

# DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

## JORNADAS ACADÉMICAS

Revista de publicación anual

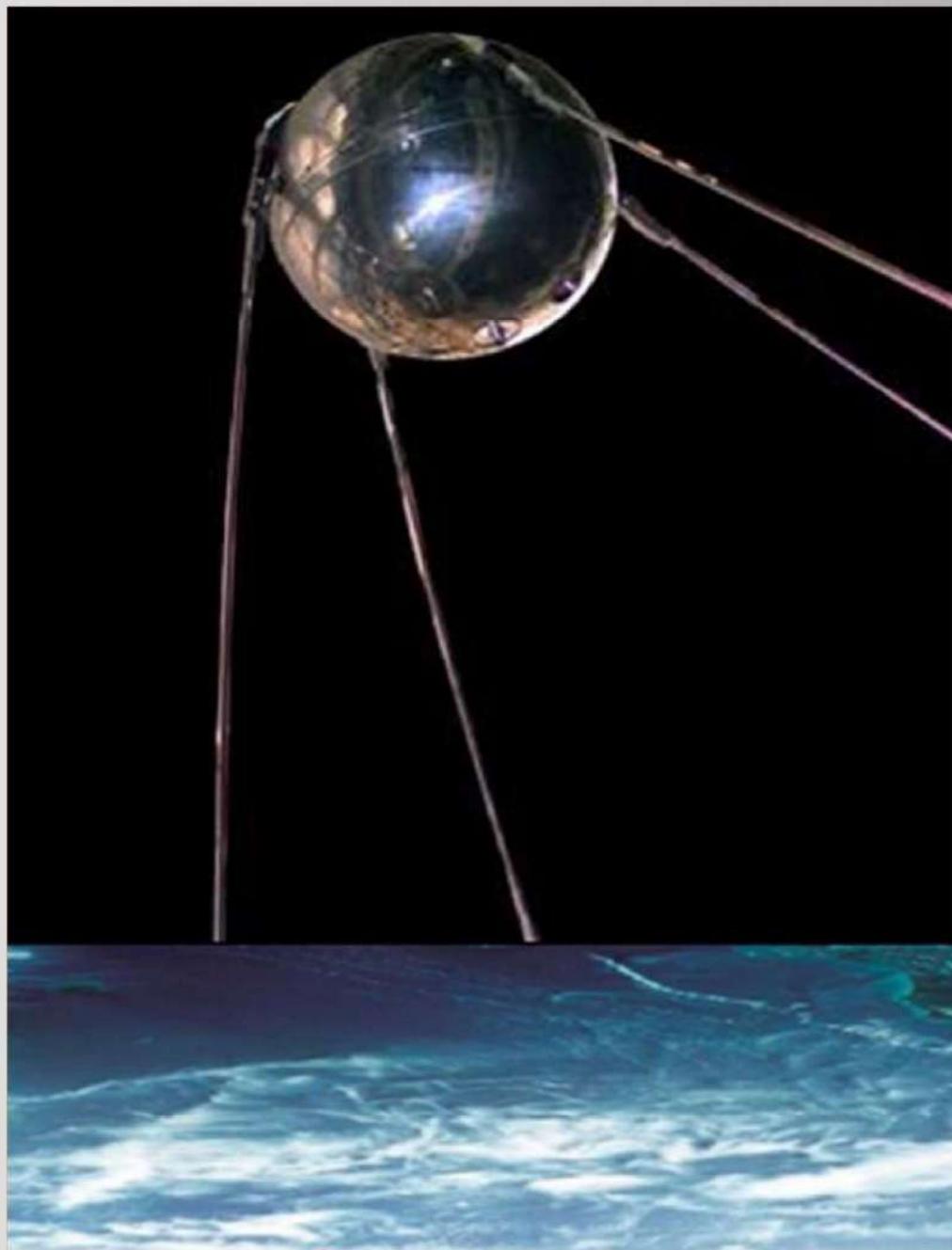
No. 6

Divulgación

Enseñanza

Investigación  
educativa

Julio de 2023



**USAC**  
TRICENTENARIO  
Universidad de San Carlos de Guatemala



Colegio  
Valle de Filadelfia  
Campus Santa Cruz Atizapán

**EFPEM**  
ESPECIALIZACIÓN EN FORMACIÓN DE PROFESORES DE ENSEÑANZA MEDIA

**STEAM**  


  
Universidad Jardines del Estado de Durango  
**UJED**

# DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

JORNADAS ACADÉMICAS 2023

REVISTA DIGITAL  
PUBLICACIÓN ANUAL

Ciudad de México, julio 2023

## 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**  
UPIEM IPN

**Waleska Aldana Segura**  
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

## Comité Revisor

**Ramón Sebastián Salat Figols**

**Jonathan Isaí Lobato Marmolejo**

**Leonor Pérez Trejo**

**Arturo Fidencio Méndez Sánchez**

**Gabriela Lourdes Rueda Morales**

**María de Lourdes Albor Aguilera**

**María de los Ángeles González Álvarez**

**Verónica Ortiz**

**Daisy García García**

**Waleska Aldana Segura**

**Julián Félix Valdez**

**Luz María de Guadalupe González Álvarez**

## Directorio

**Dr. Miguel Tufiño Velázquez**

Director

**M. en C. Erick Lee Guzmán**

Subdirector Académico

**M en G. E. María Isabel Monroy Arévalo**

Subdirectora de Servicios Educativos e Integración Social

**Dr. Santiago Marcos Zepeda Martínez**

Subdirector Administrativo

**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 6, No.6, julio 2023, 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](http://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, 26 de julio de 2023. 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](http://www.esfm.ipn.mx/revista-jadc.html)

## Presentación

En esta edición de la Revista, se presenta una colección de trabajos que fueron presentados durante las VI Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias 2023, las cuales se tuvieron lugar del 25 al 27 de abril con actividades presenciales y virtuales. En esta ocasión, al igual que en años previos, el objetivo de las Jornadas fue generar un foro que permitiera el intercambio en temas de divulgación de la ciencia, diseños didácticos e investigaciones educativas. Durante las tres jornadas académicas se presentaron 65 trabajo: 35 de divulgación científica, 26 de enseñanza de las ciencias y 4 de investigación educativas. Asimismo, durante el evento se impartieron tres conferencias magistrales, tres talleres didácticos y tres conversatorios.

Como ya es tradición, las Jornadas se caracterizan por propiciar la participación de trabajos desarrollados por la comunidad estudiantil de los diferentes niveles educativos, así como de profesores e investigadores. En esta ocasión, destaca la participación de los alumnos y profesores del nivel básico (primaria y secundaria), los cuales participaron con 11 trabajos. Del mismo modo, la internacionalización de las jornadas permitió no solo la participación de trabajos desarrollados en el interior del país, sino que además tuvimos la fortuna de conocer trabajos de profesores e investigadores de Guatemala, Brasil y Argentina.

Finalmente, a seis años de que iniciaron las primeras Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias, agradezco la participación de todos los autores que participaron en estas Jornadas, al mismo tiempo que felicito al comité organizador y los exhorto a continuar con su labor de fomentar la cultura de la investigación, la difusión y la enseñanza de las ciencias.

**Miguel Tufiño Velázquez**  
**Director de la ESFM**

## **Perfil**

La Revista Didáctica de las Ciencias de la ESFM-IPN, se define como una memoria electrónica en línea, que difunde una selección de los trabajos que se presentan en las Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias; en los temas de, divulgación científica, enseñanza de las ciencias, tanto experimentales como en matemáticas, y de la investigación en la didáctica de las ciencias; realizadas en el IPN y en instituciones académicas invitadas. Es una publicación concebida como un medio de comunicación comprometido con la sociedad, abierto, plural, sin fines lucrativos, que tiene la finalidad de divulgar, difundir, intercambiar, ampliar, promover y reflexionar las actividades que se crean en materia de educación científica de las ciencias experimentales y las matemáticas.

## **Objetivo**

Ser un instrumento que divulgue el conocimiento científico, y difunda el de enseñanza de las ciencias experimentales y las matemáticas; así como el que se genere mediante la investigación en la didáctica de dichas ciencias, por medio de una comunidad virtual que permita establecer vínculos entre autores y lectores, promoviendo con ello la cultura de la investigación. Ser un aporte significativo para 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:

### 1. Exclusividad:

Los trabajos a publicar en la Revista Didáctica de las Ciencias de la ESFM-IPN 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.

### 2. 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.

### 3. 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

<b>Jornada I: Divulgación Científica</b>	<b>Página</b>
Quirópteros, más héroes que villanos	12
Peras, Manzanas y Machine Learning Cuántico	15
La huella ecodigital generada con el uso de las TIC	22
Los cristales y su clasificación por simetría cristalina	26
Seminarios Leon Lederman: para fomentar vocaciones científicas	35
¿Qué tan compleja es la Complejidad?	39
Uso de Arduino en la automatización de huertos familiares	46
Simetría extraterrestre	51
Ciudades en 15 minutos, ¿realidad o utopía?	55
Gomitas a base de lechuga como portadora de lactucina con el fin de disminuir el insomnio agudo en adolescentes en etapa media	59
Todos podemos entender un electrocardiograma	73
Energías renovables como alternativa de emergencia: Aerogeneradores	79
¿Cómo se ve la voz?	82

¿De qué estamos hechos? 86

¿Cómo es que el ejercicio mejora el funcionamiento del corazón? 92

## Jornada II: Enseñanza de las Ciencias

Taller: Planeación, diseño, construcción, caracterización, y uso de las bobinas de Helmholtz 109

Conversatorio: Cambios de representación 124

Estrategia didáctica en un curso de Física para desarrollar la metacognición de estudiantes en modalidad híbrida 130

Distinción entre energías cinética y total en choque con barrera de potencial 136

Implementación didáctica para la elaboración de un circuito simulador de un control remoto 141

Aprendizaje de la electricidad y el magnetismo por primeros principios 157

Aproximaciones al Principio de Coulomb en el aula 163

Estrategias lúdicas para comprender e interpretar mejor el número atómico en la tabla periódica 171

Quirópteros: ¿héroes o villanos? 183

Estrategias didácticas en el curso de Termodinámica 187

Resolución numérica de la ecuación de Laplace: Su importancia y aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia y la ingeniería 198

Cómic matemático 203

El color como fenómeno del espectro electromagnético: un acercamiento a partir de la experimentación científica y la exploración artística	210
Ética del cuidado como herramienta de formación profesional	222
Aprendizaje de la electrostática a través de experimentos en modalidad virtual con estudiantes de ingeniería, IPN	229
La influencia de la autorregulación del aprendizaje 18 meses después de implementar la práctica educativa	246
La enseñanza de la física en el laboratorio con un enfoque STEM: El aprovechamiento de la energía solar	257
La separación de la neutralidad de la materia y su comparación con grandes escalas	269
Propuesta didáctica de uso de sistemas embebidos durante el proceso de formación para su integración en investigación experimental	273
Utilización de una historieta narrada como estrategia para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas en el aula de Física	284
Estrategia para la enseñanza de la estadística en un área de ciencias sociales	292
Opinión de los alumnos de la carrera de Técnico en Energía Sustentable en cuanto a la educación híbrida y a distancia	303
Enseñar sobre volatilidad, temperatura de ebullición y presión de vapor, con el uso de la herramienta metodológica Scratch para estudiantes con trastorno del espectro autista	310

### **Jornada III: Investigación Educativa**

Una propuesta para al análisis del contenido de diarios de clases durante la Formación Docente Inicial	320
Exploración del concepto de convergencia en probabilidad	329

## Quirópteros, más héroes que villanos

Bryan Alberto Matías Ruiz, Jorge Humberto Pacheco Adame, Matías Bermúdez Gutiérrez, Francia Lilian Torres García, Ricardo Jafet Cruz Medina, Axel Telles García, Luna Melanie Gallegos Pazos.

Escuela Primaria Urbana Revolución Mexicana, Oaxaca de Juárez, México.

[tere.yescas.n@gmail.com](mailto:tere.yescas.n@gmail.com)

### ¿Qué son los murciélagos?

Todo el mundo piensa que los murciélagos comen sangre. En este artículo vamos a resolver esta duda. Son los mamíferos que pueden volar; antiguamente se les llamaba *murciego*, que significa ratón ciego.

Existen 1400 especies de murciélagos en el mundo, de las cuales tres son hematófagas. En México existen 140 especies. Los murciélagos representan el 20% de los mamíferos. Estos animales no pueden vivir en los polos debido al extremo frío y a la escasez de alimentos. Pueden habitar en selvas tropicales, bosques, desiertos, etcétera (Medellín y Equihua, 2023).

**DATO INTERESANTE:** llegan a recorrer 160 kilómetros por hora.



Ilustración 1: “El murciélagito”, fábula-poema escrita por alumnos de la Escuela Primaria “Revolución Mexicana”.

### Tipos de murciélagos



Ilustración 2: “Murciélagos disecados”, especimen de la Colección de Murciélagos del CIIDIR del IPN-Oaxaca.

Existen murciélagos hematófagos, frugívoros, insectívoros, piscívoros, nectarívoros y carnívoros (CONABIO,2011).

**HEMATÓFAGOS:** su alimentación proviene de la sangre de los animales, tomando de 1 a 2 mililitros por noche. Al morder, inyectan un anestesiante y un anticoagulante, lo que hacen que no duela la mordida.

**FRUGÍVOROS:** se alimentan de higo, manzana, mango, plátano y son grandes dispersores de semillas. El murciélagos más grande se encuentra en la categoría de frugívoros y su nombre es el zorro volador, con una envergadura de 2.7 metros.

**INSECTÍVOROS:** se alimentan de mosquitos, grillos y son grandes controladores de plagas.

**DATO INTERESANTE:** pueden comer 1200 mosquitos por hora.

**PISCÍVOROS:** ellos salen a cazar en los ríos más cercanos, durante la madrugada, ya que sus patas están diseñadas para pescar y les son de gran utilidad.

**NECTARÍVOROS:** se alimentan de plantas que tengan flores, preferentemente flores que no sean muy llamativas, tal vez blancas, para evitar la competencia con polinizadores diurnos.

**CARNÍVOROS:** se alimentan de aves, roedores y de otros murciélagos.

Los murciélagos, durante el día, permanecen en manada y, durante la noche, se separan para buscar su comida



Ilustración 3: “Draculín”, representación en 3D de murciélago hematófago, elaborado por estudiantes.

### ¿Los murciélagos pueden transmitir la rabia?

En una visita que nos hizo el biólogo del CIIDIR del IPN, Manuel Rubio, nos dio a conocer que la rabia puede ser transmitida por cualquier mamífero, incluyendo los murciélagos.

Un murciélago, cuando contrae la rabia, presenta un comportamiento errático, el cual se manifiesta en vuelos desacostumbrados y chocando con los objetos.

Si un murciélago te muerde, hay que irse a vacunar en los primeros 7 a 10 días. Si lo ves caminando en el suelo, no lo toques, es posible que tenga rabia.



Ilustración 4: “Vampi”, representación en 3D de murciélago, elaborado por alumnos de la Escuela Primaria.

### ¿Qué tan benéficos son los murciélagos para el medio ambiente?

Nos hemos dado cuenta de que son muy importantes para los ecosistemas, ya que son dispersores de semillas, eliminadores de plagas y mantienen en control a otras especies. También su excremento llamado guano sirve como fertilizante

## Referencias

- CONABIO. (2011, 5 de octubre). Boletín de prensa. Murciélagos Sus Secretos al Descubierto. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/144275/bp080\\_murcielagos\\_0510\\_11.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/144275/bp080_murcielagos_0510_11.pdf)
- Medellín, R.A. y Equihua C. Celebración del murciélagos. Revista ¿Cómo ves? 159. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de: <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/159/celebracion-del-murcielago>

# Peras, Manzanas y Machine Learning Cuántico

Escalante Crisel<sup>1</sup>, Hernández Julio<sup>2</sup>

ESFM-Instituto Politécnico Nacional,

Ciudad de México, México

[cescalanteo1800@alumno.ipn.mx](mailto:cescalanteo1800@alumno.ipn.mx)<sup>1</sup>, [jhernandezg1920@alumno.ipn.mx](mailto:jhernandezg1920@alumno.ipn.mx)<sup>2</sup>

## ¿De qué trata el machine learning cuántico?

El machine learning cuántico se refiere a la aplicación de la computación cuántica en el campo del machine learning. Las computadoras cuánticas ofrecen ventajas en términos de acceso a espacios complejos y de mayor dimensión, así como la capacidad de codificar datos en circuitos cuánticos y utilizar funciones kernel más eficientes. Se ha demostrado que los kernels cuánticos aceleran la velocidad de ciertos problemas de clasificación en comparación con las computadoras clásicas. Con el uso de la biblioteca Qiskit runtime, es posible construir algoritmos de machine learning cuántico y ejecutarlos de manera eficiente en sistemas cuánticos, lo que puede mejorar la precisión y eficacia de las predicciones.

En un mundo en constante evolución y cada vez más interconectado, la Inteligencia Artificial y la computación cuántica se erigen como dos de las disciplinas más prometedoras y emocionantes de nuestro tiempo. En este contexto, surge el apasionante campo del machine learning cuántico, que fusiona estos dos campos de vanguardia para impulsar la innovación y transformar la manera en que abordamos el aprendizaje automático. El presente artículo es fruto de una exhaustiva investigación que busca explorar los límites de esta fascinante convergencia entre la Inteligencia Artificial y la computación cuántica. Nuestro objetivo es brindar una visión clara y concisa de qué es el machine learning cuántico, las razones que impulsaron su desarrollo, así como una descripción detallada de los fundamentos teóricos y la metodología empleada en este emocionante campo. A lo largo de los próximos capítulos, nos sumergiremos en un viaje fascinante a través de las aplicaciones y potencialidades del machine learning cuántico, explorando cómo su enfoque revolucionario puede abrir nuevas puertas hacia la resolución de problemas complejos y la toma de decisiones informadas. Preparémonos para adentrarnos en un mundo de posibilidades infinitas donde la inteligencia artificial y la computación cuántica convergen en un abrazo transformador. ¡Bienvenidos a este apasionante viaje al mundo del machine learning cuántico!

La Inteligencia Artificial es una subdisciplina del campo de la informática que busca la creación de máquinas que imiten comportamiento inteligente. Podemos identificar los tipos [5]:

- I.A. Débil: Son sistemas que cumplen con un conjunto muy limitado de tareas.
- I.A. Fuerte: Se aplican a una gran variedad de problemas y dominios diferentes.

El machine learning es una rama de la Inteligencia Artificial que desarrolla técnicas que permitan a las máquinas aprender. Es muy común y efectivo hacer estas técnicas a base de datos más que con códigos. Mientras más datos, más preciso nuestro modelo. Debido a su complejidad y tamaño, estos patrones y asociaciones podrían haber sido fácilmente

pasados por alto por la observación humana. Después de que un modelo ha sido entrenado, se puede utilizar en tiempo real para aprender de los datos. Las mejoras en la precisión son el resultado del proceso de entrenamiento y la automatización que forman parte del machine learning. Sin embargo, está comprobado que el exceso de datos puede generar un daño a nuestro aprendizaje. Para optimizar esto, se han desarrollado diferentes técnicas de aprendizaje dependiendo del problema. Por mencionar algunas, [2]:

- Aprendizaje Supervisado: Comenzamos con un conjunto establecido de datos bien identificados, es decir, con cierta clasificación ya determinada. Este tipo de aprendizaje tiene la intención de encontrar patrones en datos. Por ejemplo, con base en imágenes de peras y manzanas queremos identificar una nueva imagen como pera o manzana.
- Aprendizaje no Supervisado: Dada una colección de datos sin etiquetar, tratamos de encontrar una relación entre ellos. Se utiliza con la tecnología de detección de spam en e-mails o al mostrarle una película a un usuario según su historial de búsqueda y sus recomendaciones.
- Aprendizaje de refuerzo: Dado el acceso a un entorno que nos recompensa según nuestros actos, queremos maximizar las recompensas obtenidas. Por ejemplo, un algoritmo que aprenda a jugar PAC-MAN.

Iniciemos con un problema clásico del machine learning que es la *clasificación lineal*. Tenemos dos conjuntos de datos los cuales queremos clasificar en dos categorías separadas, por ejemplo, podemos tener tres puntos y tres cruces acomodados de la siguiente manera

$$(\dots \times \times)$$

De esta forma, vemos que es bastante fácil clasificar los datos, podemos dibujar una sola línea de la siguiente manera

$$(\dots | \times \times)$$

y ahora los tenemos clasificados. Esto puede ser más difícil si los datos se acomodan de maneras más complejas, por ejemplo  $(\dots \times \times \dots)$ . Ahora no podemos dibujar una sola línea para describir nuestros datos en dos grupos.

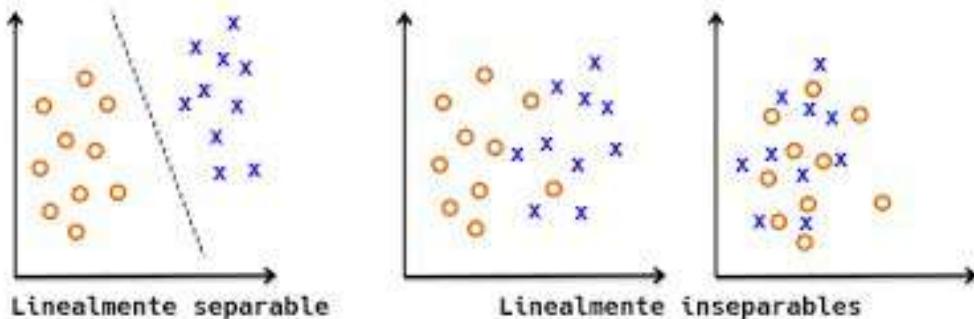


Ilustración 1 clasificación lineal [4]

### Funciones Kernel

Con el propósito de hacer la tarea más fácil mientras nuestros datos son más caóticos, podemos llevar nuestros datos a un espacio de mayor dimensión. Haciendo esto, podemos usar *funciones kernel*. En Machine Learning, los kernel o núcleos son un método para el

análisis de patrones, cuyo miembro más conocido son las Maquinas de Vectores de Soporte (MVS). Las MVS, construyen un hiperplano en un espacio multidimensional para separar las diferentes clases. La MVS genera un hiperplano óptimo de forma iterativa, que se utiliza para minimizar un error. La idea central de MVS es encontrar un hiperplano marginal máximo que mejor divida el conjunto de datos en clases.

