rectas y la llamamos P.

Después ocultamos las rectas i y h. Seleccionamos la herramienta de segmento de recta y agregamos dos segmentos, uno con los extremos Q y P y el segundo con extremos R y P.

Seleccionamos el punto P, a este le cambiamos el color y activamos la opción de rastro, después de esto checamos la vista algebraica, buscamos donde está guardado el nombre de nuestro deslizador y seleccionamos el botón de play. Igual que en la primera clase agregaron una imagen de la preferencia de las niñas.

Figura 5: Curva de Agnesi en Geogebra



Fuente: elaboración propia con base en lo realizado por las niñas del club de matemáticas.

La reacción de las niñas era de asombro y emoción el saber que ellas solas habían construido algo muy bonito y perfecto que construyó una mujer inspiradora como lo fue Agnesi.

Reflexión

Esta actividad fue creada para que las niñas del club conozcan la historia de María Gaetana Agnesi y su aportación más importante en las matemáticas respecto a los temas de geometría analítica y cálculo. Gracias de herramientas como las iPad y Geogebra ayudaron a que las niñas tengan una comprensión creativa y dinámica de conceptos lógico-matemático y pensamiento crítico-creativo.

La experiencia nos dio idea de cómo con una actividad con una intencionalidad específica se logran grandes cambios en las espectativas de las niñas y en aprendizajes tanto con el uso de la tecnología como en áreas que no se profundizan en sus escuelas de formación.

Referencias

Cantoral, R. (2013). Teoría socioepistemológica de la matemática educativa: estudios sobre construcción social del conocimiento. México: Gedisa.

Costa, E. (enero, 2020). Maria Gaetana Agnesi on Women's Equality. Conferencia presentada en la Society for the Study of Women Philosophers (Eastern Division Meeting of the American Philosophical Association), Philadelphia.

De Francisco Heredero, I., García Menéndez, C., Martínez Menéndez, M., & Mijares Rilla, C. (2011).

Otras miradas. Aportaciones de las mujeres a las matemáticas. Para integrar en el curriculum de Secundaria. Madrid: Federación de Enseñanza de CCOO. Obtenido de https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/119565/pub99423_Otras_miradas._Aportaciones_de_las_mujeres_a_las_matematicas.pdf?sequence=1

de Moura, R. A., & Saito, F. (2021). Disseminação do estudo de Análise Matemática e a Repercussão de Instituzioni Analitiche de Maria Gaetana Agnesi. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 23(1), 810-832. doi:http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2021v23i1p810-832

Suazo, T. (2023). Género y construcción social del conocimiento matemático: Un análisis de la obra matemática de María Gaetana Agnesi. Tesis de maestría no publicada, Cinvesta:México.

Repelente casero para prevenir enfermedades como Dengue, Zika y Chikunguya

Aron Alejandro López Gómez[1], José David Palacios Flores[1], Jaqueline Palacios Flores[1,2], Madeline Armira Mejía[1,2], Magdalena Waleska Aldana Segura[1,2,3], Julián Félix [4]
[1]Programa STEAM, Guatemala, Guatemala
[2]Universidad Galileo, Guatemala, Guatemala
3. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
4. Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

waleska@galileo.edu

¿Es posible elaborar un repelente casero efectivo en base a las observaciones y datos recopilados con GLOBE NASA?

El reciente brote de enfermedades en países de América Latina, como Dengue, Zika y Chikunguya, transmitidas por la picadura mosquitos portadores de los arbovirus que las producen coloca como urgente e importante encontrar y realizar acciones económicas para contribuir a detener la expansión de estas enfermedades; algunas son eliminar los hábitats de larvas y huevos de estos mosquitos, prevenir las picaduras y concientizar a la población sobre el riesgo de estas enfermedades. Para esto, se utilizan los datos de Globe Observer y las observaciones de los estudiantes para conocer las larvas de los mosquitos vectores de las enfermedades anteriores y los resultados de la investigación que se realizó para establecer la propuesta de un repelente contra zancudos que contribuya a evitar la picadura de mosquitos de manera económica.

Este repelente se elabora con compuestos naturales y tiene un costo aproximado de 2.30 dólares por litro. El repelente presenta una efectividad del 30% para repeler a los mosquitos y se elabora en base a vinagre, laurel y clavo de olor.

Preguntas de investigación e Hipótesis:

El número de casos de Dengue, Dengue Hemorrágico, Chikunguya y Zika en Guatemala ha tenido un crecimiento en los últimos años. (Signor et al., 2020) Éstas enfermedades afectan a la población y en particular a niños, jóvenes, ancianos y personas con sistemas inmunológicos comprometidos, pero también a personas expuestas a la picadura de mosquitos en las cercanías de sus hábitat.(Edwards et al., 2016; Ponciano et al., 2019) Derivado de la problemática encontrada por la

incidencia de enfermedades causadas por virus que se transmiten por el vector mosquito, queremos encontrar un repelente casero de bajo costo que pueda contribuir a detener el avance de estas enfermedades.

Por estas razones, nos hicimos las siguientes preguntas de investigación:

-¿Un repelente casero puede ser efectivo para contribuir a disminuir la picadura de mosquitos (zancudos) de manera efectiva y económica?

-¿Qué tipo de repelentes utilizan las personas para protegerse de la picadura de estos mosquitos?

Con éstas consideraciones hemos formulado la siguiente hipótesis de trabajo

-Derivado de la adaptación de los mosquitos, un repelente casero es efectivo para contribuir a disminuir la exposición de las personas a los virus causantes de Dengue, Zika, Chikunguya y otras enfermedades en Guatemala.

Introducción y Marco Teórico:

Los primeros mosquitos aparecieron en América producto del incremento de movilidad en el comercio en los siglos XVIII y XIX. (Ponciano et al., 2019) Sin embargo, durante los 10 años se ha incrementado el número de casos de las enfermedades causadas por los arbovirus, que son transmitidas por los mosquitos como vectores de Dengue, Zika y Chikunguya. (Edwards et al., 2016)

Es sabido que las personas atraen de diferente manera a los mosquitos, (Ellwanger et al., 2021) factores como alimentación, genética, hábitos de higiene pueden afectar la atracción de mosquitos y por ende la picadura de los mismos. Estos mosquitos son polinizadores que se guían por el olor para poder establecer los patrones de picadura y transmitir así los parásitos involucrados en la infección de estas enfermedades. (Herre et al., 2022)

Sin embargo, los mosquitos desarrollan una resistencia a los insecticidas comerciales o al uso del mismo insecticida continuamente.(Gan et al., 2021) Es conocido que varias plantas medicinales pueden contribuir al efectivo combate de estos mosquitos, entre ellos el geranio, el eucalipto, neem, (Llanos Gonzáles et al., 2020) la citronela,(Daflon et al., 2021) el laurel, el clavo de olor y otros. (A. R. dos Santos et al., 2021) Algunos insecticidas o repelentes en forma de jabón o en forma de líquidos con atomizador han demostrado ser efectivos para contribuir a evitar la picadura de mosquitos. (Suárez & Fleming, 1986) Sin embargo, sin un adecuado control del hábitat de los mosquitos, la eliminación de criaderos y las medidas de precaución la lucha contra los mosquitos no presenta el éxito deseado. (Jones et al., 2021)

Dado que cada persona presenta diferentes condiciones alimentarias, de salud, de higiene entre otras, cada persona presenta una efectividad distinta al uso de

insecticidas y repelentes, es por ello que se recomienda alternar el uso de sustancias naturales, insecticidas y repelentes para contribuir al combate de estos mosquitos. (A. L. da S. Santos et al., 2022) La mayoría de repelentes son efectivos entre 4 y 8 horas, dependiendo de su composición, aplicación y estación del año en que se utiliza. (Soto-Cáceres et al., 2022) La concentración de 20% de aceites esenciales en promedio presenta una efectividad de 30% del tiempo para repeler los zancudos. Los aceites más aromáticos como los cítricos y geranium presentan una mejor probabilidad de éxito, las plantas que son más efectivas son las que tienen propiedades antifúngicas, antibacteriales y biopesticidas. (A. L. da S. Santos et al., 2022) Sin embargo, también se encuentra una adaptación de los mosquitos después de una temporada de lluvias a estos repelentes. El único repelente que no presenta esa adaptación es el DEET cuyo uso es controlado y afecta a algunas personas. (A. L. da S. Santos et al., 2022)

En Guatemala, los datos oficiales son reportados a través del Sistema de salud y su plataforma SIGSA manejada por el ministerio de Salud de Guatemala.(Ruberto et al., 2015) La estrategia nacional de salud incluye el combate a los vectores mencionados (Aedes Aegipti, Anopheles y Culex) sin embargo a la fecha la estrategia se enfrenta a problemas administrativos y financieros para enfrentar el aumento de casos de Dengue, Zika y Chikunguya.(Ponciano et al., 2018)

De acuerdo a la presencia de sifón y otras características es posible en la aplicación Globe Observer Mosquito Mapper identificar las larvas encontradas en los sitios de investigación. Además de las fotografías se puede establecer la presencia de Aedes, Anopheles o Culex en la región. (Chaverri, 2003)

Materiales y métodos de investigación

Como parte de las actividades del programa STEAM (Aldana, 2020) se invitó a un grupo de profesores y estudiantes a participar de los talleres de capacitación GLOBE impartidos en Guatemala en septiembre 2023. Con este entrenamiento, a los estudiantes se les invitó a continuar su interés y participar en el IVSS 2024 y en las Jornadas Académicas de la Didáctica de las Ciencias del Instituto Politécnico Nacional de México.

Ilustración 1 Estudiantes en el taller de Mosquitos (fotografía M. Armira)

Los estudiantes aprenden de Ciencia Ciudadana en el Programa STEAM (Aldana & Félix, n.d.) Esto contribuye a la formación ciudadana y a su formación científica. En ese sentido se utilizó el Mosquito Mapper de Globe Observer (Low et al., 2022) para conocer más sobre las larvas, hábitat y mosquitos. Además, se utilizó los datos históricos de Globe Observer para poder analizar el compartimento de los mosquitos y establecer la efectividad de un repelente casero.

Los datos de Globe Data Entry tool del sitio de Globe NASA se utilizaron para encontrar la relación entre las enfermedades reportadas en el Ministerio de Salud y las larvas identificadas. Se quiso utilizar una correlación entre la temperatura del aire, nubes y la identificación de mosquitos, pero los datos de los diversos protocolos no encajan, si alguien tomó datos durante el día sobre nubes no hizo observación de mosquitos y así sucesivamente.

Además, los estudiantes lanzaron cuestionarios en línea para conocer si las personas utilizan algún repelente contra los mosquitos, y en ese caso cuáles son los repelentes más comunes.

Como parte del estudio se seleccionaron varios sitios de observación en el país

Tabla 1 Sitios de observación (elaboración propia)

Sitio	Departamento	Municipio	Altura sobre el nivel del mar (msnm)
Huehuetenango1	Huehuetenango	Huetehuetenango	2,929
Huehuetenango 2	Huehuetenango	Huehuetenango	2,780
San Martín 1	Chimaltenango	San Martín Jilotepeque	1,349
Villa Nueva	Guatemala	Villa Nueva	1,590
Guatemala	Guatemala	Guatemala	1490

Se georeferenciaron los puntos con base a la información de Globe Observer y Arcgis.

Ilustración 2 Sitios de observación en Guatemala (elaboración propia a partir de Arcgis story)

Resultados

Los estudiantes identificaron larvas y mosquitos con ayuda del Mosquito Mapper de Globe Observer

Ilustración 3 fotografías de las diferentes etapas de los mosquitos, tomadas durante las observaciones (fotografía W.Aldana)

De las encuestas solicitadas por internet se encuentra que el 64.9% de los encuestados pertenece o se identifica con el género femenino.

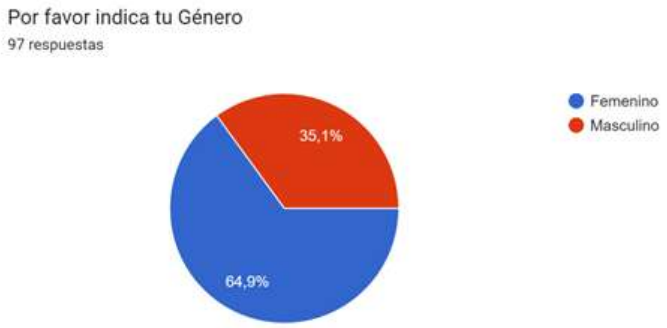


Figura 1 género de los participantes (elaboración propia a partir de los datos recopilados de encuestas)

Además, se pregunta si los participantes se ubican en zonas urbanas o rurales, lo que contribuye a establecer el tipo de dinámicas que se encuentran presentes con los mosquitos a lo largo del año.

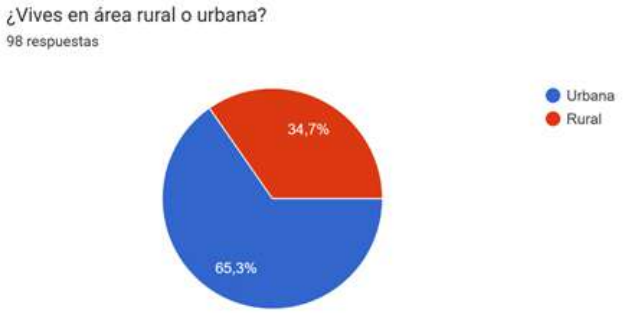


Figura 2 Ruralidad de parte de los encuestados (elaboración propia a partir de los datos de encuestas)

Además, se pregunta si los encuestados han padecido alguna enfermedad relacionada a la transmisión por la picadura de mosquitos.

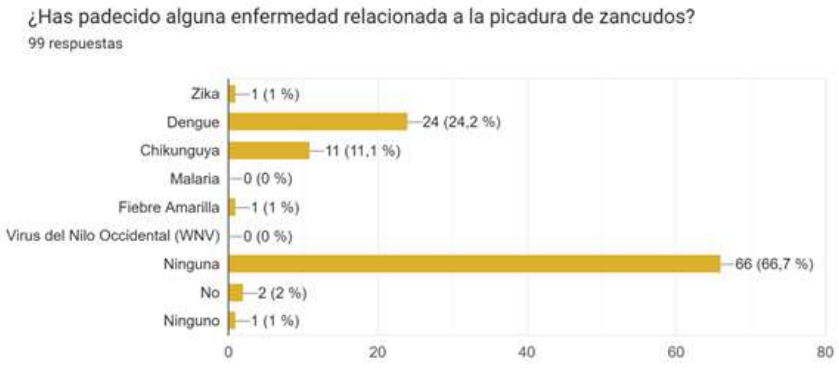


Figura 3 Encuestados que han padecido alguna enfermedad relacionada a la picadura de zancudos (elaboración propia)

Utilizando los datos de Globe Observer se estableció el tipo de larvas observadas en el mosquito Mapper.

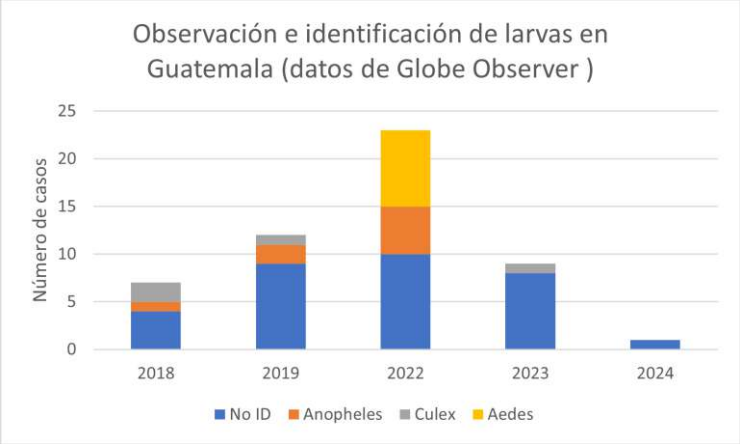


Figura 4 Observación de larvas según el mosquito mapper tool (elaboración propia a partir de los datos de Globe Advanced data tool)

Utilizando los datos de Globe Observer se estableció el número de larvas identificadas históricamente, sin embargo, un gran número de larvas no fue identificada en la aplicación por diversas razones, fotografías borrosas, no

identifican el sifón o pectén, no identifican otras características y por tanto aún están sin clasificar esas fotografías.

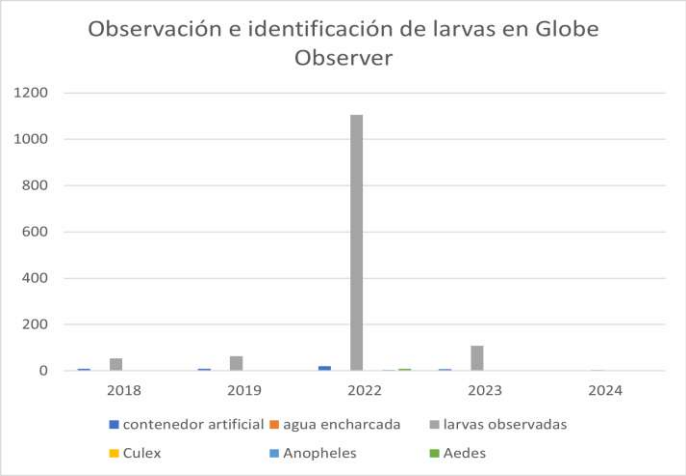


Figura 5 lugar donde se encontraron las larvas, su observación e identificación según datos de Globe Observer (elaboración propia con datos de Globe Advanced data tool)

También en ese cuestionario se pregunta a los encuestados sobre qué repelentes utilizan, esto contribuye a determinar un posible repelente propuesto por los estudiantes.

Figura 6 datos sobre los repelentes utilizados por los participantes en las encuestas (elaboración propia)

Según los datos de la figura 4 el brote de Dengue en Guatemala coincide con una mayor presencia de larvas observadas, y en este caso de larvas de Anopheles,

Culex y Aedes. El brote de 2022 no contó únicamente con Dengue sino con casos combinados de Dengue, Zika y Chikunguya.

De los datos de Globe observer, más del 90% de las larvas han sido encontradas en contenedores artificiales, recipientes, maceteros, recipientes de comida de animales, piletas y otros.

Aunque el 66% de los encuestados indica no haber padecido ninguna enfermedad relacionada a la picadura de mosquitos, 24% indica haber padecido Dengue, 11% Chikunguya, 1% Zika, 1% Fiebre Amarilla y 1% Malaria. Es interesante notar que el 65% de los encuestados indica utilizar repelentes comerciales, 18% citronela, 9% lavanda, 5% ajo, 2% manzanilla, 2% vinagre, y otros medios son utilizados por el 1% o menos de la población encuestada.

De acuerdo a estos datos, y de la revisión de literatura se propone probar los diferentes repelentes por 3 semanas, de eso los participantes utilizaron velas de citronela, ajo, eucalipto y laurel para repeler los zancudos. En ese período los participantes elaboraron un repelente casero a base de clavos de olor, vinagre, laurel que utilizaron y demostró tener una efectividad de 30% con relación a no utilizar ningún repelente.

El costo aproximado de este repelente es de 15 quetzales (equivalente a US2.30 por un litro de repelente).

Los datos de temperatura de los últimos cuatro años son insuficientes para poder hacer una correlación con los datos de mosquitos, sin embargo, en los últimos 4 años se ha visto un incremento en las temperaturas máximas y mínimas en el país (una variación alrededor de 4 grados).

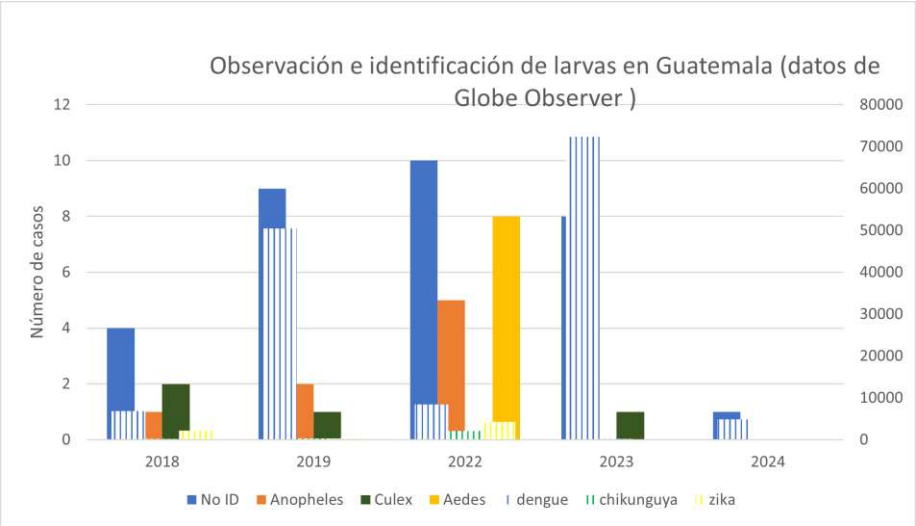


Figura 7 Correlación de larvas encontradas y casos reportados por el Ministerio de Salud (elaboración propia)

Los participantes utilizaron el protocolo de Nubes de Globe y el protocolo de Mosquitos durante la investigación para realizar observaciones en Globe observer. Inicialmente el incremento de temperaturas de aire coincide con el brote de Dengue de 2022 y 2023 y una mayor incidencia de larvas encontradas, sin embargo, se necesitan más datos y se continuará la investigación.

Los participantes realizaron materiales que publicaron en redes sociales para sensibilizar a la población sobre estos temas y sobre el repelente propuesto.

Respuesta a la pregunta

Hemos encontrado que el repelente casero tiene la misma efectividad que el repelente comercial, siendo accesible, ya que su costo es menor a 2.5 dólares por litro. Se elabora con materiales naturales no tóxicos por lo que presenta ventajas para las personas sensibles a los materiales tóxicos de los repelentes comerciales. Es fácil de elaborar y es posible hacerlo varias veces al mes ya que los materiales son accesibles.

No existe un repelente 100% efectivo, la mayor efectividad se consigue con insecticidas sin embargo estos presentan problemas para algunas personas. Los mejores repelentes comerciales funcionan durante un tiempo con una efectividad de 30% derivado de diversas circunstancias personales como higiene y alimentación. Los repelentes funcionan ahuyentando los mosquitos por lo que deben tener compuestos aromáticos fuertes como la citronela, geranium, ajo, vinagre, laurel, clavo de olor y otros.

La mayoría de las larvas encontradas se encuentran en contenedores artificiales, por lo que la sensibilización de las personas y la eliminación de hábitat de mosquitos es fundamental para el combate a los mosquitos que transmiten estas enfermedades.

Agradecimientos

A la Universidad Galileo y Universidad de Guanajuato. Al Programa STEAM, a la Embajada de Estados Unidos en Guatemala por el apoyo al programa STEAM y a la Embajada de Estados Unidos en Costa Rica por el apoyo con materiales para el curso de Mosquito Mapper.

Referencias

Aldana, W. (2020). Programa STEAM. Talleres STEAM. *JIASE*.

Aldana, W., & Félix, J. (n.d.). *Programa STEAM 1 para motivar la curiosidad científica*.

Chaverri, L. G. (2003). Clave fotográfica para hembras de zancudo (Diptera: Culicidae) presentes en Centroamérica y Panamá. *INBio, Costa Rica*.

Daflon, T. da M., Huther, C. M., Canto, A. C. B. do, Santos, C. M. P. P. dos, Carvalho, L. F. de, & Pereira, C. R. (2021). uso da citronela no controle da dengue. *Saúde e Meio Ambiente: Revista Interdisciplinar*, *10*. https://doi.org/10.24302/sma.v10.2228

Edwards, T., del Carmen Castillo Signor, L., Williams, C., Donis, E., Cuevas, L. E., & Adams, E. R. (2016). Co-infections with Chikungunya and dengue viruses, Guatemala, 2015. *Emerging Infectious Diseases*, *22*(11). https://doi.org/10.3201/eid2211.161017

Ellwanger, J. H., Cardoso, J. da C., & Chies, J. A. B. (2021). Variability in human attractiveness to mosquitoes. In *Current Research in Parasitology and Vector-Borne Diseases* (Vol. 1). https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2021.100058

Gan, S. J., Leong, Y. Q., bin Barhanuddin, M. F. H., Wong, S. T., Wong, S. F., Mak, J. W., & Ahmad, R. B. (2021). Dengue fever and insecticide resistance in Aedes mosquitoes in Southeast Asia: a review. In *Parasites and Vectors* (Vol. 14, Issue 1). https://doi.org/10.1186/s13071-021-04785-4

Herre, M., Goldman, O. V., Lu, T. C., Caballero-Vidal, G., Qi, Y., Gilbert, Z. N., Gong, Z., Morita, T., Rahiel, S., Ghaninia, M., Ignell, R., Matthews, B. J., Li, H., Vosshall, L. B., & Younger, M. A. (2022). Non-canonical odor coding in the mosquito. *Cell*, *185*(17). https://doi.org/10.1016/j.cell.2022.07.024

Jones, R. T., Ant, T. H., Cameron, M. M., & Logan, J. G. (2021). Novel control strategies for mosquito-borne diseases: Control of mosquito-borne diseases. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* (Vol. 376, Issue 1818). https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0802

Llanos Gonzáles, A., Sánchez Suárez, H., Ochoa Mogollón, G., Peralta Ortiz, T., & Ordinola-Zapata, A. (2020). Efecto repelente del aceite de neem (Azadirachta indica A. Juss) contra zancudos (Anophelex spp) en lechones. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *31*(1). https://doi.org/10.15381/rivep.v31i1.17544

Low, R. D., Schwerin, T. G., Boger, R. A., Soeffing, C., Nelson, P. V., Bartlett, D., Ingle, P., Kimura, M., & Clark, A. (2022). Building International Capacity for Citizen Scientist Engagement in Mosquito Surveillance and Mitigation: The GLOBE Program's GLOBE Observer Mosquito Habitat Mapper. *Insects*, *13*(7). https://doi.org/10.3390/insects13070624

Ponciano, J. A., Chang, J. D., & Quiroa, F. (2018). Modelo epidémico para el estudio regional de la chikungunya TT - Epidemic Model for the regional study of chikungunya. *Cienc. Tecnol. Salud*, *5*(1).

Ponciano, J. A., Polanco, W., & Barrios, M. (2019). Dengue outbreaks pattern in southern Guatemala. *Ciencia, Tecnología y Salud*, *6*(2). https://doi.org/10.36829/63cts.v6i2.631

Ruberto, I., Marques, E., Burke, D. S., & Van Panhuis, W. G. (2015). The Availability and Consistency of Dengue Surveillance Data Provided Online by the World Health Organization. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *9*(4). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003511

Santos, A. L. da S., Santos, F. P. da S., Nascimento, A. de S., Lima, L. K. F., Dias, L. M. F., Silva, G. T. O. da, Rai, M., & Mendes Feitosa, C. (2022). Composição química, atividade larvicida, inseticida e repelente e larvicida de óleos essenciais frente ao Aedes aegypti. *Research, Society and Development*, *11*(2). https://doi.org/10.33448/rsd-v11i2.25711

Santos, A. R. dos, Santos, A. M., Almeida, F. H. O. de, Medeiros, V. F. A. de, Matos, S. S., Carvalho, T. F. de, Souza, C. A. S., Lima, T. C., & Silva, F. A. da. (2021). Plantas medicinais com atividade repelente de mosquitos: protocolo de revisão sistemática. *Research, Society and Development*, *10*(13). https://doi.org/10.33448/rsd-v10i13.21568

Signor, L. D. C. C., Edwards, T., Escobar, L. E., Mencos, Y., Matope, A., Castaneda-Guzman, M., Adams, E. R., & Cuevas, L. E. (2020). Epidemiology of dengue fever in guatemala. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14*(8). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008535

Soto-Cáceres, V. A., Díaz-Vélez, C., Becerra-Gutiérrez, L. K., Arriaga-Deza, E. V., Meoño-Asalde, C. N., Reyes-Damián, J. R., Peña-Vega, K. M., Vera-Oblitas, L. C., Suyón-Jiménez, J. P., Segura-Muñoz, D. M., Vargas-Tineo, O. W., & Silva-Díaz, H. (2022). Efecto repelente y tiempo de protección de aceites esenciales frente al estadio adulto de Aedes aegypti. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, *33*(6). https://doi.org/10.15381/rivep.v33i6.21018

Suárez, M. F., & Fleming, G. A. (1986). Ensayo de campo de una nueva formulación de repelente tipo jabón contra mosquitos. *Biomédica*, *6*(3–4). https://doi.org/10.7705/biomedica.v6i3-4.1920

Trabajo colaborativo como regulación del aprendizaje.

Víctor Rubén Gallegos Cervantes, Leonor Pérez Trejo
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, CDMX, México
vgallegosc1801@ipn.mx; lperezt@ipn.mx

Resumen

En este trabajo se comparte una manera diferente de plantear un curso a nivel superior con una estrategia didáctica a partir del trabajo colaborativo, en un curso de física del segundo semestre de la Licenciatura en Física y Matemática donde participaron 38 estudiantes organizados en 11 equipos. El trabajo consistió de cuatro fases en las cuales se desarrollaron diferentes aspectos, el trabajo individual previo para conocer al estudiante, el trabajo colaborativo tomándolo como dos procesos el inicial para conocer cómo se adapta el estudiante a esta forma de trabajo y la segunda viendo sus avances con la estrategia empleada, todo esto reforzando con elementos que enriquecen la estrategia, como el uso de los cuestionarios de coevaluación para conocer el sentir del estudiante, el cual se vuelve una parte fundamental ya que generar un ambiente adecuado es un factor importante para regular y potenciar su aprendizaje.

Objetivo

Mostrar que el trabajo colaborativo aplicado como una estrategia didáctica, sirve para regular y potenciar el aprendizaje de los estudiantes, creando un ambiente adecuado en el que el estudiante se puede desenvolver libre y responsablemente.

Marco teórico

Se considera el trabajo colaborativo, en el contexto educativo, como el modelo de aprendizaje interactivo, busca que los estudiantes construyan juntos, se consigue mediante actividades que demandan a conjugar el esfuerzo, el talento y competencias mediante una serie de sucesos que permiten conseguir las metas establecidas.

Es importante mencionar que el trabajo colaborativo no busca la obtención del mejor resultado posible o el que sea el más productivo, sino su búsqueda se centra en cada individuo, y su conocimiento, el cual aporta a un proyecto para hacerlo crecer y poder crear un valor. Como no existe un líder definido, esto ocasiona que las responsabilidades se dividan, esto genera que cada uno de los integrantes logre sentirse como parte importante del proyecto (Andrada, 2022).

En el trabajo colaborativo existe la responsabilidad grupal, la cual se le conoce como interdependencia positiva. Esta se centra en la noción de que ninguno de los miembros, individualmente, podrá alcanzar el éxito si todos los demás no lo alcanzan, la interdependencia positiva es central en el trabajo colaborativo, ya que facilita la organización y funcionamiento del grupo, en ese sentido, se señala que está asociada a cinco conceptos básicos, los cuales son la interdependencia de tareas, metas, recursos, premios y roles. La concientización de todos estos

conceptos llega a ser implementada por los miembros del grupo, facilita el proceso de trabajo para la construcción del conocimiento guiada por las metas que se hayan establecido (Pérez, 2007).

En la parte escolar, el liderazgo se toma como un recurso personal, el cual llega a ser relevante para poder ejercer una función directa, su primera visión en el tema seria la aproximación y la ampliación teórica de las concepciones contemporáneas. También es importante que se conozca la parte teórica y que se actualiza para que se pueda ejercer un rol a partir de estrategias y practicas renovadas, para que se implementen procesos para mejorar en el interior de las organizaciones escolares, pero siempre tratando de distinguir la información más importante en los contextos, con el fin de poder seleccionar en los procesos con mayor pertinencia en las practicas, además es importante que la parte institucional se pueda adaptar a múltiples escenarios y las demandas que se presentan en la situación educativa. (Leithwood, 2009). Se han estudiado diversos tipos de liderazgo, que a lo largo de la historia se han logrado identificar, para el caso del desempeño escolar, es indispensable conocer cuál va a ser el propósito de análisis, y saber cuáles son los atributos más adecuados para poder determinar el contexto educativo. Para determinar las situaciones y las condiciones en el contexto educativo, es necesario ofrecer los tipos de liderazgo que más se adapten a las necesidades y desafíos, para conseguir objetivos y metas para el mejoramiento escolar, es por eso por lo que se decidió establecer los siguientes tipos de liderazgo. (Ibarra et al., 2018)

Académico

La característica principal de este liderazgo es que el estudiante logra la capacidad de poder explicar un tema a sus demás compañeros, mostrando trabajos ordenados y soluciones a los problemas planteados, teniendo una partición bastante amplia durante las clases y cuando no es así, sus intervenciones suelen ser muy puntuales y correctas, desarrollan una necesidad de seguir avanzando o investigando los temas del curso, además de que buscan las tareas o problemas más complejos.

Afectivo

Este tipo de liderazgo se logra caracterizar por referirse a personas que son muy entusiastas en todo lo que realizan, se puede observar que se logran desenvolver muy bien en cualquier entorno, por con siguiente tienen muchos amigos,

Organizativo

El liderazgo organizativo muestra que las personas de este tipo aceptan retos que los sacan de su zona de confort, también buscan la integración de todos los demás compañeros en cualquier actividad que se realice, lo que también los lleva a proponer actividades nuevas en la clase para el desarrollo o mejoría de esta, además su análisis del trabajo se suele hacer con mucha rapidez y orden.

Desarrollo

La estrategia didáctica se implementó en un grupo de estudiantes de la materia de Física 2 del segundo semestre de la Licenciatura en Física y Matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas. El grupo constaba de un total de 41 estudiantes, 29 hombres y 12 mujeres, donde había 36 inscritos y 5 oyentes.

La estrategia planteada se dividió en cuatro fases, las cuales abarcaron los bloques en los que se dividen los temas del curso para poder efectuar el desarrollo y tener una mejor apreciación del avance de las habilidades de desarrollo de los estudiantes. Y así mediante el desarrollo del curso se pudiera llegar a ver la influencia del trabajo colaborativo que se iba a realizar. En la Tabla 1 se muestran los temas abordados y los instrumentos de evaluación utilizados en cada fase y más abajo se describe cada una.

Número de fase	Nombre de la fase	Temas	Instrumentos
Fase 1	Fase Inicial	Elasticidad, Hidrostática	-Resolución de problemas -1° Examen tradicional
Fase 2	Fase de Intervención	Hidrodinámica Ondas Mecánicas	-2° Examen tradicional -Cuestionario lideres -Cuestionarios de coevaluación -3°Examen Tradicional -1° Examen en equipo
Fase 3	Fase de Consolidación	Ondas Mecánicas Temperatura y Calor	-4°Examen Tradicional -2° Examen en equipo -Cuestionario retrospectiva
Fase 4	Fase de Comparación	Temperatura y Calor	

Tabla 1. Desarrollo de la parte metodológica.

- Fase 1

Al inicio de esta fase se maneja un curso de manera tradicional, la cual consiste en que la docente expone los temas, los estudiantes están receptivos y se evalúa con un examen individual. Esta fase se le llamo fase inicial, ya que muestra los primeros acercamientos de los estudiantes al trabajo colaborativo, esto se hizo mediante el trabajo en equipo, el cual consistió en la resolución de preguntas y ejercicios abarcando los temas de Elasticidad e Hidrostática. Se les pidió que formaran equipos libremente, es decir, se juntarían con sus amigos, sus conocidos, o con quien pudieran y subieran sus evidencias a la plataforma para compartirla con todo el grupo. El instrumento de evaluación fue un examen individual.

- Fase 2

Se llama intervención porque es el momento en el que se interviene de manera directa con el grupo, se les describe la forma de trabajo y el desarrollo que va a tener, para que ellos adquieran una visión y pueden aprovechar esta oportunidad

de trabajo. Se les pregunta quienes quieren participar en esta nueva forma y quien muestre una respuesta negativa, se respeta su decisión y trabaja de manera individual. En esta fase se aplicaron varios cuestionarios como instrumentos de evaluación de la estrategia. A continuación, se describe cada uno de ellos.

-Cuestionario Lideres.

Este cuestionario planteado por Ibarra y colaboradores (2018) plantea tres tipos de líder escolares, académico, organizativo y emocional. Este cuestionario sirve para poder formar los equipos de trabajo con 3 estudiantes cada uno con el perfil de cada tipo de líder. Se le pidió a cada estudiante que contestara el cuestionario y a partir de las respuestas la docente identificó el tipo de líder de cada estudiante y formó los equipos correspondientes.