Lo hacen con un el truco del kernel. Un kernel transforma un espacio de datos de entrada en la forma requerida. Nos ofrece una forma más eficiente y menos costosa de transformar los datos en dimensiones superiores. La tarea general del análisis de patrones es encontrar y estudiar tipos generales de relaciones en conjuntos de datos. A pesar de su capacidad, las funciones kernel aún se enfrentan con problemas, por ejemplo, el tiempo que tardan en hacer su trabajo puede explotar mientras la complejidad de nuestros datos incrementa [2].

Aquí es donde entra la computación cuántica.

#### Breve Introducción a la computación cuántica

Del mismo modo que un bit binario es la unidad básica de información en la computación clásica (o tradicional), un cúbit (o bit cuántico) es la unidad básica de información en la computación cuántica. A diferencia de un bit clásico, un cúbit gracias a la *superposición* (que veremos más adelante), puede representar un 0, un 1 o cualquier porcentaje de 0 y 1 (combinación lineal de ambos estados) con una probabilidad determinada de ser un 0 y una probabilidad determinada de ser un 1. De hecho, La cantidad de información que un sistema de cúbits puede representar aumenta de manera exponencial. La información que 500 cúbits pueden representar fácilmente no sería posible ni con más de  $2^{500}$  bits clásicos.

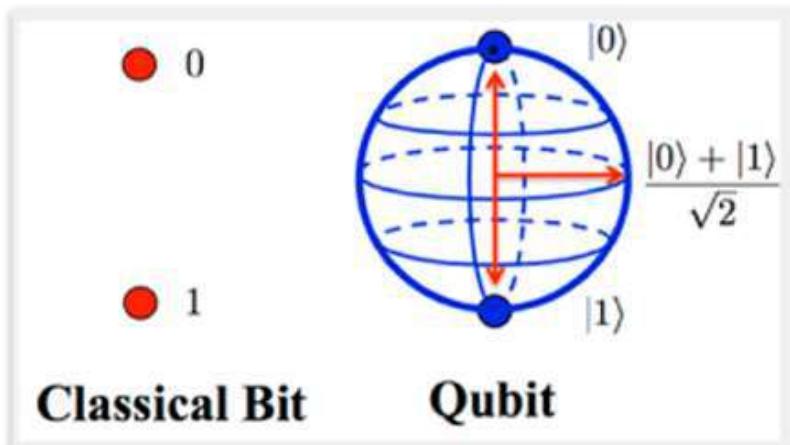


Ilustración 2 cúbit [3]

La manera en la que comunicamos la información clásica en una máquina cuántica es mediante *circuitos cuánticos*. Un circuito cuántico consiste en un cúbit acompañado de un bit clásico. Esto es necesario pues, al igual que una partícula cuántica, al tratar de medirla, nos regresa información clásica, un ejemplo es un electrón. El Principio de indeterminación o incertidumbre de Heisenberg establece que es imposible conocer simultáneamente la posición y la velocidad del electrón, sin embargo, al pedir información sobre una midiendo la otra, conseguimos un resultado \*clásico\*, es decir, si nos enfocamos en conocer la

velocidad, a pesar de perder toda información sobre la posición, nos quedamos con un resultado, ya sea un vector o un escalar, que perfectamente se puede tratar como un resultado clásico de toda la vida. Así mismo, al colapsar un cúbit, obtenemos un resultado clásico, el cual lo almacenaremos en nuestro bit. Así, cada circuito tiene un cúbit y su bit correspondiente. *Medir* un cúbit significa llevarlo de la superposición a un colapso en los estados puros, que son combinación lineal de los ket base. Eso se hace con \*operadores de medición\*, que al final del día, son matrices. No vamos a profundizar mucho sobre operadores de medición, pues de nuevo, puede ser algo mucho más complicado que solo matrices.

### Superposición y Colapso

Un sistema cuántico puede estar en más de un estado con probabilidades no cero, entonces decimos que nuestro sistema está en *superposición* de estos dos estados, esta puede ser constructiva o destructiva, esto depende del signo de las entradas de nuestro vector probabilístico [2].

Después de la medición del estado, el sistema *colapsa* al estado observado, entonces el sistema ya no está en superposición, pues ahora una sola entrada es 1 y el resto es 0.

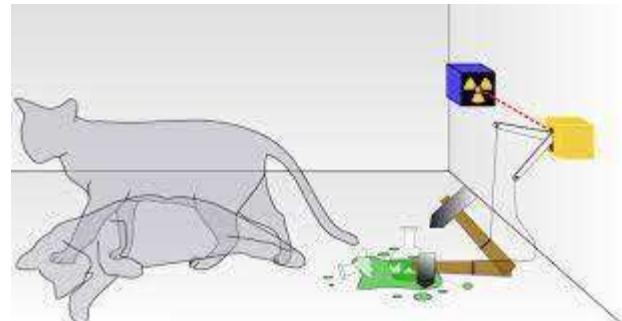


Ilustración 3 gato [6]

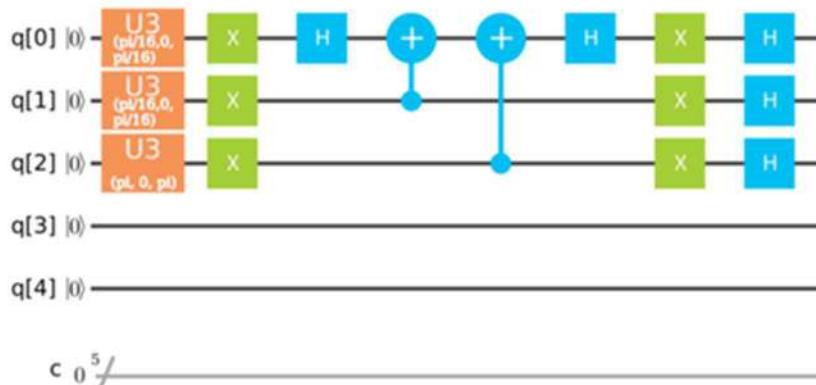
### Algoritmo de Grover

Otra ventaja de la computación cuántica frente a la clásica es la velocidad, hay muchos algoritmos cuánticos que aumentan la velocidad de manera exponencial frente a algoritmos clásicos, aquí hablaremos de uno: El Algoritmo de Grover.

El algoritmo de Grover es uno de los primeros algoritmos cuánticos cuya importancia recae en el aceleramiento exponencial en tareas de búsqueda lineal, inventado por Lov K. Grover en 1996. Se trata de lo siguiente. Tenemos muchos números almacenados en una estructura (lista, array, etc) y están desordenados, y queremos encontrar la posición de un elemento en específico, en programación se tomaría un iterador y se compara con cada uno de los elementos de la lista.

Imaginemos que nuestra lista tiene los números del uno a un millón y nos tardamos un segundo en cada comparación. Si buscamos un número, en el mejor de los casos podría estar en la primera posición y tardarnos un segundo buscándolo, pero en el peor de los casos podría estar en la última posición y tardaríamos un millón de segundos en buscarlo. Y qué pasa ahora si en lugar de números, buscamos objetos o personas sin orden, en este caso, hay muchos métodos que ayudan a reducir el tiempo en búsqueda lineal para números, pero para objetos no hay más que comparar uno a uno. El algoritmo de Grover nos ayuda a tardarnos menos.

## Algoritmo de búsqueda de Grover



búsqueda bit uno en N bits con  $O(N^{1/2})$

Ilustración 4 Grover [7]

Si tenemos una lista de N elementos y queremos buscar uno en específico, en el peor de los casos haríamos N pruebas, este algoritmo reduce las pruebas a solo raíz de n.

Pongamos la siguiente situación: queremos buscar el primer caso de COVID en todo México, supongamos que iremos preguntando a cada persona "¿tienes COVID?" e hipotéticamente, sólo la persona que es el primer caso responderá "sí". Supongamos que nos tardamos un segundo en preguntar y obtener respuesta y si las cosas son malas, siempre pueden ser peores, así que supongamos también que la persona que responda que sí, es la última a quien visitamos. Hay un registro de 130, 262, 22 personas que viven en México en lo que va del 2022, según nuestro planteamiento, tardaremos 130, 262, 220 segundos, aproximadamente 4.13 años. En la pandemia de COVID real, esto no sería para nada factible. Pongamos el algoritmo de Grover en escena, y para que sea justo, en el mismo caso, el, pero de todos, con N = 130, 262, 220 segundos. Según el algoritmo cuántico nos tardaremos raíz de 130, 262, 220 = 3609.18 segundos = 60.153 minutos.

### ¿De qué trata el machine learning cuántico?

Las computadoras cuánticas tienen el potencial de traer ventajas a este tipo de problemáticas que aún enfrenta el machine learning clásico. Son útiles pues las computadoras cuánticas pueden acceder a espacios más complejos y de mayor dimensión de manera más fácil, y son capaces de esto pues codifican los datos en *circuitos cuánticos* y las funciones kernel resultantes pueden llegar a ser muy difíciles o incluso imposibles de replicar en una computadora clásica. También estas funciones pueden llevar a cabo su tarea de mejor manera.

In 2021, IBM demostró que los kernels cuánticos aumentan la velocidad con la que los ordenadores clásicos llevarían a cabo ciertos problemas de clasificación ¡de manera exponencial!

Aún hay mucha investigación para mejorar los kernels cuánticos.

Podemos usar la librería de *Qiskit* llamada *runtime* [1] para construir fácilmente un algoritmo de machine learning cuántico usando programas predefinidos para ayudarnos a optimizar los flujos de trabajo y ejecutarlos eficientemente en sistemas cuánticos.

Si tomamos por ejemplo nuestro problema de clasificación lineal, supongamos que tenemos nuestros datos y los codificamos en un circuito cuántico, podemos entonces usar una muestra primitiva, esta es generada por un programa predeterminado y es única, obtendremos quasi-probabilidades indicando la relación entre los diferentes datos y estas relaciones constituirán nuestra *matriz kernel*. Luego, esta matriz puede ser evaluada e incluso utilizada en las MVS clásicas, para predecir nuevas clasificaciones.

## Conclusiones

En conclusión, el machine learning cuántico combina las ventajas de las computadoras cuánticas y las técnicas de aprendizaje automático. Las computadoras cuánticas permiten acceder a espacios más complejos y de mayor dimensión de manera más eficiente, codificando los datos en circuitos cuánticos y utilizando funciones kernel cuánticas. Estas funciones kernel cuánticas han demostrado mejorar la velocidad de ciertos problemas de clasificación de manera exponencial en comparación con las computadoras clásicas. Además, se ha demostrado que los kernels cuánticos pueden ser evaluados y utilizados en algoritmos clásicos, como las Máquinas de Vectores de Soporte (MVS), para predecir nuevas clasificaciones. La investigación en este campo aún está en curso, con el objetivo de mejorar y optimizar los kernels cuánticos. La biblioteca de *Qiskit*, llamada *runtime*, proporciona herramientas para construir algoritmos de machine learning cuántico y ejecutarlos eficientemente en sistemas cuánticos.

## Referencias

- [1] Quantum machine learning course. (n.d.). <https://qiskit.org/learn/course/machine-learning-course/>
- [2] WOMANIUM // QUANTUM ++. (n.d.). WOMANIUM ➤ QUANTUM. <https://womanium.org/Quantum/Program>
- [3]<https://www.bbvaopenmind.com/tecnologia/mundo-digital/el-camino-hacia-el-ordenador-cuantico-qubits-y-qudits/>
- [4][https://www.google.com/search?q=machine+learnign++clasificaci%C3%B3n+lineal&tbo=isch&ved=2ahUKEwjqnK6yzJb\\_AhVPP94AHTSwDo8Q2-cCeqQIABAA&oq=machine+learnign++clasificaci%C3%B3n+lineal&gs\\_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzolCAAQCBAHEB46BqqAEAgQHIDNBlijGGDHWqBcAB4AIAB8wGIAYEQkgEGMTiuNi4xmAEAoAEBqqELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=yopyZOqPK8\\_LYPtOC6-Ag&bih=1007&biw=1920](https://www.google.com/search?q=machine+learnign++clasificaci%C3%B3n+lineal&tbo=isch&ved=2ahUKEwjqnK6yzJb_AhVPP94AHTSwDo8Q2-cCeqQIABAA&oq=machine+learnign++clasificaci%C3%B3n+lineal&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzolCAAQCBAHEB46BqqAEAgQHIDNBlijGGDHWqBcAB4AIAB8wGIAYEQkgEGMTiuNi4xmAEAoAEBqqELZ3dzLXdpei1pbWfAAQE&sclient=img&ei=yopyZOqPK8_LYPtOC6-Ag&bih=1007&biw=1920)
- [5] Sabry, F. (2022). Computación Cuántica: ¿Por qué es tan difícil explicar de qué se trata la computación cuántica? One Billion Knowledgeable.
- [6][https://www.google.com/search?q=qato+de+schr%C3%B6dinger&sxsrf=APwXEdfZK8suB4OFC7OTTCUot75pk\\_OeXA:1685228471026&source=lms&tbo=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjD0oWjzZb\\_AhW2IkQIHQPpAY8Q\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=1007&dpr=1#imgrc=MHLMXjjgSKKNbM](https://www.google.com/search?q=qato+de+schr%C3%B6dinger&sxsrf=APwXEdfZK8suB4OFC7OTTCUot75pk_OeXA:1685228471026&source=lms&tbo=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjD0oWjzZb_AhW2IkQIHQPpAY8Q_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=1007&dpr=1#imgrc=MHLMXjjgSKKNbM)

[7][https://www.google.com/search?q=algoritmo+de+grover&sxsrf=APwXEdcd8qWLXRAVe7YW6fj4mtVWrPeWIw:1685228523763&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYw5i8zZb\\_AhUNKEQIHckACuYQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=1007&dpr=1#imgrc=EeO363oFvp9jkM](https://www.google.com/search?q=algoritmo+de+grover&sxsrf=APwXEdcd8qWLXRAVe7YW6fj4mtVWrPeWIw:1685228523763&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiYw5i8zZb_AhUNKEQIHckACuYQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1920&bih=1007&dpr=1#imgrc=EeO363oFvp9jkM)

## La huella ecodigital generada con el uso de las TIC

Roberto Carlos Ruiz-Ortega<sup>1</sup>, Lucero Alejandra Esquivel-Mendez<sup>1</sup>, María de Lourdes Albor-Aguilera<sup>1</sup>, Miguel Ángel Gonzalez-Trujillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Básicas, ESCOM-IPN, Ciudad de México, México

mlalbora@ipn.mx

### ¿Cómo podemos reducir nuestra huella ecodigital?

El desarrollo de la tecnología ha permitido romper barreras entre las personas alrededor del mundo y lograr estar comunicados desde distintos puntos geográficos; y lo que inició como un complemento se ha convertido en una necesidad, pues está presente en nuestra vida cotidiana.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación mejor conocidas como “TIC” son los recursos y/o herramientas que permiten distribuir, eficientar, ordenar y procesar la información, así como facilitar la comunicación entre personas, empresas y organizaciones a través de elementos tecnológicos como: Smartphone, ordenadores, Tablet, televisor, etc. Con la pandemia y la necesidad de mantenernos comunicados y la evolución de la era tecnológica, el uso de las TIC’s se ha incrementado de una manera exponencial a través del tiempo y actualmente se ha utilizado también como el correo electrónico, búsqueda de información, comercio en línea, entre otros.



Su principal función es la de facilitar el acceso a la información de manera rápida (originando que los tiempos de respuesta sean inmediatos con flujo de datos ágil y fácil), así como el almacenamiento de la información en grandes cantidades, está puede ser compartida instantáneamente y además en dispositivos lejanos. Por lo que las TIC’s sean convertido hoy en día en una nueva forma de comunicación más eficiente.



Por otra parte, las TIC se han empleado para reducir en un 20% las emisiones de CO<sub>2</sub> y ayudar a los países a adaptarse a los efectos del cambio climático. La reducción de las emisiones es importante porque con cada watt ahorrado, equivale a una planta energética en el mundo. Las TIC han sido consideradas como recursos

verdes pero el incremento del uso de las redes implica una huella ambiental, por lo que es necesario aprender a administrarlas pues los usuarios no somos conscientes de los malos hábitos en su uso cotidiano y el impacto que puede tener en nuestro entorno.

En la actualidad, las TIC emiten entre un 2 y 4% de los gases de efecto invernadero; se estima que la cantidad de energía que utilizamos en el mundo online de manera colectiva emite el equivalente al total de gases de efecto invernadero emitidos por la industria aérea mundial.

Toda la información que generamos con nuestros dispositivos electrónicos que ya cuentan con su propia huella ecodigital tiene que almacenarse para poder ser utilizada, por lo que el usuario no es consciente de que todos esos datos que generamos con el uso de la red se almacena en un lugar físico como son los centros de datos, los cuales requieren de grandes cantidades de energía para funcionar, no sobrecargarse y enfriadores para su buen funcionamiento. Los servidores y los supercomputadores que nos permiten estar conectados las 24 horas del día llegaron a requerir en 2019 más de 400 Teravatios de energía. En la figura 1, se puede observar la huella global de los centros de datos del 2002 y 2020.

- Se estima que un solo email emite 4 gramos de CO<sub>2</sub>, pero si incluyes un dato adjunto puede llegar hasta los 50 gramos.
- Una búsqueda en google emite entre 2 y 7 gramos, por lo que se llegan a generar hasta 7 toneladas diarias de CO<sub>2</sub>.
- Las plataformas de streaming también representan una gran emisión de CO<sub>2</sub>, tan solo Netflix y Youtube combinadas representan más del 50% del tráfico de internet en Norteamérica.

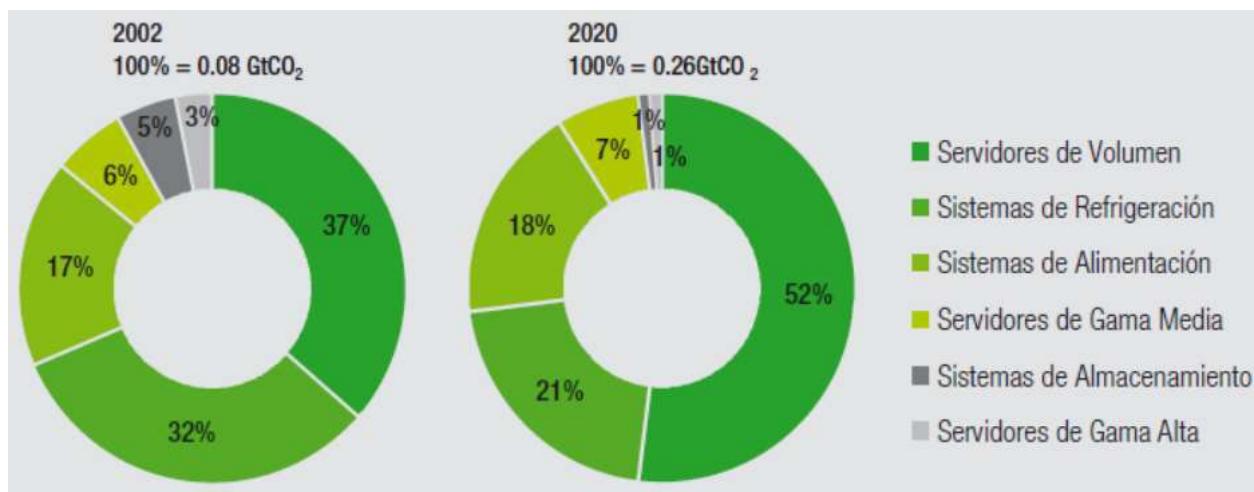


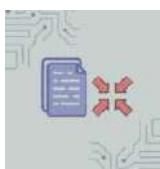
Figura 1. Emisión de CO<sub>2</sub> en los diferentes centros de datos 2002-2020.

Ante este panorama, es importante tomar acciones para reducir nuestra huella ecodigital y aprender a tener una educación en el uso de las TIC. A continuación,

se presentan 10 iniciativas con las que podemos contribuir a reducir el impacto ambiental, según Marion.



- 1. *Limitar los envíos de email:* Evitando enviar correos innecesarios.



- 2. *Reduce el tamaño de los datos adjuntos:* Antes de enviarlos reduce su tamaño o utiliza una plataforma que te permita enviar o compartir archivos a través de enlaces.



- 3. *Trabaja en documentos compartidos:* En lugar de enviar emails cada vez que se hagan cambios, pueden dejar comentarios en un documento compartido en la nube.



- 4. *Borra los emails que ya no son necesarios:* El dejar correos sin leer o dejar correos ya leídos que no necesitas debes borrarlos, así como archivos innecesarios o mensajes que ya no requieres.



- 5. *Cancela las suscripciones a revistas:* Si te suscribiste a alguna revista y tiene meses que no la visitas, así como aplicaciones de tu teléfono o aplicaciones que ya no uses, date de baja o elimínalas.



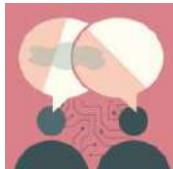
- 6. *Investiga proveedores de internet sostenibles:* Son pocos los sitios, pero es importante investigar acerca de proveedores hosting web o herramientas sostenibles.



- 7. *Apaga el ordenador:* Cuando acabas de trabajar o hagas un descanso y creas que vas a regresar a trabajar, cierra todas las pestañas de tu navegador y apaga tu dispositivo.



- 8. **Concientiza a tu entorno:** Comparte información con tus familiares y amigos acerca de la huella ecodigital que generamos y como reducirla.



- 9. **Reduce el uso de redes sociales:** Las redes sociales están diseñadas para ser adictivas y hacer que no te despegues de la pantalla opta por hacer ejercicio, leer libros o realizar otras actividades.



- 10. Buscar formas de ocio que no impliquen conectarte: La mayoría de nosotros para trabajar necesitamos de la red, pero cuando tengas un tiempo libre, ocupa lo menos posible los dispositivos electrónicos.