-Cuestionario lectura.

Este cuestionario fue diseñado para que los equipos tuvieran su primera integración a la nueva forma de trabajo; basándose en una lectura sobre la familia Bernoulli (Guillen, 2015), se les pidió que discutieran las preguntas planteadas y entregaran las respuestas consensuadas. La interacción social es un elemento importante para la regulación aprendizaje (Bisbal et al; 1997)

-Cuestionario de Coevaluación.

Esta primera coevaluación se diseñó mediante preguntas, las cuales planteaban que el alumno describiera su integración al trabajo en equipo, cómo lo sintieron, cómo se fueron acoplando, cómo fue el primer acercamiento del equipo y la forma de organización para poder resolver la actividad, además de tener que evaluar el desempeño de cada uno de los integrantes. Este instrumento sirve también para evaluar la pertinencia de los equipos formados para de ser necesario realizar los cambios correspondientes, así, la evaluación sirve como regulación del aprendizaje. (Bisbal et al; 1997)

El segundo cuestionario de coevaluación se centra en continuar evaluando el desempeñó del equipo, abarcando aspectos más directos como la participación de cada integrante, así como su colaboración y la forma de organización que tienen en el desarrollo de la actividad. Pero también se incluyeron aspectos, como las fuentes consultadas durante la actividad y si realizaban apuntes durante la clase, además de saber el tiempo de estudio que le dedican a la materia. Aquí, el hecho de tener que evaluar el desempeño de sus compañeros hace que cada uno de los integrantes empiece a hacerse responsable del buen funcionamiento del equipo y así regular su aprendizaje.

-Cuestionario post examen individual

Este cuestionario fue diseñado para su resolución inmediata, debido a que el estudiante tiene más fresco el momento del examen y puede expresar mejor sus opiniones. El cuestionario incluye preguntas sobre su desempeño durante el examen, la expectativa sobre su calificación, qué tanto consideran que había ayudado el trabajo de las sesiones realizado de manera colaborativa y que

reflexionen sobre cómo pueden mejorar para el próximo examen. La idea es que a partir de sus respuestas puedan identificar tanto sus fortalezas como debilidades y puedan generar un plan de acción para la regulación de su aprendizaje y alcanzar la autonomía. (Bisbal et al; 1997)

-Cuestionario post examen en equipo

Este cuestionario se centró en conocer el desempeño de los estudiantes en su primer examen realizado de manera en equipo, su experiencia al compararlo con un examen que se realiza de manera individual ya que como era la primera vez que lo realizaban, era importante conocer las diferencias que experimentan al realizar cada uno de los exámenes. Una parte importante era saber que tanto les había ayudado el trabajo previo realizado en las clases y qué tanto se habían adaptado al trabajo colaborativo y el saber cómo podían mejorar de manera individual y en equipo para futuras ocasiones.

- Fase 3

Esta es llamada la fase de consolidación, en esta fase se busca que el trabajo de la fase 2 se pueda ver ya capitalizado y que el equipo muestre una mejoría notable en los aspectos desarrollados previamente, que se logre ver una mejoría durante las clases donde se trabaja colaborativamente y también se viera reflejado en las evaluaciones correspondientes, individual y por equipo.

-Cuestionario de Retrospección

Este cuestionario sirvió para conocer las sensaciones finales de los estudiantes respecto al método utilizado, sus comentarios positivos y negativos, cómo sintieron su experiencia, conocer su forma de organización como equipo dentro y fuera del salón, cómo se organizaban para la entrega de sus evidencias y su percepción final sobre su tipo de liderazgo después de todo el proceso vivido. Al gestionar el proceso de su aprendizaje el estudiante se estará autorregulando.

- Fase 4

Esta fase es considerada la fase de comparación, debido a que en esta parte se va a comparar todos los resultados que se fueron obteniendo en las tres anteriores. En esta fase ya no se hicieron actividades con los estudiantes de una manera directa simplemente con todo lo que ellos trabajaron y con las observaciones realizadas se hace la comparación entre el inicio y el final del curso.

El primer resultado que se presenta es que a través de las actividades realizadas los estudiantes pudieron identificar el tipo de líder que tuvieron que representar según las necesidades de su equipo ya que al tener un objetivo común tuvieron que adecuarse para llevar a buen fin las diferentes actividades. En la tabla 2 se presenta el tipo de líder que les fue asignado al inicio del curso a partir del cuestionario líderes y el que se usó para formar los equipos, también se muestra el tipo de líder que ellos mismos con apoyo de sus compañeros pudieron definir al final.

Equipo	liderazgo original Cuestinario	liderazgo final Cuestinario	Equipo	liderazgo original Cuestinario	liderazgo final Cuestinario
1A	academico	academico	7A	organizativo	academico
1B	organizativo	organizativo	7B		
1C	organizativo	organizativo	7C	academico	academico
2A	academico	organizativo	7D	organizativo	academico
2B	organizativo	organizativo	8A	emocional	emocional
2C	organizativo	academico	8B	organizativo	organizativo
2D	organizativo	academico	8C	organizativo	organizativo
3A	academico	academico	9A	academico	organizativo
3B	organizativo	academico	9B	organizativo	
3C	organizativo	emocional	910	organizativo	organizativo
4A	organizativo	organizativo	10A	académico	
4B	organizativo	organizativo	10B	organizativo	academico
4C	emocional	emocional	10C	academico	academico
5A	organizativo	academico	12A	emocional	emocional
5B	organizativo	organizativo	12B	organizativo	emocional
5C	emocional	emocional	12C	organizativo	organizativo
6A	organizativo	organizativo	13A	academico	organizativo
6B	organizativo	academico	13B	organizativo	academico
6C	emocional	emocional	13C	emocional	emocional

Tabla 2. Comparación final del tipo de liderazgo.

Por otro lado, en la tabla 3 se muestran las calificaciones obtenidas por los estudiantes antes y después de haber implementado la estrategia, en general, se observó una mejora en las calificaciones obtenidas en los exámenes individuales después de las actividades realizadas en trabajo colaborativo.

Aprendizajes esperados

Con la propuesta didáctica desarrollada en este trabajo se espera que los estudiantes desarrollen habilidades tales como:

- Pensamiento crítico,
- Regulación en sus aprendizajes,
- Ser conscientes de sus fortalezas y debilidades académicas para gestionar sus propios procesos de aprendizaje,
- Trabajar colaborativamente asumiendo diferentes roles para lograr objetivos comunes,
- Desarrollo académico y personal,
- Tolerancia y consenso a diversos puntos de opinión,

Estudiante	Examen 1	Examen 2	Examen 3	E1-equipo	Examen 4	E2-equipo
1A	9.5	7.5	8.75	6.66	7	7.67
1B	7	6	8.75	6.66	8.3	7.67
1C	9.5	7	7.5	6.66	6.67	7.67
2A	5	3.5	3.75	4.5	3.67	8.33
2B	2.5	2	2.5	4.5	0.67	8.33
2C	9.5	6.5	7.5	4.5	3	8.33
2D	4.75	5	6.2	4.5	7	8.33
3A	7.5	4	8.5	6.7	8	9
3B	8.75	6.5	8.07	6.7	9	9
3C	6.25	3.5	7.5	6.7	3	9
4A	10	7	8.75	8.8	8	8.5
4B	6.25	4.5	7	8.8	5.34	8.5
4C	2	5	5	8.8	7.67	8.5
5A	9.5	7	10	6.7	7.33	7
5B	4.75	5	5	6.7	7.34	7
5C		3.5	3.7	6.7	3	7
6A	7.25	4.5	4.75	10	9.67	9
6B	7.75	6	6.8	10	8	9
6C	3.75	7.5	5	10	7.34	9
7A	8.5	6.5	7.5	8.88	10	9
7B	6.25	5.5	5.6	8.88	5.33	9
7C	8.25	6.5	9.35	8.88	9	9
7D	7.5	3	6.85	8.88	9.34	9
8A	6.25	4.5	5.75	4.4	2	8.33
8B	5	5.5	5	4.4	6	8.33
8C	5	5	5	4.4	7	8.33
9A	8.75	7.5	7.5	8.25	5.67	6.33
9B	3.75	3.5	5	8.25	3	6.33
910	7	5.5	3.75	8.25	4.33	6.33
10A	7.5	4	6.85	10	8.34	9.75
10B	10	10	8.75	10	10	9.75
10C	10	10	8.75	10	10	9.75
12A	3.75	4	3.75	8.88	4.33	9
12B	1.25	4	5	8.88	3	9
12C	8.75	6.5	6.25	8.88	6.34	9
13A	10	5	6.25	9.66	9	6.33
13B	7.5	7.5	8.75	9.66	8.33	6.33
13C	6.25	5	6.25	9.66	3	6.33

Tabla 3. Calificaciones de los estudiantes en los exámenes individual y en equipo.

Referencias

- Andrada, A. M. (2022). Trabajo colaborativo: ¿en qué consiste? Universidad Americana de Europa. https://unade.edu.mx/trabajo-colaborativo/
- Bisbal, J. J. I., Bisbal, J. J., & Casellas, E. (1997). Estrategias y técnicas para la gestión social del aula: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes.
- Guillen, Miguel, (2015), Cinco ecuaciones que cambiaron al mundo: el poder y la oculta belleza de las matemáticas, Debolsillo, 43-73.
- Ibarra Alejandra, Pérez Leonor, González Luz María, (2018), Herramienta para la identificación de tipos de líder en un salón de clases para la conformación de equipos de trabajo eficiente, Desarrollo científico en México, CIO.
- Leithwood, K. (2009). ¿Cómo liderar nuestras escuelas? Aportes desde la investigación. MINISTERIO DE EDUCACIÓN. https://disde.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/5428
- Pérez, M. M. (2007). EL TRABAJO COLABORATIVO EN EL AULA UNIVERSITARIA. Laurus,13(23), 263-278.https://www.redalyc.org/pdf/761/76102314.pdf

Actividad Korvin-Krukovskaia para graficar coordenadas: experiencia con profesionales en matemática educativa

Ana Ximena Luna Quinteros, Dulce Esmeralda Guadalupe Moreno Rios
Claudia Gisela Espinosa Guia
Facultad de Ciencias Exactas UJED
1151786@alumnos.ujed.mx, 1101036@alumnos.ujed.mx,
claudia.espinosa@ujed.mx

Resumen

Se diseñó un taller virtual dirigido a una población de investigadores y estudiantes de posgrado en matemática educativa con interés en la historia, para ello se realizó la adecuación de la actividad "Corazón de Sofía" la cual tiene como objetivo hacer visible los logros y aportaciones que Sofia Kovalesvkaia dio a la ciencia y a las matemáticas. Se construyó una gráfica que representa los anillos de Saturno que Sofia trabajó en su tesis de doctorado.

Palabras clave: Matemática Educativa, Historia, Sofía Kovalevskaia, logros y aportaciones.

Introducción

La actividad "Korvin-Krukovskaia para graficar coordenadas" nace a partir de la adecuación de la actividad "Corazón de Sofía", diseñada, aplicada y publicada para niñas de educación básica (5° y 6°) (Espinosa-Guia, Moreno y Luna, 2024). La actividad Korvin-Krukovskaia fue adecuada para un grupo de 10 estudiantes de posgrado en matemática educativa e investigadores en historia de las matemáticas en la disciplina de Matemática Educativa. Además de resolver problemas y obtener figuras, también aprenderían cómo las actividades se adecúan a otros niveles educativos de acuerdo al interés que se busque, y que dentro del diseño de una actividad se tiene en cuenta lo didáctico y lo divertido, a pesar del medio de aplicación.

La actividad se presenta a partir de dos aspectos en donde se muestra tanto la historia académica y profesional de una mujer matemática como sus aportaciones en matemáticas, en este caso fue Sofía Kovalevskaia. Cuando se presentó la historia de Sofía Kovalevskaia a un grupo de niñas de quinto y sexto de primaria se trabajó con la técnica rincones de aprendizaje para la construcción de un mapa mental cuyo enfoque fue destacar las aportaciones de Sofía, sus premios y logros mediante. Para la población de investigadores y estudiantes en matemática educativa no se realizaron rincones de aprendizaje, fue un taller virtual que duró 90 minutos. La actividad la llevamos teniendo como eje la historia de las mujeres en

las matemáticas desde la línea de investigación Género y Matemáticas que esta consolidad desde hace una década dentro de la misma disciplina científica de la Matemática Educativa (Espinosa-Guia, Rodríguez y Simón, 2023).

Género y Matemáticas: arista histórica

La línea de investigación Género y Matemáticas desde hace más de una década se trabaja dentro de la disciplina científica de la Matemática Educativa. Uno de sus objetivos ha sido el de visibilizar desde la mirada de género la vida académica y de logro de las mujeres en el campo de las matemáticas y la ciencia. Se investiga lo documentado históricamente y por ejemplo; se da un giro a la historia tradicional a la que por muchos años se le ha dado importancia. La línea de investigación se basa en una epistemología feminista (Castañeda, 2016), en donde se destacan el saber y la producción de conocimiento. Se caracteriza por el uso de la categoría género y hace una crítica a la objetividad científica, fundamentada en la experiencia y propuestas patriarcales. La epistemología feminista hace énfasis en que las mujeres no han sido reconocidas como sujetos epistémicos (Harding, 1996). Nos situamos en visibilizar desde esta perspectiva a las mujeres y su forma de construir un saber, lo cual incide en dar valor al conocimiento invisibilizado de las mujeres en la historia de las matemáticas.

Primer momento

En la búsqueda por adecuar esto a un ambiente de aprendizaje virtual, con una población mixta de educación superior (antes descrita) en el primer momento de la actividad se pensó en identificar aspectos y aportaciones importantes de la vida profesional de Sofía y relacionarlas con una compilación de imágenes alusivas a fragmentos importantes de la biografía de Kovalevskaia.

Al iniciar este momento de la actividad se les da un tiempo estimado de dos minutos para leer la biografía que se proyecta en la pantalla, dicho texto se encuentra dividido en párrafos que están etiquetados con letras. Cuando termina el tiempo, cada persona selecciona un párrafo, posteriormente se proyecta la colección de imágenes y se les indica que observen y analicen las imágenes para lograr relacionarlas con el texto que seleccionaron.

Cuando se seleccionaron las imágenes que se proyectarían durante este momento, se consideró que sólo bastara un breve repaso visual para hallar una relación; no obstante, debido a la complejidad de los estudios e investigaciones de Kovalevskaia, durante la búsqueda fue retador encontrar imágenes que permitieran

lograrlo, es por esto que las imágenes que fueron recopiladas estuvieron relacionadas con varios segmentos de la biografía.

Segundo Momento

El tipo de población a la que nos enfrentamos nos llevó a investigar acerca de los contenidos matemáticos previos que posiblemente se dominen, y con esa base se logró acondicionar el momento matemático de la actividad. Otro factor importante fue el tiempo para realizar la actividad, sólo se tenía una hora con treinta minutos para realizar el taller. Es por esto que, aunque se subió el nivel de dificultad de las operaciones, éstas fueron diseñadas para que se lograran resolver teniendo conocimiento básico de cálculo y álgebra. Las soluciones de los problemas que se colocaron eran el valor correspondiente en x o en y, según se indicará. Al adecuar la actividad para este nivel educativo los problemas fueron sistemas de ecuaciones de una y dos variables, ecuaciones de grado dos, ejercicios de integración y derivación, cálculo de límites y problemas de olimpiada. Otro de los factores que fueron modificados durante la adaptación de la actividad fue que, en esta ocasión, las y los participantes buscarían una o ambas coordenadas del punto según fuera el caso.

La intención fue graficar una figura en el plano cartesiano. Los aspectos a considerar en la búsqueda de la figura fueron los siguientes: primero, el enfoque del taller fue la historia de las matemáticas, por esto la actividad debía reflejar un vínculo directo con la historia de Sofía. Por otro lado, se había pensado en dedicar cinco minutos al desarrollo de la actividad, así que la figura debería ser fácil de graficar.

Es por esto que se decidió que la figura a graficar sería Saturno pues el nexo con la historia de Sofía era claro, dado que durante los tres años que Sofía se preparó para aspirar al título de doctor en matemáticas preparó el documento Comentario sobre una clásica investigación de Laplace, en donde perfecciona sus cálculos sobre la forma de los anillos de Saturno.

La gráfica que se creó de Saturno está compuesta por una circunferencia y una elipse, ambos con centro en el origen en donde la ecuación de la circunferencia es $x^2 + y^2 = 6^2$ y la de la elipse es $\frac{754}{5}x^2 + \frac{5874}{5}y^2 = \frac{276809}{25}$.

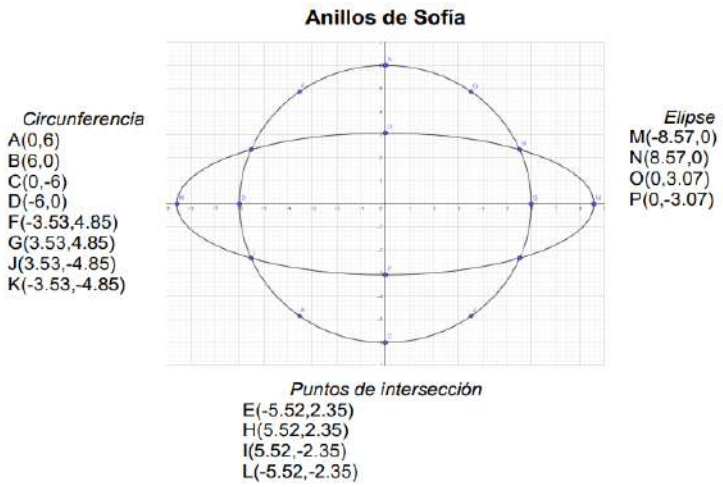


Figura 1. Fuente: elaboración propia con base a las ecuaciones y problemas de la actividad “Korvin-Krukovskaia para graficar coordenadas”.

Los puntos E, H, I, L intersecan ambas figuras y sólo bastaron A, B, C, D, M, N, O, P para visualizar el bosquejo de la gráfica. A estos puntos les llamaremos puntos indispensables.

Al iniciar la aplicación en este momento de la actividad, se proyectan los problemas a resolver y cada uno corresponde a un punto en el plano. Cada participante resuelve el ejercicio que está asociado al punto etiquetado con la misma letra que eligieron en la actividad histórica, el tiempo dedicado a resolver el problema fue de cinco minutos. Las ecuaciones de grado dos tienen dos soluciones, es por esto que quienes resolvieron estas ecuaciones se les indicó a qué coordenada correspondía cada raíz de la ecuación.

Una vez dadas las instrucciones, cada persona inició con la solución de su ejercicio y tras unos minutos se les pidió compartir sus soluciones. Después de analizar en grupo sus procedimientos y soluciones se les compartió la proyección en pantalla del plano, en el cual se les pide que pinten su coordenada correspondiente. Al terminar, ya con la mayoría de las coordenadas puestas en el plano se unieron los puntos para bosquejar la gráfica.

Al concluir la actividad quienes participaron se mostraron sorprendidos al ver la gráfica que se construyó. Los comentarios fueron desde el gusto y disfrute de la actividad hasta el entusiasmo por aprender alternativas para incluir referentes femeninos en actividades históricas con enfoque matemático.

Resultados

Entre los resultados esperados más importantes son mostrarles a Sofía desde una perspectiva no patriarcal, que es la manera en que se presenta en la mayoría de la literatura, resaltar sus aportaciones y sus logros en la ciencia de las matemáticas.

La impresión de quienes participaron en el taller fue de impacto, surgió su interés por este tipo de actividades con enfoque de género dentro de la disciplina de la Matemática Educativa debido a que es un tema minimizado desde tiempos precedentes.

Conclusiones

La actividad que de principio se diseñó para atender a cierta población (educación básica) permite adecuarla a diferentes niveles educativos y sigue funcionando en su intencionalidad que es hacer visible y reconocer los logros y las aportaciones de una mujer matemática. Debido a que se logran incluir más conceptos matemáticos de acuerdo a la población que se atienda, por ejemplo; se agregaron problemas de cálculo, álgebra a través de sistema de ecuaciones y problemas de olimpiada del área de teoría de números.

Por otro lado, la parte histórica se logra adaptar a diversas modalidades, y no sólo de manera presencial, esto porque el taller se aplicó en un ambiente virtual. En el cual se destacó la argumentación, con ayuda de imágenes, sobre el contexto de la vida de Sofia Kovalevskaia.

La experiencia con la población de profesionales en la investigación en matemática educativa con quienes se realizó el taller sobre historia de las matemáticas, fue positiva, porque la actividad permitió que construyeran la relación de las aportaciones de Sofia con los cursos de matemáticas que imparten, lo cual esperan aplicar después de su experiencia en el taller.

Referencias

Castañeda, M. (2016). Epistemología y metodología feminista: Debates teóricos. En M. Jarquín (coord.), *El campo teórico feminista: Aportes epistemológicos y metodológicos* (pp. 79-112). Universidad Nacional Autónoma de México.

Espinosa, C., Moreno, D. y Luna, A. (2024). Rincones de aprendizaje para construir coordenadas en el plano. *Práctica Docente. Revista de Investigación Educativa 6(11),* 95-114. https://doi.org/10.56865/dgenam.pd.2024.6.11.

Espinosa, C., Rodríguez, C. y Simón G. (2023). Género y Matemáticas. Una historia que merece ser contada. *DIDAC 81,* 71–79. https://doi.org/10.48102/didac.2023..81_ENE-JUN.124

Harding, S. (1993). *Ciencia y feminismo.* Madrid: Morata.

Importancia de enseñar los riesgos de la electricidad en la ingeniería textil

Edith Cortez Martínez[1], Arturo Fidencio Méndez Sánchez[2], Leonor Pérez Trejo[2], Mónica C. Cortés Martínez[1]
[1]Departamento de Ciencias Básicas, ESIT Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México
[2] Departamento de Física, ESFM Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México
[1]ecortezm@ipn.mx, [2]afmendezs@ipn.mx

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta didáctica que sirva para concientizar a estudiantes de ingeniería textil sobre la importancia de conocer los riesgos en el manejo de circuitos e instalaciones eléctricas propias de la industria textil. La propuesta está diseñada con actividades que abarcan las 5 fases de enseñanza de Marie y Van Hiele y con las que se espera que los estudiantes identifiquen y determinen la importancia del manejo de voltajes y corrientes adecuados para cuidar de sí mismos.

Objetivo

El objetivo de este trabajo es concientizar a los estudiantes de ingeniería textil sobre la importancia, manejo y precauciones que debe tener en el manejo de la electricidad en su quehacer profesional. Analizar la importancia de los voltajes y corrientes y el riesgo que se corre cuando se tiene poca precaución al manipular circuitos eléctricos que son de uso cotidiano en la industria textil.

Marco teórico

En la industria textil se tiene una gran diversidad de requerimientos de servicios debido principalmente a las particularidades de la industria textil, ya sea por manejo de maquinaria de hilatura, tejido de punto, confección, y procesos químicos en la producción de prendas de vestir. Por ello el ingeniero textil tiene la necesidad de conocer diversas áreas profesionales y requiere de servicios profesionales especializados en diversas disciplinas. Un ejemplo de ello es cuando se trabaja con maquinaria que requiere de alto voltaje, con instalaciones monofásicas, bifásicas y trifásicas. En casos especiales, el ingeniero textil debe conocer y atender ciertas necesidades sobre reparaciones eléctricas durante los procesos.

Para atender estas necesidades, la ingeniería textil cuenta con cursos como lo son el de electricidad y magnetismo, así como el de transformadores y electrónica (ESIT,

2018). No obstante, el ingeniero textil al no ser el encargado directo de estas reparaciones en muchos casos, trivializa la necesidad o importancia de estas asignaturas. Además, por el contexto histórico y teórico de las mismas asignaturas, es que no se discute la importancia y el cuidado que debe tenerse al operar con los sistemas y los circuitos eléctricos que poseen las máquinas. Es por eso, que es necesario realizar actividades educativas que tengan la finalidad de resaltar y concientizar a los estudiantes de ingeniería textil sobre la importancia y precauciones que debe tener en el manejo de la electricidad y sus variables.

La actividad propuesta sigue un proceso pedagógico para el diseño de la experiencia o secuencia didáctica que fue planteado por Pierre Marie y Dina Van Hiele (Van Hiele, 1957) y que fue extraído de Galván (2014). Este proceso está conformado por cinco fases de enseñanza con el fin de mejorar el aprendizaje, las cuales son: 1) la fase de discernimiento, 2) la fase orientación dirigida, 3) la fase de explicitación, 4) la fase orientación libre y 5) la fase de integración.

Desarrollo

Con la intención de que el estudiante busque, interprete y analice información relevante del peligro que se puede correr al manejar descuidadamente las variables de corriente y voltaje, es que se propone la presente actividad, siguiendo las fases de Pierre Marie y Van Hiele.

1) ***La fase de discernimiento*** en este caso consiste en presentar a los estudiantes situaciones de aprendizaje dando la instrumentación y el vocabulario a través de definiciones y problemas de electricidad y magnetismo. En este caso mediante una exposición magistral se dan las definiciones de cantidades físicas como carga, corriente, densidad de corriente, voltaje, resistencia, ley de Ohm (Serway R. A., Beichner R. J., 2002). Además, se analiza el código de colores, la resistividad en metales, la importancia de la temperatura en la resistencia y la potencia en términos de variables eléctricas. También se dan ejemplos donde el estudiante debe determinar la energía, voltaje y corriente en un calentador eléctrico típico, que es un ejemplo de importancia en el ramo textil.
2) Como ***fase de orientación dirigida*** se propone una secuencia de actividades que le permitan al estudiante a realizar en este caso un análisis de manera cualitativa el riesgo eléctrico, primeramente, analizando la lectura de las cinco reglas de oro ante el riesgo eléctrico, a saber,
    1) Desconectar la instalación eléctrica
    2) Prevenir posible reconexión eléctrica
    3) Comprobar la ausencia de tensión eléctrica
    4) Cortocircuitar y poner a tierra física la instalación
    5) Proteger la zona de trabajo y señalizar

    Un documento que sirve de apoyo para esta actividad fue realizado por (Mendola, s.f.). Este documento puede obtenerse en el enlace

https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/qp_treballs_electricitat_cast.pdf

a) b)

Figura 1 a) símbolo del riesgo eléctrico, b) arco eléctrico (creación propia).

Como segunda actividad, se pide explorar, reflexionar a partir de una pregunta detonadora, por ejemplo: ¿cuánto resistimos? ¿Cuánta corriente resistimos? ¿Cuánta corriente resiste el cuerpo humano? que servirá de motor de análisis para generar una actividad extra clase que consiste en la búsqueda de información por parte del estudiante para propiciar un avance en los niveles del conocimiento del estudiante pues indaga sobre cuánta corriente eléctrica puede resistir el cuerpo humano.

Figura 2 Electrificación en el cuerpo humano (Creación propia).

3) La ***fase de explicitación*** se propone mediante discusión guiada ~~y~~ un análisis grupal donde se expresan verbalmente los resultados de sus búsquedas y comentarios y es precisamente en esta fase donde el estudiante estructura el sistema de relaciones exploradas lo que guiado por el profesor, permitirá identificar y realizar una línea de flujo del incremento de corriente eléctrica en el cuerpo humano y los efectos que surgen en éste (Figura 3), identificando la tolerancia de la corriente y el riesgo eléctrico. Asimismo, se discute la importancia

de las corrientes en situaciones médicas para restaurar el latido normal del corazón mediante el uso de desfibriladores en un paro cardiaco.

4) La ***fase de orientación libre*** se propone como una actividad en donde se les pide a los estudiantes que apliquen sus conocimientos adquiridos de manera reflexiva, que busquen y expresen a manera de coloquio diversas situaciones presentadas por ellos mismos donde haya ocurrido un accidente en la industria textil o doméstico, de origen eléctrico por la poca precaución al manejar circuitos eléctricos; ya sea a partir de noticias y/o experiencia personal.
5) Finalmente, ***la fase de integración*** considera la elaboración de un escrito sobre un accidente que involucre la electricidad, dicho accidente puede ser una experiencia propia, o de alguien más, o de una noticia donde deberá explicar qué regla de oro se aplicaría para evitar el accidente o qué regla no se aplicó por lo cual sucedió el accidente eléctrico.

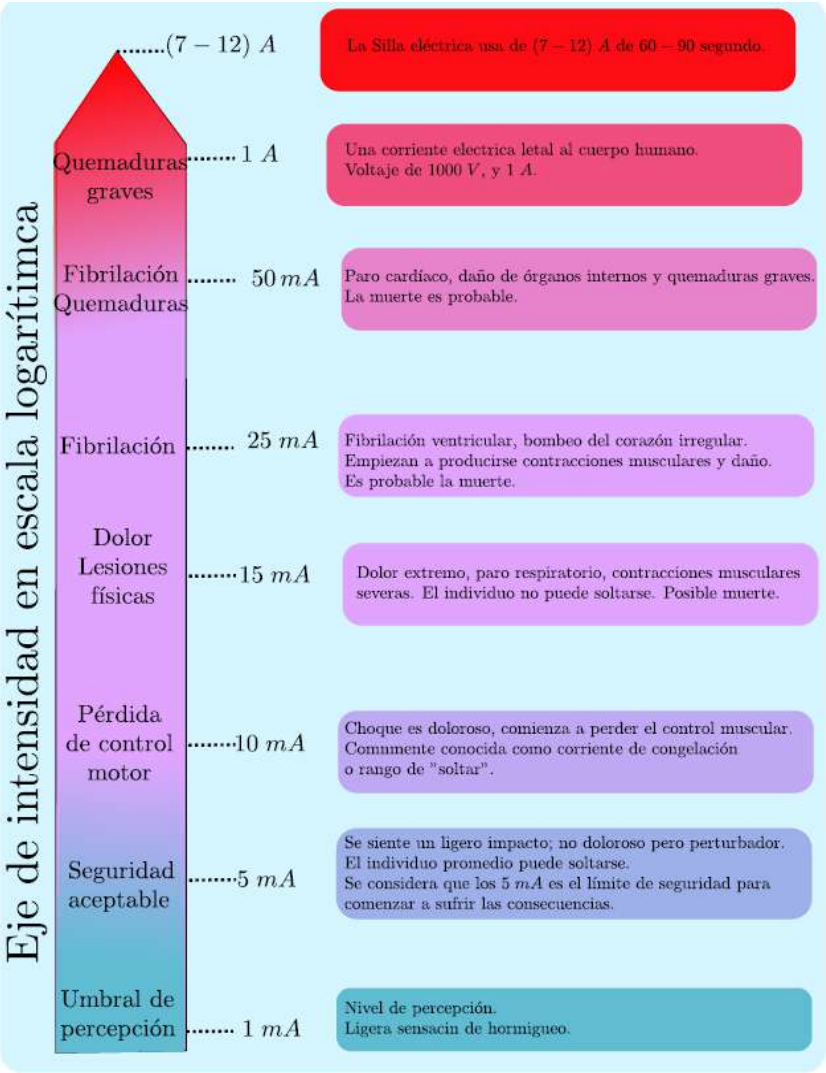


Figura 3. Efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano. (Creación propia).

Aprendizajes esperados

Se espera que los estudiantes de ingeniería textil reconozcan la importancia, el cuidado y precauciones que debe tener durante el manejo de la electricidad en su quehacer profesional. Que determinen la importancia de los voltajes y corrientes, así como el riesgo que se corre cuando se tiene poca precaución al manipular los circuitos y las máquinas de la industria textil. Que cuiden de su cuerpo al usar la electricidad en instalaciones domésticas y/o instalaciones industriales, es decir en todo momento, valorando con mayor conciencia el daño que puede generarse por el desconocimiento.

Referencias

ESIT, 2018. Mapa curricular de la ESIT, https://www.esit.ipn.mx/assets/files/ofertaEducativa/mapa-curricular/superior/escolarizado/mapa-curicular-esit-textil-bis.pdf. Recuperado de https://www.esit.ipn.mx/oferta-educativa/ver-carrera.html?lg=es&id=26&nombre=Ingenier%C3%ADa-Textil [fecha de consulta agosto 2020].

Galván González, J. A., 2014, julio, El uso de las TIC en actividades de aprendizaje en aspectos geométricos, *Boletín científico de la escuela preparatoria no 4, universidad autónoma del estado de hidalgo, vol. 2, No. 4*.

Mendola Favaloro A., (s. f.), Trabajos eléctricos en instalaciones de baja tensión, recuperado de https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/imatges/gp_treballs_electricitat_cast.pdf [fecha de consulta agosto 2020].

Serway R. A., Beichner R. J. (2002), Física para ciencias e ingeniería, tomo II, Mc Graw Hill.

Van Hiel, P. Van Hiel, D. (1957), http://www.hemorodigital.unam.mx/ANUIES.

Explorando fluidos en la cocina: ¡Cocinando ciencia viscosa!

Jimena Moreno Moranchel[1], Ramón Gómez Aguilar[2]
[1]ENCB-IPN, México CDMX, México
[2]ESFM-IPN, México CDMX, México
jmorenom1402@alumno.ipn.mx

Resumen

En este emocionante viaje científico, los jóvenes exploradores aprenderán sobre la fascinante propiedad de la viscosidad en los fluidos de una manera divertida y práctica. A través de actividades interactivas y experimentos emocionantes, descubrirán cómo la viscosidad afecta la forma en que los líquidos fluyen y se comportan.

Nuestros aventureros comenzarán su viaje con una emocionante búsqueda para identificar diferentes líquidos viscosos en su entorno cotidiano. Con la ayuda de experimentos prácticos, como preparar slime y mezclar líquidos de diferentes viscosidades, los niños experimentarán en primera persona cómo la viscosidad afecta la textura y el movimiento de los fluidos.

A lo largo de su aventura, los jóvenes científicos descubrirán la importancia de la viscosidad en la vida diaria, desde la fabricación de alimentos hasta la industria del entretenimiento.

Objetivo

Ofrecer a los niños una experiencia educativa agradable que los motive a valorar y descubrir el fascinante mundo científico que se encuentra en la cocina. A través de experimentos sencillos, se busca que los niños comprendan de forma práctica y comprensible los principios de la viscosidad y los fluidos Newtonianos y no Newtonianos, despertando así su curiosidad por la ciencia.

Marco teórico

Imagina que estás en un río de miel y un río de agua. ¿Cómo crees que sería moverte en cada uno? ¿Sería fácil o difícil? La miel es muy pegajosa, por lo que es difícil moverse a través de ella, mientras que el agua no se pega tanto y más fácil moverse por ella. Esto se debe a algo llamado viscosidad. La viscosidad es una propiedad física que se refiere a la resistencia interna de un fluido cuando diferentes capas de ese fluido se mueven una respecto a la otra (la viscosidad solo se manifiesta en fluidos en movimiento). A mayor resistencia, más fuerza se necesita

para que las capas se desplacen. Este es un fenómeno conocido como cizallamiento y ocurre cada vez que el fluido experimenta algún tipo de movimiento o manipulación física, como al verter, esparcir, rociar o mezclar (ver. Fig. 1). Así, los fluidos altamente viscosos, como la miel, requieren una fuerza mayor para su movimiento en comparación con aquellos que tienen una viscosidad más baja, como en el caso del agua. Si un fluido no tuviera viscosidad, lo conoceríamos como fluido ideal. Aunque todos los fluidos conocidos presentan algún grado de viscosidad, la aproximación del modelo de viscosidad nula es buena para algunas aplicaciones.

Entre algunos ejemplos de sustancias altamente viscosas se encuentran desde la gelatina, la catsup hasta una variedad de jabones, champús, geles, cremas y otros productos de cuidado personal. Además, es importante destacar que hay juguetes reconocidos por su viscosidad, convirtiéndolos en compañeros de juego de muchos niños a lo largo de los años, como el slime.

Figura. 1. Comparación del movimiento de fluidos con diferentes viscosidades. La viscosidad aumente de izquierda a derecha (*WIDMAN INTERNATIONAL SRL*)

La viscosidad es una propiedad física que estudió Isaac Newton. Él descubrió que la viscosidad de los fluidos solo se ve afectada por la temperatura: observó que una sustancia se vuelve menos viscosa si se calienta y más viscosa si se enfría. Cuando la viscosidad de un fluido solo se ve afectada por la temperatura, este se conoce como “fluido newtoniano”. Ejemplo de este tipo de fluidos son el agua, el aire, la gasolina y el petróleo. Sin embargo, existen fluidos cuya viscosidad se ve afectada no por la temperatura sino por la aplicación de un esfuerzo cortante, que es como una especie de 'fuerza de deslizamiento' que actúa en los materiales cuando los empujas o los estiras en diferentes direcciones. Si la viscosidad del fluido cambia al ser agitado o presionado, entonces se denomina “fluido no newtoniano”; por ejemplo, la miel, la cátsup y la pasta de dientes. Dependiendo de si la viscosidad del fluido no newtoniano aumenta o disminuye, podemos clasificarlos como se muestra en la tabla I:

Tabla I. Clasificación de los fluidos no newtonianos (elaboración propia)

Clasificación	Adelgazantes por corte	Espesamiento por corte
Descripción	Se vuelven menos viscosos cuando se les aplica un esfuerzo cortante	Se vuelven más viscosos cuando se les aplica un esfuerzo cortante
Ejemplos	Cátsup, pasta de dientes, arenas movedizas	Líquido sinovial, mezcla de maicena con agua

La viscosidad juega un papel crucial en la experiencia sensorial, la textura y la calidad de los alimentos. Afecta la forma en que los alimentos se manipulan, se comen y se perciben, y es un factor clave en la preparación y presentación de una amplia variedad de platos y productos alimenticios. A continuación, se detallan algunas formas en que la viscosidad afecta a los alimentos:

1. **Textura y consistencia**: La viscosidad determina la fluidez y la espesura de los alimentos. Algunos alimentos tienen una viscosidad alta, lo que les confiere una textura densa y cremosa, mientras que otros tienen una viscosidad baja, lo que los hace más fluidos y líquidos.

2. **Facilidad de vertido y dispersión**: Los alimentos con una viscosidad baja son más fáciles de verter, esparcir o dispersar, lo que los hace ideales para salsas y aderezos. Por otro lado, los alimentos con una viscosidad alta pueden ser más difíciles de verter o manipular como pudines o purés.

3. **Sensación en la boca**: La viscosidad también influye en la sensación en la boca al comer. Los alimentos con una viscosidad alta pueden sentirse más pesados y pegajosos, mientras que los alimentos con una viscosidad baja pueden sentirse más ligeros y fluidos.

4. **Estabilidad y textura del producto final**: En la preparación de alimentos, la viscosidad puede afectar la estabilidad y la textura del producto final. Por ejemplo, la viscosidad de la masa de pan influye en su capacidad para retener gases de fermentación y su textura final después de hornear.

5. **Emulsiones y suspensiones**: La viscosidad también es importante en la formación y estabilidad de emulsiones y suspensiones en alimentos. Por ejemplo, la viscosidad de la vinagreta puede influir en su capacidad para mantenerse emulsionada, mientras que la viscosidad de la salsa de tomate puede influir en la suspensión de los sólidos.

En conclusión, la viscosidad es una propiedad física fundamental de los fluidos que desempeña un papel importante en diversos aspectos de nuestra vida diaria, desde la fluidez de los alimentos que consumimos hasta la estabilidad de productos como el pan y la salsa. Ya sea en un río de miel o agua, su impacto se hace evidente en cómo nos relacionamos con los fluidos. Comprender cómo la viscosidad afecta a

los alimentos nos permite apreciar mejor su textura, consistencia y calidad final. Al final, este fenómeno nos invita a explorar y disfrutar el mundo desde una perspectiva tanto científica como gastronómica.

Desarrollo

1. Slime Casero

Objetivo: Explorar cómo la variación en las proporciones de ingredientes afecta la viscosidad del slime.

Materiales:

- Pegamento líquido transparente o blanco (100 ml)
- Bórax (una cucharadita disuelta en 200 ml de agua tibia)
- Colorante alimenticio (opcional)
- Recipiente para mezclar
- Cuchara o palito para mezclar

Procedimiento:

1. En un recipiente, mezclar 100 ml de pegamento con 50 ml de agua. Si se desea, añadir colorante alimenticio.
2. En otro recipiente disolver una cucharadita de bórax en 200 ml de agua tibia hasta que se disuelva por completo.
3. Lentamente, añadir la solución de bórax a la mezcla de pegamento mientras se mezcla constantemente hasta que la mezcla se espese y forme slime.
4. Experimentar con diferentes proporciones de bórax y pegamento para observar cómo cambia la viscosidad del slime.

2. Maicena y Agua

Objetivo: Demostrar las propiedades no Newtonianas de una mezcla de maicena y agua.

Materiales:

- Maicena (1 taza)
- Agua (aproximadamente 1/2 taza)

- Recipiente para mezclar
- Cuchara
- Colorante (opcional)

Procedimiento:

1. En un recipiente, mezclar gradualmente agua con maicena y un poco de colorante hasta formar una mezcla homogénea que tenga una consistencia líquida cuando no se le aplica presión, pero sólida al presionarla o golpearla.
2. Invitar a los estudiantes a tocar la mezcla lentamente y luego intentar golpearla con fuerza.

3. Miel vs. Agua

Objetivo: Comparar la viscosidad de la miel con la del agua.

Materiales:

- Miel
- Agua
- Dos tubos o botellas transparentes
- Cronómetro

Procedimiento:

1. Llenar un tubo con miel y otro con agua.
2. Inclinar ambos tubos al mismo tiempo para observar la velocidad de flujo.
3. Usar un cronómetro para medir el tiempo que tarda cada líquido en recorrer una distancia fija.

4. Experimento de Catsup

Objetivo: Investigar cómo la aplicación de diferentes fuerzas afecta la viscosidad de la cátsup.

Materiales:

- Botella de catsup
- Cronómetro

Procedimiento:

1. Observar y registrar cuánto tiempo tarda la cátsup en empezar a fluir fuera de la botella sin aplicar fuerza.
2. Aplicar diferentes niveles de fuerza (golpear suavemente el fondo, apretar la botella, etc.) y observar cómo cambia la velocidad de flujo.
3. Usar un cronómetro para comparar los tiempos de flujo con diferentes fuerzas aplicadas.

Aprendizajes esperados

Los aprendizajes esperados de los experimentos antes descritos son los siguientes:

1. **Slime casero**:
    - Comprender cómo los diferentes ingredientes afectan las propiedades del slime.
    - Observar cómo cambia la viscosidad del slime con diferentes proporciones de ingredientes.
    - Aprender sobre la relación entre los componentes y las características físicas del slime.
2. **Maicena y agua**:
    - Identificar y experimentar con un fluido no Newtoniano.
    - Observar cómo la mezcla de maicena se comporta como un líquido y como un sólido dependiendo de la fuerza aplicada.
    - Comprender el concepto de viscosidad no Newtoniana y cómo se relaciona con la respuesta de la mezcla de maicena.
3. **Miel vs. agua**:
    - Comparar la viscosidad de la miel y el agua.
    - Observar y discutir cómo la viscosidad afecta la fluidez de los líquidos.
    - Reflexionar sobre por qué algunos líquidos son más viscosos que otros y cómo esto influye en su comportamiento.
4. **Experimento de kétchup**:
    - Investigar cómo la viscosidad de la cátsup varía en respuesta a diferentes estímulos.
    - Comprender el concepto de fluidos no Newtonianos.

- Observar cómo los fluidos pueden cambiar su viscosidad según las fuerzas aplicadas y discutir por qué ocurre esto.

Los niños deberían entender la viscosidad, fluidos Newtonianos y no Newtonianos, así como la capacidad de realizar observaciones y sacar conclusiones a partir de los experimentos realizados.

Referencias

[1] Rohrig, B. (2017). *La maravilla para reducir impactos D30*. https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/resources/highschool/chemmatters/spanishtranslations/cm-feb2017-d3o-spanish-trans.pdf

[2] National Aeronautics and Space Administration. (2019). *Fluidos Newtonianos y No Newtonianos.* https://www.nasa.gov/mission_pages/station/research/experiments/2100.html

[3] Pérez, J. (2020). *Fundamentos de viscosidad y su aplicación en la industria alimentaria. 12*(3), 45-48. https://doi.org/DOI:10.1234/ria.2020.12.3.45

Desarrollo de competencias de pensamiento creativo en el aula de Física

Maria Alejandra Tintori, Javier Viau, Natalia Bartels
Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina

grupodidacticadelaciencia@gmail.com

Resumen

Con el propósito de contribuir a desarrollar competencias relacionadas con el trabajo colaborativo, la comunicación entre pares y el pensamiento creativo y, a la vez, favorecer la comprensión de los conceptos relacionados con la Mecánica Clásica se diseñó e implementó una propuesta educativa en la asignatura Física 1 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La innovación consistió en incorporar una actividad evaluativa basada en un concurso de emojis (pictografías que se utilizan para reemplazar palabras, sintetizar ideas o transmitir un concepto en un mensaje), que ilustren conceptos físicos abordados durante la cursada.

Para evaluar la propuesta en cuanto a los aprendizajes y el nivel de desarrollo de las competencias alcanzadas, se realizó un análisis cualitativo e interpretativo de las producciones de los estudiantes. Los resultados obtenidos se podrían considerar como un indicativo positivo de la potencialidad de la innovación de la propuesta.

Palabras claves

Enseñanza de la Física, Innovación didáctica, Pensamiento creativo, Diseño de emojis

Objetivo

Presentar una propuesta didáctica que promueva en los estudiantes competencias relacionadas con el trabajo colaborativo, la comunicación entre pares y el pensamiento creativo, mediante una actividad evaluativa basada en el diseño de Emojis relacionados con conceptos de la Mecánica Clásica.

Marco teórico

La sociedad actual demanda ingenieros capaces de crear e innovar, entre otros aspectos. Sin embargo, los términos diseñar, crear e innovar hacen referencia a una dimensión del ingeniero que excede su conocimiento científico-técnico. Dimensión que se desdibuja particularmente en el ciclo básico de las Carreras donde se priorizan los conocimientos teóricos sobre la construcción de habilidades

relacionadas con el pensamiento creativo, reflexivo y crítico, (Viau, Tintori y Bartels, 2019).

En este encuadre, se instala la necesidad de desarrollar e implementar propuestas educativas innovadoras que fomenten experiencias didácticas centradas en el estudiante y propicien el desarrollo de competencias relacionadas con el “saber hacer” y el “saber ser”, (Salinas, De Benito y Lizana, 2014).

Ante este escenario, en la cátedra de Física 1 de las Carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata, se reformuló el sistema evaluativo, incorporando una nueva modalidad de evaluación mediada por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La innovación consistió en implementar una actividad evaluativa basada en un concurso de Emojis que ilustren conceptos físicos abordados durante la cursada.

En la propuesta, se trabaja con los emojis, asumiéndolos como un recurso multimodal y reconociendo, además, que estos pictogramas forman parte de la cultura digital de los estudiantes, dado que actualmente el empleo de emojis constituye un rasgo identificativo de la comunicación digital escrita. Su uso se ha extendido tan rápido en los últimos años que forman parte de nuestra comunicación cotidiana y son empleados tanto para la trasmisión de ideas, sentimientos, como para reemplazar palabras, sintetizar ideas o transmitir un concepto en un mensaje, (Blanch, Betancort y Martínez, 2016).

Cabe resaltar que el emoji es un elemento comunicativo que permite pasar del registro escrito de una idea o concepto al registro visual, lo que le confiere importancia como recurso didáctico, (Pérez Escudero,2019). En tal sentido, la actividad de diseñar emojis es una oportunidad para que los estudiantes realicen una producción utilizando sus propios códigos visuales con la finalidad de transmitir mediante una imagen un concepto físico.

Es importante resaltar, que la estrategia evaluativa presentada, no es una actividad aislada, sino que es parte del proceso pedagógico de la cátedra, basado en una metodología activa, que promueve una enseñanza centrada en el estudiante a través de actividades que posibilitan desarrollar habilidades de orden superior, como son: la colaboración, autoaprendizaje, la creatividad e imaginación, útiles no tan sólo para la vida académica sino también para la profesional.

Desarrollo

La propuesta denominada “*Concurso: Emojis que representan contenidos físicos*” se basa en el diseño y presentación en formato digital de cuatro Emojis que describan conceptos físicos de la Mecánica Clásica.

Como se mencionó anteriormente, la actividad evaluativa está orientada a que los estudiantes, mediante su participación y desarrollo, adquieran habilidades

relacionadas con el trabajo en equipo, el pensamiento creativo y la comunicación entre pares.

En ese marco, la actividad se configura como un instrumento de evaluación, tanto de contenidos como de competencias profesionales, y la calificación obtenida por los estudiantes en el concurso se refleja como puntos que pueden utilizar tanto para habilitar o promocionar la asignatura.

La premiación con puntos permite un mayor compromiso por parte de los estudiantes en la realización de la actividad, ya que es de carácter no obligatorio, poniendo de manifiesto asimismo un ingrediente motivador.

En la tabla I se muestran las bases de la convocatoria del concurso y las pautas de evaluación.

Tabla 1. Bases de la convocatoria “Concurso: Emojis que representan contenidos físicos”.

Carácter	No obligatorio- trabajo grupal
Conceptos	Cantidad de movimiento ($\vec{P}$)- Fuerza de roce- Aceleración - Energía cinética.
Desarrollo	Cada concepto físico de los indicados debe tener asociado un Emoji, es decir no se debe diseñar un solo emoji para los cuatro conceptos físicos seleccionados.
Calificación	Se realizará una selección de los mejores trabajos, asignando el siguiente puntaje: 1º Puesto: 1.5 ptos, 2º Puesto:1 pto y 3º Puesto: 0.5 pto. Los puntos obtenidos por cada estudiante, se podrán utilizar para habilitar o promocionar la materia.
Presentación	Formato digital. Resolución de cada Emoji: 128 x128 pixeles
Criterios de evaluación	- Originalidad y creatividad en el diseño y la elaboración de los Emoji. - Potencial de comunicación del concepto físico que posee el Emoji. - El rigor científico en la intención comunicativa del concepto físico.

Implementación en el aula

La experiencia áulica se implementó en un curso de Física 1correspondiente a las Carreras de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

La implementación de la experiencia se puede resumir en las siguientes instancias: **1º Difusión del concurso**. La metodología de evaluación que se propone es novedosa, y diferente a la forma en que los estudiantes están acostumbrados a ser

evaluados en el ciclo básico. En tal sentido, fue indispensable comunicar la propuesta a través de la realización dos encuentros con la finalidad de explicar las bases del concurso y motivarlos a participar de la actividad activamente desde el principio de la cursada.

2º Espacios de intercambio. Se programó una clase mensual para la actividad propuesta, durante el cuatrimestre. Los estudiantes asistieron a un espacio de aprendizaje en el cual podían resolver dudas, intercambiar opiniones y reflexionar sobre el desarrollo de sus trabajos, bajo el acompañamiento de los docentes.

3º Evaluación de los trabajos y devolución de los resultados. Los Emojis presentados en el concurso fueron evaluados por cinco jurados, docentes de la cátedra, mediante la utilización de una rubrica. Cada grupo de estudiantes recibió la valoración de su trabajo y una reflexión sobre lo realizado.

4º Difusión de los trabajos. Al finalizar la cursada, se subieron al campus de la cátedra, todos los trabajos presentados en el concurso, bajo un formato en el cual los estudiantes podían dejar sus opiniones y reflexiones.

A modo de ejemplo, en la figura 1 se muestran tres de las producciones de los estudiantes, en referencia al concepto de fuerza de roce.

Figura 1. Emojis realizados por los estudiantes para el concepto de fuerza de roce.

Aprendizajes esperados

A partir del análisis y discusión de las producciones presentadas, se puede advertir que los estudiantes fueron capaces de resolver, de forma colaborativa y con la guía del docente, la actividad evaluativa. Apreciamos que en los emojis diseñados se combinan la imagen con el concepto científico a representar y los recursos tecnológicos de manera original y creativa, lo que demuestra que la experiencia contribuyó a que los estudiantes comiencen a “mover esos resortes mentales” en los que se basa la creatividad.

Referencias

Blanch, M., Betancort, S. y Martínez, M. (2016). Videoblogging in Secondary Education Language and Literature Class-room. A Practical Design. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 14(3).

Pérez Escudero, M. (2019). La comunicación no verbal en la interacción digital y su aplicación a la enseñanza de ELE. Universidad de Alcalá de Henares.

Salinas, J., de Benito, B. y Lizana, A. (2014). Competencias docentes para los nuevos escenarios de aprendizaje. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 28 (1), 145-163.

Viau, J. E.; Tintori Ferreira, M. A.; y Bartels, N. V. (2019). Un nuevo enfoque para la enseñanza de la Física en el ciclo básico de carreras de Ingeniería: evaluar y desarrollar competencias profesionales. En: Cukierman, R. U.; Kalocai, G (Eds.). *El enfoque por competencias en las ciencias básicas: casos y ejemplos en educación en Ingeniería,* 40–50. Buenos Aires: Edutecne

La línea de tiempo como recurso didáctico: una experiencia del curso de Historia de las Matemáticas

Dan Eliezer Navarro Escamilla, Javier Hernández Maturino,
Desiree Huerta Cruz, Ricardo Medel Esquivel
Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, México D.F., México
rmedel@ipn.mx

Resumen.

Se describe la planeación, el diseño y la elaboración de una línea de tiempo online y dinámica, que fue desarrollada por estudiantes del curso de Historia de las Matemáticas en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional (ESFM-IPN) durante el semestre 2024-1. El trabajo tuvo como motivación el deseo de ampliar el alcance del curso, tanto en términos de los matemáticos estudiados (desde Tales de Mileto hasta D'Alembert) como del periodo histórico programado (que se extiende hasta finales de la Edad Moderna). Durante la fase de planificación se revisaron varias herramientas de software libre que permiten la elaboración y publicación de líneas de tiempo online. Se seleccionó aquella que ofrecía las mejores características de diseño de manera gratuita. Para el diseño se utilizó una plantilla con un par de botones desplegables con información sobre cada elemento de la línea de tiempo. Los estudiantes se organizaron para completar esta plantilla con información recopilada durante sus investigaciones; ellos decidieron qué herramienta y plantilla usar, así como la época a cubrir y los matemáticos a presentar; de este modo, el ejercicio permitió a los estudiantes familiarizarse con el uso de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) tanto como les brindó la oportunidad de explorar y comprender mejor la historia de las matemáticas a través de una representación visual interactiva.

Objetivo.

Planear, diseñar y elaborar una línea de tiempo online para el curso de Historia de las Matemáticas de la ESFM-IPN que muestre de manera concisa los datos biográficos y las aportaciones de matemáticos destacados y permita a los estudiantes identificar y analizar relaciones de causa y efecto en el desarrollo continuo de esta ciencia.

Marco teórico.

Una línea de tiempo es una herramienta visual que por medio de gráficos presenta una secuencia cronológica de los eventos de una historia, un proceso o una narración. Se presenta de una manera similar a una recta numérica, con segmentos que representan unidades de tiempo (pueden ser días, meses, años, siglos, etcétera), según el tema u objetivo específico. Su utilidad consiste en brindar a los

usuarios un medio simplificado para comprender cómo los distintos eventos, personas y acciones desempeñaron un rol, o lo desempeñarán, en un proceso o período determinado (Lucidchart, s.f.). Pueden ser de varios tipos, entre los cuales aquí destacamos los tres siguientes:

- ***Línea de tiempo cronológica*:** Presenta los eventos en orden temporal, usualmente de izquierda a derecha. Estas son útiles para visualizar eventos históricos de manera secuencial.
- ***Línea de tiempo estática*:** Muestra simultáneamente todos los eventos y la información permanece fija, sin cambios ni movimiento. Son muy comunes en medios impresos o presentaciones de conferencias.
- ***Línea de tiempo dinámica***: Son aquellas que permiten al usuario desplazarse entre los eventos. Son excelentes para visualizar y analizar grandes cantidades de datos, pues permiten explorar la información de manera interactiva.

La línea del tiempo como recurso didáctico.

La línea de tiempo, por su propia naturaleza, visual y estructurada mediante eventos ordenados de manera cronológica, resulta un recurso didáctico idóneo para presentar resúmenes históricos y, por ende, es una herramienta valiosa para los cursos de Historia. Por ello también son muy comunes en presentaciones de conferencias.

Por otro lado, elaborar una línea de tiempo permite a los estudiantes participar de manera activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Y ayuda a los docentes a organizar la información de manera ordenada, atractiva y fácil de entender, pues da la oportunidad de “ver” la duración, simultaneidad o densidad de los acontecimientos, y la conexión entre ellos en un periodo de tiempo determinado. En conclusión, facilita la comprensión de épocas históricas (Narváez Calero, 2013).

Ventajas de usar líneas de tiempo dinámicas.

La línea de tiempo no solo es un medio claro y organizado para registrar hechos en secuencias coherentes, sino que también facilita la comprensión y retención rápida de una gran variedad de información. De esta manera, favorece la capacidad de recordar sucesos en orden.

Cuando se trata de una línea de tiempo dinámica, es decir, interactiva, esta va un paso más allá. Incluye elementos interactivos, desplegados al pulsar botones, que permiten al usuario explorar los eventos o leer información relevante sobre personajes importantes, además de navegar entre épocas. Esto enriquece

significativamente la experiencia de “lectura”, ya que permite profundizar en los detalles y brinda una panorámica mucho más completa y profunda.

Desarrollo.

A continuación, se describe el modo en que los estudiantes autores de este trabajo seleccionaron el contenido y la herramienta para diseñar una línea de tiempo para el curso de *Historia de las Matemáticas* en la ESFM-IPN durante el semestre 2024-1. Esta experiencia y la metodología aquí descrita pueden ser emuladas por los lectores que tengan interés en elaborar sus propias líneas de tiempo; y para ellos puede resultar de gran ayuda la selección de las herramientas de software que aquí se presentan.

Selección del contenido.

El curso de Historia de las Matemáticas de la ESFM-IPN es parte del Plan de Estudios de la Licenciatura en Física y Matemáticas, dentro de la Opción de Matemática Educativa y ha estado vigente desde el año 1994. Consta de 4 unidades:

I. La Matemática Prehelénica. Comprende el estudio de la matemática prehistórica y la historia de la matemática en Egipto y Babilonia. De manera general, se estudia el surgimiento de los sistemas de numeración, de la aritmética, el álgebra, la geometría y la trigonometría.

II. La Matemática Griega. Esta unidad está principalmente dedicada a las aportaciones de Pitágoras, Eudoxio, Euclides, Arquímedes y Diofanto. De manera general, se estudia el álgebra, la teoría de las proporciones y la geometría clásica.

III. China, India y el Islam. Aquí el énfasis está más en las culturas que en los matemáticos. A excepción de Omar Jayam y “algunos matemáticos de la India”, que no especifica el Programa.

IV. El Renacimiento y la Modernidad. El Programa indica que este capítulo debe ser el de mayor extensión y con razón, pues se estudian las aportaciones de Cardano, Tartaglia, Bombelli, Viete, Stevin, Napier, Kepler, Galileo, Cavalieri, Descartes, Barrow, Newton, Leibnitz, L´Hopital, Euler y D’Alembert. De manera general, se explora el surgimiento de la geometría proyectiva, de las geometrías no euclidianas, del cálculo y el análisis.

Este Programa sigue de cerca el libro de Jean-Paul Collette (Collette, 1985) y, como puede apreciarse, termina en el siglo XVIII, dejando fuera una importante cantidad de áreas de la Matemática actual y a una enorme cantidad de personajes interesantes.

Esta situación dejó a los estudiantes insatisfechos y al buscar una manera de reparar estas faltas decidieron investigar por sí mismos las aportaciones de los matemáticos más relevantes de finales del siglo XVIII, así como de los siglos XIX y XX; elaborar una línea de tiempo fue una opción que permitiría unificar la presentación de todos los personajes investigados en un resumen coherente. Es oportuno comentar que un camino alterno podría ser elaborar una línea de tiempo en base a las distintas áreas de la Matemática.

Para la planeación de la línea de tiempo se elaboró una lista de 152 matemáticos notables. Está lista se inspiró parcialmente en la línea de tiempo que luce enmarcada en el pasillo del Departamento de Matemáticas (tercer piso del Edificio 9) y también en los diversos intereses de los estudiantes. La figura 1 muestra fotografías tomadas de la línea del tiempo. Entre los aspectos destacados, se encuentra la integración de símbolos matemáticos, que han sido fundamentales en la historia y evolución de esta disciplina, inspirados por el libro *El lenguaje de las Matemáticas* (Rojas González, R., 2019). Por cuestiones de tiempo, se consideraron pocos personajes del siglo XX para su inclusión en la línea de tiempo y los matemáticos del siglo XXI se reservan para un trabajo futuro.

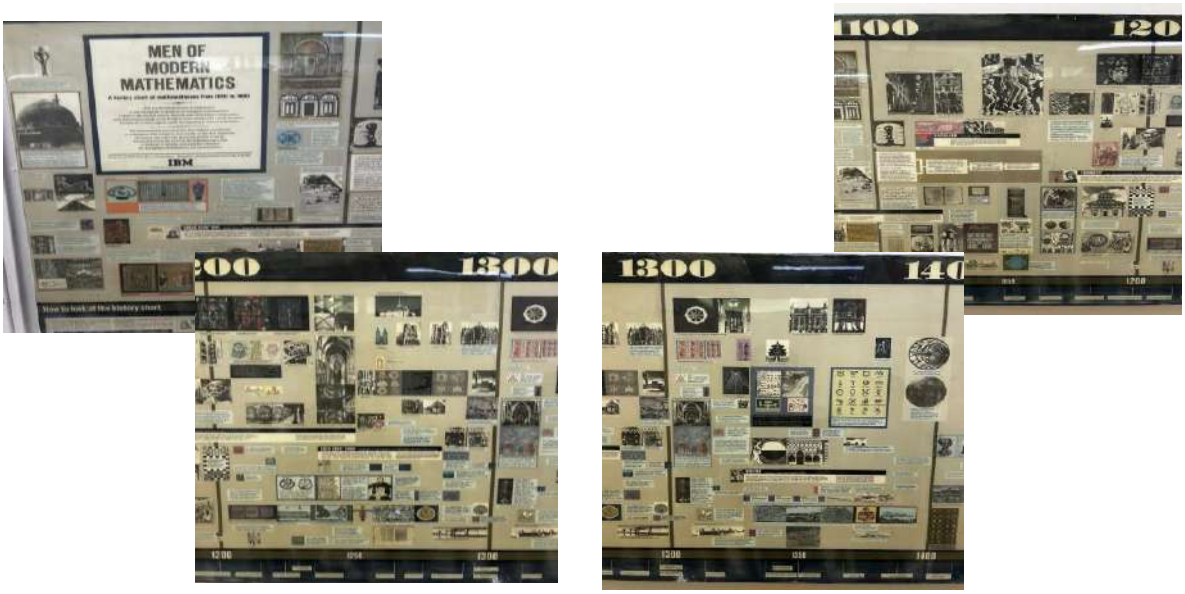


Figura 1. Conjunto de fotografías de la línea del tiempo situada en el Departamento de Matemáticas de la ESFM.

Selección de la herramienta de diseño.

Existen diversas plataformas online que ofrecen programas o aplicaciones especializadas en la creación de líneas de tiempo interactivas. Estas plataformas permiten incorporar elementos multimedia, adaptándose así a diferentes estilos de

aprendizaje, como el auditivo o el visual. Además, facilitan la inclusión de textos y enlaces a otras páginas web. Sin embargo, no todas son de uso gratuito y algunas limitan la cantidad de proyectos gratuitos. Las herramientas revisadas por los estudiantes fueron las siguientes:

- **Genially:** Esta plataforma permite crear fácilmente una línea de tiempo interactiva en la que pueden agregarse imágenes, íconos, videos y enlaces de forma gratuita. Además, se puede incluir tanta información como se desee y el proyecto elaborado se puede compartir de manera sencilla. Disponible en el sitio web: https://genial.ly/

- **Canva:** Con Canva se puede crear una línea de tiempo interactiva de forma sencilla y gratuita. Aunque algunas funciones avanzadas requieren la versión premium, la plataforma ofrece una amplia gama de plantillas y elementos gráficos para personalizar la línea de tiempo. Disponible en el sitio web: https://www.canva.com/es_mx/

- **Prezi:** Prezi te permite crear líneas de tiempo interactivas de manera dinámica y visualmente atractiva. Además de las características estándar de Prezi, puede incorporar elementos multimedia y efectos de zoom para crear líneas de tiempo muy dinámicas. Es parcialmente gratuita. Disponible en el sitio web: https://prezi.com/es/

- **Piktochart:** Piktochart ofrece herramientas intuitivas para diseñar líneas de tiempo interactivas de manera sencilla y gratuita. Permite personalizar fácilmente el diseño, agregando texto, imágenes y gráficos. Disponible en el sitio web: https://piktochart.com/es/

- **Visme:** Visme es una plataforma que permite crear líneas de tiempo interactivas seleccionando plantillas publicadas por otros usuarios. Pueden agregarse animaciones, gráficos y enlaces para crear una experiencia interactiva más rica. Es una aplicación gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.visme.co/es/

- **Adobe Spark:** Adobe Spark ofrece una manera rápida y sencilla de crear líneas de tiempo interactivas gracias a que cuenta con una gama considerable de plantillas. Además, permite crear y compartir la línea de tiempo en cuestión de minutos. Esta aplicación es gratuita. Disponible en el sitio web: https://express.adobe.com/page/nOz9VYF3Be0mh/

- **Emaze:** Emaze posibilita crear líneas de tiempo interactivas con una amplia variedad de plantillas y efectos. Permite agregar videos, animaciones y elementos 3D para hacer líneas de tiempo más atractivas. Es parcialmente gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.emaze.com/es/

- **Powtoon:** Powtoon es una herramienta para crear líneas de tiempo interactivas de forma animada y atractiva. Sus características de animación y narración permiten contar la historia de manera visualmente impactante. Sin embargo, las funciones avanzadas requieren la versión premium. Disponible en el sitio web: https://www.powtoon.com/

- **Haiku Deck:** Haiku Deck permite crear líneas de tiempo interactivas sencillas y elegantes. Se enfoca en el diseño limpio y minimalista para crear presentaciones visualmente atractivas en poco tiempo. Es parcialmente gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.haikudeck.com/

- **Sway (Microsoft):** Con Sway es posible crear líneas de tiempo interactivas de forma fluida y colaborativa. Su integración con otros productos de Microsoft permite trabajar y compartir el proyecto de modo muy eficiente. Las funciones avanzadas requieren la versión premium. Disponible en el sitio web: https://sway.cloud.microsoft/my

- **ThingLink:** ThingLink permite crear líneas de tiempo enriquecidas con contenido multimedia, imágenes, videos y enlaces. Es gratuita. Disponible en el stito web: https://www.thinglink.com/es/

- **Smore:** Smore es una plataforma para crear líneas de tiempo interactivas de manera fácil y rápida. Se enfoca en el diseño visual y es fácil de usar. Es gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.smore.com/

- **Easel.ly:** Easel.ly te ofrece una manera simple de crear líneas de tiempo interactivas. Tiene una amplia variedad de plantillas y herramientas de diseño. Es gratuita. Disponible en: https://easel.ly/

- **Adobe Captivate:** Tiene características avanzadas de interactividad y seguimiento, que permiten crear experiencias de aprendizaje muy efectivas. Las funciones avanzadas requieren la versión premium. Disponible en el sitio web: https://www.adobe.com/products/captivate.html

- **Slides:** Herramienta colaborativa y fácil de usar. Es gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.google.com/intl/es-419_mx/slides/about/

- **Animaker:** Permite crear líneas de tiempo interactivas y animadas. Es gratuita. Disponible en el sitio web: https://www.animaker.es/

Estas herramientas online se compararon utilizando una rúbrica en que se consideraron los siguientes criterios:

- **Interactividad:** Se ponderó la capacidad de las herramientas para ofrecer una experiencia interactiva al usuario.

- **Variedad de Plantillas y Recursos:** Se analizó la diversidad de opciones disponibles para diseñar líneas de tiempo.
- **Facilidad de Uso:** Se evaluó la intuitividad y simplicidad en la creación de líneas de tiempo.
- **Colaboración en Tiempo Real:** Se consideró la posibilidad de trabajar de manera colaborativa con otros usuarios.
- **Analíticas Integradas**: Se examinó si las herramientas proporcionaban métricas o análisis sobre el uso de las líneas de tiempo.
- **Popularidad:** Se valoró la aceptación y uso generalizado de cada herramienta.

Para cada característica, se asignaron 5 niveles de calificación y se representaron en una escala de 0 a 4, de la siguiente manera:

Muy Bajo: 0 ; Bajo: 1; Medio: 2; Alto: 3; Muy Alto: 4

La Figura 2 resume de manera gráfica el análisis comparativo de las herramientas online arriba citadas.

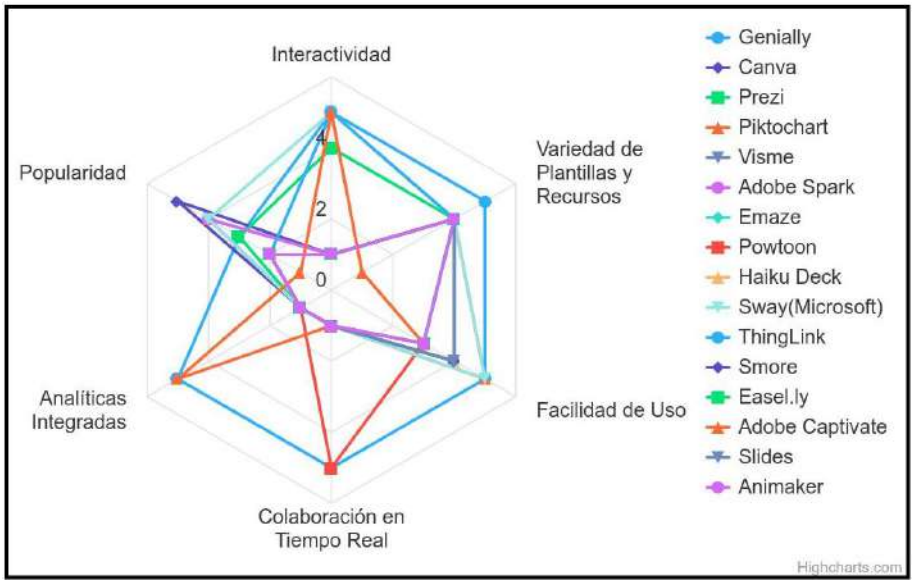


Figura 2. Comparación de la rúbrica de las herramientas para crear líneas de tiempo. La numeración indica un nivel Muy Bajo (0), Bajo (1), Medio (2), Alto (3) y Muy alto (4) de la característica señalada en cada eje. Fuente: Elaboración propia.

Este análisis mostró que la herramienta más completa es **Genially**, aunque en su versión gratuita permite el trabajo colaborativo, pero no sincrónico.

La Figura 3 muestra una diapositiva de la línea de tiempo interactiva elaborada por los estudiantes del curso, tal y como se presenta ante el espectador. Los botones rotulados con la leyenda “Aprender más” al pie de cada imagen despliegan información sobre el elemento mostrado en ella.

Figura 3. Interfaz mostrada por *Genially* al espectador de la línea de tiempo.

Planeación y diseño.

Una vez que los estudiantes seleccionaron Genially como la herramienta más adecuada, comenzaron a planificar el diseño de la línea de tiempo. A continuación, describiremos brevemente algunas características clave de Genially y cómo se utilizó para crear la línea de tiempo.

Creación de Cuenta en Genially: Para empezar, los estudiantes crearon una cuenta en la página web de Genially. Luego, crearon un nuevo proyecto (Genially) en la plataforma.

Selección de Plantilla Prediseñada: Genially ofrece una variedad de plantillas prediseñadas para diferentes tipos de contenido, incluidas las líneas de tiempo. Los estudiantes seleccionaron una plantilla acorde a su objetivo y temática.

Edición y Mejora de la Plantilla: Los estudiantes personalizaron la plantilla seleccionada, agregando elementos como imágenes, íconos y otros recursos multimedia.

Efectos de Animación y Botones: Para hacer la línea de tiempo más dinámica e interactiva, añadieron efectos de animación. También incorporaron botones que permitieran a los usuarios desplegar cuadros de texto.

Interfaz de Edición en Genially: La Figura 4 muestra la interfaz de Genially tal como se presenta al usuario que elabora la línea de tiempo. Los elementos sobre los que aparece el icono de mano pueden ser editados para insertar imágenes, textos, y vínculos hacia otros sitios web:

Figura 4. Interfaz mostrada por *Genially* al editor de la línea de tiempo.