## Conclusión

El crecimiento del mercado de las TIC exige una enorme cantidad de energía y también requiere un crecimiento en las redes de telecomunicaciones móviles y fijas. Por lo cual es importante implementar una tecnología verde para el uso adecuado de los recursos empleados por las TIC buscando minimizar el impacto ambiental, asegurando la responsabilidad social de los productores y consumidores de estas tecnologías, que permitan hacer un uso responsable y racional de las tecnologías de la información y telecomunicaciones.

## Referencias

- [1] <https://www.zonamovilidad.es/-tic-en-huella-carbono-digital-medioambiente>.
- [2] <https://www.zonamovilidad.es/tecnologia-verde-apuesta-necesaria-dia-de-la-tierra>.
- [3] <https://knowgarden.wordpress.com/2014/11/18/internet-de-las-cosas-iot-internet-of-things/>.
- [4] <https://www.ulatina.ac.cr/articulos/que-son-las-tic-y-para-que-sirven>.
- [5] [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200736072022000100007&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200736072022000100007&script=sci_arttext).
- [6] [https://www.seas.es/blog/energias\\_renovables/huella-ambiental-tic/](https://www.seas.es/blog/energias_renovables/huella-ambiental-tic/)
- [7] <https://www.naturalizaeducacion.org/2021/06/30/la-huella-ecologica-digital-de-tu-escuela/>
- [8] <https://view.genial.ly/5d074f307bf7b00f6f6e2dc0/interactive-content-co2tic>
- [9] [http://www.lifegreentech.eu/sites/default/files/documentos/la\\_huella\\_de\\_carbono\\_de\\_las\\_tic.pdf](http://www.lifegreentech.eu/sites/default/files/documentos/la_huella_de_carbono_de_las_tic.pdf)

## Los cristales y su clasificación por simetría cristalina

José Manuel Flores Márquez<sup>1\*</sup>, César Hernández Vásquez<sup>2</sup> y María de Lourdes Albor Aguilera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto Politécnico Nacional-ESIQIE, Departamento de Ingeniería en Metalurgia y Materiales, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México

<sup>2</sup>Instituto Politécnico Nacional-ESCOM, Departamento de Ciencias Básicas, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México

<sup>3</sup>Instituto Politécnico Nacional-ESFM, Departamento de Física, U.P.A.L.M, San Pedro Zacatenco, CDMX, 07738, México

[jfloresm@ipn.mx](mailto:jfloresm@ipn.mx)\*

### ¿Por qué los granos de sal son cúbicos?

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, por ejemplo, la sal de mesa, que si se observa bien, tiene muchas caras planas, o un copo de nieve, que siempre tendrán 6 puntas, como se muestra en la Figura 1.

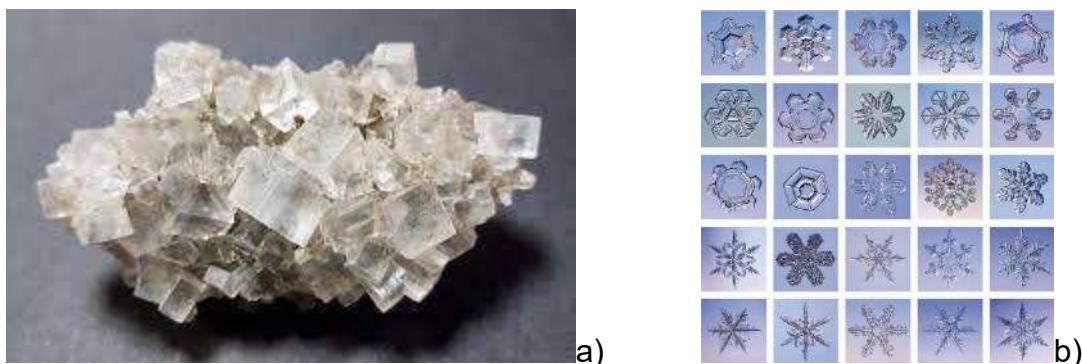


Figura 1.- a) Granos de sal de mesa (Rentería, 2022) b) Copos de nieve (Martínez, 2023).

Esas formas macroscópicas que vemos son el resultado de la manera en la que las moléculas que conforman el sólido se distribuyen. Por tanto, podemos clasificar a los cristales respecto de su forma y de su simetría, y al agruparlos de esta manera, estudiar las propiedades compartidas que posean al pertenecer a la misma categoría.

### Sólidos cristalinos

Existen principalmente 4 estados de agregación de la materia, dentro de los cuales los sólidos son aquellos que oponen resistencia a los cambios de forma, dado que ya poseen una propia, tienen volumen constante, y de manera general, es un estado

de agregación de baja energía. Los átomos o moléculas que conforman a dicho sólido tienen la capacidad de disponerse de manera ordenada o desordenada. La distribución atómica desordenada se conoce como un “material amorf”, mientras que la que se encuentra ordenada se conoce como un “material cristalino”, por ejemplo, si imaginamos que un conjunto de naranjas se puede disponer de ambas formas, y que cada naranja representa un átomo, entonces podemos comparar ambas situaciones, acorde a la Figura 2.

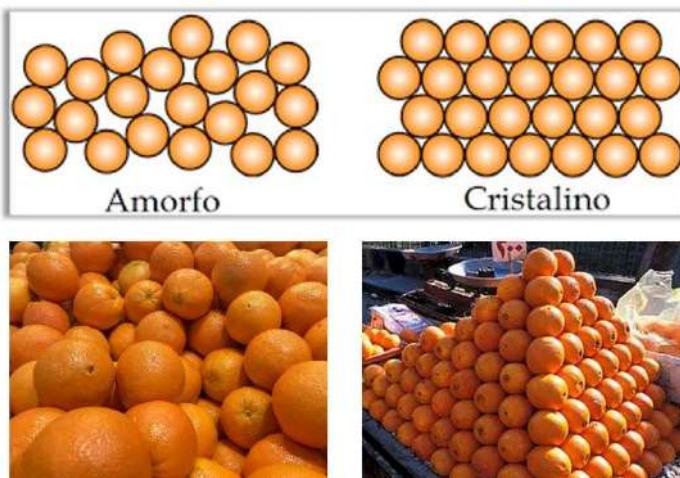


Figura 2.- Analogía del estado sólido amorfó y cristalino con naranjas (Martínez, 2023).

Lo anterior resulta de un especial interés porque algunas de las propiedades físicas asociadas a ese material sólido podrán tener diferentes valores en dependencia de hacia dónde se esté midiendo dicha propiedad.

Por ejemplo, cuando tenemos una calcita óptica y por debajo una hoja de papel, como se muestra en la Figura 3.



En la imagen podemos observar que la luz que atraviesa la línea vertical no encuentra obstáculos en su camino y atraviesa el cristal sin una gran dispersión, sin embargo, cuando se revisa la línea horizontal, se observa claramente que la línea se duplica, esto es porque la luz se propaga en dos direcciones diferentes, característica llamada birrefringencia, acorde a Paredes, 2009.

Figura 3.- Calcita óptica sobre cruz pintada en papel (Paredes, 2009).

Así que, ya sean propiedades mecánicas, eléctricas u ópticas como la del caso anterior, el valor de estas dependerá de hacia dónde sean medidas, a esto llamamos “anisotropía”. Y ese tipo de peculiaridad puede ser aprovechado de muchas maneras.

Entonces, uno de los aspectos fundamentales de la Ciencia de los Materiales son las estructuras cristalinas de los sólidos, las cuales definen las propiedades físicas de un material.

## Clasificación de los sólidos cristalinos por su estructura

Las estructuras cristalinas están definidas por una red y una base; en cuanto a la red partimos de la idea de que las estructuras ordenadas que llamamos cristalinas pueden formarse a partir de unidades mínimas de repetición, llamadas “celdas unitarias”, esta celda es análoga a un ladrillo, donde al colocar uno encima del otro, se forma una pared que vendría siendo la estructura cristalina, dicha red puede tener formas geométricas definidas. Respecto de la base, son los átomos o moléculas que se encuentran dentro de dichos ladrillos. Por ejemplo, el agua al solidificarse puede formar el sólido conocido como hielo, sin embargo, existen hasta 20 formas diferentes conocidas de hielo, que puede ser amorfo o cristalino, como el mostrado en la Figura 1, que tiene una red hexagonal, o el mostrado en la Figura 4, conocido como hielo VII, y que tiene una red cúbica simple.

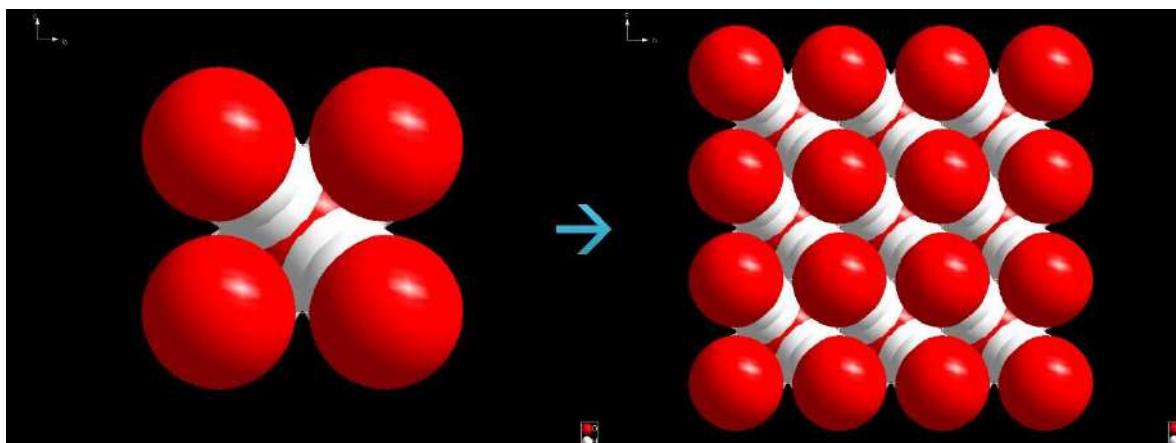


Figura 4.- Celda unitaria del hielo VII (izquierda) que al repetirse en todas direcciones forma una estructura cristalina (derecha).

Así como el hielo VII, que es cúbico simple, o los copos de nieve que son hexagonales, los átomos se pueden encontrar contenidos en uno de los arreglos geométricos establecidos, llamados sistemas cristalinos. Si hablamos de dos dimensiones, tendremos cinco redes en total, cuadradas, rectangulares, oblicuas, romboédricas y rectangulares centradas o diamantes; pero si hablamos de tres dimensiones, entonces serán siete las redes posibles, cúbica, tetragonal, ortorrómbica, hexagonal, monoclínica, trigonal o triclinica (Borchardt 2012 p. 9, Giacovazzo 2011 p. 17, Hammond 2015 p. 1), tal como se resumen en la Figura 5.

Estas redes cristalinas, se obtienen por la variación de dos o tres vectores fundamentales, dependiendo de la respectiva segunda o tercera dimensión. Estos vectores están delimitados por las dimensiones de la celda unitaria, formando módulos, y con los ángulos que los relacionan, se forman dichas redes cristalinas.

Ahora bien, si apilamos una sobre otra las redes bidimensionales, obtendremos las conocidas redes de Bravais, que son 14 (Borchardt 2012 p. 75, Giacovazzo 2011 p. 18 y Hammond 2015 p. 84), como se muestra en la Figura 6.

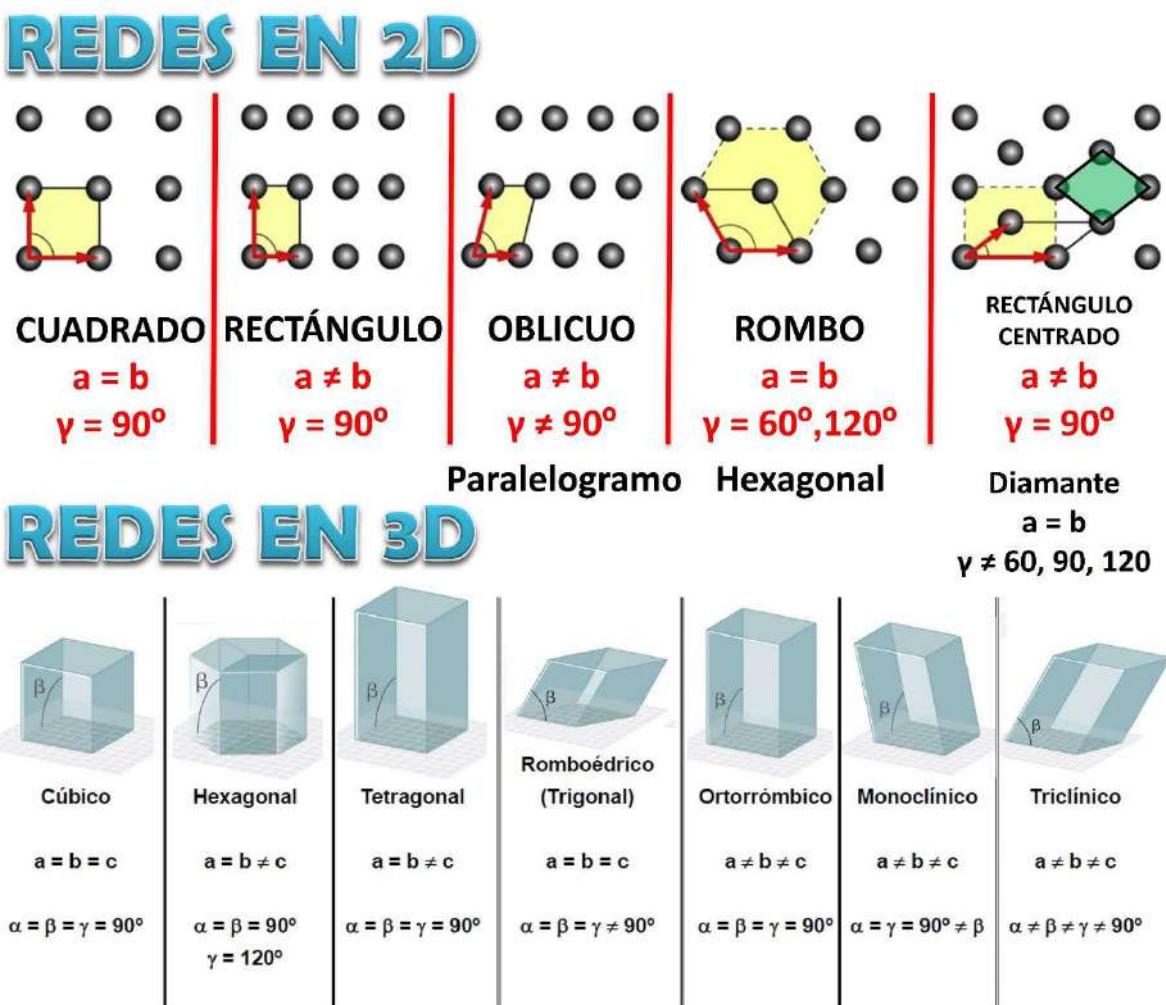


Figura 5.- Redes cristalinas posibles en dos y tres dimensiones.

Se consideran solo estos respectivos sistemas, pues son las únicas formas de arreglar los átomos en el espacio de manera periódica, que ocupen todo el espacio y que lo hagan de una manera ordenada, simple y repetitiva.

Todos los sólidos cristalinos pertenecen a alguna de estas posibilidades, como el hielo VII que pertenece al sistema cuadrado en dos dimensiones, y al sistema cúbico en la tercera dimensión; también los copos de nieve que pertenecen al sistema romboédrico en dos dimensiones y al hexagonal en la tercera dimensión.

Además, como ya se mencionó, por apilamiento de las redes bidimensionales obtenemos las redes de Bravais, mismas que también clasifican a los respectivos cristales, para nuestros ejemplos, los copos de nieve siguen siendo hexagonales, pero el hielo VII es un cúbico simple, dado que existen también los cúbicos

centrados en las caras y también en el cuerpo, por lo que habrá que especificar la pertenencia específica del cristal a su respectiva red de Bravais también.

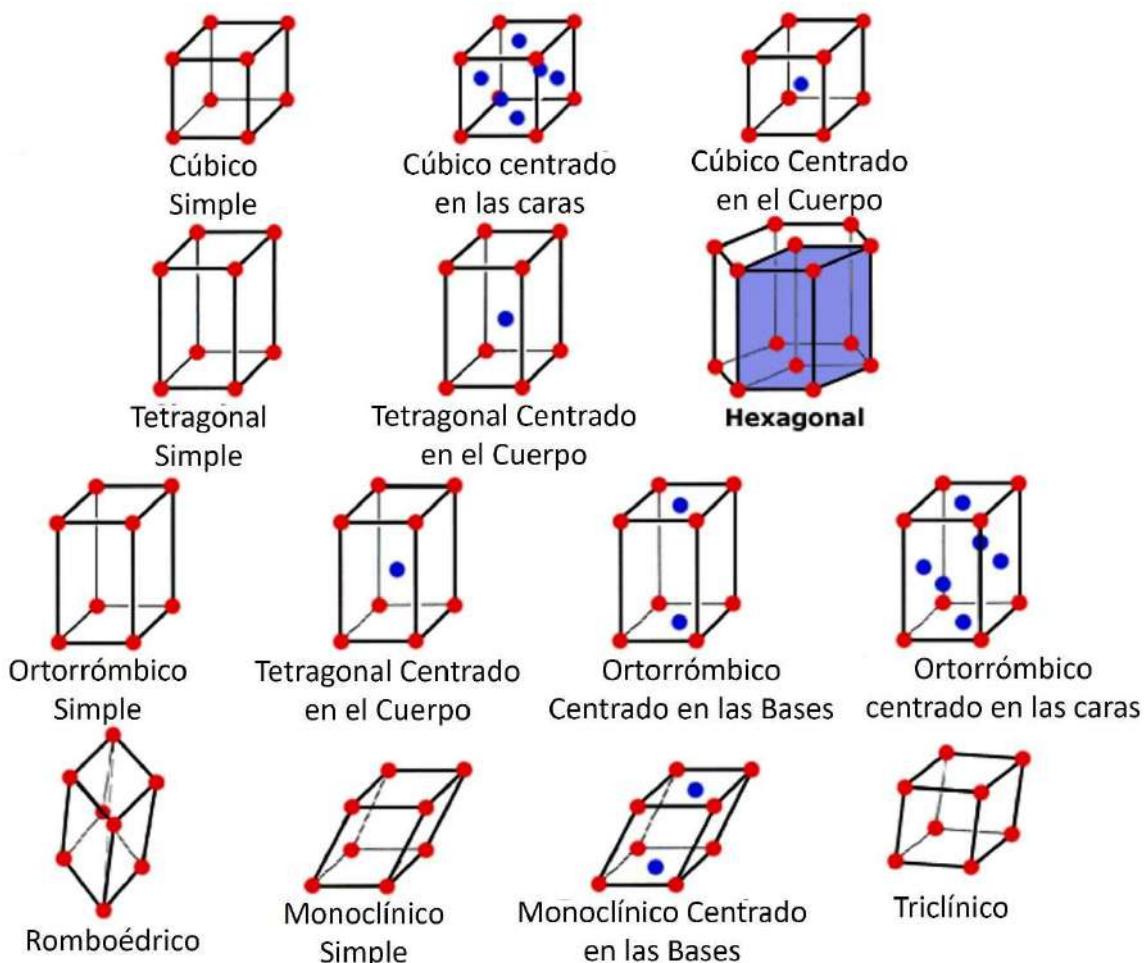


Figura 6.- Redes de Bravais.

### Clasificación de los sólidos cristalinos por su simetría

Sin embargo, la clasificación de los cristales no termina por la parte de su estructura, sino que también se hace uso de las operaciones de simetría aplicables a cada uno, generando un sistema clasificatorio más extenso y detallado que es compatible con el anterior.

Las principales operaciones de simetría puntual son rotación propia, reflexión, centro de inversión y rotación impropia (combinación de rotación propia y reflexión). Dichas operaciones dan origen a los 32 grupos puntuales de simetría, que pasan únicamente por un mismo punto a partir del cual se generan estas operaciones.

**Rotación.**- Es la operación más simple, a partir de un eje, el objeto rota ya sea  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $120^\circ$ ,  $180^\circ$  o  $360^\circ$ .

Reflexión.- También llamado plano espejo, secciona al cristal en dos partes completamente iguales.

Centro de inversión.- Todos los átomos pasan por el centro del cristal, y encuentran una posición equivalente en el otro extremo.

Rotación impropia.- Se compone de una rotación propia más un plano espejo.

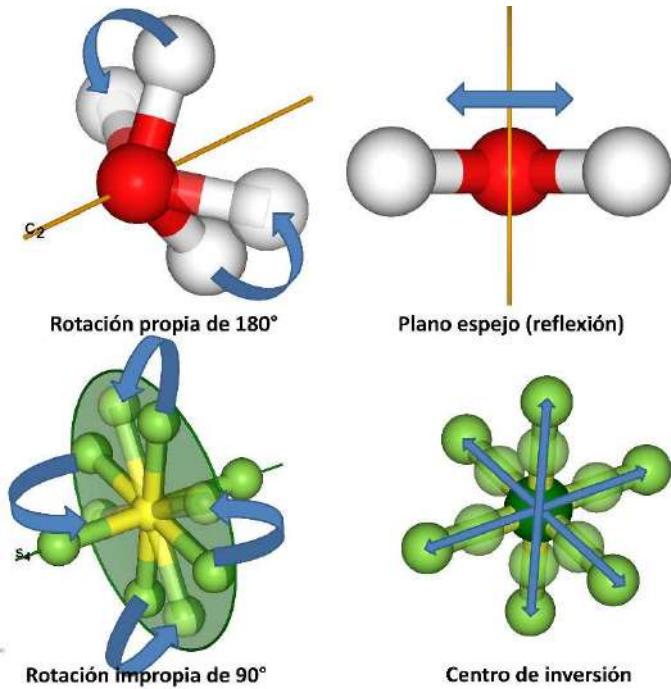


Figura 7.- Principales operaciones de simetría (Symmetry Resources at Otterbein University, 2021).

Tabla 1.- Número de grupos puntuales pertenecientes a los 7 sistemas cristalinos.

RED CRISTALINA	# GRUPOS PUNTUALES
Hexagonal	7
Tetragonal	7
Cúbico	5
Trigonal	5
Monoclínico	3
Ortorrómbico	3
Triclínico	2
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>

La Figura 7 ejemplifica las cuatro operaciones puntuales.