Compartir y Explorar: Genially facilita compartir el contenido creado. Esto permitió que otros usuarios accedieron y explorarán la línea de tiempo creada.

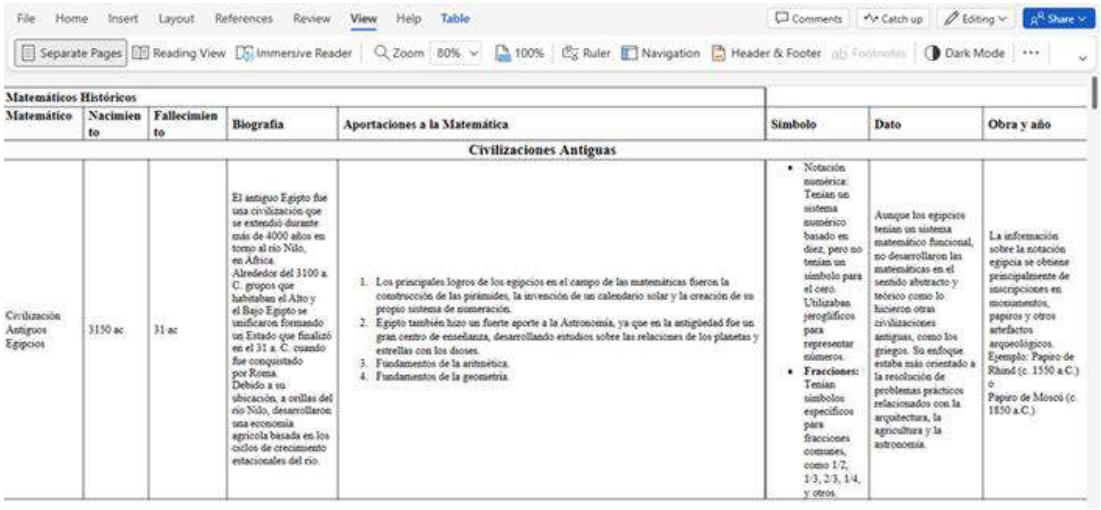
Diseño.

Una vez identificadas las fuentes, se procedió a seleccionar la información. Este paso implicó un análisis detallado de cada fuente para extraer los datos más relevantes y significativos.

Para el almacenamiento de la información se optó por utilizar un archivo en la nube de Word. Esta decisión se basó en la accesibilidad del formato, la facilidad para recuperar la información y la posibilidad de trabajar en equipo de manera eficiente. Cada pieza de información fue meticulosamente registrada en el archivo.

Para facilitar la recuperación de la información, se organizaron los datos en secciones específicas:

- Nombre del matemático
- Fecha de nacimiento y fallecimiento
- Biografía
- Aportaciones a la matemática
- Símbolo que introdujo
- Obra y año en el que se introdujo el símbolo
- Dato relevante



Matemáticos Históricos

Matemático	Nacimiento	Fallecimiento	Biografía	Aportaciones a la Matemática	Símbolo	Dato	Obra y año
				Civilizaciones Antiguas			
Civilización Antiguos Egipcios	3150 ac	31 ac	El antiguo Egipto fue una civilización que se extendió durante más de 4000 años en torno al río Nilo, en África. Alrededor del 3100 a. C. grupos que habitaban el Alto y el Bajo Egipto se unificaron formando un Estado que finalizó en el 31 a. C. cuando fue conquistado por Roma. Debido a su ubicación, a orillas del río Nilo, desarrollaron una economía agrícola basada en los ciclos de crecimiento estacionales del río.	1. Los principales logros de los egipcios en el campo de las matemáticas fueron la construcción de las pirámides, la invención de un calendario solar y la creación de su propio sistema de numeración. 2. Egipto también hizo un fuerte aporte a la Astronomía, ya que en la antigüedad fue un gran centro de enseñanza, desarrollando estudios sobre las relaciones de los planetas y estrellas con los dioses. 3. Fundamentos de la aritmética. 4. Fundamentos de la geometría	• Notación numérica: Tenían un sistema numérico basado en diez, pero no tenían un símbolo para el cero. Utilizaban jeroglíficos para representar números. • **Fracciones:** Tenían símbolos específicos para fracciones comunes, como 1/2, 1/3, 2/3, 1/4, y otros.	Aunque los egipcios tenían un sistema matemático funcional, no desarrollaron las matemáticas en el sentido abstracto y teórico como lo hicieron otras civilizaciones antiguas, como los griegos. Su enfoque estaba más orientado a la resolución de problemas prácticos relacionados con la arquitectura, la agricultura y la astronomía.	La información sobre la notación egipcia se obtiene principalmente de inscripciones en monumentos, papiros y otros artefactos arqueológicos. Ejemplo: Papiro de Rhind (c. 1550 a.C.) o Papiro de Moscú (c. 1850 a.C.)

Figura 5. Interfaz del documento en Word donde se almacenó la información.

De esta manera, la línea de tiempo elaborada por los estudiantes está conformada por 18 diapositivas interactivas. La Figura 6 muestra algunas de ellas y la Figura 7 muestra los recuadros que se despliegan ante el espectador al pulsar los botones rotulados como “Biografía” y “Aprende más”.

Figura 6. Interfaz mostrada por *Genially* al creador de la línea de tiempo.

Figura 7. Despliegue de información al presionar los botones de “Biografía” y “Aprende más”.

La línea de tiempo dinámica elaborada por los estudiantes puede ser visualizada en el siguiente enlace nativo de Genially: https://view.genial.ly/658a60e378f80a001574d617/interactive-content-linea-del-tiempo-de-historia

Aprendizajes esperados.

Además de conocer las aportaciones de los matemáticos incluidos en el Programa del curso de Historia de las Matemáticas, se espera que los estudiantes utilicen sus propios criterios para explorar diferentes épocas, regiones y contextos matemáticos. Adicionalmente, se buscó incentivar a los estudiantes a utilizar herramientas tecnológicas que apoyen su aprendizaje y el desarrollo de sus habilidades de búsqueda de información y de expresión por escrito.

Referencias.

Collete J-P. (1985). *Historia de las Matemáticas Vol. I y II*.Siglo Veintiuno Editores.

Escuela Superior de Física y Matemáticas. (1994). Programa de estudio de Historia de las Matemáticas de la ESFM-IPN. *Dirección de Estudios Profesionales*, IPN. https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/planes/LFM/educativa/5/Historia_de_las_Matematicas.pdf

Narváez Calero, J. (2013, Diciembre). La Línea del Tiempo como estrategia didáctica para la enseñanza de la historia en Primaria. *Publicaciones Didácticas*. N° 41, 29-33. https://www.orientacionandujar.es/wp-content/uploads/2017/09/La-

Li%CC%81nea-del-Tiempo-como-estrategia-dida%CC%81ctica-.pdf (Consultado el 29 de febrero de 2024)

Lucidchart. (s.f.). Qué es una Línea del Tiempo y Cómo Hacerla. *Lucidchart*. https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-una-linea-del-tiempo

Rojas González, R. (2019). *El lenguaje de las matemáticas: Historias de sus símbolos*. Fondo de Cultura Económica.

Aportaciones del desarrollo histórico de las matemáticas para el aprendizaje de conceptos de geometría

José Luis Hidalgo González[1]
Luz María de Guadalupe González Álvarez[2]
Edith Flores Zamorate[3]
[1] Escuela Victoria del Tepeyac, CdMx, México
[2]Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales, ESFM-IPN, CdMx, México
[3]Academia de Matemáticas, CECyT 11-IPN, CdMx, México
Luigi.df.1723@outlook.com

Resumen

La propuesta didáctica que se presenta en este documento pretende apoyar la construcción conceptual de los estudiantes en un tema de geometría, en concreto la obtención del valor del número π, mediante el uso del desarrollo histórico del concepto en cuestión, dentro de una actividad de aprendizaje, para favorecer el desarrollo de la capacidad de análisis, así como la identificación de la transversalidad de dicha disciplina. Los resultados muestran que la actividad brindó la oportunidad del desarrollo del pensamiento crítico, al analizar los datos obtenidos a partir del trabajo realizado por los estudiantes.

Objetivo

El objetivo de la propuesta es compartir la experiencia obtenida al incluir elementos históricos en el desarrollo de las actividades de aprendizaje de un tema de matemáticas, en concreto geometría, para fomentar la construcción de un conocimiento matemático y desarrollar la capacidad de análisis en los estudiantes.

Marco teórico

En México según las evaluaciones es realizadas en 2017 a nivel medio superior por el Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE) y los datos proporcionados por el Plan Nacional para la Evaluación de los Aprendizajes (PLANEA) ubican a más del 60% de alumnos en el Nivel I, en matemáticas. Ante este problema, se puede observar la necesidad de elaborar propuestas que motiven y apoyen a los estudiantes para la comprensión de los contenidos de dicha disciplina.

Esta propuesta se fundamenta en la idea de que la historia del desarrollo de un concepto posibilita una mejor comprensión del mismo, brinda pautas para la

elaboración de propuestas educativas, promueven una actitud diferente ante el conocimiento matemático y fomenta su relación con otras formas de expresión de la cultura (Anacona, 2003).

Esta relación se presenta debido a que las matemáticas forman parte del acervo cultural de la humanidad, por lo que presentan conexiones entre las ramas de la matemática misma, así como con otras disciplinas. Cuando se aprovechan dichas conexiones se construye el fundamento para el aprendizaje de la aplicación de las matemáticas en contextos no matemáticos. Así, las propuestas interdisciplinares favorecen la transferencia de conocimiento entre disciplinas, la observación de la relevancia del conocimiento de cada una, y la construcción de un sistema de referencia estructurado y conectado que favorezca la resolución de problemas (Arce, M; Arnal-Palacián, M.; Conejo, L.; García-Alonso, I.; y Méndez-Coca, M., 2022).

Para llevar esta propuesta a la práctica se decidió utilizar un modelo constructivista, debido a que propicia la formación integral, centra su formación en el aprendizaje a partir de las construcciones mentales previas del aprendiz, para fomentar que logre aprendizajes significativos mediante la interacción con el objeto de estudio y con sus pares, participando de manera activa y autónoma, a través de lo cual genera construcciones sociales (Estrada-Perea y Pinto-Blanco, 2021).

Para favorecer el desarrollo del pensamiento abstracto, se utilizó en la secuencia la idea de Bruner acerca de que el estudiante codifica y clasifica los datos que le llegan del exterior, según sus necesidades, experiencias, expectativas y valores, transformando la información por medio de tres sistemas de representación. En la enactiva se representan los acontecimientos, los hechos y las experiencias por medio de la acción, es un tipo de representación manipulativa. La icónica se vale de imágenes y esquemas espaciales más o menos complejos para representar el entorno. La simbólica va más allá de la acción y de la imaginación; se vale de abstracciones para representar el mundo.

Bruner constató que incluso las personas que han accedido a la etapa de la representación simbólica se valen de la representación enactiva e icónica, cuando van a aprender algo nuevo (Aramburu Oyarbide, M., 2004).

Desarrollo

Para ilustrar la propuesta se presenta una actividad cuyo objetivo principal era obtener una aproximación de π comparando las áreas de 3 cuadrados de diferente tamaño con la de un círculo de diámetro conocido, llegando al valor de π calculado por los egipcios.

Se trabajó con un grupo de Nivel Medio Superior constituido por 40 estudiantes, de los cuales 16 son representados en la parrilla de evaluación. Se formaron equipos de 2 o 3 personas, y para iniciar se trazaron en una hoja de papel 3 cuadrados de 6 cm, 8 cm, y 10 cm por lado, respectivamente, y un círculo de 9 cm de diámetro. Después se les repartió, a cada equipo, una cantidad aleatoria y suficiente de frijolitos para que empezaran a rellenar el círculo. Para hacerlo se debían cumplir las siguientes condiciones: los frijolitos se acomodaban de forma acostada, no tenían que salirse del círculo ni encimarse y el acomodo se hacía con la menor cantidad de huecos posibles.

Una vez que ser rellenó el circulo, con exactamente la misma cantidad de frijolitos se rellenó cada uno de los cuadrados. En seguida se eligió el cuadrado que mejor se ajustaba al área del círculo y se sustituyó en la ecuación:

$$A_{\blacksquare} = \pi r^2$$

$$A_{\blacksquare} = \text{Área del cuadrado de mejor ajuste}$$

$$r = \text{radio del circulo}$$

En esta ecuación tenemos como incógnita a π. Si los estudiantes realizaban la actividad cumpliendo con todas las condiciones, la aproximación a la que debían llegar para π es de 3.16, la cual a simple vista parece ineficiente, sin embargo, es una de las primeras que obtuvo la humanidad para este número. En concreto esta es la aproximación que utilizaron los egipcios para π.

En la tabla 1 se pueden ver los criterios cumplidos por el trabajo realizado por cada estudiante, mediante el símbolo π en la celda correspondiente.

Cuando los alumnos terminaron con esta actividad se les dieron unos datos curiosos acerca del número π, donde se enunciaba el postulado original en el que el escriba Ahmes relacionaba el área de un cuadrado y un círculo, el cual dice “El área de un círculo es similar al área de un cuadrado cuyo lado sea una novena parte más chico que el diámetro del círculo” (Matemáticas y sus fronteras, 2021) haciendo también una referencia al problema de la cuadratura del círculo.

Tabla 1 Parrilla de evaluación de π para el grupo de estudiantes.

	Construcción con regla y compas		**Acomodo de frijolitos**				**Cuestionario**			
Estu-diante	Construc-ción de los cuadrados	Construc-ción del circulo	Acomodo de los frijolitos	Espacios en blanco mínimos	Respeto del límite de las figuras	Posición horizon-tal de los frijolitos	Uso del cuadrado de mejor ajuste	Plantea-miento de la ecuación	Solucion de la ecuación	Mejoras identifica-das
CMV	π	π	π	π	π	π	π	π	π	
CLCJ	π	π	π	π	π	π	π	π	π	
DAMA	π	π	π	π	π	π	π			
EGGJ	π	π	π	π	π	π	π	π	π	π
GAJJ	π	π	π	π	π	π	π	π	π	π
GMR	π	π	π	π	π	π	π	π		
GNFG	π	π	π	π	π	π	π	π	π	π
HDLM	π	π	π	π		π	π	π	π	
MREC	π	π	π	π				π	π	
RGA	π	π	π	π		π	π	π	π	
RRMD	π	π	π	π		π	π	π	π	
SSSL	π	π	π	π	π	π	π	π	π	π
SGG	π	π	π	π		π	π	π	π	
TFS	π	π	π	π				π		
VSAE	π	π	π	π		π		π	π	
VAII	π	π	π	π	π	π			π	

De la tabla se puede observar que la construcción de figuras geométricas con regla y compás no representa un problema para este grupo, ya que todos los equipos supieron trazar estas figuras sin ninguna dificultad. La mayoría de los equipos fueron capaces de identificar cuál de los tres cuadrados fue el de mejor ajuste. Para el cálculo de π y las mejoras sugeridas; se observó que, por cuestiones algebraicas, en algunas ocasiones los alumnos tuvieron dificultades para plantear por sí mismos la ecuación y llegaron a resultados muy alejados del valor de π. Un detalle muy importante fue que a pesar de que obtenían valores muy altos (mayores a 10) para π, tomaron a este valor como correcto.

Por último, en la tabla podemos observar cómo casi ningún equipo propuso ideas para mejorar el método del cálculo de π, muchos equipos coincidieron en que este método era “exacto” y fueron pocos los que vieron las deficiencias que presentaba este procedimiento, como espacios en blanco que se dejaban por utilizar frijolitos o que en un momento igualaban áreas que en realidad no eran iguales. Algunos estudiantes propusieron rellenar los círculos con algún otro material, mientras que otros decían que se podía mejorar el método si se ajustaban mejor las áreas de las figuras, sin tomar en cuenta que, para el caso del círculo, se usa π, que es el valor buscado.

En cuanto a los datos curiosos sobre el número π, algunos estudiantes encontraron la relación entre la actividad que acaban de hacer y el postulado original del escriba Ahmes, ya que en la actividad se relaciona el área de un círculo de 9 cm de diámetro con la de un cuadrado de 8 cm de lado, lo que equivale a una novena parte más chico que el diámetro del círculo.

Aprendizajes esperados

Mediante esta propuesta se pretende que los estudiantes desarrollen su pensamiento crítico, aprovechando las oportunidades que presentan las desviaciones con respecto al valor que conocen del número π; que aprendan a identificar las fuentes de error en su forma de resolver la actividad; identifiquen a la matemática como un elemento cultural que se va desarrollando a través de la historia; que inicien la construcción del concepto mediante actividades con una representación enactiva, antes de utilizar la icónica y la simbólica, para la formación del pensamiento abstracto.

Referencias

Anacona, M. (2003). La historia de las matemáticas en la Educación Matemática. *Revista EMA*, 8(1), pp. 30-46. Disponible en: http://funes.uniandes.edu.co/1516/

Aramburu Oyarbide, M. (2004). Jerome Seymour Bruner: de la percepción al lenguaje. *Revista Iberoamericana De Educación*, 34(1), 1-19. https://doi.org/10.35362/rie3412902

Arce, M; Arnal-Palacián, M.; Conejo, L.; García-Alonso, I.; y Méndez-Coca, M. (2022). Matemáticas transversales. En: Blanco, L.; Climent, N.; González, M. T.; Moreno, A.; Sánchez-Matamoros, G.; De Castro, C.; Jiménez-Gestal, C. (Eds.), *Aportaciones al desarrollo del currículo desde la Investigación en educación matemática* (pp. 453-479). Universidad de Granada. Disponible en: http://funes.uniandes.edu.co/31060/

Estrada-Perea, B. & Pinto-Blanco, A. (2021). Análisis comparativo de modelos educativos para la educación superior virtual y sostenible. *Entramado*, 17(1), 168-184. Epub May 05, 2021.https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6131

Matemáticas y sus fronteras (2021) Historias de pi: los calculadores Disponible en: https://www.madrimasd.org/blogs/matematicas/2021/03/13/148909#:~:text=En%20Egipto%2C%20el%20Papiro%20Rhind,diámetro%20del%20círculo%20disminuido%20en

El ensayo como recurso didáctico para desarrollar competencias genéricas a nivel universitario

Juan Manuel Contreras Reyes[1], Gabriela L. Rueda Morales[2]
[1]ESIME- Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
[2]ESFM-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México
jmcontreras@ipn.mx

Resumen

El ensayo como recurso didáctico, además de su finalidad particular permite desarrollar competencias genéricas, en este trabajo se seleccionan las que se consideran adecuadas a partir de las que se proponen en el Proyecto Tuning para América Latina, de tal manera que se puedan desarrollar en cualquier asignatura de cualquier carrera y así contribuir a mejorar el desempeño académico y profesional del estudiantado universitario. Se trabaja con dos grupos de estudiante a los cuales se les deja de tarea un ensayo de opinión, un grupo se nombra testigo (GT) y el otro se nombra de prueba (GP) al cual se le imparte un curso corto de 2hrs sobre cómo se realiza un ensayo de opinión. Se elabora una rúbrica que permite evaluar el desarrollo de las competencias de manera individual, así como grupal lo cual permite intervenir para fortalecer las áreas de oportunidad. Por otro lado, también se observa, que cuando los estudiantes saben qué tipo de ensayo se espera que entreguen (GP), desarrollan las ideas y no solo recopilan información.

Objetivo

Presentar al ensayo como un recurso didáctico que contribuye al desarrollo de competencias genéricas

Marco teórico

El uso del ensayo como recurso didáctico es recurrente a nivel universitario, ya que se pueden desarrollar competencias genéricas además de las particulares de la disciplina como comentan Arjones y Fernandez (2021) que en la elaboración de un ensayo se desarrolla:

"el *pensamiento crítico como estrategia para afrontar los retos de la sociedad de la información, siendo capaz de argumentar con coherencia y emitir juicios fundamentados",*

y también Quinquer (2004) expresa:

"el ensayo representa un método o estrategia didáctica de aprendizaje, que lo caracteriza porque el estudiante puede ser capaz de convertir lo complicado en algo sencillo, donde puede simbólicamente expresar emociones, reconstruir la cultura, y utilizar la imaginación para su elaboración".

En el trabajo de Morales E. (2023) se mencionan actividades para desarrollar la cultura científica, donde en la mayoría de los casos se le solicita al estudiante realizar un ensayo. Independientemente del objetivo de cada actividad, se requiere de una evaluación alternativa que integre no solamente conocimiento, sino además competencias de los estudiantes en el desempeño de las competencias genéricas y que a su vez provea información útil tanto a docentes como a estudiantes acerca del mismo (Lozoya 2012). En este trabajo se propone una rúbrica para evaluar el desempeño de las competencias genéricas al realizar un ensayo, para ello se seleccionan 6 de las 21 que enmarca el Proyecto Tuning para América Latina (Beneitone, 2007) las cuales se consideran adecuadas para este fin:

- Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.
- Capacidad de comunicación oral y escrita.
- Habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
- Capacidad de investigación.
- Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.
- Capacidad creativa.

Por otro lado, Rayas 2017, menciona que a pesar de que los estudiantes universitarios ya han realizado ensayos para varias asignaturas desde niveles educativos anteriores, no tienen claro cuál es la forma del ensayo que se les solicita, aunque se les dé un nombre (por ejemplo: ensayo académico) ya que en la mayoría de los casos no se les da información sobre el *¿cómo?* realizarlo.

"el alumno actúa frente a esta situación paradójicamente respondiendo a la demanda de esta figura de autoridad sin recibir de ella los lineamientos necesarios y sin saber a ciencia cierta como hacerlo",

En este sentido se propone trabajar con dos grupos de estudiantes, uno testigo (GT) y otro de prueba (GP), a este último se le impartirá un breve curso sobre la realización de un ensayo, para comparar sus resultados.

A continuación, se menciona el tipo de ensayo que se les solita a los estudiantes y brevemente las partes del ensayo que se consideran.

Un ensayo de opinión se ha de entender como un texto escrito en prosa, relativamente breve y dedicado a un tema en particular. En éste se expresa un punto de vista personal, sobre el tema abordado, basado en una información recopilada, y presentada de manera objetiva. El autor desarrolla las ideas de forma organizada, y utilizando un lenguaje técnico (Castillo, 2020).

Las partes que conforman el ensayo son:

- Título. Corresponde al encabezado del texto.

- Planteamiento o tesis. Depende del objetivo del ensayo: probar una nueva hipótesis o refutar otra existente, comentar o explicar un problema existente, o proponer una nueva conjetura.

- Desarrollo de la idea (o idea ensayada). La finalidad es dar las explicaciones pertinentes, para el cumplimiento de la tesis. Para esto, se emplean párrafos argumentativos (cada uno incide sobre una idea propia del ensayo), párrafos de transición (entre párrafos argumentativos), que sirven como conexión o recapitulación de ideas, conectores lingüísticos, ejemplos concretos y referencias bibliográficas.

- Conclusión. La conclusión remarca la tesis, que ha sido ya expuesta y argumentada previamente, o puede afirmar una nueva tesis que sirva como término de lo que se ha ido explicando (Benito, 2020).

Desarrollo

El trabajo se llevó a cabo en dos grupos de estudiantes universitarios de nuevo ingreso, a los cuales se les asignó de tarea redactar un ensayo de opinión, sobre el tema: *¿soy de la generación de cristal?* En cada grupo se contó con la participación de 7 estudiantes. Se escogió ese tema con la intensión de hacer el trabajo atractivo para los estudiantes y por la polémica que pudiera presentarse. Se impartió un curso corto a uno de los grupos nombrado Grupo de Prueba (GP) y a otro no, nombrado Grupo Testigo (GT), para contrastar los resultados obtenidos.

El curso que se le impartió al GP consistió en dos sesiones, de 1 hora cada una, dentro del horario de la clase, cabe resaltar que se les mencionó que se les dejaría la redacción de un ensayo como tarea final.

<u>Actividades presentadas durante el curso</u>

<u>Primera sesión</u>.

1. Se solicita que cada estudiante construya una breve historia de su llegada a la ESFM el primer día de clases y la exprese de manera verbal, además de darle un título.

De esta actividad, se busca que los estudiantes despierten su creatividad, fomenten la comunicación verbal y realicen una síntesis para dar un título.

2. Lectura de un ensayo, de la colección: Recuento del concurso estatal de ensayo juvenil (2022), el cual contiene 9 ensayos, escritos por jóvenes, que se

refieren a la temática de la pandemia, se escogió esta temática con la intención de despertar su interés.

Se formaron equipos y se repartió un ensayo diferente por equipo. Posteriormente lo leyeron y se les preguntó: ¿de qué trata el ensayo?, además, de identificar las partes que contiene.

Se pretende desarrollar el trabajo en equipo, las habilidades de lectura, pensamiento reflexivo y conexión de ideas (en el marco de la cognición), así como la comunicación oral.

3. Para cerrar esta sesión, se les dejó de tarea la siguiente actividad: redactar una reseña de algún film visto, con el fin de que practiquen como sintetizar información.

Con este ejercicio, se busca que los alumnos sean capaces de sintetizar la historia de una película de manera breve.

Segunda sesión.

4. Exposición por parte del docente, acerca de la estructura general de un ensayo de opinión.

La información se expuso en el pizarrón, y se les entregó también de forma impresa.

5. Lectura individual de la reseña sobre el film (actividad 3).

Las observaciones de esta actividad, se presentan en la sección de resultados

6. Se les asigna de tarea redactar un ensayo de opinión de 3 o 4 cuartillas, sobre el tema: ¿soy de la generación de cristal?

Al GT también se la asignó la actividad 6 con la excepción de que la extensión del ensayo fue libre. De este trabajo final, se analizarán los resultados, al comparar los ensayos entregados por los dos grupos.

RESULTADOS.

En principio se presentan los resultados de las actividades del curso que llevó el GP

Actividad 1.

Este ejercicio permitió “romper el hielo” y compartir su experiencia con los demás y así integrar una historia de secuencia de manera acertada.

Además, escribieron en el pizarrón, de forma individual, el título de la historia, y por consenso escogieron: Mi primer día en la ESFM.

Actividad 2.

Realizaron la lectura de los ensayos y comentaron sobre el planteamiento temático. Se observó que vertieron opiniones propias acerca del tema (mostraron interés)

Sobre las partes del ensayo identificaron: título, autor, contenido y referencias bibliográficas.

Actividad 3.

Los resultados de esta actividad se presentan en la actividad 5.

Actividad 4.

Como los estudiantes ya sabían que se les dejaría un ensayo de tarea, estuvieron receptivos al taller y a la información impresa sobre las partes del ensayo.

Actividad 5.

De la actividad 3, del total de 7, 5 estudiantes entregaron la reseña. No se sugirió una penalidad al respecto, únicamente su interés.

La lectura de las reseñas cumplió con la intención de practicar la comunicación oral. Sin embargo, siendo el objetivo de este ejercicio, sintetizar la información no lo lograron, porque sus escritos fueron relatos un tanto extensos sobre las películas. Se les hizo esta observación.

Actividad 6. La evaluación de los ensayos se presenta a continuación:

En esta actividad, el GP desarrolló las partes del ensayo, asignó espacio a la investigación, desglosó las ideas y cumplió con la extensión del ensayo, de 3 a 4 cuartillas, como se le solicitó. Los estudiantes del GT en su mayoría presentan solo un trabajo de investigación y con una extensión de 2 cuartillas. La diferencia principal entre el GP y GT es que el primero presenta una conclusión en que se incluye su propia opinión. Esto concuerda con lo que dice Rayas (2017)

"*si no hay una instrucción acerca del contenido que se espera del ensayo los estudiantes no tienen una dirección y pueden caer en ocurrencias".*

Por otro lado, para observar en qué medida se desarrollan las competencias seleccionadas del proyecto Tunning, se elaboró una rúbrica presentada en la tabla 1 con el objetivo de evaluar los ensayos entregados por los grupos. En la primera columna se muestran las competencias que se considera que aplican a la elaboración de un ensayo y se asignan números de 0 a 2 para valorar el grado en que estas se cumplen.

Tabla 1. Rúbrica para evaluar las competencias genéricas

	VALOR ASIGNADO		
COMPETENCIA	0 (no se cumple)	1 (cumple parcialmente)	2 (se cumple por completo)
ABSTRACCIÓN Y SINTESÍS	No sintetiza	Sintetiza y muestra un poco de abstracción en las ideas	sintetiza y abstrae bien
COMUNICACIÓN ESCRITA	No se entienden claramente las ideas	Algunas ideas se entienden	Buen desarrollo de las ideas
USO DE LA TECNOLOGÍA (aplicada a la búsqueda de información	No plantea referencias, únicamente platica	Plantea referencias, pero no reporta la bibliografía	Plantea referencias, y reporta la bibliografía
INVESTIGACIÓN	El ensayo es una percepción personal - No investiga	Realiza una consulta mínima de definiciones, temas o estudios al respecto	Realiza una consulta amplia de definiciones, temas o estudios al respecto
PROCESAR Y ANALIZAR INFORMACIÓN	Plantea la información sin procesar	las ideas planteadas llegan a conectarse con la información investigada, y los argumentos posteriores	desarrollo acertado de los párrafos, en conjunto con la información investigada
CREATIVIDAD	No presenta ideas propias, solo recopila información	Comenta sobre la información de manera superficial.	Expone ideas interesantes y contrasta con lo investigado

La evaluación de los ensayos entregados por el GT se presenta en la tabla 2. Y la de los estudiantes del GP en la tabla 3, en la primera fila se da una nomenclatura para diferenciar a los estudiantes, en la última columna se presenta el total por competencia cuyo valor máximo es 14 y en la última fila, el total por estudiante con un valor máximo de 12.

En la tabla 2 que se refiere al GT, se observa que la competencia de: *Procesar y analizar información* es la que tiene un valor menor, por lo que se infiere que los estudiantes recopilan información, pero no la procesan y analizan, por otro lado, en el Total T, hay dos valores con 4 y dos con 3, de 12 (máximo) por lo que se infiere que posiblemente, solo redactaron un escrito sin la intención del ensayo. En la tabla 3 que se refiere al GP, se observa como área de oportunidad interceder para desarrollar las competencias de *Procesar y analizar información,* así como la *Creatividad*, ya que a pesar que los estudiantes participaron en las actividades del curso, es necesario reforzarlas.

La diferencia entre el GP y el GT, es que al primero se le dio un curso breve sobre la elaboración del ensayo, y esto se refleja claramente en los resultados de las tablas. El promedio de los resultados por estudiante (Total P) para el GP son de 8/12, mientras que para el GT es de 4.8/12, también el resultado más bajo para el GP es de 6/12 y para el GT de 3/12, lo que indica que tener una instrucción previa, les da la pauta para desarrollar las competencias.

Tabla 2. Resultados del Grupo Testigo (GT)

GRUPO TESTIGO								
COMPETENCIA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total C
Abstracción y síntesis	1	1	1	0	0	2	1	6
Comunicación escrita	1	1	1	1	1	2	1	8
Uso de la tecnología	1	1	0	1	0	1	1	5
Investigación	1	0	0	1	1	1	1	5
Procesar y analizar información	1	0	0	0	0	1	1	3
Creatividad	1	1	1	1	1	1	1	7
Total T	6	4	3	4	3	8	6	

Tabla 3. Resultados del Grupo de Prueba (GP)

GRUPO DE PRUEBA								
COMPETENCIA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	Total C
Abstracción y síntesis	2	2	1	1	2	1	1	10
Comunicación escrita	1	2	2	2	2	1	2	12
Uso de la tecnología	1	1	1	2	1	2	1	9
Investigación	2	2	1	1	1	2	2	11
Procesar y analizar información	1	2	0	1	1	1	1	7
Creatividad	1	1	1	1	1	1	1	7
Total P	8	10	6	8	8	8	8	

Por otro lado, se puede observar que para el Total C en los dos casos la creatividad tiene el mismo valor, lo que nos indica que es una competencia que manejan por igual, aunque hay que trabajar en ello ya que el valor obtenido es 7/14. Aunque los valores fueron diferentes para el GT y el GP las competencias de abstracción y síntesis y la de comunicación escrita fueron las que tuvieron puntajes sobresalientes con la diferencia que el GP presenta valores 4 puntos más alto en los dos rubros.

Aprendizajes esperados

El ensayo es un recurso formativo que contribuye al desarrollo de las competencias genéricas que se presentan en este trabajo, lo que implica que es útil para cualquier carrera universitaria, coadyuvando para un buen desempeño académico y profesional.

En este trabajo se presenta una rúbrica para evaluar el nivel de desarrollo de las competencias genéricas al realizar un ensayo. En las tablas de resultados se puede observar el valor obtenido de cada estudiante respecto a cada competencia y con ello se pueden analizar tres casos: atender a la diversidad (la columna referente a cada estudiante), atender áreas de oportunidad para desarrollar las competencias que en la columna de total tienen menores valores y con la última fila (total por estudiante) intervenir para ofrecer al grupo actividades que favorezcan su desempeño.

Por otro lado, comparando los resultados del GP con los del GT podemos observar que, cuando se les instruye sobre el cómo realizar un ensayo, entregan trabajos en donde desarrollan las ideas principales de forma clara y concisa que les permite externar su opinión y relacionarlo con la información recopilada. Por lo que se sugiere indicarles claramente que tipo de documento se espera que entreguen y darles la rúbrica para que se autoevalúen.

Referencias

Arjones Fernández, Aurora - Fernández Moreno Anabel (2021). El ensayo como instrumento para la formación docente en Educación para la Ciudadanía y Derechos Humanos. Revista de Investigación en Didáctica de las Ciencias Sociales, núm. 8.

Beneitone, Pablo (2007). Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina, Informe Final Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007. Publicaciones de la Universidad de Deusto, Bilbao. Págs. 44-45.

Benito, Miguel (2020). Guía práctica: cómo hacer un ensayo científico. ELSEVIER.

Castillo, Isabel (2020). Ensayo científico: características, estructura, temas, etapas. Lifeder. Recuperado de https://www.lifeder.com/ensayo-cientifico/.

Quinquer, D. (2004). La evaluación de los aprendizajes en ciencias sociales. En P. BENEJAM y J. PAGÉS. Enseñar y aprender ciencias sociales, geografía e historia en la educación secundaria. Barcelona: ICE/Horsori. Págs. 123-149.

Morales E. (2023) Actividades virtuales implementadas en el Laboratorio de Física I, para desarrollar la cultura científica. Tesis de Licenciatura. ESFM, Instituto Politécnico Nacional

Lozoya. E. 2012 ¿Cómo implementar y evaluar las competencias genéricas? Limusa. ISBN: 978-607-05-0392-4

Rayas L. y Méndez A. M. (2017), Innovación Educativa, ISSN: 1665-2673 vol. 17, número 75

Recuento del concurso estatal de ensayo juvenil (2022). La pandemia: efectos sociales y de salud mental en las y los jóvenes. Instituto Sonorense de la Juventud.

Proyecto aula como herramienta de enseñanza e inducción a la investigación

María Guadalupe Rodríguez Angeles[1]
[1]Academia de Química, CECYT11-IPN, Ciudad de México, México
mgrodrigueza@ipn.mx

Resumen

Entre las estrategias didácticas para la enseñanza en el IPN está el aprendizaje basado a proyectos (ABP). El proyecto aula es una poderosa herramienta de enseñanza y aprendizaje, en el que los alumnos participan de manera colaborativa e interdisciplinaria con los maestros de las diferentes Unidades de Aprendizaje y entre los integrantes del grupo. El ABP promueve y fortalece el interés por la investigación en los alumnos.

El objetivo fue promover la investigación e innovación en los alumnos de la carrera de Técnico en Energía Sustentable (TES), mediante el desarrollo de un proyecto de investigación de importancia en el medio ambiente.

El trabajo se realizó con 62 alumnos de tercer semestre de la carrera de TES, se dividió al grupo en 10 equipos correspondientes a las 10 Unidades de Aprendizaje (UA), para trabajar en un proyecto que permitiera a los alumnos aplicar los conocimientos adquiridos en las diferentes UA, promover la innovación y la curiosidad por desarrollar investigación.

Los alumnos participaron en un proyecto para el diseño de un huerto de ambiente controlado, sustentable para el hogar, aprendiendo a trabajar de manera colaborativa en equipo e integrando los conocimientos que cada UA les proporciona, en el proyecto aula.