De acuerdo con el número y tipo de operaciones de simetría aplicables al cristal, es como se da la pertenencia de este con alguno de los 32 grupos puntuales de simetría cristalina, y estos pertenecen a su vez a alguna de las redes cristalinas, como se puede ver en la Tabla 1.

Si a las operaciones anteriores se le agrega la translación, se pueden generar operaciones combinadas que incrementan la respectiva clasificación a los 230 grupos espaciales de simetría.

Las operaciones agregadas para los grupos espaciales son conocidas como ejes de tornillo y planos de deslizamiento.

Ejes de tornillo.- Combina una rotación propia con una translación fraccionaria hacia algún eje.

Plano de deslizamiento.- Combina una reflexión con una translación fraccionaria hacia algún eje.

Algunas de estas operaciones pueden llegar a ser complicadas, pero la información pertinente la encontraremos en nomenclaturas diseñadas especialmente para interpretar dichas operaciones, tales como la Hermann-Mauguin o la Seitz.

Los 230 grupos espaciales de simetría cristalina nos sirven para clasificar a los cristales respecto de su simetría. La Figura 8 muestra un ejemplo por cada grupo.



Figura 8.- 230 grupos espaciales (Hoffmann, 2014).

Nuestro ejemplo del hielo VII es un cristal que pertenece al grupo 224, señalizado en la Figura 8, lo que implica que todos los cristales que pertenezcan al mismo grupo

compartirán tanto número como tipo de operaciones de simetría, desde 1 a 48 operaciones posibles, éste cristal posee ese número máximo de operaciones.

### ¿Por qué los granos de sal son cúbicos? Respuesta

Aunque no necesariamente la morfología o ámbito externo de los cristales corresponden con su estructura (Ovejero, 2015), algunas veces, raras ocasiones en realidad, esto es posible de observar. La sal de mesa por ejemplo, o, mejor dicho, el NaCl, es un sólido cristalino que tiene una estructura cúbica centrada en las caras (FCC), misma estructura que puede repetirse periódicamente desde el nivel molecular hasta el nivel macroscópico, que nosotros podemos observar a simple vista, tal como se puede comparar en la Figura 9:

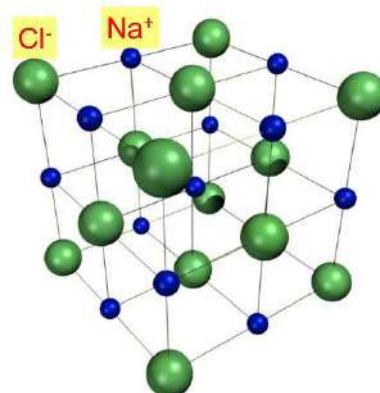


Figura 9.- Granos de sal cúbicos comparados con la estructura del NaCl (Rentería, 2022).

Hay que considerar también que los materiales cristalinos pueden generar diversas formas poliédricas que no necesariamente corresponden con su estructura cristalina, es por ello que se dio el salto de estudiar el ámbito externo de forma macroscópica en siglos pasados, a estudiar el ámbito interno de forma microscópica de estos materiales mediante técnicas como la Difracción de Rayos X.

### Referencias

- Borchardt-Ott W. (2012), *Crystallography: An Introduction*, 3era Edición, Springer.
- Giacovazzo C. (2011), *Fundamentals of Crystallography*, 3era Edición, Oxford Science Publications.
- Hammond C. (2015), *The Basics of Crystallography and Diffraction*, 4ta Edición, Oxford Science Publications.
- Hoffmann F. (septiembre 2014), 230 - The Space Group List Project. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://doi.org/10.13140/2.1.3495.6163>

Martínez-Ripoll M. (18 de abril 2023), Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Cristalografía. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://www.xtal.iqfr.csic.es/Cristalografia/>

Paredes S. (18 de febrero 2009), Polarización por Birrefringencia. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://www.youtube.com/watch?v=cZbjVcwU0Ig>

Rentería L. (8 de julio 2022), Salineras y tipos de sal. Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://revistalacampina.mx/2022/07/08/salineras-y-tipos-de-sal/>

Symmetry Resources at Otterbein University (enero 2021). Recuperado el 1 de mayo de 2023, de <https://symotter.org/gallery>

Ovejero A.I. (2015), *Mineralogía I – Cristalografía y Óptica Mineral*, Editorial Científica Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca.

## Seminarios Leon Lederman: para fomentar vocaciones científicas

Julián Félix <sup>1</sup>, Magdalena Waleska Aldana Segura<sup>23</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

<sup>2</sup>Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala.

<sup>3</sup> Universidad Galileo

*Dirección de correo electrónico de contacto*  
felix@fisica.ugto.mx  
waldanasegura@gmail.com

### Resumen

Los Seminarios Leon Lederman nacieron durante la contingencia sanitaria como respuesta a la necesidad de contar con roles positivos para los jóvenes y contenidos de calidad disponibles de manera virtual, accesible y de libre acceso. Desde su inicio, los Seminarios pretendieron acercar a los expertos internacionales que lideran colaboraciones científicas, participan en los Laboratorios Científicos a nivel internacional o realizan importantes contribuciones científicas desde sus espacios. En ese orden, se ha contado con más de 64 expertos internacionales, líderes reconocidos en su área que promueven el desarrollo de la Ciencia y comparten sus conocimientos y avances durante los Seminarios. Más de 54 Instituciones han sido representadas en estos Seminarios, entre ellas Cambridge University, Institute of Advanced Studies, Oxford University, Caltech, colaboración LIGO, Fermi National Accelerator Laboratory, Tokyo University, Princeton University, Harvard University, Universidad de Guanajuato, México, Queens College, Canadá, SNO Lab, Instituto Politécnico Nacional de México, National Institute of Standards, USA, CERN, FIT Barcelona, Universidad Nacional de la Plata y otras. 3 Ganadores de Premio Nobel nos han acompañado y 2 premios Breakthrough han compartido con los participantes, que a la fecha alcanzan a más de 1,300,000 personas a nivel mundial. Se presentan los resultados de alcance de los Seminarios y campañas afines.

### ¿Por qué Seminarios Leon Lederman para fomentar vocaciones científicas?

Los seminarios en línea nacieron durante la contingencia sanitaria en el año 2020 como respuesta a la necesidad de contar con contenidos de calidad disponibles para jóvenes. Los Seminarios evolucionaron de acuerdo a los requerimientos de la audiencia y fueron invitando a personalidades científicas que pudieran exponer de manera sencilla para el público los últimos desarrollos científicos y tecnológicos.

De esa manera, los Seminarios se fueron posicionando con contenidos interesantes para la audiencia y rebasaron las expectativas iniciales, traspasando fronteras

geográficas y promoviendo una comunidad internacional de aprendizaje.(Díaz Barriga Arceo & Hernández Roja, 1999)

El formato, duración, tipografías y elementos gráficos evolucionaron durante los seminarios y actualmente el formato es de 45 minutos dos veces al mes. (Aldana Segura, 2023) La participación es gratuita y se ofrecen certificados de participación. Un interesante resultado ha sido, que se constituyen como espacios abiertos de participación donde hombres y mujeres participan libremente sin las barreras de aprendizaje encontradas en la presencialidad. Las jóvenes no se enfrentan a las barreras de inseguridad, discriminación y otras causas que las alejan de las actividades presenciales.

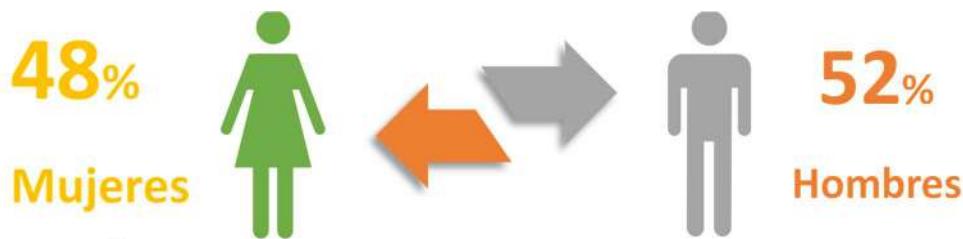


Figure 1 % de participación por género en los Seminarios (elaboración propia)

Los Seminarios también participan de crear campañas de sensibilización con temas de interés, Space Week y Real Women Scientists like you! Con motivo del día internacional de las niñas y mujeres en Ciencia.



Figure 2 afiches de Seminarios por el Día de las niñas y mujeres en Ciencia

La participación en los seminarios se incrementó a medida que liberamos los Seminarios regionalmente y el acceso se mantiene vía redes sociales. Estos aprendizajes nos permitieron pasar de casi 100,000 participantes el primer año(Seminarios Leon Lederman, 2021) a más de 800,000 en el tercer año. El alcance

total ha sido de más de 1.3 Millones de personas a nivel mundial. (Félix, J; Aldana-Segura, 2021)



*Figure 3 participación en los Seminarios en línea (datos de redes sociales)*

Los Seminarios fueron creando alianzas, con la Cátedra Patrimonial Eugenio Méndez Docurro, con las celebraciones de UNESCO del año Internacional de la Ciencia Básica (Félix, J; Aldana-Segura, 2021) y el desarrollo sostenible y se han involucrado más de 60 instituciones de renombre a nivel mundial como Caltech, Harvard, Princeton, Oxford University, Queens College, Fermilab, Argonne National Laboratory, Colaboración LIGO y otras. Dentro de los expositores invitados se encuentran 3 Premios Nobel (Bill Phillips NIST, Arthur McDonald SNOQueens College, Takkaki Kajita Tokyo University), 2 Premios Breakthrough (Juan Maldacena IAS, Gabriela González LIGO) y otros reconocidos expositores como Juan Estrada, Gastón Gutiérrez, Julián Félix, Marcela Carena, Carlos Wagner, Jorge Pullin, Alberto Carramiñana, Eugenio Ley Koo, Carlos García Canal, Fernando Quevedo, John Ellis, Alberto Rojo, Bonnie Fleming, Matias Zaldarriaga, Alvaro de Rujula, Juan Paniagua, y otros expositores de renombre a nivel mundial.

## JORNADAS ACADÉMICAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS 2023



Figure 4 captura de pantalla de los Seminarios Leon Lederman

Los seminarios se pueden seguir en <https://www.facebook.com/LaboratorioInternacionaldeParticulasElementales/> y en la página del laboratorio <https://laboratoriointernacionaldeparticulaselementales.net/>



Figure 5 Afiche de los Seminarios Leon Lederman

### Conclusión

Con el alcance logrado por los Seminarios, hemos detectado que contamos con más de 3,400 seguidores en las edades de 18-24 años, que se conectan

frecuentemente a las actividades. Esto nos indica que existe el interés por las temáticas científicas cuando son presentadas con calidad, seriedad y ante todo, con un lenguaje claro, que permita a los jóvenes comprender e interaccionar durante la actividad.

## Referencias

- Aldana Segura, M. W. , & F. V. J. (2023). Approaches for online outreach to increase interest in Science. *Bulletin of the American Physical Society*.
- Díaz Barriga Arceo, F., & Hernández Roja, G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. In *Diplomado en Informática para la enseñanza de la medicina*. (pp. 80–112).
- Félix, J; Aldana-Segura, M. (2021). Using Online Seminars as an Outreach Strategy to Promote Science. *Bulletin of the American Physical Society*.
- SeminariosLeonLederman. (2021). *Seminarios Leon Lederman, Descubriendo la Ciencia*. J. Félix.  
<https://www.facebook.com/LaboratorioInternacionaldeParticulasElementales/videos/554669109019108>

## ¿Qué tan compleja es la Complejidad?

A. Salinas-Martínez<sup>1</sup>, R.I. Rojas-Jiménez<sup>2</sup>, J.A. Zamora-Justo<sup>2</sup>, J.B. García-Bustamante<sup>2</sup>, G. Gálvez-Coyt<sup>2</sup>, A. Muñoz-Diosdado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Física, Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias Básicas, Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

asalinasm@ipn.mx

### ¿Complejidad es lo mismo que complicado o difícil?

Complejidad es una rama de la física que busca analizar y medir las propiedades que tienen en conjunto algunos elementos presentes en la naturaleza, estos forman los llamados sistemas complejos. El término de complejidad viene del latín *complexus* que significa enlazarse y se utiliza debido a la forma en la que se interrelacionan estos elementos. Si bien en nuestro día a día utilizamos la palabra complejo para referirnos a algo que es difícil, en los sistemas complejos no es necesariamente el caso.

### Sistemas complejos

Un sistema complejo es un grupo de cosas que interactúan entre sí de una manera que se conoce como “no lineal” (Boccaro, 2010). La no linealidad se refiere a situaciones en las que no se puede predecir lo que va a pasar mirando simplemente lo que ha pasado antes.



Figura 1. Una montaña de arena crece de manera no lineal. Tomada del canal de YouTube de Sergei Klishin

Por ejemplo: cuando estás jugando con arena y creas una montaña como en la figura 1. Si añades más arena, la montaña se hace más grande, sin embargo, seguramente has notado que conforme agregas arena las paredes de la montaña empiezan a derrumbarse. En este caso, la altura de la montaña no aumenta de manera constante y predecible, sino que cambia de forma no lineal, y en algún punto hay un cambio radical en su comportamiento, que es justamente lo que vemos cuando se desmorona nuestra montaña. En general, la no linealidad se refiere a situaciones en las que las cosas no

cambian de manera constante y predecible, es decir, nosotros no podemos prever con exactitud en qué momento es que se llevará a cabo una avalancha ni con cual grano de arena sucederá. Podemos aventurarnos a decir que una avalancha está próxima a suceder, pero es imposible conocer el momento exacto o el tamaño que tendrá.

Los sistemas complejos experimentan cambios abruptos e impredecibles. Esto significa que cada pieza del sistema está conectada a las demás y afecta a las otras piezas. ¡Es como una gran familia en la que todos están relacionados entre sí!

Un rompecabezas es un sistema que podemos analizar para entender algunos de los conceptos importantes de los sistemas complejos. Primero, cada pieza del rompecabezas es como una parte individual de un sistema complejo. Por sí sola, una pieza puede no parecer muy interesante, pero cuando se coloca junto a las otras piezas, se crea una imagen completa. Las piezas del rompecabezas interactúan entre sí de una manera que es difícil de predecir cuándo se está trabajando en el rompecabezas. Si vemos las piezas por separado, será difícil imaginar cual es la imagen final, es decir, no podemos conocer el resultado tan solo viendo las piezas individuales.

A medida que avanzamos en la resolución del rompecabezas, podemos ver que la imagen comienza a aparecer gradualmente. A esto se le conoce como emergencia (Sayama, 2015). En un momento dado, podemos colocar una pieza y de repente podemos ver cómo se relaciona con otras piezas, y cómo estas relaciones forman parte de la imagen general. La imagen emerge gradualmente de la interconexión de las piezas individuales.

Cuando hablamos de sistemas complejos, estamos hablando de cosas que tienen muchos elementos que trabajan en conjunto. Piensa en una bicicleta, por ejemplo. Tiene muchas piezas que trabajan juntas para permitir que puedas moverte. El manillar te permite girar la bicicleta, los pedales te permiten avanzar y los frenos te permiten detenerte. Si una de estas partes falla, la bicicleta podría no funcionar correctamente.

Los sistemas complejos también pueden ser pequeños. Piensa en un reloj mecánico: tiene muchas partes que trabajan juntas para mantener el tiempo. Si una de las partes se descompone, todo el reloj podría dejar de funcionar.

Otro concepto de suma importancia en los sistemas complejos es la autoorganización. Para entender qué es la autoorganización, usemos como ejemplo las parvadas de aves que dibujan figuras cuando vuelan. A este fenómeno se le conoce como murmulleo de las aves, "ballet aéreo" o "murmuración" (ver figura 2).



Figura 2. Fenómeno de la murmuración de los estorninos. Tomado de <https://praxisrevista.com/2023/02/26/las-murmuraciones-de-los-estorninos/>

cambia de dirección, afecta a los pájaros cercanos, que también cambian de dirección. Con el tiempo, esto crea patrones coordinados y hermosos.

La autoorganización es un fenómeno común en los sistemas complejos. Ocurre cuando un sistema se organiza a sí mismo sin necesidad de que una fuerza externa lo controle (Boccara, 2010). Es decir, que no hay un líder que le indique a los demás que es lo que tienen que hacer. Cada parte del sistema está conectada a las demás y puede influir en su comportamiento. ¡Así que no esperes ver al comandante emplumado darles órdenes a los demás de cómo deben de volar! Cuando muchas partes del sistema interactúan juntas, pueden crear patrones y estructuras que emergen de forma espontánea.

El murmureo de las aves es un buen ejemplo de autoorganización porque surge de la interacción de muchas partes pequeñas. Cada pájaro sigue un conjunto simple de reglas: manténgase cerca de sus vecinos, evite chocar con otros pájaros y vuela en la misma dirección general. Sin embargo, cuando todos los pájaros siguen estas reglas juntos, emergen patrones complejos. Además, este es un fenómeno que ocurre en muchas situaciones diferentes como por ejemplo la división de trabajo en una colmena de abejas, como se producen los sismos, el crecimiento de la población, entre otros. Y es una buena manera de entender cómo funcionan los sistemas complejos.

Por otra parte, es importante mencionar que muchos de los sistemas complejos se pueden estudiar por medio de las mediciones de los tiempos en los que se suscita algún evento importante en dicho sistema, a eso se les llama series de tiempo. Las series de tiempo pueden ser analizadas por computadoras las cuales ejecutan una secuencia de instrucciones (algoritmos) que pueden determinar si existen relaciones entre cada uno de los eventos determinados y algunas otras propiedades del propio sistema. Un ejemplo de estas series de tiempo son los tacogramas, éstos son los gráficos del tiempo que existe entre cada uno de los latidos del corazón y que actualmente se están analizando por múltiples científicos con técnicas de la

Imagina que estás en un campo y de repente ves una gran cantidad de pájaros volando juntos. Todos los pájaros están volando en diferentes direcciones, pero de alguna manera parecen coordinados y forman patrones sorprendentes. Esto se llama murmureo de las aves.

El murmureo de las aves es un ejemplo de autoorganización en un sistema complejo. En este caso, el sistema es el grupo de pájaros. Cada pájaro es una parte del sistema y está conectado a los demás pájaros. Cuando un pájaro

Complejidad (Ivanov et al., 1999). A las señales fisiológicas (como la del interlatido cardiaco) se les puede considerar complejas, por lo que no se puede obtener tanta información de ellas a través de las técnicas tradicionales de análisis, sin embargo, mediante técnicas de dinámica no lineal se pueden obtener más datos que resultan ser muy valiosos ya que algunos parámetros se ven afectados de acuerdo a dicho estado de salud de la persona (Aguilar Molina, Angulo Brown, & Muñoz Diosdado, 2019).

La aplicación de técnicas de la dinámica no lineal en la investigación biomédica ha permitido la comprensión de estas señales que presentan patrones complejos y que son generadas por los sistemas biológicos, con las que además se permite el estudio de la variabilidad del ritmo cardiaco. Para entender este último tema piensa en los latidos que hace tu corazón, podrías creer que el tiempo entre cada uno de los latidos es exactamente el mismo, como si el corazón fuera un reloj que late exactamente 60 o 70 veces por minuto. Esto en realidad no es así, todas las condiciones fisiológicas y en nuestro entorno alteran el tiempo qué pasa entre un latido y otro y esto es justamente lo que se conoce como variabilidad cardiaca. Los científicos han descubierto que los cambios de esta variabilidad pueden deberse al envejecimiento o a algunas enfermedades cardíacas.

Además, la Complejidad nos ayuda a comprender el fenómeno de crecimiento e interconexión que se forma en el internet, las redes sociales y las redes neuronales, incluso nos sirve para la selección de la mejor ruta para llegar de un punto a otro en el auto, a las redes que se forman en estos ejemplos se llaman redes complejas (Newman, 2010).

### ¿Alguna vez has visto en la naturaleza algún otro sistema complejo?

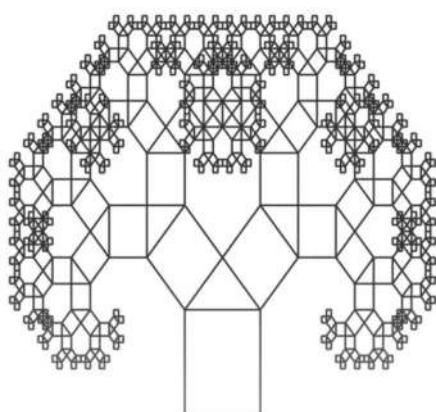


Figura 3. Brócoli formado por fractales.  
Elaboración propia.

Los sistemas complejos están presentes en la naturaleza de una manera más común de la que podríamos imaginar. Un ejemplo son los fractales geométricos, éstos son estructuras que se repiten independientemente de la escala con la que se observan, en algunas verduras podemos ver este tipo de estructuras como en el brócoli y la coliflor. Observa la figura 3, puedes ver que la estructura principal formada por tres rectángulos y un triángulo se está presente en la parte inferior central de la imagen. Además, podemos notar que, esta misma estructura se repite en la parte superior y así sucesivamente, formando la imagen que sin duda la reconoceremos como un brócoli.

También este tipo de fractales geométricos los podemos ver en las ramas de los árboles (figura 4), las ramificaciones internas de los pulmones, las conexiones entre las células que forman el cerebro y el sistema nervioso conocidas como neuronas, etc.

Por otra parte, los sistemas complejos también están presentes en el clima. La atmósfera es un sistema complejo en el que los diferentes elementos interactúan entre sí para crear diferentes patrones climáticos. Los científicos estudian estos patrones para ayudarnos a predecir el tiempo.



Figura 4. Árbol generado por iteraciones sucesivas de fractales geométricos. Elaboración propia

### **El estudio de la Complejidad tiene muchas aplicaciones**

En resumen, los sistemas complejos son grupos de cosas que interactúan entre sí de una manera complicada. ¡Los sistemas complejos pueden ser pequeños, como una colmena de abejas o una torre de bloques, o grandes, como el cerebro humano, el clima o incluso nuestro planeta!

Y, sobre todo, ahora ya sabes reconocer que el término complejo no necesariamente es sinónimo de difícil o inaccesible, sino que conlleva el estudio de sistemas formados por múltiples elementos interrelacionados y que además tiene aplicaciones en diferentes disciplinas.

Si quieras saber más de los sistemas complejos y sus aplicaciones en el mundo cotidiano te invitamos a revisar la lista de referencias donde podrás encontrar material para embarcarte en este fascinante mundo de la complejidad.

### **Referencias**

- Aguilar Molina, A. M., 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*, 581.
- Boccara, N. (2010). *Modeling Complex Systems Second Edition*. Illinois, Chicago: Springer.
- Ivanov, P. Ch., Amaral, L. A. N., Goldberger, A. L., Havlin, S., Rosenblum, M. G., Struzik, Z. R., & Stanley, H. E. (1999). Multifractality in human heartbeat dynamics. *Nature*, 399(6735), 461–465.
- Newman J. (2010). *Networks: An introduction*. Oxford University Press.

Sayama, H. (2015). *Introduction to the modelling and analysis of complex systems.*  
New York: Open SUNY Textbooks.

**Para leer más:**

Braun, E. (2003). *Caos, Fractales y Cosas Raras.* México: FCE.

Talanquer, V. (2003). *FRACTUS, FRACTA, FRACTAL. FRACTALES, DE LABERINTOS Y ESPEJOS.* México: FCE.

# Uso de Arduino en la automatización de huertos familiares

Aron Alejandro López Gómez<sup>1</sup>, Julián Félix<sup>2</sup>, Magdalena Waleska Aldana Segura<sup>34</sup>

1 Programa STEAM, 2 Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México. 3Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala, 4 Universidad Galileo

## Resumen

El uso de controladores como Arduino ha facilitado implementaciones portátiles de bajo costo, en particular automatización de procesos simples utilizando elementos de bajo consumo que permitan realizar tareas sencillas. En este caso, los huertos familiares son una estrategia importante de interdisciplinariedad, donde convergen temas de Seguridad Alimentaria, Agricultura sostenible, Huertos Urbanos, conceptos básicos de electrónica y programación. En este caso se utiliza un controlador Arduino para optimizar el riego de un pequeño huerto familiar y una celda solar se encarga de recargar las baterías que alimentan la bomba y el Arduino. Se muestra el prototipo de automatización en evaluación.

## Huertos automatizados en áreas urbanas

Estos microhuertos fueron establecidos desde el año 2021, como una estrategia para aprender los protocolos GLOBE, generar equipos de trabajo y permitir la colaboración internacional en la búsqueda de opciones viables de contribuir a la Seguridad Alimentaria. (GLOBE, n.d.)



Figure 1 haciendo conexiones globales en el marco del proyecto de automatización de huertos

Inicialmente quisimos responder preguntas de investigación relacionadas a las diferencias en el rendimiento de huertos basados en la localización geográfica y establecimos con el Programa STEAM varios sitios de observación e investigación. Estos Sitios cumplen los protocolos Globe (Amos et al., 2020) y establecimos sitios

separados 140Km con un asesor científico en México y uno en Guatemala. Estos sitios urbanos, encajaron con el llamado corredor seco en Guatemala, que actualmente es el más vulnerable ante los efectos del cambio climático, con afectación de sequías prolongadas e islas de calor.(Ipcc, 2013).

**Un equipo multiregional  
en evolución**

**Villa Nueva  
Escuintla  
Chiquimula  
Guatemala**

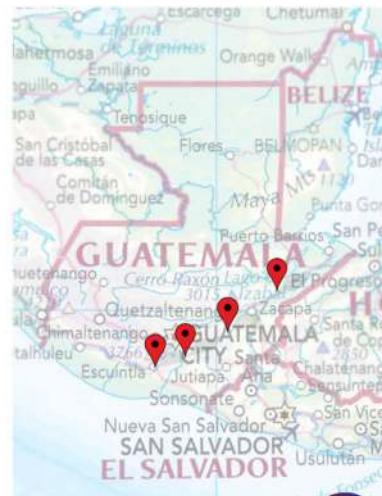


Figure 2 Sitios de investigación.

En base a estas preguntas de investigación, se optó por investigar el uso de microcontroladores embebidos como Arduino (Arduino.cc, n.d.)que nos permitiera explorar otros contenidos y realizar de manera más eficiente los procesos vinculados a la Agricultura. De esa suerte se diseñó un primer sistema experimental y se realizaron medidas de conductividad eléctrica de suelo, humedad, temperatura ambiental, presión atmosférica y observación de cobertura de nubes como una estrategia de investigar más de las relaciones de los seres humanos con el ambiente en el marco de la Ciencia Ciudadana. (Downs et al., 2021)

Con estos elementos el diseño experimental incipiente, pretendía aprender sobre las variables que inciden sobre el crecimiento de huertos urbanos, su rendimiento y finalmente poder ajustar estos parámetros nos ayudaría a hacer un uso más eficiente del recurso hídrico. Para ello procedimos a diseñar un sistema de riego automático basado en los parámetros de conductividad y humedad de suelo. (Devika et al., 2014)

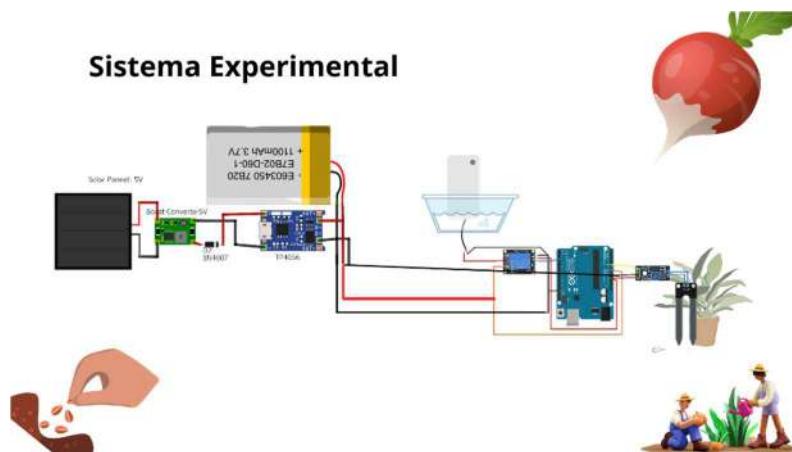
## Materiales y métodos



Figure 3 materiales utilizados en el diseño experimental

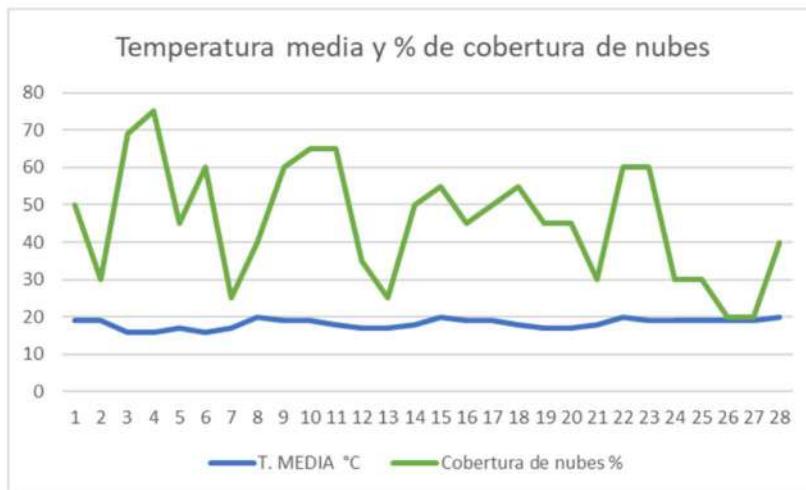
Con este sistema experimental se tuvieron interesantes resultados, entre ellos que el sabor y rendimiento de los rábanos dependió tanto del sustrato utilizado para germinar las semillas como de la cantidad de agua suministrada. El sabor en sustrato proveniente de un bosque cercano con un riego automatizado provee rábanos con un sabor más intenso. Los rábanos que fueron irrigados manualmente tenían un sabor más leve y mucho menor rendimiento.

El siguiente paso fue hacer mejoras en el sistema experimental, agregando paneles solares para hacer el sistema totalmente autónomo y que pudiera estar libre de la alimentación por la red eléctrica. Esto nos permitió investigar sobre los elementos necesarios, reguladores y baterías, pero además de poder crear un sistema totalmente autónomo de riego. (Sheikh, 2022)



Encontramos interesantes resultados sobre la cobertura de nubes, la temperatura del ambiente y la temperatura de la tierra. Además encontramos que con un sistema

automático podemos ahorrar hasta un 60% del recursos hídrico utilizado para la producción de alimentos.



**Aunque de la gráfica no es totalmente perceptible es evidente la relación inversa entre temperatura y % de cobertura de nubes**

Figure 4 gráficas de temperatura media y cobertura de nubes

Derivado de esto se ha participado en la Globe International Virtual Science Symposium, en el Glob Latin America y en el XI Congreso Iberoamericano de Educación Científica CIEDUC. Con los paneles solares el sistema se mantiene totalmente autónomo y esperamos nuevos resultados en octubre 2023.

## Avances derivados del proyecto

Se estableció un primer sistema experimental y como avance se ha colocado la alimentación con una batería de Litio recargable por medio de un panel solar, dandole autonomía al sistema de manera que puede operar automáticamente en exteriores.



Figure 5 sistema ya con los paneles solares

## Conclusión

Este tipo de proyectos nos permite conocer sobre la intersección de las ciencias, aprender de electrónica, cambio climático, agricultura, física y programación de microcontroladores. Durante el proceso hemos logrado establecer un pequeño huerto que produce alimentos con riego automático. Ahorramos el 60% del recurso hídrico en tiempos de sequía. Es una interesante experiencia regional de aprendizaje que nos ha permitido además relacionarnos a nivel internacional con otros jóvenes investigadores, intercambiando ideas y proyectos.

## Referencias

- Amos, H. M., Starke, M. J., Rogerson, T. M., Colón Robles, M., Andersen, T., Boger, R., Campbell, B. A., Low, R. D., Nelson, P., Overoye, D., Taylor, J. E., Weaver, K. L., Ferrell, T. M., Kohl, H., & Schwerin, T. G. (2020). GLOBE Observer Data: 2016–2019. *Earth and Space Science*, 7(8).  
<https://doi.org/10.1029/2020EA001175>
- Arduino.cc. (n.d.). *Arduino as ISP and Arduino Bootloaders*. 1–11.  
<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/ArduinoISP>
- Devika, S. V, Khamuruddeen, S., Khamurunnisa, S., Thota, J., & Shaik, K. (2014). Arduino Based Automatic Plant Watering System. *International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering*, 4(10).
- Downs, R. R., Ramapriyan, H. K., Peng, G., & Wei, Y. (2021). Perspectives on Citizen Science Data Quality. *Frontiers in Climate*, 3.  
<https://doi.org/10.3389/fclim.2021.615032>
- GLOBE. (n.d.). *Globe Protocols*. <https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide/soil-pedosphere>
- Ipcc. (2013). Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report, Climate Change 2013: The Physical Science Basis. *Ipcc, AR5*(March 2013), 2014.  
<http://ipccwg1.jp/AR4/meeting/pdf/SyR0407-siryo2.pdf>  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:IPCC,+2014:+Climate+Change+2014:+Impacts,+Adaptation,+and+Vulnerability.+Part+A:+Global+and+Sectoral+Aspects.+Contribution+of+Working+Group>
- Sheikh, A. (2022). A Review on Solar Powered Irrigation System Using Arduino UNO. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(1). <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.39995>

## Simetría extraterrestre

Fabrizio Glinne Velasco

Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional,  
Ciudad de México, México  
[fglinnev1900@alumno.ipn.mx](mailto:fglinnev1900@alumno.ipn.mx)

### ¿Si contactamos con extraterrestres, cómo les podemos explicar nuestro concepto de izquierda y derecha?

Aunque pueda parecerlo, no es una pregunta nada fácil: Imaginemos que logramos contactar con una civilización extraterrestre y hacemos amigos alienígenas, nos volvemos tan cercanos que decidimos invitarlos a la tierra a charlar, al principio sería muy difícil la comunicación a distancia, pensemos que incluso en la tierra hay idiomas tan diferentes como el español y el chino mandarín, en los cuales a veces es muy difícil o imposible establecer una equivalencia entre los conceptos. Pero entre planetas diferentes es posible que la mayoría de los conceptos que nos parecen naturales a los humanos no existieran como lo puede ser, y en el sentido de explicarles tu dirección: el arriba y abajo o el izquierda o derecha, de hecho, algunos lingüistas han llevado a cabo el experimento de inventar un idioma extraterrestre: se llama kelen, ¡y es tan extraño que ni siquiera tiene verbos! (Sotomayor, 2019). Pero no nos desviemos, pensando un poco nos damos cuenta de que si hay algo que es universal y que puede servir para establecer las referencias, esto son las leyes de la física.



Ilustración 1: ¿Izquierda y derecha? ¡Eso son convenciones humanas!  
(Imagen creada por ia crayon)

### Usando ciencia para ponernos de acuerdo

En física y matemáticas hay constantes universales que todos deben de medir iguales en el universo como el número pi, la velocidad de la luz o la constante de Planck. Así, si le quisieramos explicar a nuestros amigos alienígenas que nuestro planeta está a 150 millones de kilómetros de una estrella que nosotros llamamos sol, ellos nos preguntarían ¿Qué es un metro? A lo que nosotros responderíamos ingeniosamente: es la distancia que recorre la luz en el vacío en  $1/299.792.458$  segundos. A lo que ahora ellos nos preguntarían ¿Y qué es un segundo? A lo que después de pensar un rato y sabiendo que los extraterrestres tienen su equivalente a la teoría cuántica podríamos responder: es el tiempo requerido por 9 192 631 770 ciclos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio 133 (NIST, 2019). Y de modos similares están definidas actualmente todas las unidades del sistema internacional de modo que son universales e inalterables. Así podríamos continuar la correspondencia con

nuestros amigos y explicarles una amplia variedad de cosas sobre la vida en la tierra, pero eventualmente nos toparíamos con un problema. ¡No podemos definir izquierda y derecha! Es decir, no hay nada en las leyes de la física que nos permita decir esta dirección es la izquierda.

### **La belleza de la simetría: cómo la física utiliza patrones para entender el universo**

En la física de partículas hay 3 simetrías importantes: La temporal, que explica como a nivel fundamental no hay nada en las leyes de la física que te permita saber la "dirección" del tiempo, la simetría de carga que dice que el universo sería exactamente el mismo si cambiáramos todas las cargas negativas por positivas y la protagonista de hoy: la simetría de paridad, que afirma que en la naturaleza —las leyes de la física—no pueden distinguir los sucesos del mundo real de los que se ven en el espejo (Lederman, 1993).

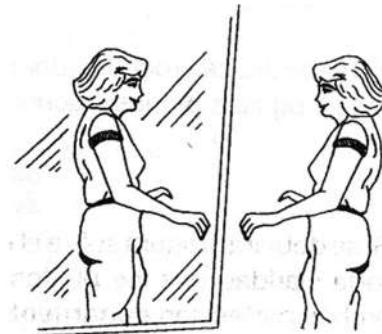


Ilustración 2: La física consideraba que el universo en el que vivimos es indistinguible del reflejado en un espejo. (SEP, 1994)

### **Ruptura de la simetría paridad: cómo la física descubrió la "mano izquierda" y la "mano derecha" del universo**

Según la simetría paridad no se podría definir izquierda y derecha de un modo similar a como se hace con las unidades del sistema internacional, o eso era la opinión generalizada hasta que en 1956 los físicos de origen chino Yang y Lee publican un artículo poniendo en duda la simetría paridad para ciertas interacciones de partículas elementales, en concreto lo que los físicos llaman "fuerza nuclear débil" (Lee, 1957).



Ilustración 3: Chieng Shiung Wu en 1958 (Smithsonian Institution Archives, 1958)

En física se requiere mucho valor para ir en contra de la opinión de la mayoría, pero Yang y Lee lo hicieron, y con buenos argumentos bajo el brazo, lanzaron el reto a los físicos experimentales de hacer un experimento en el que se rompiera la tan establecida simetría de espejo.

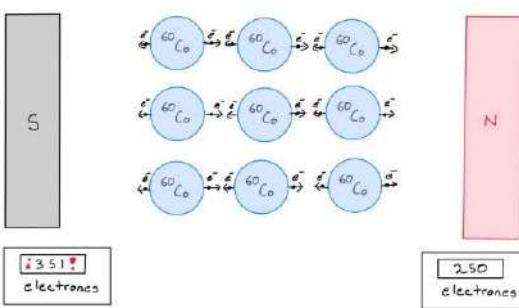
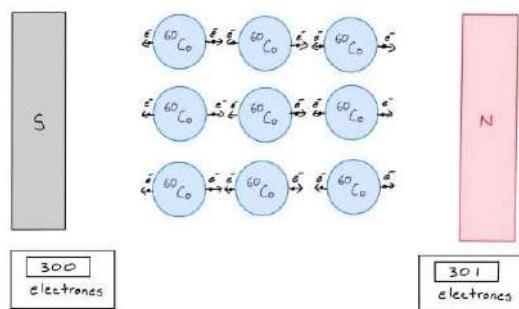
Y la primera en responder al reto fue la gran física experimental Chien Shiung Wu, quien estaba tan intrigada por la idea, que canceló sus vacaciones de navidad y se quedó trabajando en el experimento:

Su idea consistió en enfriar átomos de cobalto 60 hasta temperaturas cercanas al cero absoluto, alinearlos con un potente campo magnético y observar, los átomos de

cobalto 60 son inestables así que se desintegran en Níquel y en ese proceso emiten electrones, y aquí está el detalle:

Según la teoría, si se cumpliera la simetría de paridad los electrones saldrían disparados en ambas direcciones sin distinción y después de repetir el experimento muchas veces veríamos prácticamente la misma cantidad de electrones tanto de un lado como del otro.

¡Pero eso no fue lo que pasó!, Wu y su equipo detectaron más electrones del lado que nosotros denominamos sur del campo magnético, encontrando por primera vez un experimento en el que la naturaleza distingue direcciones.



*Diagrama ilustrativo del experimento de Wu: se utilizan detectores para medir la cantidad de electrones emitidos hacia cada dirección del campo magnético, según la teoría previa deberían llegar aproximadamente la misma cantidad en cada dirección (arriba), pero lo que sucede es que llegan más al polo sur del campo (abajo) (diagrama de creación propia).*

Al principio esto causó una gran commoción entre los físicos, pero rápidamente muchos otros laboratorios confirmaron los resultados y en 1957 Yang y Lee recibieron el premio Nobel de física por su trabajo (Morrón, 2014).

## Conclusiones

El experimento de Wu fue primordial en la física de partículas y llevó a un cambio en la comprensión de las leyes fundamentales de la naturaleza. También allanó el camino para futuras investigaciones muy interesantes, como una posible respuesta a una de las más grandes preguntas en la cosmología: ¿Por qué observamos que hay más materia que antimateria en el universo?

En conclusión: si tenemos una forma de explicarle a nuestros amigos alienígenas nuestro concepto de izquierda y derecha, simplemente tendríamos que mandarles las instrucciones del experimento de Wu para definir nuestro norte y sur magnético, luego se puede usar cualquier fenómeno de inducción electromagnética para indicar lo que nosotros llamamos... ¡izquierda y derecha! (Gardner, 1985).

## Referencias

Crayon AI, imagen generada vía IA, con los parámetros “a confused alien watching a map, drawing”: <https://www.craiyon.com/>

Gardner M. (1985). *Izquierda y derecha en el cosmos*. Salvat Editores

Lederman L. Teresi D. (1993) *La partícula divina: Si el universo es la respuesta, ¿cuál es la pregunta?*. Booket

Morrón L. (2014) *Chien-Shiung Wu, la gran física experimental*, consultado el 20 de abril de 2023, disponible en: <https://mujeresconciencia.com/2016/06/13/chien-shiung-wu-la-gran-fisica-experimental/>

National Institute of Standards and Technology (2019) SI base unit definitions based on the BIPM SI Brochure (9th Edition), consultado el 20 de abril de 2023, disponible en: <https://physics.nist.gov/cuu/Units/current.html>

SEP, Simetría axial (1994), consultado el 20 de abril de 2023, disponible en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/telesec/curso2/htmlb/sec\\_53.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/telesec/curso2/htmlb/sec_53.html)

Smithsonian Institution Archives, Fotografía Wu, C. S (Chien-shiung) Columbia University (1958) Repositorio

S. Sotomayor (2019) An Introduction to Kēlen, colultado el 20 de abril de 2023, disponible en: <https://www.terjemar.net/kelen/kelen.php>

T. D. Lee, C. N. Yang (1957) Question of Parity Conservation in Weak Interactions Physical Review. 106, DOI:<https://doi.org/10.1103/PhysRev.104.254>

## Ciudades en 15 minutos, ¿realidad o utopía?

D. Paredes Ayala<sup>1</sup>, J. Moreno Moranchel<sup>1</sup>, V. Robles Huervo<sup>1</sup>, M.L. Albor Aguilera<sup>1</sup>, M.A. González Trujillo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de física, ESFM-Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

<sup>2</sup> Departamento de Formación Básica, ESCOM-Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México

*Dirección de correo electrónico de contacto  
[mlalbora@ipn.mx](mailto:mlalbora@ipn.mx)*

### ¿Es posible repensar el diseño de las ciudades para hacerlas más amigables con la sociedad y el medio ambiente?

Ante los problemas sociales y medioambientales que existen actualmente en las grandes ciudades y la necesidad de un cambio en nuestro estilo de vida para minimizar los impactos del cambio climático, es claro que debe haber un cambio en la forma en la que habitamos y nos movilizamos en los espacios urbanos. La iniciativa de “Ciudades en 15 minutos” consiste en repensar el diseño de una ciudad para llegar a cualquier punto de esta en 15 minutos ya sea a pie, en bicicleta o transporte público con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas y reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>.



Fig. 1. Ejemplo del rediseño de una ciudad (20 minutos, 2023)

### Ciudades pensadas para el bienestar social

Las llamadas “Ciudades en 15 minutos” son una propuesta que busca repensar la forma en que concebimos las zonas urbanas para volverlas más saludables, sostenibles y justas.