El aprendizaje basado en proyectos como es el proyecto aula, proporciona aprendizaje autónomo, pero también aprenden a investigar, a aplicar sus conocimientos de manera integrada, a expresarse, argumentar, hacer propuestas y ser tolerante.

Objetivo

Aplicar la estrategia didáctica del aprendizaje basado en proyectos, en el diseño de huerto de ambiente controlado, sustentable para el hogar.

Marco teórico

Las estrategias didácticas que se usan en el aula para facilitar el proceso enseñanza-aprendizaje son múltiples (Universidad Abierta y a Distancia de México, 2023).

Entre las estrategias más usadas están: aprendizaje orientado a proyectos, estudio de casos, trabajo colaborativo, gamificación, aula invertida, método STEAM, aprendizaje basado en retos, desing thinking, debate, entre otros (Hernàndez, Islas y Durán, 2022).

El proyecto aula es un enfoque pedagógico que tiene ventajas como las siguientes: permite planificar de manera didáctica las actividades que realizan los alumnos, que ellos integren los conocimientos, contenidos programáticos, hagan uso de diversos recursos para el logro de un objetivo que se establece al inicio de cada proyecto relacionado con la especialidad técnica del alumno. Además, como parte de esta estrategia está la presentación y evaluación de una Unidad de Aprendizaje y del proyecto mismo.

Por otra parte, la sustentabilidad y la educación sustentable es uno de los ejes transversales del Programa de institucional de desarrollo, que busca crear consciencia en los alumnos, para el cuidado del medio ambiente y que, al realizar proyectos y trabajos en su vida profesional, tomen en cuenta los perjuicios o beneficios al planeta.

Desarrollo

La estrategia didáctica de aprendizaje basado en proyecto, que es el proyecto aula, se realizó en un grupo de tercer semestre de 62 alumnos, de la carrera de Técnico en energías sustentables. Este grupo fue dividido en 10 equipos y cada uno de ellos trabajó una UA y su aplicación o contribución al proyecto aula.

Los alumnos realizaron una investigación documental previamente sobre un huerto, sustentabilidad e integraron la información para tener parámetros al momento de proponer el diseño del huerto sustentable. Los maestros guiaron y dirigieron las investigaciones, propuestas y diseños de los estudiantes de la propuesta sustentable.

En este proyecto los alumnos determinaron las plantas que formarían el huerto según sus conocimientos de Biología, sus necesidades nutricionales considerando la UA de Química, como funciona una fotocelda, haciendo uso de sus conocimientos de Física y de las UA de la carrera técnica para abastecer de energía al huerto y hacer circular agua y nutrientes. Con sus conocimientos de Física y Matemáticas predijeron el desplazamiento del sol, la orientación, los ángulos en donde pueda haber luz y sombra.

En su propuesta de huerto, usando Dibujo técnico hicieron una primera propuesta de diseño, para saber cómo sería, su distribución y abastecimiento de agua y nutrientes de forma óptima.

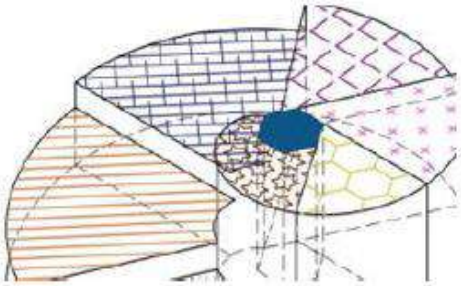


Figura 1. Propuesta huerto sustentable del grupo 3IM21TES, generación 2021.

Aprendizajes esperados

Los alumnos aprendieron a realizar investigación documental, mediante la gestión de información, analizaron y resumieron información consultada en forma electrónica, trabajaron en equipos colaborativos, se fomentó su tolerancia, iniciativa, innovación, además integraron información de las diferentes UA, interactuaron con los maestros, trabajaron de forma interdisciplinaria para la propuesta de un proyecto de investigación que en el nivel medio superior se le llama proyecto aula y que como estrategia de aprendizaje es ABP

Referencias

Hernández, D., Islas, L.V. y Durán, K. (2022). *Estrategias didácticas.* Dirección de Educación Media Superior. IPN. Recuperada de: https://www.ipn.mx/assets/files/dems/files/Estrategias_did_cticas_IPN.pdf

Universidad Abierta y a Distancia de México. (2023). *100 técnicas didácticas de enseñanza y aprendizaje*. Universidad Abierta y a Distancia de México 360 grados publicaciones. Secretaria de Educación Pública. Recuperada de: https://100tecnicasdidacticas.unadmexico.mx/index.html

CONFERENCIA

Propuesta metodológica para el análisis de los programas de las materias de un plan de estudios

Ramón Sebastián Salat Figols[1]
[1]Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, México D.F., México
rssalat@ipn.mx
Becario de EDD y SIBE de COFAA.

Resumen

En este trabajo se presenta una propuesta metodológica para analizar el programa de la materia de Simulación II que se imparte en la carrera de Ingeniería en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional. Se observa que existe una inconsistencia entre el objetivo y los temas y actividades propuestas. Como resultado del análisis, se presenta una propuesta de modificación y se sustenta su factibilidad a partir de los resultados de una evaluación realizada en clase en un curso impartido de Simulación II.

Palabras clave

Análisis curricular, simulación en finanzas, objetivos educacionales, tareas de aprendizaje.

Introducción

Uno de los temas de gran importancia en la Educación Matemática es la elaboración de los programas de las materias en una carrera determinada. Para ello es necesario realizar una investigación de tipo curricular, que puede ser muy amplia. Sin embargo, a nivel de elaboración y/o revisión del programa de una materia específica, también puede emplearse una metodología específica con el apropiado soporte teórico.

En este trabajo, se realiza un análisis del programa de la materia Simulación II, de la carrera de Ingeniería Matemática que se imparte en la carrera de Ingeniería Matemática de la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional.

Además de realizar el análisis mediante una metodología con sustento teórico, es necesario considerar los avances recientes que existen en la temática de la materia.

Desde luego, que puede haber muchas propuestas distintas de programa para la materia mencionada. Pero su análisis comparativo requiere, que dichas propuestas, se hayan elaborado con metodologías apropiadas y que no sean meras opiniones, aunque, claro está, éstas también ser consideradas también.

Primero, se analizará el programa vigente. Luego, se presenta una propuesta de modificación. Finalmente, se muestran datos experimentales, obtenidos en el aula, para sustentar la factibilidad de la propuesta.

Marco Teórico

El marco teórico básico que sustentará el trabajo se debe a Ralph Tyler (Tyler, 1973), principalmente, aunque también se consideran cuestiones de solución de problemas.

Uno de los primeros pasos importantes en la definición del currículo es la determinación de las metas educacionales que debe perseguir la escuela. Una fuente importante en esta fase es considerar las necesidades de los estudiantes; es necesario considerar las carencias en habilidades, conocimientos y valores de los estudiantes y compararlas con las pautas deseables de formación para ellos. Al respecto, es necesario investigar, por ejemplo, los requisitos necesarios para que los estudiantes se desenvuelvan en el ámbito laboral actual; aunque, al respecto hay que considerar la importancia de que los egresados, sean agentes de transformación. Otra fuente importante, es el conocimiento de los expertos en la materia. Esta fuente es de la mayor importancia cuando se elabora el currículo de estudios de nivel superior, los buenos textos modernos en la materia y los artículos de investigación son buenas fuentes.

Los objetivos del programa de una materia deben indicar las experiencias por las que pasará el estudiante para lograr los cambios de conducta; y no deben redactarse de tal modo que especifiquen las tareas que realizará el profesor.

La evaluación del programa no puede limitarse a observar la consecución de los objetivos. En la Educación Matemática, la solución de problemas juega un papel primordial (Polya,1965; Schoenfeld, 1992). De modo que la evaluación debe considerar la observación de la evolución de los procesos cognitivos que se dan en los estudiantes encaminados a la solución de problemas.

Metodología

En la parte de la propuesta de programa, la metodología se basa en la teoría de Ralph Tyler y en solución de problemas, poniendo especial interés en la relación entre objetivos propuestos y tareas de aprendizaje.

Los pasos seguidos, brevemente, son los siguientes:

1) Definición del objetivo u objetivos. Aquí se consideran los avances actuales que existen en la materia y las necesidades de los estudiantes con respecto al campo laboral.
2) Definición de los temas y las actividades del alumno en cada tema, que conduzcan a la consecución del objetivo. Es importante analizar la congruencia entre el objetivo y/o los objetivos con los temas y las actividades propuestas; es decir, los temas y las actividades propuestas deben contribuir de manera efectiva al logro del objetivo o de los objetivos.
3) Definición de los procedimientos de evaluación. Aquí es necesario señalar que se trata de evaluar el proceso enseñanza-aprendizaje (no exclusivamente al estudiante).
4) Realización de un estudio piloto para verificar la factibilidad de la propuesta.

Para la parte de factibilidad de la propuesta, se analizarán los resultados obtenidos en un examen aplicado a un grupo de Simulación II de la carrera de Ingeniería Matemática.

El examen aplicado es el siguiente:

1. Considere la ecuación diferencial estocástica $dX_t = \mu X_t dt + \sigma\sqrt{X_t}dW_t$, para modelar los siguientes precios diarios consecutivos de una acción 5, 5.039, 5.142, 5.174, 5.123, 5.086, 5.021, 5.064, 5.123, 5.041.

A) Estime por el criterio de máxima verosimilitud los parámetros $\mu, y\ \sigma$ (use $\Delta t = 0.01, nr = 1000,\ xatol = 10^{-5}\ y\ fatol = 1$) (6 puntos). B) Estime por simulación, el valor esperado del valor máximo del precio de la acción durante los 10 días siguientes al día correspondiente al último dato; use $\Delta t = 0.1$. (3 puntos).

2.- Dothan propone un modelo para las tasas de interés dado por la ecuación $dX_t = \sigma X_t dW_t$ con $X_0 = x_0, \sigma > 0$. Calcule analíticamente el valor esperado de X_t.(Ayuda: resuelva la ecuación usando el lema de Itô con la transformación $Y_t = \ln(X_t)$ y luego calcule el valor esperado). (1 punto).

En el primer problema, se le da al alumno una serie de datos reales de precios para una acción, para que encuentre el valor de los parámetros para el modelo propuesto, y luego, se le pide que, por medio de simulación, estime el valor esperado del máximo precio en un periodo de 10 días.

En el segundo problema, el alumno tiene que usar el lema de Itô para resolver una ecuación diferencial estocástica.

Los temas necesarios se vieron en el curso, procurando respetar el programa vigente, pero claro está, el tiempo para ver los temas necesarios, que no están en el programa, fue insuficiente.

Análisis

En el programa actual, el objetivo es el siguiente:

“Al final del curso el alumno: Resolverá problemas de índole práctico, a través de las metodologías estudiadas y analizará diferentes sistemas para determinar si es adecuada o no la simulación estocástica en su resolución. Propondrá un modelo para la resolución de problemas prácticos, tanto financieros como de ingeniería y empleará un software especial para su resolución, por medio de una computadora. Simulará el comportamiento de tasas de interés con diferentes modelos y estimará el VaR (Value at Risk) por medio de diferentes metodologías.”

La última parte del objetivo es muy específico, se refiere a simulación de las tasas de tasas de interés con diferentes modelos. Pero, considerando dicho nivel de especificidad, es necesario agregar, por lo menos, que simulará precios de acciones y el valor de opciones financieras. Además, el alumno debe ser capaz de decidir qué modelo usará y debe ser capaz, también, de comparar y analizar los resultados obtenidos por diferentes modelos, respecto a un problema específico.

La propuesta de modificación del objetivo es la siguiente:

“Al final de curso el alumno: Resolverá problemas prácticos, utilizando diferentes modelos, decidiendo si es pertinente el uso de la simulación y analizando los resultados obtenidos con cada modelo por comparación con datos reales. Simulará mediante computadora, el comportamiento de diferentes modelos para precios de acciones, valor de opciones financieras y tasas de interés.”

Los temas del programa actual son los siguientes:

1. Modelación por medio de simulación
1.1 Uso de los números aleatorios.
1.2 Pruebas de corridas.
1.3 Pruebas de autocorrelación.

2.1 Principios de validación de la simulación
2.2 Verificación de programas de simulación
2.3 Desarrollo de modelos de simulación válidos y confiables.
2.4 Procedimientos estadísticos para comparar con el mundo real.

3.1 Comportamiento en estado transitorio y en estado estable de un proceso estocástico.
3.2 Análisis estadístico de parámetros de estado estable.
3.3 Gráfica de tiempo de variables importantes.
3.4 Comparación de sistemas alternativos.
3.5 Técnicas de reducción de varianza.
3.6 Aplicaciones.

4.1 Simulación de sistemas de inventarios.
4.2 Simulación de un sistema de línea de espera.
4.3 Valuación de opciones financieras, por medio de simulación.
4.4 Cálculo del VaR (Value at Risk) por medio de diferentes metodologías.

El tema 1 se ve parcialmente en Simulación I. Si a Simulación I se le agregan las pruebas de hipótesis, ya no es necesario volver a ver el tema en Simulación II.

Los temas 4.1 y 4.2 se ven en Simulación I, por lo tanto, pueden eliminarse.

Ahora bien, los modelos relativos a precios de acciones y de tasas de interés están dados en términos de ecuaciones diferenciales estocásticas. Existen tres modelos ampliamente utilizados para modelar las tasas de interés

El primer modelo considerado es el de Vasicek (Vasicek, 1977), dado por la ecuación:

$$dX_t = c(X_t - \mu)dt + odW_t \tag{1}$$

Donde c, μ y σ son constantes, X_t es la tasa de interés al tiempo t y W_t es un movimiento Browniano en el intervalo $[0, t]$.

El segundo modelo es el de Brennan-Schwartz (Brennan y Scwartz,1980), dado por la ecuación:

$$dX_t = c(X_t - \mu)dt + oX_t dW_t \tag{2}$$

Y el tercer modelo, es el de Cox, Ingersoll y Ross (Cox, Ingersoll y Ross, 1980):

$$dX_t = c(X_t - \mu)dt + o\sqrt{X_t}dW_t \tag{3}$$

Para el precio de acciones, con frecuencia se usa el modelo de movimiento Browniano geométrico, dado por:

$$dP_t = \mu P_t dt + \sigma P_t dW_t \tag{4}$$

Donde P_t es el precio de la acción en el tiempo t, μ es una constante llamada deriva, σ es otra constante llamada deriva y W_t es un movimiento Browniano en el intervalo $[0, t]$.

Por lo tanto, para lograr el objetivo del programa es ineludible tratar con ecuaciones diferenciales estocásticas. Y para simular valores bajo modelos dados por ecuaciones diferenciales estocásticas, cuando no es posible tener una solución exacta, debe recurrirse al método de Euler-Murayama. En los dos primeros modelos es posible encontrar la solución de la ecuación diferencial estocástica, pero en el tercero no es posible.

La cuestión es que, con los temas y tareas específicas propuestas en el programa actual, no será posible para el alumno realizar las simulaciones bajo los diferentes modelos existentes.

Además, si se quiere que el alumno resuelva problemas prácticos, tendrá que usar datos reales y requerirá de métodos para estimar los parámetros de las ecuaciones diferenciales estocásticas que definan el modelo.

Por lo tanto, queda claro que existe una inconsistencia entre el objetivo (muy válido) y las actividades y temas propuestos en el programa.

Pero, entonces, ¿Cuáles pueden ser los temas y las actividades propuestas para lograr el objetivo? A continuación, se hace una propuesta específica, considerando el objetivo.

-Tema I.

1.1 Introducción a las ecuaciones diferenciales estocásticas. Movimiento Browniano. Una breve introducción a la integral de Itô. La propiedad de la martingala.

Actividades del alumno:

Que el alumno: Simule en la computadora un movimiento Browniano. Calcule integrales de Itô de funciones sencillas, traduzca ecuaciones estocásticas expresadas en forma diferencial a la forma integral. Resolverá problemas relativos al tema. Encuentre el valor esperado de la solución usando la propiedad de la martingala, para casos sencillos.

1.2 Lema de Itô.

Actividades del alumno: Transforme ecuaciones diferenciales estocásticas usando el lema de Itô, particularmente eliminando la dependencia de la variable y del tiempo en el coeficiente de la parte estocástica. Resolverá problemas relativos al tema.

1.3 Solución general de la ecuación diferencial estocástica lineal.

Actividades del alumno: Resuelva ecuaciones diferenciales estocásticas lineales.

1.4 Simulación numérica de ecuaciones diferenciales estocásticas. Método de Euler-Murayama.

Actividades del alumno: Use el método de Euler-Murayama para simular valores de la solución de ecuaciones diferenciales estocásticas, cuando éstas no puedan resolverse.

1.5 Estimación de parámetros por el método de máxima verosimilitud. Método del “kernel” para estimar funciones de densidad de probabilidad.

Actividades del alumno: Simule valores para una variable aleatoria y estime la función de densidad de probabilidad usando el método del “kernel”. Encuentre los valores de los parámetros de una ecuación diferencial estocástica que mejor se ajustan a un conjunto de datos dados, usando el criterio de máxima verosimilitud.

1.6 Prueba estadística para un modelo definido por una ecuación diferencial estocástica.

Actividades del alumno: Dado un conjunto de datos, estime los valores de los parámetros por el método de máxima verosimilitud y que realice una prueba de hipótesis no paramétrica de bondad de ajuste al modelo.

Tema II.

2.1 Modelo de movimiento Browniano geométrico para precios de acciones. Ecuación diferencial estocástica y su solución. Determinación de parámetros. Simulación de precios.

Actividades del alumno: Resuelva la ecuación diferencia estocástica para el precio de acciones, bajo el modelo de movimiento Browniano geométrico.

2.2 Opciones europeas, americanas y asiáticas. Simulación del valor de la opción con y sin arbitraje. Comparación de resultados con la fórmula de Black-Scholes.

Actividades del alumno: Simule el valor de opciones europeas, americanas y asiáticas considerando que haya y no haya arbitraje y que compare sus resultados con los de la fórmula de Black-Scholes para el caso de movimiento Browniano geométrico y sin arbitraje.

2.3 Verificación del modelo de movimiento Browniano con datos reales.

Actividades del alumno: Descargue de la WEB precios de acciones y realice prueba de hipótesis para ver si se ajustan o no a un movimiento Browniano geométrico.

Tema III.

3.1 Modelo de Vasicek (Vasicek, para tasas de interés. Ecuación diferencial estocástica y su solución. Estimación de parámetros por el método de máxima verosimilitud. Simulación de tasas de interés.

Actividades del alumno: Resuelva la ecuación diferencial estocástica del modelo de Vasicek y simule valores para las tasas de interés. Encuentre los parámetros por el método de máxima verosimilitud para un conjunto de datos reales de tasas de interés. Realice una prueba de hipótesis de bondad de ajuste al modelo.

3.2 Modelo de Brennan-Schwartz para tasas de interés. Ecuación diferencial estocástica y su solución. Estimación de parámetros por el método de máxima verosimilitud. Simulación de tasas de interés.

Actividades del alumno: Resuelva la ecuación diferencial estocástica del modelo de Brennan-Scwartz y simule valores para las tasas de interés. Encuentre los parámetros por el método de máxima verosimilitud para un conjunto de datos reales de tasas de interés. Realice una prueba de hipótesis de bondad de ajuste al modelo.

3.3 Modelo de Cox-Ingersoll-Ross para tasas de interés. Ecuación diferencial estocástica. Estimación de parámetros por el método de máxima verosimilitud. Simulación de tasas de interés.

Actividades del alumno: Simule valores para las tasas de interés con el modelo de Brennan-Scwartz. Encuentre los parámetros por el método de máxima verosimilitud para un conjunto de datos reales de tasas de interés. Realice una prueba de hipótesis de bondad de ajuste al modelo.

Adicionalmente, entre las actividades a desarrollar por parte del alumno está la resolución de problemas relativos a cada tema.

Pero, ¿Es factible tratar estos temas con estudiantes del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Matemática? La respuesta a esta pregunta depende en gran medida del enfoque que se le dé. Si pensamos que para ver estos temas se requiere forzosamente de una fundamentación matemática rigurosa (Kloeden & Platen, 1992), entonces la respuesta es que no es posible; un planteamiento de este tipo puede ser importante, por ejemplo, a nivel de posgrado. Pero si se presentan estos temas de una manera orientada al logro del objetivo, sin las ataduras de una excesiva formalización matemática, entonces la respuesta es que sí es posible (Higham y Kloeden, 2021; Hassler, 2016). A manera de ejemplo, considérese el caso de que un primer curso de Cálculo, generalmente, no se hace énfasis en una fundamentación rigurosa, sino más bien, pretende poner al alcance del alumno una serie de conceptos y técnicas para resolver una importante gama de problemas aplicados. Posteriormente, tiene sentido plantearle al alumno una fundamentación de dichas técnicas y conceptos.

La cuestión del enfoque debe formar parte del programa de la materia, porque de otra manera se abre la posibilidad de plantear un enfoque no factible a nivel del octavo semestre de la carrera de Ingeniería Matemática.

La bibliografía propuesta es la siguiente:

Textos básicos:

-Higham, D & Kloeden, P. (2021). *An Introduction to the Numerical Simulation of Stochastic Differential Equations*. SIAM.

- Hassler, U. (2016). *Stochastic Process and Calculus: An Elementary Introduction and Applications*. Springer.

Para la realización de pruebas no paramétricas de bondad de ajuste:

- Allen, E. (2007). *Modeling with Itô Stochastic Differential Equations. Springer. pp. 1893-185.*

Es importante observar que los tres libros se imprimieron en fechas posteriores a la fecha en la que se elaboró el programa vigente.

En cuanto a la evaluación del proceso, se pueden aplicar exámenes escritos en los que el alumno tenga que resolver problemas relacionadas con las actividades que realizó durante el curso. Pero, de ser posible, dependiendo del tamaño del grupo, es deseable analizar las estrategias heurísticas que el alumno sigue al resolver los problemas y su posible evolución.

Respecto a la metodología para impartir el curso en el aula, es conveniente proponer proyectos a grupos de estudiantes, para que investiguen y aporten soluciones en forma colectiva, además de las exposiciones por parte del profesor en el aula, promoviendo la participación de los alumnos.

La parte teórica debe estar entrelazada con el uso de la computadora con un lenguaje de programación apropiado, haciendo énfasis en las representaciones gráficas que fortalezcan los principios básicos teóricos. Al respecto, el concepto de convergencia en probabilidad debe estar presente a lo largo del curso.

Resultados del estudio piloto.

Los resultados obtenidos en el examen se resumen en la Tabla 1. Los dos incisos del primer problema lo resolvieron prácticamente el 80 % de los estudiantes. El segundo problema resultó un tanto más difícil pero, aun así, lo resolvieron alrededor del 60 %. En el segundo problema varios estudiantes cometieron algún error al transcribir su resultado a la tabla; en estos casos, se les consideró como correctamente resuelto.

Tabla 1. Resultados del examen.

	Problema			
Alumno	1A)	1B)	1C)	2
1	1	1	0	0
2	1	1	1	1
3	1	1	1	0
4	1	1	0	0
5	1	1	1	0
6	1	1	0	0
7	1	1	0	0
8	0	0	0	1
9	1	1	0	0
10	1	1	1	1
11	1	1	1	1
12	1	1	1	1
13	1	1	1	1
14	0	0	0	1
15	1	0	0	0
16	1	1	1	1
17	1	1	1	0
18	0	0	0	1
19	0	0	0	1
20	1	1	1	1
21	1	1	0	1
22	1	1	1	1
23	1	1	1	1
24	1	1	1	1
25	1	1	1	1
26	0	0	0	0
27	0	0	0	0
28	1	1	1	0
29	1	1	0	0
30	1	1	1	1
31	1	1	1	1
32	1	1	1	1
33	1	1	1	0
34	1	1	1	0
35	1	1	1	1
36	1	1	1	0
37	0	0	0	1
38	0	0	0	1
39	1	1	1	1
40	1	1	1	1
41	1	1	1	0
42	1	1	1	0
43	1	1	0	0
Puntuación	35	34	26	24
Porcentaje	81.4	79.1	60.5	55.8

Estos resultados apoyan la factibilidad del programa presentado. Puede hacerse un análisis minucioso de las heurísticas empleadas por los estudiantes, pero queda fuera del objetivo fundamental de este trabajo.

Conclusiones

El objetivo de la materia es apropiado para un curso de Simulación II en octavo semestre de la carrera de Ingeniería Matemática. Pero, los temas y las actividades que contienen el programa no son congruentes con el objetivo. Se hizo una propuesta de temas y actividades acordes al objetivo del programa. Y se dieron argumentos acerca de la factibilidad de la propuesta, en términos de los resultados obtenidos en un examen.

Como puede observarse de la bibliografía sugerida, el programa propuesto considera avances actuales en el tema.

Seguramente, el programa presentado es perfectible, pero es un comienzo para iniciar una discusión substancial.

Referencias

Tyler, R. (1973). *Principios básicos del currículo*. Ediciones Troquel.

Polya, G. (1965). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.

Schoenfeld, A. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics*. Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning. New York: Macmillan.

Vasicek, O. (1977). An equilibrium characterization of the term structure. Journal of Financial Economics, Vol. 5, pp. 177–188.

Brennan, M. J, & Schwartz, E. S. (1980). Analyzing convertible bonds. The Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. 15, pp. 907–929.

Cox, J. C., Ingersoll, J. E., Jr., & Ross S. A. (1980). An analysis of variable rate loan contracts. The Journal of Finance, Vol. 35, pp. 389–403.

Higham, D & Kloeden, P. (2021). *An Introduction to the Numerical Simulation of Stochastic Differential Equations*. SIAM.

Kloeden, P. & Platen, E. (1992). *Numerical Solution of Stochastic Differential Equations*. Springer.

Hassler, U. (2016). *Stochastic Process and Calculus: An Elementary Introduction and Applications*. Springer.

Actualización docente mediante autoaprendizaje con el método de investigación-acción

Luz María de Guadalupe González Álvarez
Departamento de Ingeniería y Ciencias Sociales. ESFM-IPN. CdMx, México
lmgonzaleza@ipn.mx

Resumen

En este documento se presenta un proceso de autoaprendizaje en la práctica docente, usando investigación acción en un grupo clase de didáctica de la matemática y la física. Los resultados mostraron necesidades formativas en los estudiantes, relacionadas con el uso de los lenguajes especializados, lo que se resolvió mediante búsqueda de información para profundizar en el tema, por parte de la profesora, y la implementación de actividades para complementar la formación de los estudiantes.

Palabras clave

Actualización, autoaprendizaje, investigación acción, ciclo básico, lenguaje especializado.

Introducción

La actualización constante es fundamental en cualquier ámbito laboral para realizar el trabajo de manera óptima. En el caso de la docencia, se necesita, además, que esta actualización permita la resolución de problemas de aprendizaje de las generaciones de estudiantes que en la actualidad son: diversas, heterogéneas, con presencia femenina creciente, movilidad geográfica, con dedicación al estudio en varios niveles, etc. Estos escenarios cambiantes requieren del profesor una óptica centrada en el estudiante que le permita adaptarse a cada grupo clase, y a la vez, favorecer la adaptación de los estudiantes (Ramos, Chiva, y Gómez, 2017). Para ello, la investigación educativa realizada por el mismo profesor se convierte en una alternativa que aporta elementos de manera oportuna y confiable para que la adaptación se realice poco a poco, sin necesidad de cambios grandes que pueden provocar desconcierto.

El objetivo de este documento es compartir una experiencia en el uso de la investigación-acción ante la necesidad de apoyar el aprendizaje de un grupo de estudiantes, relacionada con el uso del lenguaje científico en sus diversas representaciones. Para ilustrar el proceso se presenta uno de los momentos de

evaluación – corrección del plan – implementación – evaluación. Los resultados muestran que la implementación resultó favorable para el grupo, y para realizarla requirió búsqueda de información y estudio por parte de la profesora.

Marco Teórico

La función de la educación científica es entregar la cultura científica a las nuevas generaciones, no como un cúmulo de ideas, sino como una propuesta susceptible de ser modificada y enriquecida. Esta función implica el acceso a la información especializada para que se realice la incorporación de los conocimientos e innovaciones científicas en la cultura de los individuos y en la sociedad, de manera que la elaboración de sus percepciones y opiniones, les brinden la posibilidad de sustentar un juicio crítico frente a la ciencia y la tecnología. Así, la educación científica se puede ver como un proceso de inmersión en las formas propias de proceder del ambiente científico (González y Rasilla, 2011).

La educación implica comunicación, debido a que por medio de ella la cultura se comparte, se perpetúa y se enriquece. La comunicación se realiza mediante el lenguaje, que es un hecho cultural, y a su vez, la cultura es producto del lenguaje. (Sánchez Trujillo, 2016). El lenguaje natural es el mediador inmediato en la práctica docente, pero por su vaguedad, polisemia y riqueza connotativa, puede producirse un vaciamiento del discurso escolar, por lo que la comprensión se ve afectada, y el estudiante solamente memoriza los contenidos (Galagovsky, Bonán, y Adúriz-Bravo, 1998). Por ello se requiere introducir paulatinamente el lenguaje especializado de la disciplina científica correspondiente.

El lenguaje científico se caracteriza por el uso de diferentes representaciones, además del lenguaje natural, como gráficas, cuadros, tablas, ecuaciones, y textos formados por oraciones breves que pueden ser de dos tipos: crípticas, cuando se usan términos exclusivos de la ciencia, que incluyen símbolos y signos poco naturales morfológicamente y con una carga conceptual que pude ser densa; y délficas, cuando se usan términos provenientes del lenguaje natural y que se usan en cualquier discurso, pero con un significado específico dentro de la disciplina científica correspondiente y una carga conceptual más densa (Cabré y Estopà, 2005, citados por Rodríguez-Tapia, 2016).

En el caso de las didácticas específicas de la matemática y de la física se combinan los dos tipos de textos: el críptico, que domina los textos de dichas disciplinas, con el délfico, que domina los textos de la didáctica. Por ello, en estos cursos, conviene tomar en cuenta el uso del lenguaje como uno de los puntos centrales en la función pedagógica de la evaluación.

Metodología

El paradigma de investigación que se eligió para este proyecto es el socio crítico, originado en Alemania a partir de la Escuela de Frankfurt en contraposición a la teoría clásica positivista. Este paradigma exige del investigador una incesante reflexión-acción, para lograr, mediante una simbiosis entre la teoría y la práctica, una crítica constructiva mediante la cual se logre, además de comprender las oportunidades para mejorar un aspecto de la realidad, proponer y evaluar soluciones que cristalicen una transformación social, mediante la participación activa de las personas involucradas en dicha realidad (Loza, Mamani, Mariaca y Yanqui, (2020).

El método utilizado se denomina investigación-acción, cuyo nombre se debe a Kurt Lewin, y consiste en una espiral de ciclos. El ciclo básico consiste en identificar una idea general, reconocer la situación, efectuar una planificación, desarrollar una primera fase de acción, implementarla, evaluarla, revisar el plan, y adecuarlo, para comenzar con un segundo ciclo básico, y así sucesivamente (Elliot, 1996, pág 88).

La experiencia se realizó en un grupo de 20 estudiantes de una unidad de aprendizaje de la didáctica específica de la matemática y la física, de nivel universitario, en una escuela de ciencias, en el que se utiliza como estrategia de aprendizaje la realización de proyectos.

Los proyectos consistieron en la elaboración de una secuencia de actividades de aprendizaje de un tema de matemáticas o de física, para estudiantes de secundaria o de bachillerato, fundamentada en la teoría que se fue estudiando, de acuerdo con el temario de la unidad de aprendizaje.

Los datos se tomaron de los proyectos de los estudiantes, los que se concentraron en parrillas de evaluación en las cuales los criterios de evaluación se construyeron por consenso. Esto es importante en este paradigma de investigación, porque el cambio se puede dar si participan activamente las personas involucradas.

Las primeras etapas del ciclo básico de investigación acción no se presentan en este documento, porque se realizaron antes del inicio del semestre, ya que se elabora con anticipación la planeación didáctica. Aquí se presenta un ciclo básico, desde la evaluación de la primera fase de acción, hasta la evaluación realizada después de implementar los cambios.

Resultados

El ciclo básico del proceso de investigación-acción que se presenta, inicia cuando los estudiantes entregaron la primera versión completa de su proyecto.

En la parrilla de la tabla I se muestran los resultados de la primera evaluación del ciclo básico. En la primera fila se encuentran los criterios de evaluación construidos por consenso, y en la primera columna, los números que representan el proyecto de cada estudiante. En las celdas interiores se encuentran marcadas con una C, las que corresponden a los criterios que cumple cada proyecto, en la última columna, se puede observar el número de criterios que cumple cada proyecto, para dar atención a la diversidad de avances, y en la última fila, el número de proyectos que cumplen con el criterio correspondiente, para analizar las necesidades del grupo en general con respecto a dicho criterio.

En la última fila de la tabla se puede observar que los últimos tres criterios se cumplen solamente en 3 o 4 proyectos. Estos criterios son: “Del lenguaje coloquial al especializado”, el cual se cumple si en la secuencia se observa que el lenguaje natural se usa cada vez menos en las actividades diseñadas por los estudiantes, y el lenguaje especializado, se presenta cada vez más; “Contexto cotidiano” se refiere a que las situaciones didácticas planteadas en las actividades al inicio de la secuencia resulten familiares para los estudiantes; y “Contexto científico” evalúa que las situaciones sean cada vez menos familiares y más cercanas a las aplicaciones del tema en otras ciencias, o en ámbitos laborales, al avanzar en la secuencia didáctica (Camarena, 2009). Lo que tienen en común estos criterios, es que se relacionan con el uso del lenguaje natural y el especializado en las secuencias didácticas de temas de física o de matemáticas.

Tabla I. Criterios de evaluación cubiertos al finalizar el cuarto mes de trabajo.

	Requisitos	Lo que creen saber	Niveles de dominio	Uso de la intuición	Realista y verosímil	Del lenguaje coloquial al especializado	Contexto Cotidiano	Contexto científico	∑
1	C	C	C	C	C				5
2	C	C	C	C	C				5
3				C	C				2
4									0
5									0
6	C	C	C	C	C				5
7									0
8	C	C	C	C	C	C		C	7
9	C	C	C	C	C				5
10	C	C	C	C	C				5
11	C	C	C	C	C				5
12	C		C	C	C	C	C	C	7
13			C	C	C				3
14	C	C	C	C	C				5
15	C	C	C	C	C				5
16	C	C	C	C	C				5
17	C	C	C	C	C	C	C	C	8
18	C	C	C	C	C				5
19	C	C	C	C	C	C	C	C	8
20	C	C	C	C	C				5
∑	15	14	16	17	17	4	3	4	90

Se revisó la planeación didáctica, a la luz de los resultados obtenidos, y se decidió buscar información acerca de los lenguajes específicos para profundizar en el tema y estar más preparada para favorecer el aprendizaje de los estudiantes en este aspecto; implementar una mayor participacion de los estudiantes en la exposición ante el grupo de las actividades de aprendizaje diseñadas; se realizó retroalimentación con base en autoevaluación, evaluación mutua y coevaluación que se realizan para que se involucren en el proceso y participen activamente, a partir de las cuales se analizaron las diferencias entre los resultados de las tres evaluaciones, de donde obtuvieron conciencia de las necesidades formativas; y se realizó la lectura analítica de un artículo acerca del lenguaje especializado, enfocado a los diferentes registros de representacion (Duval, 1998).

Posteriormente los estudiantes corrigieron sus proyectos y los entregaron nuevamente. Los resultados de la nueva evaluación se presentan en la tabla II, en la que se puede ver el ascenso significativo en el número de proyectos que cumplen con los criterios de evaluación mencionados, ya que 18 o 19 proyectos cumplen con los criterios en cuestión..

Tabla II. Criterios de evaluación cubiertos a le mitad del quinto mes de trabajo.