Hasta hace algunas décadas, había más gente habitando zonas rurales que las que habitaban en las ciudades. Sin embargo, esto ha ido cambiando. Actualmente cerca del 56% de la población mundial reside en las ciudades, con una tendencia al alta. Se estima que para el 2050, 2 de cada 3 de las 10,000 millones personas que habitarán el planeta, lo hará en las urbes (Schauenberg, 2023).

Esta desmesurada expansión pone luz en la mala planeación que existía de los centros urbanos hasta hace 100 años, en donde se separaba el espacio residencial del resto de actividades que se llevan a cabo en la vida diaria como el trabajo, el comercio, el entretenimiento y la industria. También expone temas como las



Fig. 2. Tráfico vehicular provocado por los desplazamientos dentro de las grandes ciudades (Stanford, 2023)

inadecuadas e inefficientes redes de transporte público, secuelas de salud de los habitantes urbanos debido a la alta contaminación del aire generada por el transporte particular, injusticia social y exclusión.

¿Cómo sería tú vida si todas tus necesidades (entretenimiento, trabajo, educación, etc) se encontraran a tan solo unos

minutos caminando, en bicicleta o en transporte público? El primero en proponer esta idea fue Carlos Moreno, urbanista y profesor en la Sorbona de París, en el 2016. Según él, todos deben tener acceso expedito a comercios, escuelas, servicios médicos, gimnasios, parques, restaurantes e instituciones culturales. Para lograr esto es esencial descentralizar los centros que cubren las necesidades básicas de los ciudadanos: habitar, trabajar, realizar compras, educarse, disfrutar y cuidarse física y mentalmente.

Este modelo rompe el esquema de “gran metrópoli” en donde obligadamente se producen grandes desplazamientos durante la mañana y la tarde, lo que produce gran afluencia de vehículos en las calles, estrés y pérdida de tiempo que podría aprovecharse en otras actividades.

¿Y por qué no una ciudad de 30 minutos? "Hay una diferencia entre 15 y 30 minutos y otra entre de 30 y 45 minutos", describió Moreno a BBC Mundo. "15 significa que no estoy en mi casa pero no estoy tan lejos; 30 ya es otra cosa porque es un tiempo que estás perdiendo y que podrías aprovechar de otra manera", añadió (Municipalidad de Rosario, s.f).

### Entonces, ¿son las “Ciudades en 15 minutos una realidad o una utopía?

Hoy en día, alrededor de 16 ciudades en todo el mundo que buscan implementar esta propuesta de “Ciudad en 15 minutos” o alguna similar. Una de las pioneras en París. La alcaldesa Anne Hidalgo, bajo la asesoría del urbanista Carlos Moreno, incorporó esta idea en su programa de campaña electoral y comenzó a implementarla durante la pandemia de COVID-19. Además de transformar las calles que antes eran para los autos en calles peatonales y ciclovías, se reutiliza el mobiliario urbano y se mezclan los barrios con comercios y parques. En el concepto parisino, las escuelas son el centro de cada barrio. Se espera que para 2026 el proceso de transformación de París esté concluido.

En 2016, Shanghái anunció su propuesta de implementar los "perímetros comunitarios de 15 minutos", que garantizaría acceso a todas las actividades de la vida diaria en un lapso no superior a un cuarto de hora. Otras 50 ciudades chinas podrían adoptar el mismo concepto (Schauenberg, 2023). Mientras tanto en Barcelona existen las "supermanzanas" en donde varios bloques de vivienda conforman un superbloque al que solo pueden acceder en auto sus habitantes y proveedores y la velocidad de circulación máxima es de 10 km/h. Los lugares que antes servían para estacionar autos ahora son áreas verdes donde se siembran vegetales y flores.



*Fig. 3. Cambios en la autopista que bordea el río Sena (20 minutos, 2023)*



*Fig. 4. Andador verde (Schauenberg, 2023)*

Para que una ciudad de 15 minutos funcione es necesario un diálogo entre funcionarios, ciudadanos y otros actores sociales. Después de todo, "cada estructura social, económica y ecológica de una ciudad es diversa. Decidir qué medidas son adecuadas para cada lugar depende de cada contexto". El especialista Büttner llama a esto "urbanismo táctico", ya que la idea se prueba durante algunos meses y posteriormente se evalúa si la situación del entorno ha mejorado o no (Stanford, 2023).

En resumen, el concepto de ciudades en 15 minutos es una visión revolucionaria que promete transformar la forma en que vivimos y nos movemos en nuestras ciudades. Al buscar la proximidad y la accesibilidad, esta idea nos invita a repensar la planificación urbana, fomentando comunidades más conectadas y sostenibles. Teniendo todos los servicios esenciales a pocos minutos de distancia, desde tiendas locales hasta parques, escuelas y centros de salud, se abre un mundo de posibilidades. Esta propuesta fomenta la calidad de vida, reduciendo los tiempos de desplazamiento y mejorando la eficiencia energética. Además, las ciudades en 15 minutos nos brindan la oportunidad de fomentar la interacción social y fortalecer los lazos comunitarios. Al tener un entorno más compacto, se facilita el encuentro y la colaboración entre vecinos, generando una mayor cohesión social.

Sin embargo, para hacer realidad esta visión, es necesario un compromiso colectivo de parte de los gobiernos, urbanistas y ciudadanos. Requiere una planificación cuidadosa, inversión en infraestructuras adecuadas y una mentalidad abierta para adaptarse a estos nuevos modelos urbanos.

En definitiva, las ciudades en 15 minutos representan un enfoque audaz y esperanzador para construir comunidades más sostenibles, inclusivas y vibrantes. Al promover la proximidad, la accesibilidad y la interacción humana, nos acercamos a una visión de ciudad donde la calidad de vida y la felicidad de sus habitantes están en el centro. Estamos emocionados por ver cómo evoluciona esta idea y las transformaciones positivas que traerá consigo en el futuro.

## Referencias

- 20 minutos. (2023). *Qué son las ciudades de los 15 minutos que quieren aplicarse en España*. Recuperado el 11 de Marzo de 2023, de 20 minutos: [20minutos.es/noticia/5104924/0/que-son-ciudades-15-minutos-aplicarse-espana/](https://20minutos.es/noticia/5104924/0/que-son-ciudades-15-minutos-aplicarse-espana/)
- Municipalidad de Rosario. (s.f). *Ciudades de 15 minutos*. Recuperado el 11 de Marzo de 2023, de Municipalidad de Rosario: [https://www.rosario.gob.ar/ultimo/sites/default/files/2022-09/ciudad\\_de\\_15\\_minutos.pdf](https://www.rosario.gob.ar/ultimo/sites/default/files/2022-09/ciudad_de_15_minutos.pdf)
- Schauenberg, T. (2023). "Ciudades de 15 minutos": ¿qué son y cómo funcionan? Recuperado el 25 de Febrero de 2023, de Deutsche Welle: <https://www.dw.com/es/ciudades-de-15-minutos-qu%C3%A9-son-y-c%C3%B3mo-funcionan/a-65014699#:~:text=Las%20ciudades%20de%2015%20minutos,espacio s%20para%20la%20interacci%C3%B3n%20social>
- Stanford, C. (2023). *Ciudades de los 15 minutos: la gran promesa que hoy está en discusión*. Recuperado el 01 de Marzo de 2023, de La Nación: [www.lanacion.com.ar/opinion/ciudades-de-los-15-minutos-la-gran-promesa-que-hoy-esta-en-discusion-nid26032023/](http://www.lanacion.com.ar/opinion/ciudades-de-los-15-minutos-la-gran-promesa-que-hoy-esta-en-discusion-nid26032023/)

## **Gomitas a base de lechuga como portadora de lactucina con el fin de disminuir el insomnio agudo en adolescentes en etapa media**

Valeria Echeverría Ponce de León, Carla Cecilia Galicia Millán, César Alexander López Cruz, Ana Mercado Garduño  
Escuela Anne Sullivan, Estado de México, México

[carlaceci2008@gmail.com](mailto:carlaceci2008@gmail.com)  
[anamercadogarduno@gmail.com](mailto:anamercadogarduno@gmail.com)

¿Cuáles son las propiedades de la lechuga para reducir el insomnio?

### **PLANTEAMIENTO**

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce 88 tipos distintos de trastornos del sueño, pero el insomnio es el más frecuente. El insomnio crónico afecta al 8-10% de la población adulta, y el insomnio transitorio lo sufren alrededor del 40% de la población de cualquier país occidental. La Revista Pediatrics in Review publicó recientemente "Complementary, Holistic, and Integrative Medicine: Depression, Sleep Disorders, and Substance Abuse", donde indica que la depresión y los trastornos del sueño afectan actualmente a un gran número de niños y adolescentes. Y aunque advierte que la evidencia científica recomienda la intervención psicofarmacológica para contrarrestar estas patologías, los autores de esta revisión aconsejan como terapia un estilo de vida saludable, un medioambiente sano, terapias mente-cuerpo (meditación, yoga, autohipnosis, relajación), masajes, y suplementos nutricionales para disminuir el estrés y mejorar el dormir en la niñez y la adolescencia.

### **ANTECEDENTES.**

A nivel global, de acuerdo a la OMS el insomnio es el trastorno del sueño más común, y este puede afectar o heredarse en el ámbito metabólico, cardiovascular, genético, ginecológico, respiratorio, gastrointestinal y psicológico.

El insomnio es un trastorno del sueño común que se caracteriza por la percepción subjetiva de un sueño insatisfactorio.

Repercute en la concentración, comportamiento y emociones del individuo. Sus causas principales son el consumo de nicotina, cafeína, alcohol, drogas recreativas, mirar TV o usar aparatos electrónicos cerca del horario de dormir. Se denomina insomnio agudo cuando aparece dificultad en el inicio del sueño. Esto perdura como máximo 30 días.

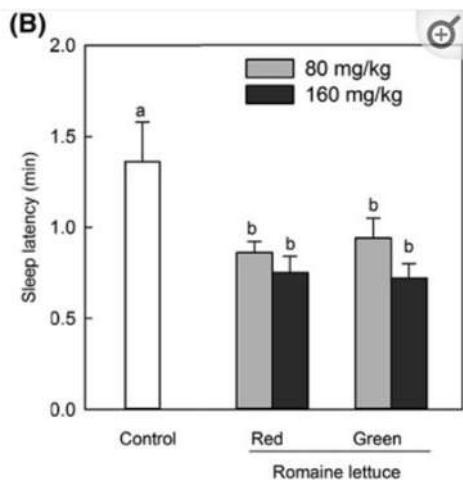
## JUSTIFICACIÓN

La lechuga (*Lactuca Sativa*) es una planta que cuenta con múltiples beneficios y propiedades. Su composición es de 90-95% agua, el resto son minerales, vitaminas y antioxidantes. La lechuga también tiene propiedades expectorantes, es excelente para combatir enfermedades del aparato respiratorio y reduce la tos.

De acuerdo con Asian Pacific Journal of Tropical Disease la lechuga tiene efectos contra la ansiedad y el insomnio.

De acuerdo con un estudio publicado en Food Science and Biotechnology, la lechuga tiene propiedades sedantes debido a la lactucina que contiene. Este estudio utilizó la prueba de sueño inducido por pentobarbital en ratones. Los ratones tratados con pentobarbital tomaron alrededor de un minuto y 24 segundos para conciliar el sueño. Con una dosis de 160 mg/kg de lactucina adicional al pentobarbital, los ratones tomaron menos de un minuto para conciliar el sueño, de tal forma que este estudio concluye que la lactucina puede ayudar a conciliar el sueño más rápidamente.

En la siguiente gráfica se muestra el tiempo que tomaron los ratones para conciliar el sueño con pentobarbital, y con pentobarbital más extracto de distintas variedades de lechuga.



La lactucina pertenece a la familia de las lactonas sesquiterpénicas. Esta familia de compuestos tiene propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias, antitumorales, antivirales, antimaláricas, antioxidantes, anti ulcerogénicas,, antihelmínticas, hepatoprotectoras con efectos sobre el sistema nervioso central y cardiovascular

La cantidad de lactucina en la lechuga cambia dependiendo de la variedad. Existen 4 variedades de lechuga:

- 1) Longifolia: Lechugas que no forman verdaderos cogollos. Sus hojas son de forma ovada u oblonga. Tienen el nervio central ancho.
- 2) Capitata: Lechugas que forman un cogollo apretado. Sus hojas suelen ser anchas.
- 3) Inybacea: Lechugas que tienen las hojas sueltas y dispersas. Son las lechugas Lollo Rosa, Lollo Bionda, hoja de roble, etc.
- 4) Augustana: Estas lechugas se aprovechan por sus tallos, tienen hojas puntiagudas y lanceoladas. Son las lechugas espárrago, cultivadas solamente en China.

Debido a que la lactucina es la sustancia causante de la amargura de la lechuga, las lechugas más amargas podrían tener un mayor contenido de lactucina. Asimismo, también se sabe que las lechugas de color verde brillante contienen más lactucina lo que aumenta sus propiedades sedantes.

De acuerdo con el estudio de Food, Science and Biotechnology previamente mencionado, la lechuga romana verde fue la que demostró tener mayor contenido de lactucina, con alrededor de 1071.67 µg/g de extracto.

## OBJETIVO

Elaborar gomitas con lactucina que faciliten la etapa de conciliación del sueño.

Disminuir el riesgo de sufrir insomnio agudo a partir del consumo de gomitas con lactucina.

## MÉTODO

Para el desarrollo del proyecto se llevaron a cabo 6 distintas pruebas con el fin de comprobar elementos como el método de preparación, la textura o el sabor de las gomitas. Tras cada una de estas pruebas se realizaron cambios a la fórmula inicial con el fin de enmendar las dificultades presentadas.

Los ingredientes en la fórmula definitiva fueron:

- 250 ml de concentrado de lechuga
- 28 g de grenetina
- 3 ml de saborizante de sandía
- 5 g de ácido cítrico
- 50 g de Monk Fruit

El proceso de elaboración de las gomitas en este caso fue muy similar a pruebas anteriores siendo:

1. Lavar, desinfectar y trocear seis lechugas romanas.



2. Licuar las lechugas ya desinfectadas con 250 ml de agua.



3. Colar lo licuado para remover la fibra.
4. Remover la fibra más fibra usando dos coladores con 3 sanitas en medio.



5. Calentar 450 ml de jugo de lechuga para concentrarlo por 7 minutos y quitarle la fibra que no fue posible previamente con un colador y 3 sanitas.
6. Separar los 200 ml de concentrado de lechuga en dos recipientes de manera simétrica.

7. Hidratar la grenetina en uno de los recipientes y simultáneamente calentar durante tres minutos el resto del concentrado junto con el fruto de monje, el ácido cítrico, el jarabe de miel y el saborizante de sandía.
8. Pasados tres minutos, juntar el contenido de ambos recipientes y calentarlo por 5 minutos.



9. Verterlo en los moldes y llevarlo a refrigeración por 3-4 horas.

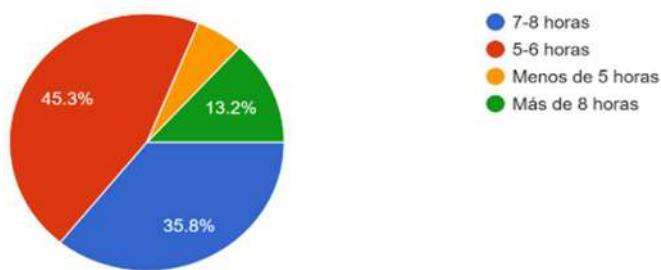


## RESULTADOS

El 15 de marzo se aplicó una encuesta a 53 alumnos de la secundaria con el fin de identificar personas que podrían potencialmente padecer de insomnio y quisieran probar el producto. Algunos datos relevantes obtenidos fueron los siguientes:

¿Cuántas horas duermes aproximadamente?

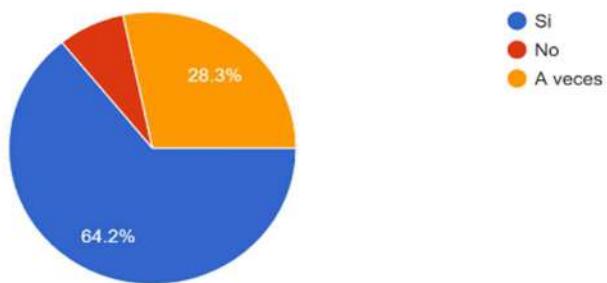
53 responses



Solo 13% de los alumnos duerme más de 8 horas (lo recomendado para los adolescentes). El 87% restante de los alumnos no duermen lo suficiente.

¿Utilizas aparatos electrónicos antes de dormir?

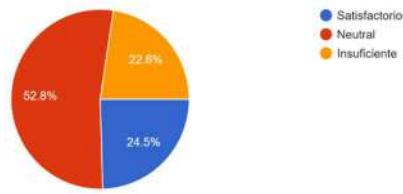
53 responses



92% de los alumnos utiliza aparatos electrónicos antes de dormir. Utilizar dispositivos electrónicos es una de las principales causas del insomnio. Es decir que estos alumnos están expuestos a un riesgo de insomnio.

¿Cómo consideras tu sueño?

53 responses



76% de los alumnos no consideran su sueño “satisfactorio”. La percepción de un sueño insatisfactorio es un síntoma común del insomnio.

Para la siguiente fase de las pruebas se requería tener una población que probara el producto. 60% de los alumnos (30 alumnos) encuestados deseaban probar las gomitas para reducir el insomnio

El jueves 20 de abril se aplicó una encuesta a los 30 alumnos que quisieron probar el producto según la encuesta anterior. Esta encuesta tenía la finalidad de conocer más sobre sus hábitos de sueño e identificar si presentaban síntomas de insomnio.

Algunas preguntas estaban basadas en sus hábitos de sueño en general, mientras que otras se enfocaron en su sueño del día anterior.

La primera sección de la encuesta tenía la finalidad de conocer si los encuestados tenían hábitos que pudieran potencialmente disminuir la calidad de sueño y/o causar insomnio.

Haciendo énfasis en los hábitos alimenticios, comer en exceso, poco o nada antes de dormir podrían disminuir la calidad de sueño.

- 17% de los alumnos consideraron que el día anterior cenaron en exceso.
- 60% consideraron que cenaron poco.
- 20% de los alumnos no cenaron.

La segunda sección de la encuesta estaba enfocada en saber si presentaban síntomas relacionados al insomnio durante sus ciclos de sueño habituales.

- 60% de los alumnos tuvieron dificultad para conciliar el sueño.
- 87% de los alumnos se fueron a dormir con alguna preocupación
- 83% cambian su horario de sueño constantemente.
- 13% de los alumnos tuvieron pesadillas.
- 27% despertaron una o varias veces mientras dormían.
- 37% despertaron antes de la hora contemplada.
- 53% despertaron con alguna preocupación.
- 30% despertaron con mucha hambre.

La tercera sección correspondía a las repercusiones de su calidad de sueño en su energía, concentración y emociones diarias.

En cuanto a la energía:

- 80% de los alumnos despertaron sin energía.
- 37% se durmieron durante alguna clase.
- 63% percibieron que todo les salió mal.

En cuanto a la concentración:

- 80% no estuvieron concentrados en clase.
- 37% no comprendieron las clases.
- 63% no comprendieron la clase de matemáticas.

- 50% no pudieron resolver un ejercicio que sí creían poder.
- 63% percibían que su día pudo haber sido mejor.

En cuanto a lo emocional:

- 80% estuvieron irritables.
- 37% estuvieron tristes o deprimidos.
- 63% lastimaron una relación personal sin querer.
- 50% tuvieron malas interacciones con sus familias y/o compañeros.
- 27% tuvieron mucha hambre a lo largo del día.
- 50% no tuvieron apetito a lo largo del día.
- 63% percibieron que su día fue un desastre.

A través de estos resultados se pudo concluir que alrededor del 70% de los alumnos tenía algún tipo de trastorno del sueño.

Asimismo se puede inferir que en la mayoría de los casos, el insomnio se debe a que los alumnos usan dispositivos electrónicos antes de dormir y/o se van a dormir con preocupaciones. Los dispositivos les ocasionan dificultad para conciliar el sueño. Las preocupaciones causan que despierten varias veces a lo largo de su sueño, y lo hagan antes de su hora planeada, con preocupaciones o hambre.

Esto podría potencialmente ser signo de insomnio crónico.

El 20 de abril comenzó la primera prueba del producto en los alumnos. A la misma población de 30 alumnos se les dio una dosis de 6 gomitas (15 g).

Debían consumir la dosis una hora antes de dormir durante 4 días.

Al día siguiente se les aplicó una nueva encuesta para conocer el efecto de las gomitas. Algunos datos relevantes obtenidos fueron:

- 82% de los alumnos notaron cambios en su calidad de sueño.
- 78% de los alumnos pudieron conciliar el sueño más rápidamente que lo habitual.

Posteriormente, el 8 de mayo se continuó la prueba durante 3 días más.

Se hizo la comparación de los síntomas antes de consumir las gomitas contra el promedio de los síntomas durante los días que consumieron gomitas.

Alrededor de 92% de los alumnos notaron cambios en su calidad de sueño en algún punto del experimento.

Aproximadamente el 70% de los alumnos pudieron conciliar el sueño más rápidamente en algún punto del experimento.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de alumnos que presentaba síntomas del insomnio antes y durante el experimento.

se les dio una dosis de 6 gomitas (15 g).

Debían consumir la dosis una hora antes de dormir durante 4 días.

Al día siguiente se les aplicó una nueva encuesta para conocer el efecto de las gomitas. Algunos datos relevantes obtenidos fueron:

- 82% de los alumnos notaron cambios en su calidad de sueño.
- 78% de los alumnos pudieron conciliar el sueño más rápidamente que lo habitual.

Posteriormente, el 8 de mayo se continuó la prueba durante 3 días más.

Se hizo la comparación de los síntomas antes de consumir las gomitas contra el promedio de los síntomas durante los días que consumieron gomitas.

Alrededor de 92% de los alumnos notaron cambios en su calidad de sueño en algún punto del experimento.

Aproximadamente el 70% de los alumnos pudieron conciliar el sueño más rápidamente en algún punto del experimento.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de alumnos que presentaba síntomas del insomnio antes y durante el experimento.

Síntoma	Sin gomitas	Con gomitas
Despertaron una o varias veces mientras dormían	27%	14%
Tuvieron pesadillas	13%	3%
Despertaron con mucha hambre	30%	8%
Despertaron antes de lo que tenían planeado	37%	13%

La siguiente tabla muestra el porcentaje de alumnos que sufría repercusiones del insomnio antes y durante el experimento:

Síntoma	Sin gomitas	Con gomitas
Despertaron sin energía.	80%	35%
Se durmieron en alguna clase.	37%	7%
Percibieron que todo les salió mal.	63%	4%
No estuvieron concentrados en clase.	80%	48%
No comprendieron las clases.	37%	51%
No comprendieron la clase de matemáticas.	63%	56%
No pudieron resolver un ejercicio que sí creían poder.	50%	32%
Percibieron que su día pudo haber sido mejor.	63%	26%
Estuvieron irritables.	80%	15%
Estuvieron tristes o deprimidos.	37%	12%
Lastimaron una relación personal sin querer.	63%	4%
Tuvieron malas interacciones con sus familias y/o compañeros.	50%	9%
Tuvieron mucha hambre a lo largo del día.	27%	20%
No tuvieron apetito a lo largo del día.	50%	18%
Percibieron que su día fue un desastre.	63%	6%

## DISCUSIÓN

Se eliminó el jarabe de maíz de la fórmula debido a que contenía azúcar, lo cual tendría un efecto contraproducente al deseado.

En la prueba de 7 días totales, se atravesó un fin de semana, por lo que las cifras de las encuestas de esos 2 días no son decisivas, sin embargo, los resultados se basaron en el promedio de los resultados de las encuestas de todos los días de las pruebas.

Adicionalmente, se seguirá experimentando hasta hallar el IC<sub>50</sub>.

En el futuro se podrían usar las gomitas de lactucina como una herramienta para generar el hábito de dormir a la hora adecuada.

Se plantea llevar a cabo una variante alternativa que consistiría en que los adolescentes consuman las gomitas de lactucina una hora antes de dormir durante un mes.

Si los alumnos consumen gomitas una noche antes de dormir, les ayudará a conciliar el sueño. Si tienen sueño, dejarán de usar los dispositivos electrónicos e irán a dormir. Si van a dormir más temprano, tendrán más energía al día siguiente.

Sin embargo, si continúan esto durante un mes, se les formará el hábito de dormir temprano.

## CONCLUSIÓN

A través de estas gomitas, no solo se mejoró la calidad de sueño de varios alumnos sino que también adoptaron un hábito saludable de sueño.

Adicionalmente, vemos la posibilidad a futuro de una producción masiva para que de esta forma, se logre su comercialización.

Se propone utilizar extracto de semillas de lechuga ya que de acuerdo con la bibliografía, este otorga más contenido de lactucina. Esto permitiría concentrar el extracto para no modificar la dosis de gomitas a consumir.

## BIBLIOGRAFÍA

Rd, J. K. M. (2023, 4 enero). *Wild Lettuce: Does It Provide Natural Pain Relief?* Healthline. <https://www.healthline.com/nutrition/wild-lettuce#what-it-is>

Anónimo. (s.f.). Lechuga. *Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación.* [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/lechuga\\_tcm30-102416.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/lechuga_tcm30-102416.pdf)

García, L. (2021, 19 noviembre). Propiedades y beneficios de la lechuga. *Consalud.* [https://www.consalud.es/estilo-vida/propiedades-beneficios-lechuga\\_105703\\_102.html](https://www.consalud.es/estilo-vida/propiedades-beneficios-lechuga_105703_102.html)

Benavides, N. (2023, 13 abril). Infusiones para dormir mejor ...¡Y verte más guapa!. *Clara.* [https://www.clara.es/belleza/cuerpo/infusiones-para-dormir\\_13392#:~:text=Como%20el%20resto%20de%20infusiones,ayuda%20para%20tratar%20el%20estr%C3%A9s.](https://www.clara.es/belleza/cuerpo/infusiones-para-dormir_13392#:~:text=Como%20el%20resto%20de%20infusiones,ayuda%20para%20tratar%20el%20estr%C3%A9s.)

Fonnegra, G. (s.f.). Plantas medicinales aprobadas en Colombia. *Google Books.* <https://books.google.com.mx/books?id=K8el-7ZeFpsC&pg=PA153&dq=lactucina&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjSnMP8mYP6AhVFLEQIHcjDBf8Q6AF6BAgFEAI#v=onepage&q=lactucina&f=false>

Sandoval, E. (2019). Elaboración de formas farmacéuticas. *Tequio, revista de divulgación, investigación e innovación.* 2(6), 17-23 <http://www.uabjo.mx/media/1/2019/06/TequioVol2No6.pdf>

Nieto, M. (s.f.). Biblioteca escogida de medicina y cirugía. *Google Books.* <https://books.google.com.mx/books?id=2RKvCWnVBSMC&pg=RA20-PA100&dq=lactucina&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjhxPLNm4P6AhUSoWoFHQzFB-EQ6AF6BAgCEAI#v=onepage&q=lactucina&f=false>

Unam, F., & Unam, F. (2017). 45% de la población en México tiene mala calidad de sueño: UNAM | Fundación UNAM. *Fundación UNAM.* <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/45-de-la-poblacion-en-mexico-tiene-mala-calidad-de-sueno-unam/>

*En México, el 40 por ciento de la población sufre de insomnio | Universidad de Guadalajara.* (s.f.-b). <https://www.udg.mx/es/noticia/mexico-40-por-ciento-poblacion-sufre-insomnio-0>

Hernández, G. (2021, October 8). Pandemia triplicó las afectaciones a la salud mental; ansiedad y depresión a la alza. *El Economista.* <https://www.economista.com.mx/capitalhumano/Pandemia-triplico-las-afectaciones-a-la-salud-mental-ansiedad-y-depresion-a-la-alza-20211007-0109.html>

*La ansiedad en los adolescentes va en aumento: ¿qué está pasando?* (n.d.). HealthyChildren.org. <https://www.healthychildren.org/Spanish/health-issues/conditions/emotional-problems/Paginas/Anxiety-Disorders.aspx>

*La pandemia por COVID-19 provoca un aumento del 25% en la prevalencia de la ansiedad y la depresión en todo el mundo.* (n.d.). OPS/OMS | Organización Panamericana De La Salud. <https://www.paho.org/es/noticias/2-3-2022-pandemia-por-covid-19-provoca-aumento-25-prevalencia-ansiedad-depresion-todo>

Anónimo. Ansiedad y trastornos relacionados. *Intermountain Health Care*. Recuperado de: <https://intermountainhealthcare.org/ckr-ext/Dcmnt?ncid=520240425>

Redacción. (2021, December 9). Para qué sirve el té de lechuga. *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/menu/para-que-sirve-el-te-de-lechuga/>

*Trastornos del sueño y afectividad: ¿cuál es la relación?* (n.d.). rima.org. <https://ssl.rima.org/noticia.aspx?idnota=3013>

De Agricultura Y Desarrollo Rural, S. (n.d.). *Lo que no conocías de la lechuga*. gob.mx. <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/lo-que-no-conocias-de-la-lechuga>

CymitQuimica. (2019, February 15). *Lactucin*. <https://cymitquimica.com/es/productos/11-3809/1891-29-8/lactucin/>

Covarrubias, N. (2022, November 15). ¿Sabías que usan el té de lechuga como droga?, efectos y contraindicaciones. *Cardamomo*. <https://www.cardamomo.news/blog/Sabias-que-usan-el-te-de-lechuga-como-droga-efectos-y-contraindicaciones-20210612-0001.html>

Editorial. (2020, 16 octubre). Lactuca sativa, lechuga propiedades. . . [Botanical-online](https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/lechuga-lactuca-sativa-propiedades).<https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/lechuga-lactuca-sativa-propiedades>

wikiHow. (2021). 3 Ways to Make Gummy Bears - wikiHow. *wikiHow*. <https://www.wikihow.com/Make-Gummy-Bears>

D'Gari. (2019, April 30). Gomitas de Gelatina. *Kwilimon.* <https://www.kwilimon.com/receta/postres/gelatinas/gomitas-de-gelatina>

Wesołowska, A., Nikiforuk, A., Michalska, K., Kisiel, W., & Chojnacka-Wójcik, E. (2006). Analgesic and sedative activities of lactucin and some lactucin-like guaianolides in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 107(2), 254–258. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2006.03.003>

A, D. L. O. (n.d.). *Lactonas sesquiterpénicas de las plantas Viguiera sylvatica y Decachaeta thieleana (Asteraceae) modulan la producción de óxido nítrico y la fagocitosis de macrófagos RAW.* [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-77442008000300008](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442008000300008)

Martino, V., Sülsen, V. (s.f.). Lactonas sesquiterpénicas: promisorio grupo de compuestos naturales bioactivos. *Revista Farmacéutica*, 161(1), 24-37. Recuperado de: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/120348/CONICET\\_Digital\\_Nro.8907dbe1-fdce-40d9-b45b-b1c67d12cdf0\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/120348/CONICET_Digital_Nro.8907dbe1-fdce-40d9-b45b-b1c67d12cdf0_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

Díaz, M. et alt. (s.f.). Determinación de la actividad antimicrobiana in vitro de lactonas sesquiterpénicas germacranólidas contra hongos filamentosos, levaduras y bacterias. *Revista de Ciencias Exactas y Aplicadas*. 104-108. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5128797.pdf>

Compuestos bioactivos en la lechuga. (2022, May 3). Issuu.

[https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/compuestos\\_bioactivos\\_en\\_la\\_lechuga](https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/compuestos_bioactivos_en_la_lechuga)

Mazariego, Y. V. (2014, July 16). Todo sobre la lechuga. *Sportlife*. [https://www.sportlife.es/nutricion/todo-sobre-la-lechuga\\_196241\\_102.html](https://www.sportlife.es/nutricion/todo-sobre-la-lechuga_196241_102.html)

Kim, H. J., Hong, K. J., Noh, D. Y., & Suh, H. J. (2017b). Sleep-inducing effect of lettuce (*Lactuca sativa*) varieties on pentobarbital-induced sleep. *Food Science and Biotechnology*, 26(3), 807–814. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0107-1>

## Todos podemos entender un electrocardiograma

R.I. Rojas Jiménez, J.B. García Bustamante, E. Miguel-Gómez, A. Muñoz Diosdado  
Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

*rodrigoroji.97@gmail.com*

### ¿Has escuchado a tu corazón latir, “lub-dup”?

A menudo en series y películas, en alguna escena que tenga lugar en un hospital, podemos observar un electrocardiograma, esa línea llena de picos y formas curvas, que está acompañada de un “bip”. ¿Pero qué significan todos esos picos y qué tienen que ver con el corazón? Y ¿por qué les interesa a los médicos? Comenzaremos hablando por nuestro protagonista:

El corazón es el órgano está ubicado entre los pulmones en el centro del pecho y está ligeramente recargado en el lado izquierdo (Figura 1), tiene el tamaño aproximado de un puño y su principal función es la distribución de oxígeno y nutrientes a todo el organismo. Se conecta al resto de cuerpo por medio de venas, que albergan la sangre desoxigenada; y arterias, que transportan la sangre oxigenada por los pulmones (Guyton, 2006.)

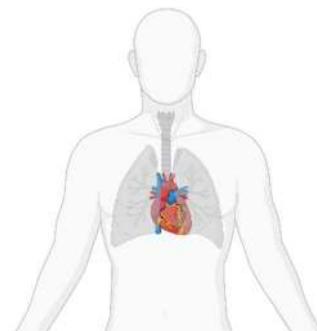


Figura 1. Localización anatómica del corazón.  
Creado con Biorender.com

Por dentro, el corazón está compuesto por 4 espacios (aurículas y ventrículos) los cuales hacen que fluya la sangre del cuerpo al corazón y viceversa. En sí mismo, nuestro corazón (y cualquier otro tejido y órgano) está compuesto por células, estas son la unidad mínima de los seres vivos, y todo organismo está compuesto por miles de millones de ellas, todas tienen formas y tareas diferentes, en el caso de las que conforman el corazón, pueden contraerse y relajarse con un impulso eléctrico (Figura 2), (que, a su vez, conforman fibras musculares). Este está dado por cardiomiositos. Estos dos grupos celulares son los responsables del funcionamiento del corazón (Guyton, 2006.)

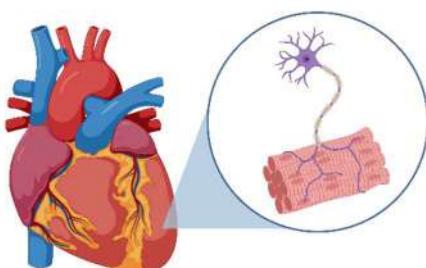


Figura 2. Acercamiento del corazón a nivel celular. Creado con Biorender.com

## ¿Cómo funciona el corazón?

El corazón está regulado por el cerebro, que a su vez se puede dividir de acuerdo a su función en somático, que controla lo que podemos mover, como nuestros brazos piernas, el habla; y en autónomo, el cual regula funciones que no controlamos: el latido del corazón, movimientos en el tracto digestivo, temperatura corporal, entre otros. Este último envía impulsos eléctricos a través de las neuronas, hacia el corazón, diciéndole cuando latir y a qué velocidad, de acuerdo con la actividad que estemos realizado en determinado momento, necesitaremos más o menos oxígeno.

Recordemos que la electricidad es energía fluyendo. Esto permite “empujar” la sangre a través de unas “puertas” o válvulas, permitiendo que pase dentro del corazón. Este proceso comienza en la aurícula derecha, donde entra la sangre a través de la vena cava, después, pasa al ventrículo derecho, donde se conecta el corazón con los pulmones y se oxigena la sangre. Posteriormente, la sangre regresa al corazón a través de las venas pulmonares hacia la aurícula izquierda, pasa al ventrículo derecho y finalmente a la aorta, desde donde se distribuye al resto del cuerpo (Figura 3.). El siguiente diagrama representa el camino que sigue la sangre a través del corazón, está en terminología anatómica, es decir, la derecha del corazón será tú derecha (Hampton, 2019).

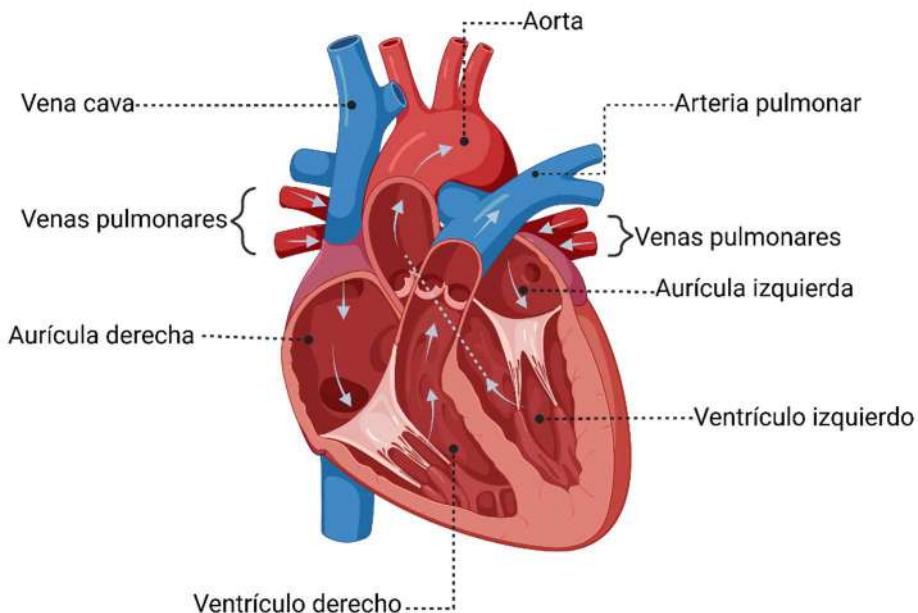


Figura 3. *Anatomía interna del corazón*, se observa el camino que sigue la sangre dentro del corazón, así como las aurículas, ventrículos, venas y arterias. Creado con Biorender.com

## ¿Qué es un electrocardiograma?

Un electrocardiograma, también conocido como ECG o *electro* es la representación gráfica de la actividad eléctrica del corazón, la cual regula la apertura de las válvulas que se encuentran entre cada espacio. Esto ocurre con tal fuerza, que incluso podemos sentir y escuchar estas contracciones. Las neuronas están distribuidas de tal forma que no se contraen todas al mismo tiempo (Figura 4), esto permite que la sangre pase por un espacio a la vez.

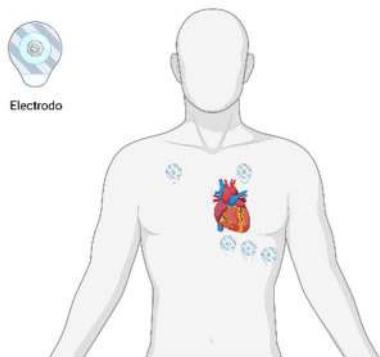
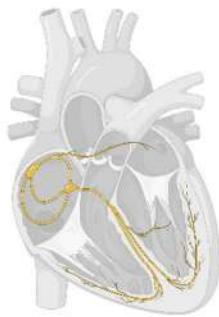


Figura 5. Colocación de los electrodos superficiales, alrededor del corazón.  
Creado con Biorender.com

Por otro lado, podemos “observar” los impulsos eléctricos responsables de la contracción, debido a que estos se difunden a través de la piel. Haciendo uso de electrodos, sensores especializados en captar señales eléctricas, generalmente provenientes el cuerpo (Figura 5) se encargan de ser el puente entre la piel (a través de la cual se difunde una pequeña parte de la electricidad proveniente del corazón) y de una serie de dispositivos destinados a procesarlas, observarlas y almacenarlas, como un electrocardiógrafo, monitor de signos vitales (este es

el que observamos en muchas series y películas) o bien, un monitor holter, mismo que es una versión portátil (Vélez, 2020).

El electrocardiograma está compuesto por una cuadrícula, donde en el eje horizontal representa el tiempo (cada cuadro son 0.04 segundos), mientras que el eje vertical representa el voltaje, que representa la diferencia de potencial entre dos puntos, producido por los cardiomiositos (cada 10 cuadros son 1 milivoltio). Dentro de esta cuadrícula, se encuentran diferentes ondas las cuales registran la actividad eléctrica del corazón, las ondas son distintas curvaturas que toma el trazado del ECG y cada onda representa un fenómeno del ciclo cardíaco (Dubin, 1976).

La primera onda que se observa es la onda P la cual es la representación de cuando las aurículas reciben el impulso eléctrico que logra que las válvulas entre las aurículas y los ventrículos se abran y dejen fluir la sangre, a esto se le denomina como despolarización de los ventrículos. Con base al diagrama sigue el complejo QRS que es la despolarización o contracción de los ventrículos que hace que se abran las válvulas semilunares y la sangre fluya en dirección de los pulmones y el cuerpo, la primera onda negativa se denomina Q, la primera onda positiva se denomina R y la onda negativa que es posterior a la R se denomina S. Finalmente, la onda T representa la repolarización o relajación ventricular. La aparición de las ondas representa eventos consecuentes, que dependen uno del otro para que el corazón funcione correctamente, esto ocurre a lo largo de un segundo

(aproximadamente); sin embargo, este se puede modificar si realizamos actividad física o cuando dormimos (Davis, 2007). Para facilitar la compresión del ECG y detectar si alguna de las partes no funciona correctamente, se suele dividir en segmentos o intervalos de tiempo, estos van del inicio de una onda hasta el instante en el que comienza las siguientes. Así obtenemos los segmentos PR, QT y ST (Figura 6.).

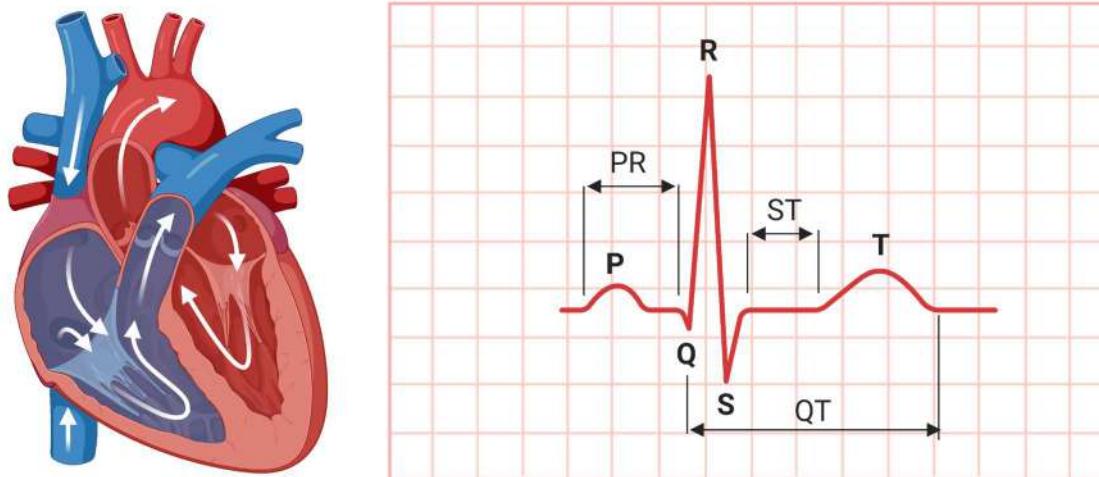


Figura 6. Funcionamiento interno del corazón (izquierda) y trazo de electrocardiograma normal (derecha). Creado en Biorender.com

Este diagrama es el que observan los médicos (Figura 6, lado derecho). Su importancia radica en que está directamente relacionado con el funcionamiento normal del corazón, si este se ve afectado por una **enfermedad cardiovascular**, esto se verá reflejado en la forma del ECG. Estas enfermedades representan el principal factor de riesgo a la salud en nuestro país y están relacionadas con un conjunto de enfermedades o afecciones denominado **síndrome metabólico**, que incluye: obesidad, hipertensión, diabetes y colesterol alto (Figura 7). Por ello es importante realizar ejercicio y llevar una dieta balanceada, reduciendo el riesgo de sufrir una de estas enfermedades (Murray, 2010).