	Requisitos	Lo que creen saber	Niveles de dominio	Uso de la intuición	Realista y verosímil	Del lenguaje coloquial al especializado	Contexto cotidiano	Contexto científico	∑
1	C	C	C	C	C	C	C	C	8
2	C		C	C	C	C	C	C	7
3	C	C	C	C	C	C	C	C	8
4	C	C	C	C	C	C	C		7
5	C	C	C	C	C	C	C	C	8
6	C	C	C	C	C	C	C	C	8
7	C	C	C	C	C	C	C	C	8
8	C	C	C	C	C	C	C	C	8
9	C	C	C	C	C	C	C	C	8
10	C	C	C	C	C	C	C	C	8
11	C	C	C	C	C	C	C	C	8
12	C		C	C	C	C	C	C	7
13	C	C	C	C	C	C	C	C	8
14	C	C	C	C	C	C	C	C	8
15	C	C	C	C	C	C	C	C	8
16	C	C	C	C	C	C	C	C	8
17	C	C	C	C	C	C	C	C	8
18	C	C	C	C	C	C	C	C	8
19	C	C	C	C	C	C	C	C	8
20	C	C	C	C	C				5
∑	20	18	20	20	20	19	19	18	154

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante el uso de investigación-acción, para una unidad de aprendizaje de la didáctica específica de la física y de la matemática, se obtuvo que las necesidades formativas identificadas al inicio del

ciclo básico analizado se relacionan con el uso el lenguaje. Esta información mostró la necesidad de profundizar en el tema, para enriquecer la planeación didáctica. Este proceso permitió cubrir satisfactoriamente dichas necesidades.

Este ejemplo muestra cómo, en pequeños pasos, con un ciclo básico, mediante la identificación de necesidades formativas del grupo clase, se observan deficiencias en la planeación didáctica que se han de corregir mediante la búsqueda de recursos, su uso y evaluación. De esta manera, el profesor va actualizando su práctica docente, por medio de la investigación acción, realizando así un proceso de autoaprendizaje.

Referencias

Camarena, P. La matemática en el contexto de las ciencias. *Innovación Educativa,* vol. 9, núm. 46, enero-marzo, 2009, pp. 15-25.

Duval, R. Registros de representación semiótica y funcionamiento cognitivo del pensamiento. En Hitt, F. (1998) Didáctica. Investigaciones en matemática educativa II. Iberoamerica, pp. 173-201.

Galagovsky, Bonán, y Adúriz-Bravo «Problemas con el lenguaje científico en la escuela: un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales». *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 1998, Vol. 16, n.º 2, pp. 315-322, https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21537.

González, Luz M, & Rasilla, Margarita. (2011). Una Estrategia para el Aprendizaje de la Cultura Científica. *Formación universitaria*, *4*(2), 15-26. https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062011000200003

Loza Ticona, R. M., Mamani Condori, J. L., Mariaca Mamani, J. S., & Yanqui Santos, F. E. (2020). Paradigma sociocrítico en investigación. *PsiqueMag*, 9(2), 30–39. https://doi.org/10.18050/psiquemag.v9i2.2656

Ramos, G.; Chiva, I.; y Gómez, Mª. B. Las competencias básicas en la nueva generación de estudiantes universitarios: Una experiencia de Innovación *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 2017, 15(1), 37-55. https://polipapers.upv.es/index.php/REDU/article/view/5909/7947

Rodríguez-Tapia, S. (2016). Los textos especializados, semiespecializados y divulgativos: una propuesta de análisis cualitativo y de clasificación cuantitativa. *Revista de la Asociación Española de Semiótica*, 25, 987–1006. https://doi.org/10.5944/signa.vol25.2016.16926

Sánchez Trujillo, M. P. (2016). Cultura y lenguaje: elementos reestructuradores de la conciencia del ser humano. Revista Poiésis, 282-287.

Uso de la Narrativa para el Aprendizaje de la Física

Magdalena Waleska Aldana Segura[1,2,3], Julián Félix[4]
[1]Programa STEAM, Guatemala, Guatemala
[2]Universidad Galileo, Guatemala, Guatemala
3. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.
4. Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

Resumen

El uso de la narrativa como elemento de mediación pedagógica efectiva ha incrementado su uso recientemente. La necesidad de presentar contenidos atractivos a las nuevas generaciones hace imperativo fomentar la creatividad y las relaciones con el mundo externo de los contenidos de los cursos regulares. Se presentan cinco experiencias en las que la narrativa se ha utilizado para el aprendizaje de los maestros en los programas de profesionalización de los maestros en servicio. Estas experiencias también se han utilizado con éxito para difundir la ciencia. Las siguientes experiencias se describen: a) Ciencia en el mundo del Principito; b) Carnaval Científico; c) Halloween Científico; d) Física de Superhéroes y e) Alicia en el País de la Ciencia

La aplicación de estas estrategias en los programas de profesionalización ha mejorado significativamente los indicadores educativos (la tasa de deserción ha disminuido del 50% al 10%) y, como experiencias de divulgación científica, han aumentado el interés de los jóvenes y adultos en el tema científico.
Estas experiencias han sido presentadas en varios países de América Latina y en Europa donde han tenido éxito para motivar a jóvenes a participar de actividades científicas.

Palabras clave

STEAM, Narrativa, Didáctica de las Ciencias

Introducción

Durante los últimos 20 años hemos realizado investigaciones educativas para poder promover mejoras en la calidad educativa y promover a la vez vocaciones científicas. En ese sentido, el objetivo de la presente investigación fue utilizar la narrativa para mejorar los procesos de apropiación de contenidos de parte de los estudiantes.

Diversas estrategias se han investigado para poder promover un aprendizaje significativo dentro de las metodologías innovadoras de aprendizaje.(Ordóñez Olmedo & Mohedano Sánchez, 2019) La gamificación, los estudios de caso, el

aprendizaje basado en proyectos son algunos ejemplos de estas estrategias que motivan a los estudiantes a adquirir los conocimientos y poder establecer relaciones con su entorno. (Díaz Barriga, F.; Hernández R., 2002)

Una de las preguntas de investigación era ¿el uso de narrativas atractivas a los estudiantes mejora los indicadores educativos y promueve aprendizajes significativos? Para dar respuesta a esta pregunta, durante los últimos 6 años se han implementado 5 Narrativas para formar docentes en servicio en los programas de profesionalización de la Universidad de San Carlos de Guatemala y la Universidad Galileo. Esta pregunta será validada contra los resultados de evaluación de los estudiantes, los grupos de control, los datos recopilados de encuestas de participación y la participación en línea de participantes externos.

Las cinco estrategias presentadas, Alicia en el país de la Ciencia, Carnaval Científico, Halloween Científico, Física de los superhéroes y la Ciencia en el mundo del Principito han sido seleccionadas dada la popularidad en el imaginario colectivo de estas narrativas. Son la excusa perfecta para promover una sana intersección entre Ciencia y Cotidianidad, entre Ciencia y Ciencia Ficción y entre Ciencia y la Literatura.

Marco Teórico

El uso de la narrativa (Storytelling) es fundamental para adquirir otras habilidades tanto duras como blandas. (Ramírez Chávez. & Manjarrez Fuentes, 2022)Para los docentes es fundamental adquirir habilidades de comunicación, en un mundo en constante cambio, donde el lenguaje ha sido relegado a un plano secundario, es fundamental una buena comunicación y que los docentes puedan transmitir conocimientos de manera apropiada. (Rodríguez Siu, 2020)

La narrativa, promueve utilizar estrategias de pensamiento lateral y la creatividad para comunicar elementos científicos importantes. (Joubert et al., 2019) Varios autores como Yunus, (Chen et al., 2023; Nair & Yunus, 2021)promueven el uso de narrativas para mejorar las habilidades de lenguaje y comunicación de la Ciencia. En ese sentido, la narrativa, sea por medio de comics, historias, novelas, dramatizaciones, cuentos cortos, narrativa tipo entrevista, promueve no sólo la creatividad sino la apropiación de contenidos de parte de los estudiantes, al adquirir habilidades blandas y habilidades duras. (Chen et al., 2023)

Aprender y enseñar son conceptos de un modelo conductista y anterior al as necesidades actuales. Actualmente se reconoce el valor del aprendizaje, como un acto integral, entre educandos y educadores, permitiendo una interacción fluida que promueve aprendizajes significativos. (Torres Mantilla, 2006) Esta metodología se encuentra alineada a los principios STEAM, utilizando elementos constructivistas que generan aprendizajes para la vida. (Aldana, 2020)

Este tipo de estrategias, involucran no sólo a los docentes participantes, sus grupos de estudiantes, sino que involucran además a sus familias, permitiendo que todos los entornos de aprendizaje se involucren en el proceso. (Díaz Barriga & Hernández

Rojas, 1999) Las más sublimes expresiones humanas se encuentran en el arte, de esta manera, la intersección entre artes, literaturas y Ciencia permite no sólo una estrategia lúdica, sino que permite que el aprendizaje significativo utilice estrategias efectivas, que pueden ser replicadas en diversos entornos socioculturales, trascendiendo fronteras y ("Educación STEM/STEAM: Apuestas Hacia La Formación, Impacto y Proyección de Seres Críticos," 2020)generando sentidos de solidaridad, humanismo y ciudadanía global. (Henriksen, 2014)

Metodología

Se inicia con la planificación de esta presentación de acuerdo con los contenidos programáticos y la temporalidad del curso, si el curso se presenta en el primer semestre se fomenta Carnaval Científico, si es en el segundo Semestre se fomenta Halloween Científico.

Cada actividad se planea fomentando los liderazgos internos, de manera que la autoorganización es importante, cada grupo tiene un líder que es quien propone al docente titular del curso un formato, un diseño de presentación y la dinámica de los grupos que presentarán.

Posterior a esto, cada presentación se ensaya al menos 4 veces, de manera que se cuente con todos los elementos didácticos y las bases científicas de lo que se presenta y pretende explicar. La contingencia sanitaria constituyó la oportunidad de expandir el alcance de estas actividades al poder hacer transmisiones y utilizar los elementos virtuales multimedia para mejorar estas presentaciones. En cada presentación se insta a los participantes a caracterizarse durante la misma, a invitar a sus hermanos, primos o hijos a participar de la misma y disfrutar en familia el viaje a través del descubrimiento científico de los conceptos presentados.

Cada presentación es evaluada contra los grupos de control, que corresponden a los otros cursos donde no se emplean estas estrategias, además, en cada evento se cuenta con encuestas de participación y métricas de participación de personas ajenas a la institución, lo que sirve para establecer la efectividad de la estrategia como elemento de divulgación.

Carnaval Científico:

Derivado de la temporalidad, esta actividad se promueve en los primeros semestres del año, para que coincida con el Carnaval que se celebra en varios países de América Latina, se utiliza como excusa para presentar contenidos astronómicos. El Carnaval está vinculado a la luna llena de primavera, siendo así establecida la celebración para 3 religiones importantes a nivel mundial. Esto significa que es un evento astronómico el que genera la celebración y no un hecho fortuito.

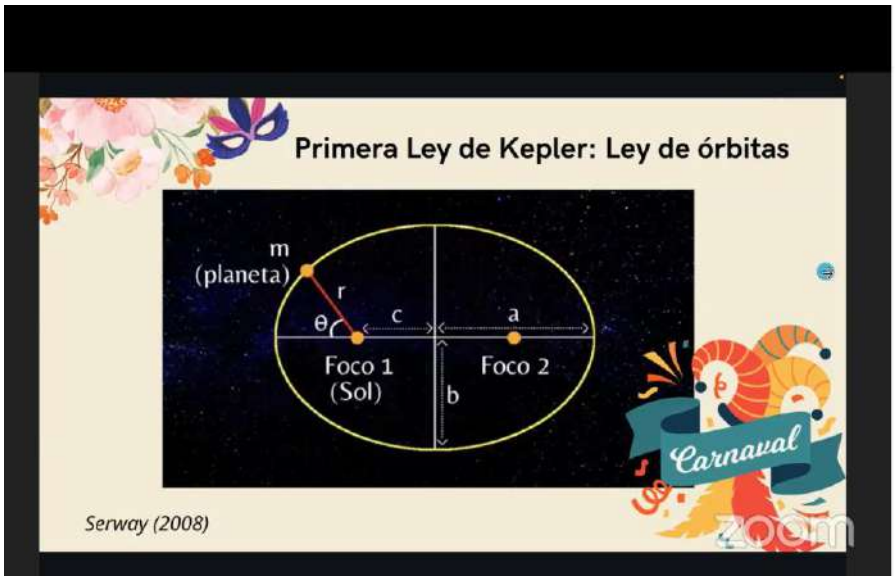


Ilustración 1 Captura de pantalla del Carnaval Científico transmitido por redes sociales

Halloween Científico

Halloween es una celebración asociada al paganismo y popular alrededor del mundo en diversas modalidades, desde disfraces hasta rituales esta celebración se celebra alrededor del mundo de diversas maneras desde diversas cosmovisiones. Este hecho es aprovechado para explicar los fenómenos astronómicos alrededor de la fecha y cómo se une a diversas cosmovisiones. De esa cuenta, desde los fuegos de Beltane hasta la visión de Medusa como el máximo de Algol en Perseo según los griegos, son elementos astronómicos explorados durante esta presentación.

Ilustración 2 Captura de pantalla de la presentación de Halloween científico

Física de los Superhéroes

Utilizando como base el libro de J. Kakalios (Feder, 2002) se utiliza el imaginario colectivo y la asociación con las historias de los comic para poder explicar fenómenos físicos. Esta asociación permite un aprendizaje significativo apelando a las emociones que los participantes recuerdan de la infancia. Esto les permite crear asociaciones positivas con los contenidos científicos. Esto también tiene el objetivo de evitar las asociaciones negativas que se tienen de las asignaturas científicas, la

Física y Matemática son asociadas con experiencias negativas en clase, frustración y desapego con los contenidos. Esta estrategia permite que los jóvenes encuentren en el aprendizaje de la Física un elemento que encuentran no sólo lúdico, sino que es un elemento significativo. Se utiliza para los contenidos desde Mecánica hasta Física Moderna.(Gerstner, 2003)

Ilustración 3 Captura de pantalla del video elaborado para Física de los superhéroes: héroes de la educación.

Alicia en el país de la Ciencia

Una de las historias más queridas de la infancia es precisamente la historia de Lewis Carroll, Alicia en el país de las maravillas. Esta historia revisa los hechos ocurridos en una hora en la vida de una joven a punto de casarse, que son en realidad más de 18 días en la historia del libro. Esta historia se asocia con los conceptos de relatividad de la Física Moderna, pero además con los conceptos de crecimiento personal, descubrimiento, lenguaje, química e historia.

Ilustración 4 Captura de pantalla de la presentación de Alicia en el país de la Ciencia

La ciencia en el mundo del Principito

Esta fue la primera presentación que se internacionalizó. Fue presentada en la Feria de Ciencias de Berlin, donde tuvo un alcance amplificado durante la Pandemia del año 2020. Esa contingencia sanitaria permitió que esta presentación llegara a niños de Dubai, Portugal, India, Alemania, Guatemala, México y Argentina. Esta presentación vincula el libro de J. Félix , La ciencia de los Avioncitos de Papel Doblado (Félix, 2019)con otros conceptos como la electricidad y la astronomía para crear una narrativa que permita encontrar las relaciones entre estos conceptos en

el mundo creado por A.Saint Euxpery, (Rosenhouse, 2023). Esta presentación se ha replicado en Guatemala, México (en la ESFM), Argentina y Alemania. (Godinez-Sandi et al., 2018)

Ilustración 5 Captura de la presentación de La Ciencia en el mundo del principito

Resultados

Estas presentaciones han fomentado el interés en participantes y público en general, las mismas se han presentado efectivamente en línea y presencialmente. Algunos datos de participación anual de las mismas se presentan a continuación, mostrando la efectividad como estrategias de divulgación científica, que involucran a estudiantes y profesores en servicio.

Presentación -Año	2020	2021	2022	2023
Carnaval Científico	806	1105	2523	3543
Halloween Científico	678	990	1354	1243
Física de Superhéroes	608	1103	2345	1678
Alicia en el país de la Ciencia	1204	1789	3567	4867
La Ciencia en el mundo del Principito	3,505	2,456	3,678	1,256

Ilustración 6 Datos de participación de redes sociales (Fuente YouTube, Facebook e Instagram)

Además, en los cursos ordinarios que se imparten donde se utilizan estas estrategias, la tasa de deserción en los últimos años es menor a 25%, siendo habitual en los cursos de Física una tasa de 50% o mayor. También la tasa de repitencia se ha reducido al 10%, donde la repitencia en los cursos de Física Moderna y Electromagnetismo se sitúa en el 70% en la Universidad de San Carlos de Guatemala en los programas de Formación de Docentes en la Enseñanza de la Física y Matemática.

Los resultados se obtienen de estadísticas oficiales y fueron comparados contra los grupos de control, donde no se utilizan este tipo de estrategias lúdicas y

significativas. Estos resultados son el promedio de 4 años de intervención dando seguimiento a los estudiantes en los últimos dos años de estudio, donde se estableció que los estudiantes que concluyeron el programa de formación con el menor rezago y repitencia, eran los estudiantes que habían pasado por este tipo de intervenciones educativas.

También fue posible establecer, de los datos de 4 años de seguimiento, que los estudiantes aplicaron estas estrategias con sus estudiantes, permitiendo una transformación educativa en general.

Conclusiones

El uso de narrativas para vincular los elementos de la cotidianidad y de la ficción con los conceptos científicos permite un aprendizaje significativo y lúdico. Estas estrategias mejoran los indicadores educativos, reduciendo la repitencia y deserción de los cursos de Física de programas de formación de docentes en servicio. De esta manera se responde la pregunta de investigación al mejorar los indicadores educativos y promover aprendizajes significativos. Comparando los datos de repitencia, aprobación y deserción de los estudiantes contra los grupos de control, fue posible establecer que no solamente en el curso donde se implementó la estrategia mejoraron sus indicadores, sino que el aprendizaje significativo se alcanzó donde su rendimiento mejoró posterior a estas intervenciones educativas.

Constituyen, además, una efectiva estrategia de divulgación de la Ciencia, derivado de los resultados de participación a nivel internacional, donde los participantes conocen una estrategia diferente, aceptando los conceptos científicos presentados y participando activamente en las presentaciones formulando preguntas al final de la presentación.

La narrativa permite aplicar todas las estrategias didácticas basadas en el constructivismo y el modelo STEAM para promover verdadera apropiación de contenidos.

Referencias

Aldana, W. (2020). Estrategias STEAM para docentes. *Memorias Del Congreso Nacional de Matemática Educativa*.

Chen, Y. T., Liu, M. J., & Cheng, Y. Y. (2023). Discovering Scientific Creativity with Digital Storytelling. *Journal of Creativity*, *33*(1). https://doi.org/10.1016/j.yjoc.2022.100041

Díaz Barriga, F.; Hernández R., G. (2002). Constructivismo y Aprendizaje significativo. In *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista* (p. 465).

http://mapas.eafit.edu.co/rid=1K28441NZ-1W3H2N9-19H/Estrategias docentes para-un-aprendizaje-significativo.pdf

Díaz Barriga, Frida., & Hernández Rojas, G. (1999). Capítulo 5 Estrategias de enseñanza para la promoción de aprendizajes significativos. *Estrategias Docentes Para Un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*, 1–27.

Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos. (2020). In *Educación STEM/STEAM: Apuestas hacia la formación, impacto y proyección de seres críticos*. https://doi.org/10.47212/educacion_stem-steam_1

Feder, T. (2002). Teaching physics with superheroes. *Physics Today*, *55*(11). https://doi.org/10.1063/1.1535003

Félix, J. (2019). *Avioncitos de Papel Doblado* (A. Kindle, Ed.). https://www.amazon.com/-/es/Julian-Felix-ebook/dp/B07X5G56L6

Gerstner, E. (2003). Superheroes make physics fun. *Nature*. https://doi.org/10.1038/news030310-3

Godinez-Sandi, A., Fallas-Padilla, D., Espana-Tapia, S., Zuniga-Villegas, A., Castro, M., & Herrera-Sancho, O. A. (2018). Converging science and literature cultures: Learning physics via the Little Prince novella. *Physics Education*, *53*(6). https://doi.org/10.1088/1361-6552/aad721

Henriksen, D. (2014). Full STEAM Ahead: Creativity in Excellent STEM Teaching Practices. *STEAM*. https://doi.org/10.5642/steam.20140102.15

Joubert, M., Davis, L., & Metcalfe, J. (2019). Storytelling: The soul of science communication. In *Journal of Science Communication* (Vol. 18, Issue 5). https://doi.org/10.22323/2.18050501

Nair, V., & Yunus, M. M. (2021). A systematic review of digital storytelling in improving speaking skills. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 13, Issue 17). https://doi.org/10.3390/su13179829

Ordóñez Olmedo, E., & Mohedano Sánchez, I. (2019). El aprendizaje significativo como base de las metodologías innovadoras. *Hekademos: Revista Educativa Digital, ISSN-e 1989-3558, Nº. 26, 2019, Págs. 18-30*, *26*(26).

Ramírez Chávez., M. A., & Manjarrez Fuentes, N. N. (2022). Habilidades blandas y habilidades duras, clave para la formación profesional integral. *Ciencias Sociales y Económicas*, *6*(2). https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.590

Rodríguez Siu, J. L. (2020). Las habilidades blandas como base del buen desempeño del docente universitario. *INNOVA Research Journal*, *5*(2). https://doi.org/10.33890/innova.v5.n2.2020.1321

Rosenhouse, J. (2023). The Little Prince. *Babel. Revue Internationale de La Traduction / International Journal of Translation*, *69*(2). https://doi.org/10.1075/babel.00318.ros

Torres Mantilla, J. (2006). *Enseñar y Aprender*.

Actividades de Modelación en Geometría con enfoque de género: el caso del paralelismo en una pista de atletismo

Yaremi Elizabeth Rodriguez Estala, Claudia Gisela Espinosa Guia, Angelina Alvarado Monroy
Universidad Juárez del Estado de Durango, México
1028555@alumnos.ujed.mx, claudia.espinosa@ujed.mx, aalvarado@ujed.mx

Resumen

Este estudio analiza la reestructuración de la identidad matemática en alumnas de la Educación Media Superior a través de actividades de modelación en geometría centradas en el paralelismo, se entenderá como reestructuración al proceso de reorganización de los conocimientos previos y adquisición de los nuevos conocimientos. Desde una mirada sociológica, la identidad matemática nos marca una ruta para la observación en un contexto situado cuando los grupos pasan por los momentos matemáticos de una actividad de modelación, diseñada con el objetivo de la construcción de un modelo que resuelva una problemática del mundo real. Se diseñaron actividades de modelación contextualizadas en el atletismo, con el fin de explorar cómo las estudiantes relacionan las rectas paralelas con algunos segmentos de la pista. Se realizaron observaciones y grabaciones de voz para recopilar información. Los resultados preliminares de la prueba piloto muestran que las estudiantes demostraron conocimientos previos en temas como conversiones de escalas, razón áurea, geometría y operaciones matemáticas. Durante la construcción de las pistas de atletismo en cada equipo surgieron elementos tales como: discusión, observación, conversaciones, interacciones, y estrategias que ayudan a la búsqueda de la identidad matemática de las mujeres.

Palabras clave: Mujeres; Identidad Matemática; Modelos y Modelación; Geometría; Educación Media Superior.

Introducción

La identidad matemática de una persona se reestructura dependiendo del tiempo, lugar, espacio y acciones presentes. En el trabajo en equipo, la identidad matemática de las mujeres es poco valorada y en ocasiones sus aportaciones no son tomadas en cuenta cuando resuelven un problema matemático (Espinosa-Guia, Ramírez y Simón, 2023).

Este trabajo analizará la reestructuración de la identidad matemática en alumnas de la Educación Media Superior a través de actividades de modelación en geometría teniendo como eje lo paralelo.

La pregunta que guía esta investigación es ¿qué se observa en la identidad matemática de las estudiantes de tercer semestre de la Educación Media Superior durante el proceso de resolución de actividades de modelación en geometría?

La finalidad de esta investigación es hacer visibles los procesos de reestructuración de las mujeres en el área de las matemáticas, a través de tres ejes: identidad, género y modelación. Este tipo de investigación es pertinente, dado que hasta hoy no se ha encontrado alguna que considere de manera conjunta tales ejes.

Marco Teórico

La identidad matemática es una de las tantas aristas que nacen del concepto de identidad. En la matemática educativa o educación matemática es considerada desde diferentes perspectivas tanto sociales como psicológicas. Sin embargo, para esta investigación se sigue como eje fundamental al principio de identidad desde una mirada social con enfoque en género y matemáticas.

La identidad vista desde esta postura nos presenta la búsqueda que una persona realiza cuando reestructura su identidad a través de su actuación performativa, en donde su intención es pertenecer a un determinado grupo, por un tiempo específico, en cierto lugar y en diversos espacios. La población tiene libre elección cuando se forman los equipos de trabajo, las personas de alguna manera buscan pertenecer, lo muestran con movimientos, expresiones, observación, diálogo, frustración y más. La búsqueda de la identidad matemática se presenta en la interacción y en las relaciones que nacen a partir de la propuesta de crear un modelo matemático que permita interpretar y/o resolver la situación presentada.

Por otro lado, es importante el uso de la perspectiva de modelos y modelación como un marco para el diseño y para motivar el desarrollo conceptual. Esta perspectiva se distingue por el surgimiento de un sistema conceptual asociado a una situación del mundo real (Lesh et al., 2003) y será este sistema el que nos permita observar y analizar cómo se reestructura la identidad matemática de las mujeres a partir del trabajo en equipo y el uso de situaciones reales y/o material concreto para resolver un problema (Sriraman y Lesh, 2007). Las actividades en la modelación son diseñadas bajo seis principios; realidad (el problema realmente ocurre en una situación de la vida real), construcción del modelo (asegura la necesidad de construir, modificar, ampliar o refinar un modelo), autoevaluación (cuestionamiento sobre las respuestas dadas, si son o no lo bastante buenas), prototipo simple (la situación es lo más simple posible, sin dejar de crear la necesidad de un modelo significativo) documentación (las respuestas generadas revelan cómo están pensando acerca de la situación) y generalización (el modelo se puede aplicar a un grupo más amplio de situaciones)(Cirilo et al., citados en Hirsch y McDuffie, 2016).

Identidad Matemática

La identidad es un tema que se ha vuelto común en muchos campos, y se ha tomado como algo que existe, que es constante y fijo. Es importante enfatizar que la identidad es un proceso complejo que se erige dentro de contextos estables de

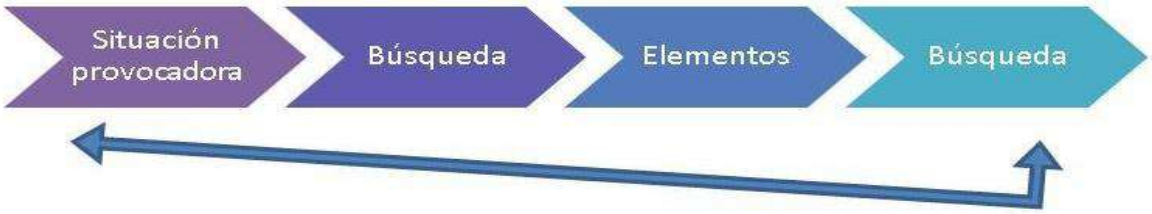
interacción social, es una búsqueda permanente y no fija dentro de las realidades situadas de las personas.

Tamayo y Kathrin (2005) señalan que toda identidad está delineada por cuatro factores interrelacionados: el reconocimiento, pertenencia, vinculación y permanencia. La permanencia implica estabilidad, persistencia y, como tal, se vincula con la institucionalización de rutinas que posibilitan la reproducción de un orden social.

Dentro de la Matemática Educativa la identidad matemática se ha definido, en la mayoría de investigaciones, como la acción en donde surge la participación de roles que suelen parecer posturas contradictorias (Darragh, 2016). Durante este trabajo, con actividades de modelación, surgen elementos que apoyan la búsqueda de la identidad matemática de las mujeres de acuerdo a la situación, tiempo, lugar y espacio, de tal manera que se va construyendo un ciclo (Figura 1), en el cual se presenta una situación provocadora que lleva a la búsqueda de la identidad matemática, emergen elementos que apoyan esta búsqueda, se presenta una nueva situación provocadora y regresamos al ciclo.

Figura 1

Ciclo de identidad



Fuente: Elaboración propia

Modelación Matemática

De acuerdo con Lesh y Doerr (2003) citados en Hirsch y McDuffie (2016) describen la modelación como una práctica mediante la cual los estudiantes se vuelven competentes en la aplicación de las matemáticas que conocen para resolver problemas realistas en la vida cotidiana, lo que coincide con Arguedas y Porras (2008) quienes afirman que las actividades de modelación permiten tomar en cuenta problemas de la vida real para favorecer la comprensión de conceptos matemáticos en el contexto del estudiantado.

Perspectiva Modelos y Modelación

En esta perspectiva, un modelo matemático se describe como una herramienta conceptual de un sistema matemático que se desarrolla a partir de una situación específica del mundo real (Lesh et al. 2003; Abassian et al. 2020). En lugar de ver

los modelos matemáticos como objetos matemáticos relacionados con un escenario dado del mundo, esta perspectiva los ve como sistemas compuestos por diferentes conceptos que mapean diferentes características de sistemas relacionados (Abassian et al. 2020).

Dentro de esta perspectiva se diseñan actividades de calentamiento y detonadoras de modelos. Para las de calentamiento se hace uso de artículos ricos en matemáticas que tienen el objetivo de familiarizar al estudiantado con el contexto, optimizan el tiempo de la actividad detonadora y que fomentan la lectura. En las actividades detonadoras, se trabaja en grupos de tres estudiantes, los cuales expresan, prueban y mejoran su pensamiento matemático, y el profesorado visualiza e identifica las fortalezas y debilidades conceptuales del estudiantado (Lesh et al., 2003).

Metodología

Esta investigación se considera intervencionista e interpretativa con enfoque cualitativo, dado que busca ver como se reestructura la identidad matemática de las estudiantes. Se diseñaron actividades de modelación en geometría analítica desde la perspectiva de modelos y modelación.

Método de investigación

El método empleado en este trabajo es de tipo observacional, teniendo como eje de la observación distinguir y valorar la identidad matemática de las mujeres que surja durante la aplicación de las actividades de modelación.

Población

Las participantes son estudiantes mujeres de Educación Media Superior del ciclo escolar 2023-2024. En la prueba piloto, participaron 31 estudiantes de edades entre 16 y 17 años, quienes asistieron cada sábado al Club de Matemáticas en la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FCE-UJED) con el propósito de realizar en equipos actividades matemáticas.

Observación

La observación a profundidad permitió la recopilación de la información en la aplicación de las actividades, también se utilizaron de manera esporádicas

grabaciones de voz. En cuanto a las observaciones, éstas fueron de dos tipos: etnográfica y de aula. Para ambas se capacitó a un equipo de estudiantes mujeres de los últimos semestres tanto de la maestría en matemática educativa como de la licenciatura en matemáticas. Cabe mencionar que el estudiantado en matemática educativa toma la especialidad en modelación matemática, y ambas poblaciones pertenecen a la FCE-UJED.

Diseño de actividades

De acuerdo con la literatura consultada, algunas investigaciones muestran que las mujeres tienen problemas con temas geométricos y otras investigaciones confirman que las mujeres hacen uso de representaciones geométricas para dar respuestas a problemas aun cuando el problema no lo solicita (Espinosa-Guia, 2010). Es por ello que nace el interés de trabajar con temas de geometría, para lo cual se diseñaron dos actividades de modelación contextualizadas en el atletismo, en específico la carrera de los 400 metros planos.

Actividad de calentamiento

La actividad consiste en dar lectura a un artículo sobre las pistas de atletismo titulado “Conoce algunas características de las pistas de atletismo”. Posteriormente, se plantean cuatro interrogantes que serán contestadas conforme a la información en este artículo. La finalidad es contextualizar al estudiantado sobre las características de las pistas de atletismo, los usos, medidas y componentes.

Actividad detonadora de modelos

La actividad solicita la construcción de una pista en un terreno con obstáculos, el análisis del número de carriles que conviene incluir y la consideración del ancho de cada carril en toda la pista. Las medidas del terreno son 40 x 40 cm conservando la escala 1cm equivalente a 2.5 m.

Con estas actividades se busca que las estudiantes relacionen las rectas paralelas con algunos segmentos de la pista, el análisis y la comprobación del paralelismo en las curvas bajo la definición de “los puntos de dos rectas paralelas siempre están a una misma distancia entre sí” y observar la identidad matemática de las mujeres al construir modelos con formas paralelas.

El logro que las estudiantes presentan en la construcción y justificación de sus modelos de las pruebas de atletismo nos da evidencia acerca del uso que les dan a temas en matemáticas, si bien la actividad está diseñada para temas en geometría, con la modelación se sabe que se presentan temas y aplicaciones

inesperadas cuando se diseña una actividad. Para el caso de las mujeres es pertinente mostrar y analizar sus saberes y el uso de la geometría. Este análisis se hará mediante la perspectiva de género en matemáticas, la cual nos dice que dentro de los procesos de construcción de conocimiento hay que dar valor a cómo las personas se distinguen cuando se comparten saberes en matemáticas (Espinosa-Guia, Ramírez y Simón, 2023)

Resultados

Se llevó a cabo una prueba piloto en donde las estudiantes realizaron construcciones en un terreno proporcionado (Imagen 1). En este diseño utilizaron materiales como cinta adhesiva para unir las secciones de las pistas y de hilo para trazar la trayectoria.

Imagen 1

Construcción de la pista de atletismo

Fuente: Elaboración de las estudiantes

Haciendo un primer análisis, se detectan conocimientos previos en las estudiantes, tales como: conversión de escalas, razón áurea, números decimales y enteros, sucesión de Fibonacci, salida escalonada, operaciones de división y multiplicación, longitudes y ancho de los carriles, ángulos de 90º y rectas paralelas.

Se mencionaron conceptos, tales como; triángulo, curva, semi curva, esfera, rectas, elipse, secuencia, espiral, redondeadas, cuadrada, forma y diagonal.

Dentro de los logros de la implementación, las estudiantes construyeron y refinaron sus diseños, realizaron pistas cerradas en donde las competidoras darían varias vueltas, reflexionaron sobre el hecho de estar más cerca del centro (en el primer carril de la pista) se recorre menor distancia, tomaron medidas, elaboraron plantillas para simular los diseños, consideraron las salidas escalonadas y trazaron diferentes pistas.

Durante el trabajo en los equipos, resaltaron elementos tales como: discusión, observación, cuestionamiento, conversaciones, interacciones, análisis y estrategias que ayudan a la búsqueda de la identidad matemática de las mujeres, considerando que esta identidad varía de acuerdo a la situación, tiempo y espacio.

De esta manera nuestra investigación engloba las acciones, interacciones, acuerdos, debates, entre otros en la relación que existe en las discusiones grupales del estudiantado para llegar a la construcción de un modelo matemático.

Conclusiones

A través de la construcción de una pista de atletismo, las estudiantes trabajaron en equipos, interactuaron y construyeron un modelo matemático. Además, se destaca la presencia de sus conocimientos previos y sus reflexiones lo que les permitió profundizar sobre los conceptos matemáticos involucrados en la actividad.

En cuanto a la identidad matemática de las estudiantes se observó que cuando trabajan en equipos para la construcción de un modelo matemático surgen elementos tales como: acciones (un cambio de discurso matemático, lluvia de ideas), interacciones (toma de roles, cuestiones de poder), conflictos, acuerdos, debates, entre otros. Esto permite anticipar que este tipo de actividades dan la oportunidad de analizar la identidad matemática de cada una de las estudiantes a través de un análisis de los elementos reconocidos durante la resolución en un espacio social. Además, en una práctica sostenida con este tipo de actividades se podría sobre el tiempo conducir estudios de caso en los que se analice la forma en que se transforma la IM de una participante. La relación que guardan estos elementos es una búsqueda infinita de la identidad, que se da cuando se realizan diferentes combinaciones entre dichos elementos. Seguimos con el análisis de la implementación final de nuestras actividades de modelación y los nuevos modelos de la pista de atletismo que las estudiantes construyan.

Referencias

Abassian, A., Safi, F., Bush, S. y Bostic, J. (2020). Five different perspectives on mathematical modeling in mathematics education. *Investigations in Mathematics Learning*, *12*(1), 53-65.

Arguedas, A., y Porras, J. (2008). El uso del contexto sociocultural del estudiante como elemento facilitador de su aprendizaje sobre conceptos básicos de funciones en matemática (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

Analítica, G. (2020, agosto 6). ▷ *¿Qué son las Rectas Paralelas? (ejemplos)*. Geometría Analítica. https://www.geometriaanalitica.info/rectas-paralelas-definicion-y-ejemplos/

Darragh, L. (2016) Identity research in mathematics education. *Educ Stud Math* 93, 19–33 . https://doi.org/10.1007/s10649-016-9696-5

Espinosa-Guia, C. G., Simón Ramos, M. G. y Rodríguez Muñoz, C. (2023). Género y matemáticas. Una historia que merece ser contada. *DIDAC*, (81 ENE-JUN), 71–79. https://doi.org/10.48102/didac.2023.81_ENE-JUN.124

Hernández, D. y Lezama, F. (2019). Configuración de la identidad de profesores de matemáticas de educación secundaria a partir de un proceso de profesionalización: Un estudio de caso. *Perspectiva Educacional*, *58*(1), 26-48.

Hirsch, C. R. y McDuffie, A. R. (2016). *Designing Sequences of Model Development Tasks.* En *Annual perspectives in mathematics education 2016: Mathematical modeling and modeling mathematics* (págs. 197-204). National Council of Teachers of Mathematics.

Lesh, R. y Doerr, H. (2003). Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sriraman, B. y Lesh, R. (2007). A conversation with Zoltan P. dienes. *Mathematical Thinking and Learning, 9*(1), 59–75. https://doi.org/10.1080/10986060709336606.

Tamayo, S. y Kathrin W. (2005). Espacios e identidades. En S. Tamayo y K. Wildener (Coord.), *Identidades urbanas* (pp.11-

Implementación de una Lista de cotejo para evaluar el trabajo práctico en un curso de laboratorio.

Eduardo Zaragoza Corona, Gabriela L. Rueda Morales y Leonor Pérez Trejo
Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, Departamento de Física, Ciudad de México, México
gruedam@ipn.mx

Resumen

En el marco del modelo educativo institucional, centrado en el estudiante, se deben implementar procesos de evaluación adecuados a este paradigma. En el caso de las asignaturas prácticas como los laboratorios de ciencias, además de evaluar competencias conceptuales, se debe evaluar las competencias procedimentales. En este trabajo se presenta la implementación de una lista de cotejo para poder evaluar el trabajo práctico en un curso de laboratorio de Física acorde con las competencias que se espera desarrollen en estas asignaturas. Con este instrumento se evalúan el desarrollo de las competencias tanto individual como grupal, así como el diseño y puesta en marcha de las practicas usadas en las clases.

Palabras clave

Cursos de laboratorio, instrumentos de evaluación, competencias procedimentales, lista de cotejo.

Introducción

El proceso de evaluación de los cursos de laboratorio en distintas ramas del conocimiento suele ser ambiguo ya que, a diferencia de las materias teóricas, no solo se pretende abordar conceptos, si no, desarrollar destrezas prácticas y experimentales. Algunas de las formas más comunes de evaluar estos cursos son: reportes, exámenes o tareas; es decir, evidencia escrita. En particular, en los programas oficiales de los cursos de laboratorio básicos de la Licenciatura en Física y Matemáticas (1994) de la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) se indica que la calificación final debe ser 70% con reportes escritos y 30% con una evaluación técnico-práctica y no se dan más especificaciones al respecto. Ante esta situación, surge la inquietud de proponer instrumentos de evaluación que tomen en cuenta el desempeño que tienen los estudiantes a la hora de realizar el desarrollo del experimento que puedan contribuir de una manera más objetiva a la calificación general.

Utilizando la metodología Investigación en Acción, que es un conjunto de actividades que sirven para regular, validar y adaptar de manera cíclica los procesos evaluativos, se logró obtener una lista de cotejo que consta de 15 aspectos que tienen correlación con las competencias propuestas por Rueda Morales y

colaboradores (2013) para el desarrollo de competencias experimentales en cursos de laboratorio de física y cumplen con las principales características del modelo educativo institucional. La implementación de la lista de cotejo se hizo en un grupo de laboratorio de nivel universitario. Se encontró que la lista además de evaluar el desempeño de cada estudiante sirve como indicador para el profesor para regular el aprendizaje a través de la intervención en las actividades que así lo requieran.

Marco Teórico

El modelo educativo del Instituto Politécnico Nacional, centrado en el aprendizaje, pretende que los egresados desarrollen habilidades y competencias, que les permitan tener una formación integral que combine conocimientos, actitudes, valores que faciliten su aprendizaje autónomo (2003); para lograr esto es necesario desarrollar planeación docente efectiva, así como procesos de evaluación adecuados.

La evaluación en educación superior y en particular en los cursos de laboratorio de este nivel, tiene que ser continua por lo que se deben diseñar procedimientos que incluyan diferentes instrumentos que permitan recopilar información para posteriormente interpretarse en función a distintas referencias, y así poder asignarle un valor para darle un significado.

Se pueden mencionar tres tipos de evaluación que tienen lugar en distintas fases del aprendizaje, estas son la evaluación diagnóstica, la formativa y la sumativa (Martínez Cortés, 2011). La primera sirve para identificar el nivel de conocimientos de los estudiantes antes de iniciar el programa académico; la evaluación formativa proporciona al estudiante ayuda continua en la planificación y el desarrollo del proceso de resolución de tareas; y la sumativa analiza el producto final en un proceso de aprendizaje en este tipo de evaluación se le asigna una calificación.

Para valorar el desempeño de los estudiantes en un curso de laboratorio es necesario evaluar las competencias procedimentales por lo que una lista de cotejo es un instrumento adecuado ya que relaciona acciones sobre tareas específicas, organizadas de manera sistemática para valorar la presencia o ausencia de estas y asegurar su cumplimiento durante el proceso de aprendizaje (Sierra González et al, 2020)

Metodología

En un grupo de Laboratorio de Física, que se imparte en el segundo semestre de la carrera de Licenciatura en Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional se implementó la utilización de una la lista de cotejo como instrumento para evaluar las habilidades del estudiantado al realizar una práctica experimental ya que en el plan

de la asignatura se solicita que se evalúe esta parte y de ahí surge esta necesidad. El grupo analizado se conforma por 8 estudiantes que realizaron 9 prácticas durante el curso.

La lista de cotejo propuesta se presenta en la tabla 1 y está compuesta por las habilidades que se consideraron necesarias para la realización de una práctica experimental. Estos aspectos se evaluaron cada clase para cada uno de los estudiantes durante la ejecución de la práctica. se asignaron valores al No y Si cumple de 0 y 1 respectivamente.

Tabla 1. Lista de cotejo para evaluar el trabajo experimental

	Aspecto	No cumple 0	Sí cumple 1
A1	Realiza mediciones		
A2	Maneja con cuidado el material		
A3	Monta dispositivos experimentales		
A4	Se comunica con sus compañeros		
A5	Manipula el experimento		
A6	Analizan sus resultados (buscan y corrigen errores)		
A7	Comparan sus resultados con los demás equipos		
A8	Realizan cálculos para monitorear si va bien el experimento		
A9	Preguntan dudas entre compañeros		
A10	Preguntan dudas al profesor		
A11	Comparan sus datos con los reportados de internet o libros		
A12	Formula su propia hipótesis		
A13	Comprende el objetivo de la práctica		
A14	Extrae conclusiones		
A15	Interpreta los datos del gráfico		

Los aspectos presentados en la tabla 1 se relacionan con el trabajo presentado por Rueda Morales (2013) donde seleccionan las competencias en el área de física experimental que aplican para las asignaturas de laboratorio en la Licenciatura en Física y Matemáticas de la ESFM-IPN a partir de las presentadas en el proyecto Tunnig Latinoamericano para el área de Física. En la tabla 2 se presenta que aspecto de la lista de cotejo contribuye al desarrollo de alguna de las competencias mencionadas.

Tabla 2. Relación entre competencias y aspectos de la Lista de cotejo para evaluar el trabajo experimental.

Competencias	Aspectos de la Lista de Cotejo
Plantear, analizar y resolver problemas físicos experimentales, mediante la utilización de métodos analíticos, experimentales o numéricos, así como describir y explicar fenómenos naturales relacionados.	A1, A6, A8
Utilizar o elaborar programas o sistemas computacionales para el procesamiento de información, cálculo numérico, simulación de procesos físicos o control de experimentos.	A15
Construir modelos simplificados que describan una situación compleja, identificando sus elementos esenciales y efectuando las aproximaciones necesarias, además de percibir las analogías con otras situaciones.	A12, A15, A17
Desarrollar argumentaciones válidas en el ámbito de la física identificando hipótesis (estimando el orden de magnitud) y conclusiones.	A12, A13, A14
Demostrar destrezas experimentales (enfatizando el trabajo en equipo) y uso de métodos adecuados de trabajo en el laboratorio (incluyendo seguridad e higiene).	A1, A2, A3, A5
Comunicar conceptos y resultados en lenguaje oral y escrito ante sus pares y en situaciones de enseñanza, divulgación y en la participación de actividades profesionales relacionadas.	A4, A7, A9, A10
Buscar, interpretar y utilizar información científica adecuadamente.	A11, A15,

Como se puede observar todos los aspectos de la Lista de Cotejo aportan al desarrollo de alguna competencia lo que nos indica que apta para evaluar la formación experimental. La competencia que más se desarrolla es la de comunicar conceptos y resultados antes sus pares, como era de esperarse, ya que la lista de cotejo evalúa el trabajo en equipo.

Resultados

Se realizaron 9 prácticas que se evaluaron con la lista de cotejo usando valores numéricos de 0 y 1 si la respuesta era Sí o No respectivamente. En la tabla 3 se presenta la suma de los puntos obtenidos de la evaluación de la lista de cotejo por estudiante durante cada práctica. El guion indica que el estudiante no se presentó a realizar la práctica.

Se puede observar que en algunos casos el total corresponde al valor máximo de aspectos por cubrir (15) lo que nos indica que si es posible cumplir con todos los aspectos. Además de observar el desempeño grupal, permite identificar si es necesario la intervención individual.

Tabla 3. Evaluación de la lista de cotejo por práctica por estudiante

	Número de Práctica								
Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9
E1	13	13	14	13	12	12	15	14	13
E2	10	-	13	13	12	11	12	14	13
E3	13	13	14	13	12	12	15	14	13
E4	13	13	14	13	12	11	12	14	13
E5	13	12	13	13	13	11	15	15	13
E6	11	13	-	-	8	4	15	15	13
E7	11	13	13	13	13	12	12	15	13
E8	7	12	14	13	13	12	12	15	13

Como ejemplo podemos analizar al estudiante E6, este tuvo un buen desempeño durante las primeras dos prácticas, pero las dos siguientes no asistió, esto causó un desbalance que se vio reflejado en las dos siguientes prácticas, finalmente para las últimas clases el estudiante mejoró. En tabla 4 se presenta la información por aspecto del E6 para su análisis.

Tabla 4. Información por aspecto del E6

	Número de Práctica								
Aspecto	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	1	1	-	-	1	1	1	1	1
A2	1	1	-	-	1	0	1	1	0
A3	0	0	-	-	1	0	1	1	1
A4	1	1	-	-	1	0	1	1	1
A5	1	1	-	-	1	1	1	1	1
A6	1	1	-	-	0	0	1	1	1
A7	1	1	-	-	1	0	1	1	1
A8	0	1	-	-	0	1	1	1	1
A9	1	1	-	-	1	0	1	1	1
A10	1	1	-	-	1	1	1	1	1
A11	0	1	-	-	0	0	1	1	0
A12	1	1	-	-	0	0	1	1	1
A13	1	1	-	-	0	0	1	1	1
A14	0	0	-	-	0	0	1	1	1
A15	1	1	-	-	0	0	1	1	1
Total	11	13	-	-	8	4	15	15	13

Se puede observar en la Tabla 4 que el desempeño del estudiante es consistente en A1, A5 y A10. Por otro lado, se puede intuir que la falta de asistencia le afecta en la sistematización de lo siguiente: no se enfoca en comprender el objetivo y generar hipótesis (aspectos A12 y A13), lo que le dificulta analizar los gráficos y los datos (aspectos A6 y A15), y por tanto no los compara ni genera conclusiones (aspectos A11 y A14). Esto evidencia la utilidad de la lista de cotejo para evaluar el desempeño de cada estudiante y así atender a la diversidad.

A partir de la Tabla 3 también se pueden obtener otros datos relacionados con los aspectos de la lista de cotejo, las prácticas y los estudiantes. En la Tabla 5 se presenta el número de estudiantes que cumplieron algún aspecto en cada una de las prácticas. Cabe mencionar, que en las prácticas 2, 3 y 4 no asistió un estudiante, por lo que en esos casos el valor máximo es 7. El Total en la última columna de la Tabla 5 se refiere al número de estudiantes que en cada práctica cumplieron cada uno de los aspectos, el número máximo es 69.

Tabla 5. Número de estudiantes que cumplieron por aspecto de la Lista de Cotejo por práctica

	Número de Práctica									
Aspecto	***1***	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***Total***
A1	6	7	6	7	8	8	8	8	8	66
A2	8	6	6	7	8	5	8	8	0	56
A3	4	5	7	7	8	7	8	8	8	62
A4	7	6	7	7	8	7	8	8	8	66
A5	6	7	6	7	8	8	8	8	8	66
A6	8	7	7	7	7	0	8	8	8	60
A7	4	7	7	7	1	0	4	4	8	42
A8	5	3	7	7	7	8	8	8	8	61
A9	7	7	7	7	8	7	8	8	8	67
A10	8	7	7	7	8	8	8	8	8	69
A11	6	7	7	7	7	0	4	8	0	46
A12	8	7	7	7	7	7	8	8	8	67
A13	8	7	7	7	7	7	8	8	8	67
A14	4	1	0	0	0	7	8	8	8	36
A15	2	5	7	0	3	6	4	8	8	43

En la columna Total se puede observar que hay aspectos que los estudiantes tienen más afianzados o simplemente los cumplen de manera natural, por ejemplo: A1, A3, A4, A5, A9, A10, A12 y A13 que tienen valores mayores al 90% del máximo. De la misma manera hay aspectos que se cumplieron menos veces, como el: A7, A11, A14 y A15 que tienen los valores más bajos entre el 52 y 66% respecto al máximo. Esto puede dar a entender que la redacción del rubro puede no ser clara o hay que reforzar estas competencias.

Similar a esto, se presenta en la Tabla 6, por estudiante, en cuantas prácticas cumplió con cada aspecto particular, por ejemplo: el E1 cumplió con el A1 en las 9 prácticas. Para esta tabla solo se consideran los estudiantes que asistieron a todas las prácticas, es decir, no se incluyen los estudiantes E2 y E6 porque no sería equitativo el total por aspecto. El Total de cumplimiento de cada aspecto por todos los estudiantes (Total AE) se presenta en la última fila. El máximo valor que se puede obtener en Total AE es 54.

Tabla 6. Número de prácticas en que un estudiante cumplió un aspecto de la Lista de Cotejo

	ASPECTO														
Estudiante	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15
E1	9	8	9	9	9	8	5	8	9	9	7	9	9	5	6
E3	9	8	9	9	9	8	5	8	9	9	7	9	9	5	6
E4	9	7	9	9	9	8	4	8	9	9	6	9	9	5	5
E5	9	6	9	9	9	8	6	9	9	9	7	9	9	5	5
E7	8	8	7	9	9	8	6	8	9	9	5	9	9	4	7
E8	8	8	8	7	8	8	6	7	8	9	6	9	9	5	5
TOTAL AE	52	45	51	52	53	48	32	48	53	54	38	54	54	29	34

Con la última fila se complementa la información anterior, los aspectos que cumplen todos los estudiantes en todas las prácticas son el A10, el A12 y el A13 (9 prácticas por 6 estudiantes), y los que siguen con valores mayores a 50 (80%) son: A1, A3, A4, A5, A9, lo que nos dice, que los estudiantes los tienen ya interiorizados. Por otro lado, el A14 solo se cumple en un 53%, mientras el A7, A11 y A15 le siguen en menor cumplimiento y hay que atenderlos

Un dato que también se puede observar es que, por ejemplo, del aspecto A2, uno de los estudiantes que más lo cumplió fue el E1 durante 8 prácticas, y el estudiante que menos lo cumplió fue el E5 durante 6 prácticas. Esta diferencia de dos prácticas entre el estudiante que más cumplió y el que menos lo hizo, se mantiene para todos los aspectos de la lista de cotejo por diferentes estudiantes. De esto se infiere que el desempeño del grupo se mantiene durante todo el curso.

Por último, en la Tabla 7 se presenta la cantidad de rubros totales que cada estudiante cumplió por práctica. De igual manera no se incluyen a E2 y E6. La Suma de la Lista de Cotejo en cada práctica por estudiante (Suma LCE) se presenta en la última columna. Por otro lado, el Total de cumplimiento de los aspectos de todos los estudiantes por práctica (Total AP) se presenta en la última fila.

Tabla 7. Número de aspectos de la Lista de Cotejo que un estudiante cumplió por práctica

	Número de Práctica									
Estudiante	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Suma LCE
E1	13	13	14	13	12	12	15	14	13	119
E3	13	13	14	13	12	12	15	14	13	119
E4	13	13	14	13	12	11	12	14	13	115
E5	13	12	13	13	13	11	15	15	13	118
E7	11	13	13	13	13	12	12	15	13	115
E8	7	12	14	13	13	12	12	15	13	111
Total AP	70	76	82	78	75	70	81	87	78	

De la última columna en la Tabla 7, se puede observar que el E8 fue el que menos rubros cumplió en total, esto se debe principalmente a que en la práctica 1 obtuvo

un valor de 7, ya que en las otras tiene puntajes similares a los de sus compañeros. Por otro lado, E1 y E3. El valor máximo para la Suma LCE es 135, por lo que sin contar al E8, los demás cumplieron los aspectos entre el 85 al 88% del total. Lo que indica que manejan las competencias a buen nivel.

Por otro lado, de la fila nombrada Total AP se observa que las prácticas 1 y 6 fueron en las que menos rubros se cumplieron, se infiere que la primera práctica tiene dificultades por ser la primera interacción entre los estudiantes y el laboratorio, y la sexta simplemente no se prestaba para que se cumplieran todos los rubros ya que la manipulación experimental fue limitada debido al dispositivo. Por lo que se evidencia que estos resultados son útiles para evaluar también el diseño y puesta en marcha de las practicas usadas en las clases.

Conclusiones

De los resultados presentados se muestra que la lista de cotejo permite evaluar tanto el desempeño por estudiante como el grupal y su evolución en el cumplimiento de los aspectos, por lo que es posible atender a la diversidad. También se pueden identificar cuáles son los aspectos que se cumplen de manera regular y en los que hay que poner mayor énfasis para que se desarrollen y de manera transversal es posible identificar en cuales prácticas es necesario hacer modificaciones para propiciar el desarrollo de todos los aspectos de la lista de cotejo.

Referencias

Instituto Politécnico Nacional. (1994). Programa de estudio del Laboratorio de Física II. https://www.esfm.ipn.mx/assets/files/esfm/docs/planes/LFM/tronco-comun/2/Laboratorio_de_Fisica_II.pdf

Instituto Politécnico Nacional. (2003). Un Nuevo Modelo Educativo para el IPN, Materiales para la Reforma. IPN, México.

Martínez Cortés, J. (2011). La Evaluación Educativa: Conceptos, Funciones y Tipos. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/jomartinez/files/2011/08/LA_EVALUACION_EDUCATIVA.pdf, consultado 25 de marzo de 2024.

Rueda Morales, G. L., Pérez Trejo, L., González Álvarez, L. M., Méndez Sánchez, A. F., Miramontes Lira, R. C., & Díaz Valdés, E. (2013). Estrategia basada en competencias para la construcción natural del conocimiento en un curso de física experimental, Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 7, No. 1, disponible en *http://www.lajpe.org.*

Sierra González, R., Sosa Ramírez, K. P., & González Garibay, V. (2020). Lista de Cotejo. **Evaluación del y para el Aprendizaje: instrumentos y estrategias** (págs. 217-231). Editores M. Sánchez Mendiola, & A. Martínez González, CODEIC, UNAM, México.

Explorando las modalidades de escritura reflexiva en la formación de profesores de ciencias

Tatiana Pujol-Cols, Trinidad Rayen Scaine y Guillermo Cutrera
Departamento de Educación Científica, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

tati.pcols @gmail.com

Resumen

Este trabajo analiza la escritura reflexiva de un futuro docente de ciencias durante su formación inicial. El análisis del contenido de sus diarios reveló dos modalidades principales: descripciones no reflexivas y reflexiones descriptivas. La primera modalidad prevaleció, caracterizándose por enumeraciones cronológicas de eventos o reproducciones de temáticas especializadas, sin un análisis crítico profundo. La segunda modalidad, aunque menos frecuente, mostró intentos de brindar razones basadas en opiniones personales o interpretaciones de la literatura. Se destaca la ausencia de la modalidad de reflexión dialógica, que implica considerar múltiples perspectivas, formular preguntas y establecer conexiones con teorías. Esta ausencia sugiere que el proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva del futuro docente se encontraba en una etapa inicial, centrada en la descripción de eventos y la formulación de razones basadas en sus propias experiencias. El trabajo resalta la importancia de brindar apoyo y orientación a los futuros docentes para que puedan alcanzar niveles más profundos de reflexión durante su formación.

Palabras clave

Práctica reflexiva; formación docente inicial; escritura reflexiva.

Introducción

En este trabajo buscamos analizar las modalidades de escritura reflexiva presentes en los diarios de un futuro docente de Química durante su formación inicial, con el fin de comprender su proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva.

Investigaciones como las aquí propuestas cobran relevancia pues enfatizan la centralidad de las prácticas reflexivas en la formación de profesionales capaces de pensar críticamente sobre su trabajo (Herrera González y Martínez Ruiz, 2018). Esta instancia reflexiva sobre su propia práctica profesional es considerada parte esencial del crecimiento profesional docente y resulta especialmente relevante en el contexto de la formación docente inicial (Kaminski, 2003).

Marco Teórico

Importancia de la Práctica Reflexiva Docente y su Aprendizaje durante la Formación Inicial

La práctica reflexiva es un componente fundamental en la formación y el desarrollo profesional de los docentes. Numerosos estudios han destacado su importancia para el mejoramiento continuo de la enseñanza y el aprendizaje (Rodríguez-Arteaga y Gómez-Velasco, 2023; Parkes et al., 2021). A través de la reflexión, los docentes pueden analizar críticamente su práctica, identificar fortalezas y debilidades, y desarrollar estrategias para mejorar su enseñanza (Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022; Pérez-Gómez, 2017).

La formación inicial docente es un momento clave para el desarrollo de la práctica reflexiva, ya que permite a los futuros profesores adquirir habilidades y hábitos que les serán útiles a lo largo de su carrera (Loughran y Berry, 2021; Lee, 2023). Durante esta etapa, los estudiantes de docencia tienen la oportunidad de observar y analizar su propia práctica, así como la de otros docentes experimentados, lo que les permite cuestionar sus supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías y conceptos pedagógicos (Parkes et al., 2021; Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022).

Varios autores han enfatizado la importancia de brindar apoyo y orientación a los futuros docentes para que puedan alcanzar niveles más profundos de reflexión (Lee, 2023; Parkes et al., 2021). Esto implica diseñar entornos de aprendizaje cuidadosamente estructurados que brinden estímulos provocadores, contenido significativo y procesos interactivos para la reflexión (Parkes et al., 2021). Además, se requiere guiar a los estudiantes para que puedan superar la mera descripción de eventos y logren una reflexión dialógica que les permita cuestionar sus supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías y conceptos pedagógicos (Lee, 2023; Loughran y Berry, 2021).

La escritura reflexiva, a través de diarios de clase o portafolios, se ha utilizado ampliamente como una herramienta para promover la reflexión y el desarrollo profesional docente (Rodríguez-Arteaga y Gómez-Velasco, 2023; Pérez-Gómez, 2017). Esta práctica permite a los futuros docentes registrar y analizar sus experiencias, pensamientos y emociones relacionadas con la enseñanza y el aprendizaje (Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022; Lee, 2023).

Sin embargo, varios estudios han demostrado que los futuros docentes a menudo tienen dificultades para alcanzar niveles más profundos de reflexión en sus escritos (Parkes y Dredger, 2019; Loughran y Berry, 2021). Tienden a centrarse en descripciones detalladas de eventos y en la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias, sin lograr una reflexión dialógica que les permita cuestionar sus supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías y conceptos pedagógicos (Lee, 2023; Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022).

Uno de los desafíos clave es ayudar a los futuros docentes a superar la mera descripción de eventos y la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias. Como señalan Parkes y Dredger (2019), la ausencia de reflexión dialógica en los diarios de los futuros docentes sugiere que su proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva se encuentra en una etapa inicial,

centrada en la descripción de eventos y en la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias.

Para abordar este desafío, es fundamental brindar apoyo y orientación a los futuros docentes durante su formación inicial. Loughran y Berry (2021) sugieren que los programas de formación docente deben proporcionar un apoyo estructurado para ayudar a los estudiantes a avanzar desde la escritura descriptiva hacia niveles más altos de reflexión que impliquen cuestionar supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías.

Uno de los enfoques efectivos para promover la reflexión dialógica es el uso de portafolios reflexivos. Parkes y Dredger (2019) encontraron que el uso de portafolios, combinado con una retroalimentación formativa y oportunidades para la discusión y el diálogo, puede ayudar a los futuros docentes a desarrollar habilidades de reflexión crítica más profundas.

Además, es importante diseñar entornos de aprendizaje que brinden estímulos provocadores, contenido significativo y procesos interactivos para la reflexión (Parkes et al., 2021). Estos entornos pueden incluir la observación de videos de clases, el análisis de casos de estudio, la participación en comunidades de aprendizaje profesional y la retroalimentación de mentores o docentes experimentados.

Metodología

En este estudio, se desarrolló un enfoque exploratorio-descriptivo para analizar las reflexiones de un futuro docente de ciencias, a quien se le asignó el nombre ficticio de José, durante la etapa de planificación previa a su intervención en el aula. Dicha intervención consistió en tres clases y correspondió a una segunda instancia de práctica docente en el contexto de la residencia. Previamente, José había realizado una planificación sobre el mismo tema y la había implementado en una institución diferente.

El análisis se centró en un total de cuatro diarios (D1 a D4) elaborados por José después de cuatro encuentros en los que participó junto con su pareja pedagógica y los docentes de la Residencia y del aula destino. En estos encuentros, se abordaron progresivamente los conocimientos relevantes de la intervención previa, con el fin de adaptarlos a la nueva intervención, hasta llegar a la toma de decisiones relacionadas con la nueva planificación didáctica.

Entre estos encuentros, José trabajó en colaboración con su pareja pedagógica en la elaboración del texto de la planificación, supervisado por un docente de la Residencia. Así, los encuentros compartidos con su pareja y los docentes se desarrollaron después de los avances realizados por ambos practicantes en su planificación.

Se realizó un análisis de contenido (Krippendorff, 2004) a partir de los diarios elaborados. Se definieron las unidades de análisis temáticas, se extrajeron categorías de manera inductiva y se llevó a cabo un análisis de frecuencias y co-ocurrencias (Franco, 2020).

Una vez finalizado el análisis del contenido, se describieron las modalidades de escritura (Tabla 1) a partir de las categorías propuestas por Hatton y Smith (1995). Estos autores sugieren los siguientes niveles en orden creciente de complejidad: a) escritura descriptiva: una modalidad no reflexiva consistente en un mero reporte de eventos o de literatura; b) reflexión descriptiva: modalidad en la que se identifican intentos de dar razones basadas en opiniones personales o en interpretaciones de la literatura; c) reflexión dialógica: involucra un tipo de discurso o diálogo consigo mismo, una exploración de posibles razones; y d) reflexión crítica: definida como la implicación de la justificación de decisiones o acontecimientos que tiene en cuenta los contextos históricos, sociales y/o políticos más amplios.

Cabe destacar que, en este estudio, no se identificó la modalidad de reflexión crítica en los diarios analizados. Por lo tanto, el análisis se centró en las tres primeras modalidades propuestas por Hatton y Smith (1995). La Figura 1 presenta un esquema simplificado de los aspectos metodológicos del estudio.

Figura 1. Diseño metodológico y contexto de investigación. Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Modalidades de escritura: definición y ejemplos

Categoría	Definición	Ejemplos
Escritura descriptiva	Es una modalidad de escritura no reflexiva, centrada en la enumeración cronológica de eventos que ocurren en contextos escolares o bien a la reproducción de temáticas provenientes de la literatura especializada	“En esta reunión comenzamos viendo la planificación con las modificaciones que nos habían sugerido. En un principio estuvimos hablando sobre los objetivos de aprendizaje que planteamos y luego pasamos a las distintas opciones de videos para la actividad 4 sobre intolerancia a la lactosa”

Reflexión descriptiva	Se trata de una escritura reflexiva en dónde aparece un intento de dar razones basadas en opiniones personales o en interpretaciones de los estudiantes de la literatura	"El texto que desarrolla definiciones sobre biomoléculas, carbohidratos, clasificación y representación podríamos buscar otra alternativa para trabajarlo porque es un texto extenso. Este texto quedó extenso porque en la Piloto no contábamos con la posibilidad de utilizar recursos como videos, o alguna TIC"

Fuente: Adaptado de Hatton y Smith (1995)

Resultados

El análisis del contenido de los diarios de José reveló dos modalidades principales: descripciones no reflexivas y reflexiones descriptivas. Estas categorías se caracterizaron por una enumeración cronológica de eventos en contextos escolares o la reproducción de temáticas especializadas, y por intentos de brindar razones basadas en opiniones personales o interpretaciones de la literatura, respectivamente.

Las frecuencias de codificación difirieron notablemente entre ambas modalidades (Figura 2), con una prevalencia de la escritura descriptiva (28)[1] sobre la reflexión descriptiva (8). Además, se observó una diferencia en la cantidad de citas entre los tres primeros diarios (31) y el cuarto diario (5).

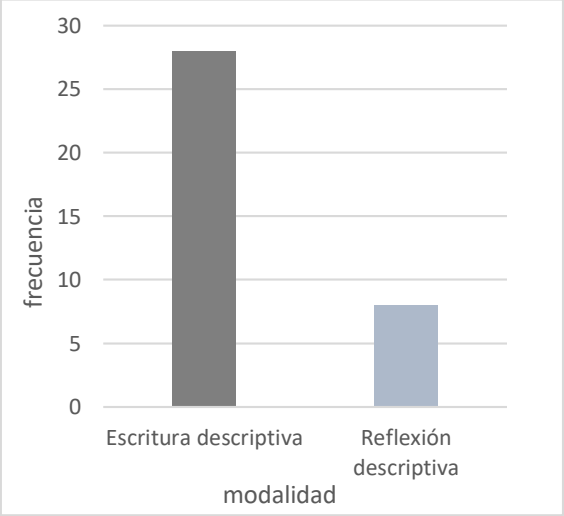


Figura 2. Distribución de frecuencias totales correspondientes a las modalidades de escritura identificadas. Fuente: elaboración propia.

[1] Entre paréntesis se indican las frecuencias de codificación asociadas a cada modalidad de escritura.

La escritura descriptiva, que prevaleció en los diarios analizados, se caracterizó por una enumeración cronológica de eventos ocurridos en contextos escolares o la reproducción de temáticas especializadas. Esta modalidad de escritura sugiere que José se centró principalmente en registrar los hechos y las actividades realizadas, sin necesariamente profundizar en un análisis crítico o en la formulación de interrogantes. Algunos ejemplos de esta modalidad descriptiva incluyen:

- "Comenzamos la planificación con las modificaciones que nos habían sugerido. En un principio, estuvimos hablando sobre los objetivos de aprendizaje que planteamos y luego pasamos a las distintas opciones de videos para la actividad 4 sobre intolerancia a la lactosa."

- "El texto que desarrolla definiciones sobre biomoléculas, carbohidratos, clasificación y representación podríamos buscar otra alternativa para trabajarlo porque es un texto extenso."

Estas citas ilustran cómo José se enfocó en detallar los eventos y las tareas realizadas durante la planificación, sin profundizar en un análisis más profundo o en la formulación de preguntas o cuestionamientos.

Por otro lado, la modalidad de reflexión descriptiva, aunque menos frecuente, reveló intentos de José por brindar razones basadas en opiniones personales o en interpretaciones de la literatura. Esta modalidad sugiere un nivel más alto de reflexión y análisis, aunque aún limitado a sus propias perspectivas y experiencias. Un ejemplo de esta modalidad es el siguiente:

"Este texto quedó extenso porque en la Piloto no contábamos con la posibilidad de utilizar recursos como videos o alguna TIC."

En esta cita, José ofrece una explicación o justificación para la extensión del texto, basada en su experiencia previa y las limitaciones que enfrentaron en ese momento.

Al comparar los diarios elaborados en diferentes instancias de planificación, se observaron diferencias en las frecuencias totales de codificación y en las frecuencias asociadas a cada modalidad de escritura. Las frecuencias más altas correspondieron a los aportes provenientes de la intervención previa, particularmente en los aspectos a modificar.

En cuanto a los aportes pertenecientes al nuevo contexto de investigación, la mayor frecuencia se registró en las características del curso, mientras que la menor frecuencia correspondió a las características del aula/laboratorio.

Las valoraciones fueron comparativamente inferiores y se identificaron únicamente en el primer diario, refiriéndose a la planificación inicial y su potencial adaptación al nuevo contexto, o a los factores que contribuyeron al éxito de una actividad experimental previa.

Un aspecto destacado en el análisis del practicante es la ausencia de la modalidad de reflexión dialógica en los diarios analizados. Según Hatton y Smith (1994), citados en el trabajo, esta modalidad implica un nivel más profundo de reflexión, donde se consideran múltiples perspectivas, se formulan preguntas y se establecen conexiones con teorías y conceptos más amplios. En este contexto, Lee (2023) respalda directamente la necesidad de brindar apoyo a los futuros docentes para que puedan superar la mera descripción y logren una reflexión más profunda que les permita cuestionar sus supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías. En la misma línea, Parkes, Dredger y Hicks (2021) enfatizan la importancia de diseñar entornos de aprendizaje cuidadosamente estructurados que brinden estímulos provocadores, contenido significativo y procesos interactivos para la reflexión. Esto permitiría a los futuros docentes cuestionar sus creencias normativas sobre la enseñanza y las escuelas, y desarrollar perspectivas críticas más profundas.

La falta de reflexión dialógica en los diarios del futuro docente sugiere que su proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva aún se encontraba en una etapa inicial, centrada principalmente en la descripción de eventos y en la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias. Parkes y Dredger (2019) respaldan directamente la afirmación, indicando que la ausencia de reflexión dialógica en los diarios de los futuros docentes sugiere que su proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva se encontraba en una etapa inicial, centrada en la descripción de eventos y en la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias. Loughran y Berry (2021) también respaldan esta afirmación, señalando que los futuros docentes a menudo tienen dificultades para ir más allá de la escritura descriptiva y las opiniones personales en sus diarios reflexivos, lo que indica que aún se encuentran en las etapas iniciales del desarrollo de una práctica reflexiva crítica.

Este hallazgo coincide con los resultados de otros estudios que han explorado la escritura reflexiva en la formación docente. Por ejemplo, Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes (2022) encontraron que los futuros profesores tendían a centrarse en aspectos descriptivos y personales en sus reflexiones, sin alcanzar niveles más profundos de análisis crítico y conexión con teorías pedagógicas.

Otro hallazgo relevante es el predominio de la escritura descriptiva sobre la reflexión descriptiva en los diarios analizados. Esta modalidad de escritura se caracteriza por la enumeración cronológica de eventos o la reproducción de temáticas especializadas, sin un análisis profundo o la formulación de interrogantes.

Este resultado coincide con los hallazgos de otros estudios que han explorado la escritura reflexiva en la formación docente. Por ejemplo, Lee (2023) encontró que los futuros docentes tendían a centrarse en descripciones detalladas de las actividades realizadas en el aula, sin profundizar en un análisis crítico de su práctica.

Sin embargo, es importante destacar que la escritura descriptiva no debe ser desestimada por completo, ya que puede ser un paso necesario en el desarrollo de habilidades reflexivas más complejas. Como señalan Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes (2022), la descripción detallada de eventos y situaciones puede ser un punto de partida para la reflexión posterior.

Conclusiones

El presente estudio analizó las modalidades de escritura reflexiva presentes en los diarios de un futuro docente de ciencias durante su formación inicial, con el objetivo de comprender su proceso de aprendizaje y desarrollo de una práctica reflexiva, e identificar estrategias para promover niveles más profundos de reflexión dialógica.

Los principales resultados revelaron la prevalencia de la escritura descriptiva sobre la reflexión descriptiva en los diarios analizados. La modalidad descriptiva se caracterizó por enumeraciones cronológicas de eventos o reproducciones de temáticas especializadas, sin un análisis crítico profundo. Por otro lado, la reflexión descriptiva mostró intentos de brindar razones basadas en opiniones personales o interpretaciones de la literatura, aunque aún limitados a las propias perspectivas y experiencias del futuro docente.

Un hallazgo significativo fue la ausencia de la modalidad de reflexión dialógica, la cual implica considerar múltiples perspectivas, formular preguntas y establecer conexiones con teorías y conceptos más amplios. Esta ausencia sugiere que el proceso de aprendizaje y desarrollo de la práctica reflexiva del futuro docente se encontraba en una etapa inicial, centrada principalmente en la descripción de eventos y la formulación de razones basadas en sus propias opiniones y experiencias.

Estos resultados aportan evidencia empírica a la investigación sobre la práctica reflexiva en la formación docente inicial. Coinciden con los hallazgos de otros estudios que han explorado la escritura reflexiva de futuros profesores, donde se observa una tendencia a centrarse en aspectos descriptivos y personales, sin alcanzar niveles más profundos de análisis crítico y conexión con teorías pedagógicas (Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022; Lee, 2023). Sin embargo, es importante destacar que la escritura descriptiva no debe ser desestimada por completo, ya que puede ser un paso necesario en el desarrollo de habilidades reflexivas más complejas (Gómez-Velasco y Sánchez-Puentes, 2022).

Los hallazgos de este estudio resaltan la importancia de brindar apoyo y orientación a los futuros docentes durante su formación inicial para que puedan alcanzar niveles más profundos de reflexión dialógica. Esto implica diseñar entornos de aprendizaje cuidadosamente estructurados que brinden estímulos provocadores, contenido significativo y procesos interactivos para la reflexión (Parkes et al., 2021). Además, se requiere guiar a los estudiantes para que puedan superar la mera descripción de eventos y logren una reflexión dialógica que les permita cuestionar sus supuestos, considerar múltiples perspectivas y establecer conexiones con teorías y conceptos pedagógicos (Lee, 2023; Loughran y Berry, 2021).

Asimismo, sería valioso examinar cómo evolucionan las habilidades de reflexión de los futuros docentes a medida que avanzan en su formación y adquieren más experiencia práctica en el aula. Estudios longitudinales podrían brindar información valiosa sobre los factores que influyen en el desarrollo de una práctica reflexiva más profunda y cómo los programas de formación docente pueden apoyar mejor este proceso.

Referencias

Franco, M. (2020). Análisis de contenido: una introducción. Revista de Investigación Educativa, 28(2), 29-52. https://doi.org/10.25009/cpue.v28i2.2665

Gómez-Velasco, N. V., y Sánchez-Puentes, R. (2022). Análisis de la escritura reflexiva en la formación inicial de profesores de ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 19(1), 1101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1101

Gómez-Velasco, N. V., y Sánchez-Puentes, R. (2022). Análisis de la escritura reflexiva en la formación inicial de profesores de ciencias. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 19(1), 1101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i1.1101

Hatton, N., y Smith, D. (1994). Facilitating reflection: Issues and research. Recuperado de https://eric.ed.gov/?id=ED401038

Herrera, José y Ruiz, Ángela. (2018). El saber pedagógico como saber práctico. Pedagogía y Saberes. 9. http://dx.doi.org/10.17227/pys.num49-8167

Kaminski, E. (2003). Promoting pre-service teacher education students' reflective practice in mathematics. Asia-Pacific Journal of Teacher Education, 31, p. 21–32.

Krippendorff, K. (2004). Content analysis: An introduction to its methodology. London: Sage.

Lee, H. J. (2023). Exploring the reflective writing of pre-service science teachers: A case study. Journal of Science Teacher Education, 34(2), 123-145. https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2148932

Lee, H. J. (2023). Exploring the reflective writing of pre-service science teachers: A case study. Journal of Science Teacher Education, 34(2), 123-145. https://doi.org/10.1080/1046560X.2022.2148932

Loughran, J., y Berry, A. (2021). Developing reflective practice in pre-service teachers: Challenges and potential through literature. In C. Beauchamp et al. (Eds.), The Wiley International Handbook of Mentoring (pp. 105-124). John Wiley y Sons. https://doi.org/10.1002/9781119635645.ch6

Loughran, J., y Berry, A. (2021). Developing reflective practice in pre-service teachers: Challenges and potential through literature. In C. Beauchamp et al. (Eds.), The Wiley International Handbook of Mentoring (pp. 105-124). John Wiley y Sons. https://doi.org/10.1002/9781119635645.ch6

Parkes, K. A., Dredger, K. S., y Hicks, D. (2021). Disrupting preservice teachers' beliefs through critical reflection. Teaching and Teacher Education, 105, 103425. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103425

Parkes, K. A., Dredger, K. S., y Hicks, D. (2021). Disrupting preservice teachers' beliefs through critical reflection. Teaching and Teacher Education, 105, 103425. https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103425

Parkes, K., y Dredger, K. (2019). Developing reflective practice in pre-service teachers through the use of portfolios. Reflective Practice, 20(2), 230-241. https://doi.org/10.1080/14623943.2019.1569501

Parkes, K., y Dredger, K. (2019). Developing reflective practice in pre-service teachers through the use of portfolios. Reflective Practice, 20(2), 230-241. https://doi.org/10.1080/14623943.2019.1569501

Pérez-Gómez, Á. I. (2017). Pedagogía para el desarrollo del ser humano. Revista Iberoamericana de Educación, 74(1), 9-28. https://doi.org/10.35362/rie7412965

Rodríguez-Arteaga, S. M., y Gómez-Velasco, N. V. (2023). La escritura reflexiva en la formación inicial de profesores de ciencias: una revisión sistemática de la literatura. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 20(1), 1102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2023.v20.i1.1102

Tensionando el conocimiento para la enseñanza a través de la práctica reflexiva: Un estudio de caso con una futura docente de química

Scaine Trinidad Rayen, Pujol Cols Tatiana, Cutrera Guillermo
Departamento de Educación Científica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina

Dirección de correo electrónico de contacto
trinidadscaine@gmail.com

Resumen

Este estudio explora las reflexiones de una futura profesora de química sobre el uso de una tabla de doble entrada durante su residencia docente. Utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD), se analizan las relaciones entre los dominios Personal, Externo, de la Práctica y de las Consecuencias evidenciadas en sus reflexiones escritas. Los resultados muestran que la practicante empleó categorías didácticas aprendidas para analizar y proponer cambios en su práctica con la tabla. Se identificaron instancias donde relacionó su conocimiento personal con eventos de clase, proponiendo modificaciones. También incorporó elementos de su formación inicial (Dominio Externo) y analizó su planificación e implementación (Dominio de la Práctica). Sin embargo, se reconoce la necesidad de profundizar en instancias que tensionen su conocimiento para la enseñanza (Dominio Personal) promoviendo una práctica reflexiva más crítica. Si bien se observaron relaciones entre dominios, en ocasiones, tendió a centrarse más en aspectos prácticos o externos sin cuestionar suficientemente sus propias concepciones.

Palabras clave

Formación docente inicial; práctica reflexiva; recursos didácticos; Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente.

Introducción

La formación docente inicial es un período clave en el desarrollo profesional de los futuros profesores. Durante esta etapa, los residentes se enfrentan a situaciones complejas que requieren la puesta en práctica de diversas habilidades y conocimientos adquiridos durante su formación (Zeichner, 2010). Es en este contexto, donde la práctica reflexiva cobra especial relevancia, al permitir a los futuros docentes analizar críticamente sus experiencias en el aula y reconstruir sus concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje. El Practicum se convierte en un espacio de crecimiento profesional donde los practicantes construyen

progresivamente su propio sentido del futuro trabajo docente a través de las experiencias vividas, las estrategias ensayadas y las reflexiones elaboradas sobre su práctica (Martínez et al., 2019).
Durante el ejercicio de la práctica docente, y en particular en la residencia durante el Prácticum, los futuros profesores recurren al empleo de recursos didácticos. En este contexto, los recursos didácticos, como las tablas de doble entrada, cobran especial relevancia. Estas herramientas, ampliamente utilizadas en las aulas de ciencias, permiten organizar información de manera visual y sistemática, relacionando conceptos, datos o variables. Sin embargo, su uso suele naturalizarse, lo que puede llevar a un empleo inadecuado que genere confusión o no aproveche su potencial. Por ello, es fundamental que los futuros docentes desarrollen las habilidades y conocimientos necesarios para utilizar estos recursos de manera efectiva y en beneficio del aprendizaje de los estudiantes. En las aulas de ciencia, en particular, las tablas de doble entrada constituyen un recurso didáctico ampliamente utilizado por los profesores.

El objetivo principal de este trabajo es explorar cómo la práctica reflexiva sobre el uso de un recurso didáctico -tabla de doble entrada- a través de la escritura, permite a una futura profesora de química tensionar y reconstruir su conocimiento para la enseñanza durante su residencia docente.

En este trabajo se utilizó el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD) propuesto por Clarke y Hollingsworth (2002), que identifica cuatro dominios interrelacionados (Personal, Externo, de la Práctica y de las Consecuencias) involucrados en el desarrollo profesional docente. Este marco permite examinar cómo la reflexión de la futura, centrada sobre su práctica de enseñanza con la tabla de doble entrada, promueve conexiones entre estos dominios, fomentando así su crecimiento profesional.

La metodología empleada fue un estudio de caso cualitativo. Se analizaron los diarios de clase elaborados por la practicante durante su residencia. Estos registros reflexivos fueron examinados a través del lente del MICPD, identificando instancias en las que la futura docente cuestionó y reconstruyó sus concepciones sobre la enseñanza.

El trabajo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se presenta el marco teórico del MICPD y su relevancia para la formación docente inicial. Luego, se detalla la metodología del estudio de caso y se describen los datos analizados. Los resultados se organizan en torno a los diferentes dominios del MICPD, ilustrando con ejemplos concretos cómo la práctica reflexiva de la futura profesora promovió conexiones entre ellos. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos hallazgos para la formación docente inicial y se plantean futuras líneas de investigación. A través de este recorrido, se busca resaltar la importancia de la práctica reflexiva en la formación de futuros profesores, y cómo el análisis crítico de experiencias

concretas en el aula, como el uso de recursos didácticos específicos, puede contribuir al desarrollo de un conocimiento profundo para la enseñanza.

Marco Teórico

Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD)

El Modelo Interconectado de Desarrollo Profesional Docente (MICPD) propuesto por Clarke y Hollingsworth (2002) enfatiza la importancia de la "reflexión" y la "promulgación" entre diferentes Dominios para fomentar el crecimiento profesional de los profesores (Figura 1). Reconoce la complejidad del desarrollo profesional mediante la identificación de varias vías de crecimiento a través de cuatro Dominios interconectados: Personal, Externo, Práctico y de las Consecuencias.

Figura 1. *Modelo interconectado del desarrollo profesional docente.* Traducido y adaptado de Clarke y Hollingsworth (2002)

El Dominio Personal se refiere a los aspectos internos del crecimiento profesional docente, como conocimientos, creencias y actitudes. El Dominio Externo abarca las fuentes de información, estímulo o apoyo que influyen en el desarrollo profesional. El Dominio de la Práctica se centra en las prácticas de enseñanza, incluyendo estrategias pedagógicas, diseño curricular e interacciones en el aula. Finalmente, el Dominio de las Consecuencias abarca los resultados destacados por el docente durante sus prácticas de enseñanza.

Este marco conceptual ha sido ampliamente utilizado en diversos estudios que exploran cómo los profesores construyen nuevos conocimientos y habilidades a partir de sus propias experiencias en el aula. Una de las áreas en las que el MICPD

ha demostrado su utilidad es en el análisis de la práctica reflexiva y el aprendizaje colaborativo. Investigaciones como las de Murata et al. (2012), Lewis et al. (2009) y Marsigit (2007) han aplicado este modelo para examinar cómo la reflexión y la interacción entre colegas contribuyen al crecimiento profesional de los docentes, especialmente en el contexto de la lección de estudio.

Además, el MICPD ha sido una herramienta valiosa en investigaciones sobre el crecimiento profesional de líderes docentes, el desarrollo del conocimiento pedagógico del contenido y la mejora escolar en general. Estudios como los de Heller et al. (2012), Karimi (2011) y Justi y van Driel (2006) han utilizado este marco para explorar el aprendizaje de los educadores en diversos contextos y programas de desarrollo profesional.

Metodología

La metodología empleada en esta investigación se enmarcó en un enfoque cualitativo centrado en un estudio de caso (Stake, 2020). El caso se definió a partir del análisis desarrollado por una futura docente de química, quien identificó una problemática didáctica luego del desarrollo de una secuencia didáctica enmarcada en el tema "leyes de los gases" en la asignatura fisicoquímica del segundo año de la educación secundaria en una institución educativa de la provincia de Buenos Aires, Argentina. La practicante analizó, por interés propio, una de las actividades de la secuencia didáctica que consistía en una tabla de doble entrada que fue completada por los estudiantes a lo largo de tres clases (Figura 2).

ACTIVIDAD N°5 - Para finalizar

A partir de lo trabajado en la clase de hoy, completar la columna **LEY DE BOYLE** de la siguiente tabla (Tabla 2):

	LEY DE BOYLE - MARIOTTE	----------	----------
¿Qué variable queda constante?			
¿Qué variables se modifican?			
¿Cómo es la relación entre ellas? (ambas aumentan/ una aumenta y la otra disminuye)			
¿Cómo es la relación entre variables? (nivel microscópico)			
Ecuación de la ley			
Gráfica			

Figura 2. *Actividad de cierre realizada en las clases 1, 2 y 3. Fuente: elaborado por las practicantes.*

El texto elaborado por la residente fue dividido en cuatro secuencias, cada una de las cuales se identificó por su contenido temático. En este trabajo se presenta el realizado por la practicante en la cuarta secuencia. El motivo de esta elección radica en que fue aquella en la cual se identificaron mayor cantidad de relaciones entre Dominios.

En cuanto a los Dominios propuestos en el MICPD, las definiciones originales de Clarke y Hollingsworth (2002) fueron adaptadas al contexto de la investigación. En particular, el Dominio de la Práctica se extendió considerando tanto instancia pre-activa (planificación) como de la instancia activa de la enseñanza (Jackson, 1998) atendiendo a que la instancia de planificación de las clases representa una etapa en la que el conocimiento personal de los residentes puede ser tensionado.

A partir de esta distinción en el Dominio de la Práctica, también se distinguieron dos modalidades para el Dominio de las Consecuencias: una de ellas, correspondiente a situaciones en las que la residente recuperó eventos que asumió como relevantes durante la instancia pre-activa; otra modalidad correspondiente a instancias en las que recuperó eventos de su práctica activa.

Esta adaptación del MICPD al contexto específico de la investigación permitió un análisis más detallado y contextualizado de las relaciones entre los diferentes Dominios y los procesos de reflexión y promulgación que se dieron en la práctica de la futura docente.

En la Tabla 1 se presentan y ejemplifican las relaciones entre Dominios identificadas en el texto elaborado por la residente.

Tabla 1. *Relaciones entre Dominios del MICPD identificadas en el análisis del texto elaborado por la residente. Referencias: DC: Dominio de las Consecuencias; DE: Dominio Externo; DPe: Dominio Personal; DP: Dominio de la Práctica.*

Relación	Criterio	Ejemplo
DE a **DPe**	Se establece cuando a partir de lo trabajado durante las instancias de socialización con su pareja pedagógica, docentes de la residente y/o docente responsable del curso de la institución asociada, la practicante tensionó su	*"El análisis de la actividad en términos de niveles de conceptualización, surgió como una sugerencia [de parte del profesor de la residente] en las instancias de socialización sobre la escritura que compartimos con mi pareja pedagógica. A partir de esta sugerencia me repregunté si la ubicación de la misma en la secuencia*

	conocimiento sobre la enseñanza.	*didáctica era la adecuada y me dio lugar a pensar en qué otras lecturas permite la tabla que no se trabajaron en clase pero que podrían hacerse. Por lo tanto, considero que fue beneficiosa porque de otro modo tal vez no me habría dado cuenta de que había otras posibilidades de trabajar la tabla con los estudiantes."*
DC a **DP**	Se establece cuando algún evento específico durante el desarrollo de las prácticas de enseñanza o de los resultados de los aprendizajes de los estudiantes, llevó a que la residente explicitara cómo modificaría su práctica a futuro.	"*Con lo cual me parece que la consigna de esta fila no tiene sentido para los estudiantes de la manera en la que la redactamos. Podría quitarse y añadirse una que haga referencia a la velocidad de las partículas en relación con el aumento o disminución de la temperatura y otra sobre el espacio entre las partículas en relación con el aumento o la disminución de la presión.*"
DPe a **DC**	Se establece cuando la residente recurrió a categorías didácticas trabajadas durante la residencia para analizar algún resultado específico de su práctica docente (sea durante la instancia pre-activa o durante la instancia activa).	*"En la línea 441 aclaramos que esa relación entre las variables de "ambas aumentan o ambas disminuyen" es proporcionalidad directa. Podríamos haber agregado a la tabla una fila para el tipo de proporcionalidad para condensar la idea de que cuando ambas variables involucradas aumentan o ambas disminuyen se trata de una proporcionalidad directa y que cuando una aumenta la otra disminuye es inversa. No lo pensamos en ese momento porque esta actividad se diseñó previo a la primera clase, con lo cual, aún no habíamos decidido trabajar con proporcionalidad."*

Resultados

En la cuarta instancia del análisis, la residente consideró algunas de las filas de la tabla y divide su escritura según la o las filas consideradas. En este contexto, la practicante recuperó el contenido correspondiente a la quinta fila de la tabla, al identificar una problemática también vinculada a su redacción ("*Algo que me llamó la atención es que, en la quinta fila, donde se pregunta cómo es la relación entre variables a nivel microscópico, estamos trabajando de manera implícita la proporcionalidad en el nivel microscópico* En esta lectura del contenido de la tabla, la residente recurrió a categorías didácticas vinculadas a los niveles de conceptualización (DPe-DC) (Talanquer, 2018) y expresa la problemática en términos de la modalidad de trabajo priorizada durante la clase. La futura profesora argumenta sobre esta problemática colocando en relación el trabajo didáctico en el aula ("*En esta clase hicimos hincapié en la* proporcionalidad directa o inversa entre presión, volumen y temperatura, es decir, variables macroscópicas del gas", O52[1]) con los propósitos acordados durante las instancias de socialización, previas al ingreso en el aula ("E*sto es lo que nos interesaba que lograran comprender para luego establecer cómo se modificarán, cuánto aumentarán o disminuirán sin recurrir al despeje de ecuaciones*", O53) incorporando, en la discusión, al nivel submicroscópico de conceptualización. La consideración de este último nivel fue necesaria para dar cuenta de la dificultad que identificó en la consigna de la quinta fila de la tabla. La residente señala que el trabajo didáctico durante la clase involucró al nivel submicroscópico ("*Sí trabajamos la relación entre la velocidad de las partículas y la temperatura y el espacio entre partículas con la presión, es decir, una variable microscópica con una submicroscópica*") pero no se extendió a las relaciones de proporcionalidad entre variables de ese nivel ("*No mencionamos en las clases una relación entre las variables microscópicas como la velocidad de las partículas o el espacio entre ellas*"). En esta última instancia de su análisis (O51-O55), el recurso didáctico elaborado durante la instancia pre-activa es analizado desde los eventos de la clase y recuperado como un hecho relevante para ser analizado desde el marco didáctico, involucrando niveles de conceptualización (DPe-DC). Finalmente, la practicante valora la incorporación de consigna en esta fila de la tabla ("*Con lo cual me parece que la consigna de esta fila no tiene sentido para los estudiantes de la manera en la que la redactamos*") y propone un cambio, en términos de su reformulación ("*Podría quitarse y añadirse una que haga referencia a la velocidad de las partículas en relación con el aumento o disminución de la temperatura y otra sobre el espacio entre las partículas en relación con el aumento o la disminución de la presión*") (DC a DP). En la Figura 3 se presentan las relaciones entre Dominios identificadas en este tramo del análisis.

[1] Las oraciones que componen el análisis de la residente fueron enumeradas. Por ejemplo, O52 hace referencia a la oración 52.

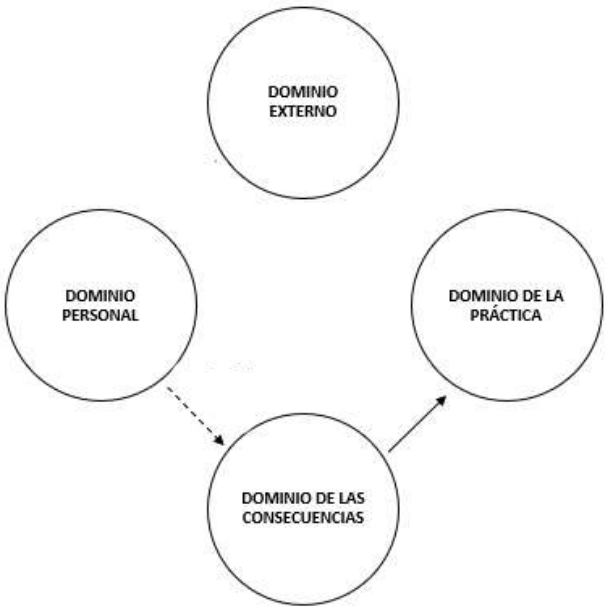


Figura 3. *Relaciones entre Dominios del MICPD identificadas en la cuarta instancia del análisis de la residente desde O51 a O57.*

En esta cuarta secuencia del análisis, la practicante recuperó un fragmento de la transcripción de la clase, a partir del cual orientó el análisis desarrollado por la residente sobre la tabla, a partir de una relectura del contenido de sus filas. La practicante introduce este fragmento en el contexto de la puesta en común de la actividad realizada por los estudiantes con la tabla ("*Cuando se corrigió la actividad en el pizarrón los estudiantes lograron identificar las variables involucradas y la relación entre las variables*"). El fragmento citado es el siguiente:

433.P1: ¿Hacen silencio? [Shhh] ¿Listo? Bueno, vamos a completar el cuadro todos juntos. ¿Qué variable es la que permanece constante?
434.A: La presión.
435.P1: Bien. ¿Y cuáles se modifican?
436.A: El volumen y la temperatura.
437.P1: [Escribe en el pizarrón] Bien, seguimos, ¿cómo es la relación entre las variables?
438.A: Ambas aumentan o ambas disminuyen.
439.A: Aumentan y disminuyen.
440.P1: Ambas aumentan o ambas disminuyen. ¿Sí?
441.A: Tienen relación de proporcionalidad directa.
442.P1: Bien. [Escribe en el pizarrón] Bien. Ahora, ¿cómo es la relación pero a nivel microscópico?
443.A: Cuando se calienta el recipiente aumenta el espacio y la velocidad y si lo enfriamos disminuye el espacio y la velocidad.

444.A: Las partículas aumentan su velocidad y espacio, las partículas disminuyen su velocidad y espacio.

La residente se detiene en la cuarta fila de la tabla ("*En la relectura que estoy haciendo en este momento, me parece que la redacción que tuvimos en la consigna para la cuarta fila de la tabla ("¿Cómo es la relación entre ellas? (ambas aumentan/una aumenta y la otra disminuye") no fue la más acertada").* Identifica la dificultad *("De esta forma pareciera que las variables sólo pueden aumentar o que una puede aumentar y la otra disminuir, pero también es posible que ambas variables disminuyan [...]") y* sugirió una modificación sobre la redacción ("[...] *me parece que debería modificarse la redacción para que no se preste a esa confusión. La cambiaría por: "¿Cómo es la relación entre ellas? (ambas aumentan o ambas disminuyen / una aumenta y la otra disminuye*"), reconociendo que esta modificación había sido considerada durante las interacciones discursivas con el grupo de estudiantes *("De todos modos cuando hicimos el intercambio con los estudiantes esto se mencionó (líneas 438 y 440)".* En este fragmento, la residente recorta un evento de clase y, desde su análisis (DPe-DC), propone modificaciones a futuro para sus prácticas (DC-DP). La secuencia de relaciones entre Dominios, presente en el análisis de la cuarta fila, reitera la estructura reconocida en el análisis de la quinta fila de la tabla. En la Figura 4 se presentan las relaciones entre Dominios identificadas en este tramo del análisis.

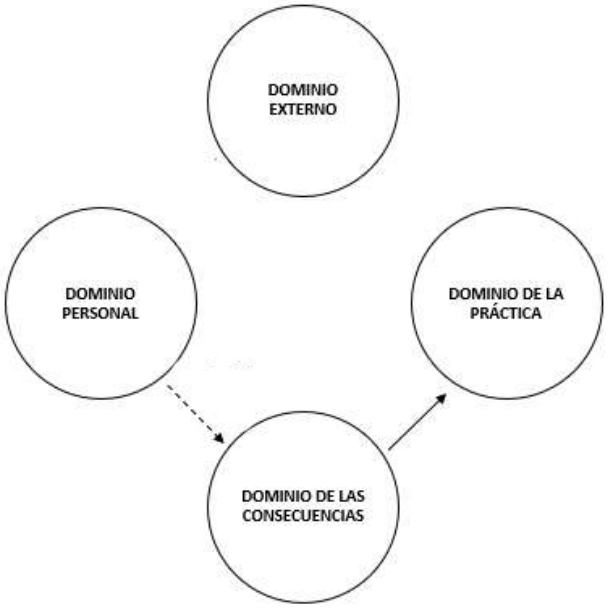


Figura 4. *Relaciones entre Dominios del MICPD identificadas en la cuarta instancia del análisis de la residente desde O42 a O44.*

A continuación, la residente se detiene en el análisis de la segunda y tercera fila, valorando su contenido -tal como fue propuesta a los estudiantes- ("*También,*

mirando la actividad ahora con otros ojos, pienso que la segunda y tercera fila de la tabla") y sugiriendo una modificación ("[...] *deberían ser más explícitas y decir "¿Qué variable macroscópica del gas queda constante?", "¿Qué variables macroscópicas de gas se modifican? ¿Y microscópicas?*"). La expresión de la residente "*También, mirando la actividad ahora con otros ojos [...]"* es un indicador de cómo su DPe se involucra a partir del análisis de situaciones del aula, recuperadas desde su relevancia didáctica. Siguiendo una estructura análoga a la observada en la primera parte de esta secuencia (O42-O45), la practicante cierra este análisis proponiendo la modificación ("*Las cambiaría para guiarlos mejor sobre qué variables deben hablar en la cuarta y quinta fila*") (DC-DP). En la Figura 5 se presentan las relaciones entre Dominios identificadas en este tramo del análisis.

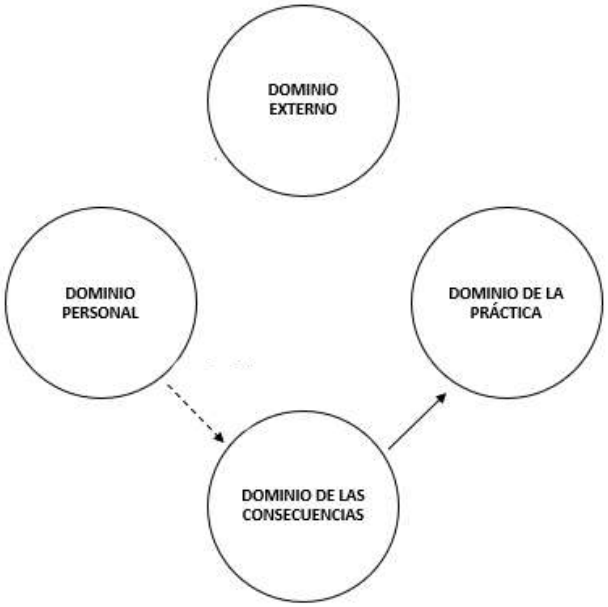


Figura 5. *Relaciones entre Dominios del MICPD identificadas en la cuarta instancia del análisis de la residente desde O49 a O50.*

Finamente, y refiriendo a la transcripción del fragmento de clase seleccionado, la practicante recupera un nuevo evento del aula centrado en el trabajo con la noción de proporcionalidad ("*En la línea 441 aclaramos que esa relación entre las variables de "ambas aumentan o ambas disminuyen" es proporcionalidad directa*"). Valora esta intervención, justificando la modificación propuesta en términos de una condensación de significados en relación con la "proporcionalidad directa/inversa" ("*Podríamos haber agregado a la tabla una fila para el tipo de proporcionalidad para* ***condensar***[2] *la idea de que cuando ambas variables involucradas aumentan o ambas disminuyen se trata de una proporcionalidad directa y que cuando una aumenta la otra disminuye es inversa*") (DPe-DC). En esta valoración la residente implicó su

[2]El texto en negrita fue utilizado por la residente en el texto original.

conocimiento para la enseñanza dando cuenta que la incorporación de una nueva fila permitiría guiar a los estudiantes a una mejor conceptualización del tipo de proporcionalidad ("*No lo pensamos en ese momento porque esta actividad se diseñó previo a la primera clase, con lo cual, aún no habíamos decidido trabajar con proporcionalidad*") (DC-DP). En esta nueva instancia de trabajo sobre la cuarta fila, la residente involucra su DPe en el análisis de un evento de la clase. En la Figura 6 se presentan las relaciones entre Dominios correspondientes a esta instancia perteneciente a la cuarta secuencia del análisis de la residente (O46-O48).

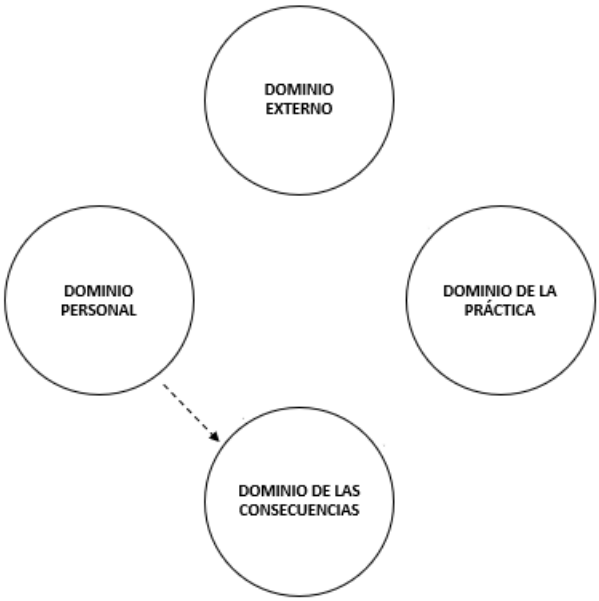


Figura 6. *Relaciones entre Dominios del MICPD identificadas en la cuarta instancia del análisis de la residente desde O46 a O48.*

Conclusiones

Este estudio ha explorado las reflexiones de una futura profesora de Química sobre su práctica de enseñanza con una tabla de doble entrada durante su residencia docente. A través del análisis de sus diarios de clase y utilizando el Modelo Interconectado de Desarrollo Profesional Docente (MICPD), se identificó instancias en las que la practicante evidenció relaciones entre los diferentes Dominios del modelo (Personal, Externo, de la Práctica y de las Consecuencias).

Los resultados evidenciaron que la residente recuperó categorías didácticas trabajadas durante la residencia docente para analizar y proponer cambios en su práctica con la tabla de doble entrada evidenciando una práctica reflexiva sobre sus intervenciones en el aula.

A través del análisis de las reflexiones de la futura docente, se reconoció la necesidad de promover instancias formativas durante el Practicum que coloquen en tensión su conocimiento para la enseñanza (Dominio Personal) en sus reflexiones. Esto último es respaldado por Zeichner y Liston (1996, citados en Domingo y Gómez, 2014), quienes enfatizan la importancia de la reflexión crítica para cuestionar las propias creencias y prácticas docentes, Por otra parte, esta necesidad de tensionar el conocimiento para la enseñanza, concuerda con lo planteado por Korthagen (2001) quien destaca la importancia de la reflexión sobre la propia práctica para el desarrollo profesional docente.

En este contexto, se instala, para los formadores, el desafío de promover una práctica reflexiva más profunda que permita a los futuros docentes cuestionar y reconstruir sus concepciones sobre la enseñanza a partir de las experiencias vividas durante el Practicum. Perrenoud (2004, citado en Domingo y Gómez, 2014), en estta línea, enfatiza en la necesidad de una práctica reflexiva que permita a los docentes cuestionar sus propias creencias y prácticas; por su parte, Finlay (2008) sostiene que la práctica reflexiva es un medio por el cual los profesionales pueden reevaluar sus creencias sobre el conocimiento y "desaprender" las formas tradicionales de conocimiento.

Nocetti y Medina (2018) destacan la importancia de los recursos didácticos para promover el desarrollo profesional docente en la enseñanza de las ciencias. En este contexto, este trabajo permitió evidenciar cómo el análisis de las prácticas de enseñanza, a partir de un recurso didáctico específico como las tablas de doble entrada, puede promover el ejercicio de una práctica reflexiva.

Los hallazgos de esta investigación resaltan la relevancia de la práctica reflexiva en la formación docente inicial y la necesidad de brindar oportunidades para que los futuros profesores puedan tensionar y reconstruir su conocimiento para la enseñanza a través de la reflexión sobre sus experiencias en el aula. Por otra parte, si bien el MICPD diferencia entre dos mediaciones –reflexión y promulgación-, el contenido del análisis de la residente permitió reconocer diferentes modalidades reflexivas. Explicitar estas modalidades permitiría profundizar en cómo se desarrolló la reflexión. Esta última lectura podría ampliar el análisis realizado con el MICPD e introduciría una nueva perspectiva para su empleo. En esta última dirección se prevé continuar con esta investigación.

Referencias

Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and teacher education,* 18(8), 947-967.

Domingo, À., & Serés, M. V. G. (2014). *La práctica reflexiva: bases, modelos e instrumentos* (Vol. 128). Narcea Ediciones.

Finlay, L. (2008). Reflecting on 'reflective practice'. Practice-based professional learning paper 52. *The Open University*, 0-27.

Heller, J. I., Daehler, K. R., Wong, N., Shinohara, M., & Miratrix, L. W. (2012). Differential effects of three professional development models on teacher knowledge and student achievement in elementary science. Journal of research in science teaching, 49(3), 333-362. https://doi.org/10.1002/tea.21004

Jackson, P. W. (1998). *La vida en las aulas*. Ediciones Morata.

Justi, R., & van Driel, J. (2006). The use of the interconnected model of teacher professional growth for understanding the development of science teachers' knowledge on models and modelling. *Teaching and Teacher Education*, 22(4), 437-450. https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.11.007

Karimi, M. N. (2011). Mapping out a framework for the professional development of university EFL teachers in Iran. *Modern Journal of Language Teaching Methods*, 1(1), 1-18.

Lewis, C. C., Perry, R. R., & Murata, A. (2009). How should research contribute to instructional improvement? The case of lesson study. *Educational Researcher*, 35(3), 3-14. https://doi.org/10.3102/0013189X06298531

Marsigit, M. (2007). Mathematics teachers' professional development through lesson study in Indonesia. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(2), 141-147. https://doi.org/10.12973/ejmste/75389

Martínez, M. J. I., Miralles, M. M., & Cabezas, I. L. (2019). Repensando la formación teórica a través del prácticum: experiencias de una docente novel. *Contextos educativos: Revista de educación*, (23), 49-64.

Murata, A., Bofferding, L., Pothen, B. E., Taylor, M. W., & Wiska, S. (2012). Making connections among student learning, content, and teaching: Teacher talk paths in elementary mathematics lesson study. *Journal for Research in Mathematics Education*, 43(5), 616-650. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.43.5.0616

Stake, R. E. (2020). Investigación con estudio de casos. *Investigación con estudio de casos*, 1-156.

Talanquer, V. (2018). "Chemical rationales: another triplet for chemical thinking." *International Journal of Science Education*: 1-17.

Zeichner, K. (2010). Rethinking the connections between campus courses and field experiences in college-and university-based teacher education. *Journal of teacher education*, 61(1-2), 89-99.

VII Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias

2024

Escuela Superior de Física y Matemáticas

Av. Instituto Politécnico Nacional s/n Edificio 9 Unidad Profesional “Adolfo López Mateos” Col. San Pedro Zacatenco, Del. Gustavo A. Madero, Ciudad de México C.P. 07738, Ciudad de México,

www.esfm.ipn.mx