Figura 7. Persona con sobrepeso, este aumenta el riesgo de desarrollar síndrome metabólico. Creado en Biorender.com

Algunas afecciones cambian por completo la forma del ECG, tales como las **arritmias** y **fibrilaciones** (Figura 8), en las primeras, el corazón pierde el ritmo y deja de latir de manera constante, lo que dificulta la distribución de oxígeno; en el caso de las segundas, los latidos son inadecuados y sumamente rápidos y pueden resultar peligrosos, causando un infarto cardiaco. En el siguiente diagrama se observa una arritmia en la primera fila y una fibrilación ventricular en la segunda (Gabirel, 2006).



Figura 8. Arriba: arritmia, se observa que no hay una secuencia rítmica en los trazos de ECG. Abajo: fibrilación ventricular, se observa que el trazo de ECG es remplazado por una señal de alta frecuencia, provocada por la rápida contracción de los ventrículos. Creado en Biorender.com

Después de un infarto, se puede observar un cambio muy notable en la forma del ECG, ¿puedes identificar cuál es? (Figura 9) tomate unos segundos para encontrarla. Podemos observar que la onda T está invertida, esto es típico para un paciente que acaba de presentar un infarto agudo al miocardio, esto se debe a que una de las arterias (denominadas coronarias) que suministran de oxígeno al corazón, se obstruye, sea por un trombo (coágulo sanguíneo) o por la formación de un ateroma (formado por grasas y colesterol provenientes de la dieta.) Esto impide el paso de sangre oxigenada hacia algunas secciones del corazón, lo que ocasiona que las células afectadas comiencen a morir, modificando la forma del ECG y la función del corazón. Ahora, entendemos que es una ECG, de donde proviene, como se mide, para qué sirve y las partes que lo componen. Cuando en alguna película o serie o en su vida diaria escuchen el término electrocardiograma sabrán que es la representación gráfica del proceso que realiza nuestro corazón para bombear sangre y que es una herramienta para el diagnóstico de enfermedades cardiovasculares. Con todo esto, invitamos al lector a profundizar en el tema, de tal forma que todos podamos entender un electrocardiograma.

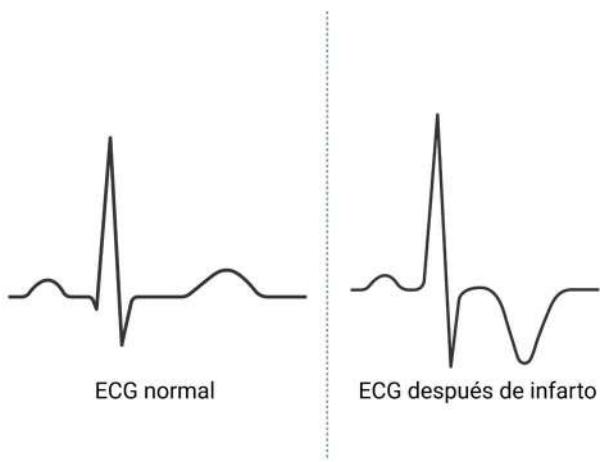


Figura 9. Comparación de trazos de ECG, sano contra infarto. Creado con Biorender.com

Divulgación

## Referencias

- Davis, D. (2007). *Interpretación del ECG. Su dominio rápido y exacto* (4ta ed.)
- Dubin, D. (1976). *Electrocardiografía práctica* (3era ed.) Interamericana.
- Gabirel, K. (2006). *Encyclopedia of Heart Diseases*. Elsevier.
- Guyton Arthur C., H. J. E. (2006). *Textbook of Medical Physiology* (11va ed.) Elsevier.
- Hampton, J. (2019). *The ECG made easy* (9a ed.) Elsevier.
- Murray, Robert. B. David. K. Peter. R. Victor. W. A. (2010). *Bioquímica Ilustrada* (29a ed.). Lange.
- Vélez, D. (2020). *ECG Handbook* (4ta ed.). Marbán.

# Energías renovables como alternativa de emergencia: Aerogeneradores

William Geovanni Velázquez Nol, Roesli Karime Barón Hernández, Carlos Santiago Gómez Castillo, Alan Gael Vergara Medina, Massimo Diego Velázquez Nol, Jimena Aline Ruiz López, Alan Uriel Samaniego Hernández

Secundaria Valle de Filadelfia, Campus Santa Cruz Atizapán.  
carolnapolescruz@gmail.com

## ¿Qué son las energías renovables?

Según la ONU, las energías renovables se definen como las energías derivadas de fuentes naturales como lo son la luz solar y el viento. Sus principales características son la facilidad con la que pueden reponerse y la abundancia que presentan.<sup>1</sup>

En este contexto, la utilización de energías de este tipo es fundamental para contrarrestar el deterioro ambiental surgido de la utilización de otro tipo de fuentes de energía como los combustibles fósiles y así reducir las emisiones de carbono que los seres humanos producimos para llevar a cabo nuestras actividades diarias.

A medida que la población continúa creciendo, también lo hace la necesidad de recursos y es por ello que prescindir de la generación de energía es imposible ya que desde la industria alimenticia hasta el entretenimiento conllevan el uso de energía eléctrica alrededor de todo el mundo. Dado que no podemos reducir de manera tan drástica el consumo de electricidad, algo que sí podemos hacer es reducir el impacto que su generación provoca en el mundo, y para ello las energías limpias presentan la alternativa ideal.

En México la generación de energía a través de fuentes renovables es poco común debido a la carencia de estas tecnologías en el país y también en parte a lo variables que son las regiones y condiciones para obtenerlas, por lo que existen sólo dos alternativas que pueden resultar viables en muchas zonas: La energía solar obtenida a través de paneles fotovoltaicos y la energía eólica obtenida a través de los aerogeneradores, de los cuáles hablaremos a continuación.

## ¿Cómo funciona un aerogenerador y en dónde se puede usar?

Un aerogenerador es un dispositivo electromecánico que tiene la capacidad de generar energía eléctrica a partir de un movimiento mecánico, gracias a un dinamo unido a un eje que puede hacerse girar con distintos tipos de aspas o palas dependiendo de su aplicación, en otras palabras, genera electricidad a partir de hacerlo girar.

El potencial de su aplicación depende de la zona, elevación, velocidad del viento e incluso de la fuente que esté generando la corriente de aire.

Los aerogeneradores suelen ser utilizados a gran escala en zonas con fuertes corrientes de viento sin embargo las corrientes naturales no son las únicas existentes ya que el ser humano con sus actividades las produce involuntariamente, lo cuál se desaprovecha en muchas ocasiones por ser este un efecto secundario de otras actividades como por ejemplo el transporte.



Imagen 1. Aerogenerador de eje vertical

### **Distintas necesidades energéticas cómo distintos modos de usar energías limpias**

Por otro lado y pese a la creciente demanda de energía en el planeta, existen regiones en dónde las personas no cuentan con acceso a los servicios más básicos y debido a ello su calidad de vida y oportunidades se ven disminuidas.

Según el Banco Mundial, el porcentaje de población a nivel mundial con acceso a la electricidad en el sector urbano fue del 97% en el 2020 mientras que en el sector rural durante ese mismo año la cifra es del 82%, lo cual representa que cerca de 784 millones de personas en todo el mundo, no contaban ese año con acceso a un servicio considerado por muchos como básico e incluso indispensable para una buena calidad de vida en el actual siglo XXI.

Si tomamos en cuenta el censo mexicano de la INEGI de 2020, podemos saber que para ese mismo año el porcentaje de personas viviendo en comunidades rurales era del 21% de la población total del país<sup>3</sup>, siendo estas comunidades las más propensas a no contar con acceso a energía eléctrica y por lo tanto, al igual que en la situación mundial, son estas personas quienes no poseen un servicio básico que puede mejorar su calidad de vida.

Sabiendo que las comunidades rurales son más propensas a no contar con este servicio, se convierten en el espacio con mayor necesidad de atender el problema de la energía a través de alternativas que no dependan de una red preestablecida pues el costo de ésta infraestructura y la falta de zonas idóneas para colocarla es uno de los principales motivos por los cuales no llega a todas partes.

El principal propósito de la instalación de un dispositivo como lo es un aerogenerador en comunidades rurales es proporcionar energía que no dependa de un sistema de cableado complejo y al instalarse en el lugar correcto pueda generar

y almacenar la energía suficiente para alimentar otros dispositivos eléctricos de primera necesidad, como un calefactor, lámpara o incluso algún dispositivo de comunicación.

Además de la instalación de aerogeneradores en zonas altas o de mucho viento también es posible utilizar corrientes de aire como la provocada por los autos al pasar. Esta turbulencia puede constituir una fuente constante para un grupo de aerogeneradores e incrementar en gran medida la capacidad de energía producto de este tipo de dispositivos.

### **¿Por qué usar aerogeneradores?**

Aprovechar las energías renovables no es sólo importante para reducir las emisiones que otras energías generan sino que también puede convertirse en un modelo viable para aquellos lugares que no tienen.

La implementación de aerogeneradores es una idea segura y funcional para distintas zonas del país que debido a la carencia de energía u optimización de la misma necesitan más fuentes de producción que las redes eléctricas urbanas, además de ser un modelo más accesible que otras fuentes de energía renovables.

En el mundo, la energía, su generación y distribución son temas de interés para toda la población ya que sin ellos el modo de vida que todos llevamos actualmente no podría darse.

Es labor de todas y todos conocer las alternativas de generación de energía que tenemos a nuestra disposición para continuar construyendo un mundo en dónde todas las formas de vida podamos convivir generando el menor impacto posible en el ambiente que nos ha acogido desde nuestro nacimiento.

### **Referencias**

<sup>1</sup> ¿Qué son las energías renovables? ONU. Retrieved April 2, 2023, from <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

<sup>2</sup> Acceso a la electricidad Banco Mundial. Retrieved April 6, 2023, from <https://datos.bancomundial.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?end=2020&start=1990&view=chart>

<sup>3</sup> Población rural y urbana de México INEGI. Retrieved April 6, 2023, from [https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur\\_urb.aspx?tema=P](https://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema=P)

## ¿Cómo se ve la voz?

Iker López Muñoz, Edwin Moisés Martínez Saldívar

Colegio Villa Hidalgo, Jalisco, México

Correo:[ikerl26@mx.amcoedu.org](mailto:ikerl26@mx.amcoedu.org)

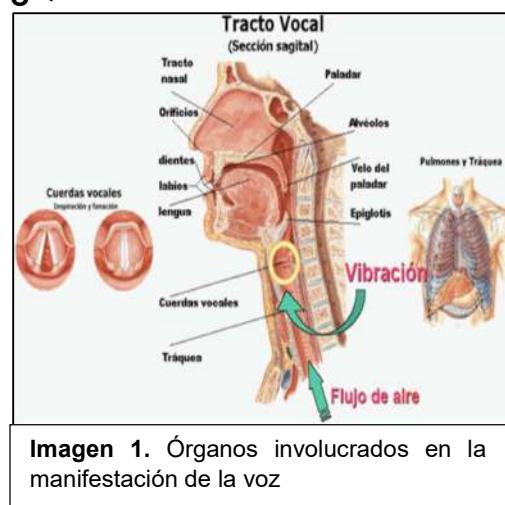
### ¿Será realmente posible observar la voz?

Este trabajo tiene el propósito de demostrar que la voz de los seres humanos puede ser manifestada, así como observada de forma simple tratando de darle una forma a aquello que no podemos ver.

Partiendo entonces de la idea de que la voz está conformada por ondas, siendo que existen en diferentes formas desde las que vemos en el mar, como las que son las encargadas de los sonidos que nos rodean, sabemos igual que estas no se pueden ver a simple vista, es decir, los ojos del ser humano no los detecta.

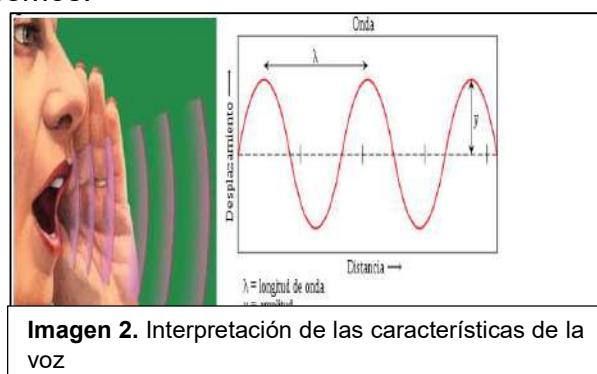
Es por ello, que se buscó realizar un osciloscopio, con el cual se pudiera ver la forma que presenta la voz a simple vista, analizando las características de esta a partir de ponerlo en práctica con varios individuos.

### ¿Qué es la voz?



La voz se define como “el sonido procedente de los seres humanos, producida en la laringe, cuya parte esencial, la glotis, constituye el verdadero órgano de fonación humano. El aire procedente de los pulmones es forzado durante la espiración a través de la glotis, haciendo vibrar los dos pares de cuerdas vocales, que se asemejan a dos lengüetas dobles membranáceas. Las cavidades de la cabeza, relacionadas con el sistema respiratorio y nasofaríngeo, actúan como resonadores” (Ehu, s.f.). Esta nos ha permitido a lo largo de la historia comunicarnos con nuestros semejantes, ayudando a construir las sociedades que actualmente conocemos.

La voz no tiene una forma física visible, sin embargo, podemos decir que, al ser una onda, esta tendrá una estructura parecida, por lo cual nuestra intención es crear una forma o medio para poder visualizar su comportamiento y forma para una comprensión simple en el ojo humano.



## Características de la voz

Las cualidades que hacen única a la voz humana son iguales a las que posee una onda, entre ellas se encuentran las siguientes:

Característica	Definición
Articulación	Los modos en que la voz se modifica a través de los movimientos de los órganos del aparato fonador
Tono o entonación	La modulación en el ritmo de producción de la voz, que permite atribuirle a los sonidos un cariz específico
Timbre	El modo individual y característico con que la voz es producida, pudiendo ser graves o agudas
Intensidad	La cantidad de fuerza con que se obtienen los sonidos

Tabla 1. Características y definición de las cualidades de la voz

## Propuesta de trabajo

Como se mencionó anteriormente, la forma por la cual podemos demostrar cómo es que la voz se puede observar sería mediante la construcción de un osciloscopio, este aparato siendo definido como “fundamental para la determinación de parámetros y características propios de señales periódicas como: frecuencia, amplitud y forma de onda” (Osorio, 2006).

Es aquí donde comenzaría la divergencia, pues un osciloscopio convencional debería estar conectado a un computador para mostrar las características que se mencionaron en la propuesta pues se pretende utilizar materiales de fácil acceso, así como un modelado simple que permita obtener resultados semejantes.

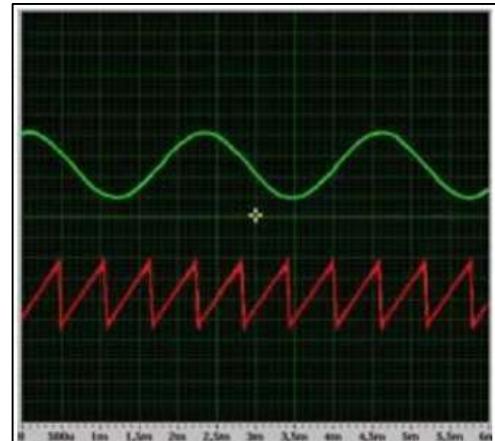


Imagen 3. Lectura representativa de un osciloscopio

## Metodología

Serrucho	Cinta adhesiva
Tubo de plástico	Láser infrarrojo
Disco DVD	Lata
Un globo	Tijeras

Tabla 2. Materiales para elaborar el modelo.

En primer lugar, para la elaboración del osciloscopio fue necesario tomar la lata a la cual se le cortaron ambos extremos, posterior a esto se tomó el globo colocándolo sobre alguna de las zonas eliminadas procurando que este quedara con la mayor tensión posible además de reforzando esto sellándolo con cinta evitando que se aflojara, se continuó

tomando el disco DVD al cual se le cortó una sección de dos centímetros por dos centímetros a modo de cuadrado, el cual se pegó al globo.

Por otra parte, a partir del tubo de plástico se creó una estructura para poder colocar el puntero láser, el cual se aseguró que tuviera una dirección de  $73^{\circ}$  con respecto a la posición del cuadro, con la idea de que al presionar este, la luz fuera reflejada directamente hacia esa zona.

Terminado entonces el modelo, el funcionamiento se basa en que es necesario presionar la boca sobre la sección de la lata contraria a donde se encuentra el globo, para entonces accionar el puntero láser lo cual hará que este sea reflejado directamente a alguna de las paredes de la zona donde se encuentre la persona, mientras que al momento en el cual la persona comience a hablar, las vibraciones que produce su voz dentro de la lata, generen que el globo comience a moverse y por ende se observen a modo simple el movimiento ondulatorio que la voz presenta.

## Resultados



Imagen 5. Prueba de osciloscopio

A modo de control se solicitaron voluntarios entre los cuales variaban tanto la edad como el género, observando que, al momento de utilizar el osciloscopio, el movimiento de sus voces cambiaba, en el caso de los hombres la presencia de los valles (es decir los puntos más altos de las ondas a partir del movimiento oscilatorio) y las crestas (siendo estos los puntos más bajos de las ondas a partir del movimiento ondulatorio) era profunda, así como la frecuencia era bastante alta, mientras que el caso de las mujeres, los valles y las crestas eran en comparación más cortas, mientras que la frecuencia era menor.

Se logró observar entonces en diferentes sujetos su voz, así como las características de cada individuo, considerando como condiciones especiales, que el lugar donde se llevó a cabo las distintas pruebas necesitaba tener poco acceso de luz, para una mejor apreciación de la manifestación en el osciloscopio.

### ¿Fue posible ver la voz?

A modo simple es posible lograr visualizar la voz de las personas, prueba de ello fue que por medio de este modelo se transportó a un medio



Imagen 4. Propuesta del osciloscopio casero



Imagen 6. Representación de la voz por medio del osciloscopio

visual el comportamiento de la voz, sin embargo, es necesario mejorar la precisión de este, pues en contados casos la voz de los participantes se dificultaba para visualizarse, de igual forma para lograr una mejor perspectiva del movimiento de las ondas que la componen se requiere utilizar el osciloscopio en espacios oscuros para que la radiación infrarroja se observe en mejor calidad.

Puede concluirse entonces que se cumplió con el objetivo del trabajo, el cual fue, observar cómo se ve la voz y si en realidad ese movimiento es igual al que en teoría nos muestran en las actividades escolares.

## Referencias

- Etecé. (2018, 17 octubre). Voz. Enciclopedia humanidades. Recuperado 05 de enero de 2023, de <https://humanidades.com/voz/>
- ExpCaseros. (2015, 24 agosto). 10 PROYECTOS DE CIENCIAS PARA SACAR UN 10 (RECOPILACIÓN) [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=2iaAVVItbLM>
- Ehu. (s.f.). La voz humana. [Sitio web]. Recuperado 10 de enero de 2023, de <https://www.ehu.eus/acustica/espanol/musica/vohues/vohues.html>
- Organge. (s. f.). ¿qué es una onda? Las ondas. [Sitio web]. Recuperado 10 de enero de 2023 de de <https://radio-waves.orange.com/es/que-es-una-onda/>
- Osorio, J. (2006). Diseño y construcción de un osciloscopio digital implementado en MATLAB. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. [Versión Digital]. Recuperado 12 de enero de 2023 de de <https://www.dialnet.uned.es/digitalrepository/4809855.pdf>

## ¿De qué estamos hechos?

J. Avendaño, Leonor Pérez Trejo

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas  
Departamento de Física, CDMX, México

[javendanol@ipn.mx](mailto:javendanol@ipn.mx); [lperez@ipn.mx](mailto:lperez@ipn.mx)

Cuando preguntamos ¿de qué estamos hechos?, la biología moderna nos contesta que los ladrillos fundamentales de los tejidos de todos los organismos son las células. Sin embargo, profundizando un poco más es conocido que las células están construidas de macromoléculas como la del ADN, y estas por otras moléculas más pequeñas como la guanina y citosina. Las cuales, a su vez, están compuestas de átomos. Por ejemplo: oxígeno, nitrógeno, hidrógeno entre otros. De hecho, hoy en día es sabido que todos los objetos que pueblan el Universo están construidos de átomos (Heidman, 1988; Sagan, 1993).

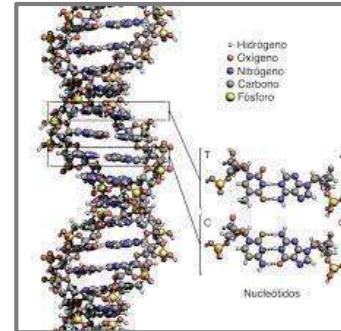


Figura 1.- Molécula de ADN (<https://www.bing/images>)

El concepto de átomo surge en la filosofía griega hace más de 2000 años, allá por el año 350 A.C. Demócrito y su maestro Leucipo avanzaron la idea extraordinaria de que si se toma un trozo de materia –el que sea– y se corta en pedazos cada vez más pequeños y estos se vuelven a partir los pedazos que queden una y otra vez, llegará el momento en que tengamos trozos tan pequeños que ya no se podrán partir más (Marmasse, 1979; Pullman, 1995; Buss Mitchell, 1998).

A estos últimos trozos Leucipo y Demócrito les llamaron ÁTOMOS (que justamente significa indivisible). Esta idea seminal dio origen a la llamada ESCUELA FILOSÓFICA ATOMISTA, cuya tesis fundamental fue: NADA EXISTE, APARTE DE ÁTOMOS Y VACÍO (Marmasse, 1979; Pullman, 1995; Buss Mitchell, 1998; Weinberg, 2015; Gaarder, 2017).

### Del átomo filosófico al átomo científico

Desde el concepto de átomo surgido en la filosofía, exclusivamente a través del pensamiento racional, hasta la verificación y consolidación científica del mismo ha sido una evolución lenta, paciente y larga, aproximadamente 2000 años, a la cual han contribuido una pléyade de mentes tan brillantes como Dalton, Thompson, Rutherford, Bohr, Schrödinger, entre muchos otros (Marmasse, 1979; Pullman, 1995). Esta lenta evolución es comprensible debido a la enorme pequeñez del átomo, las técnicas científicas tanto teóricas como experimentales tuvieron que avanzar mucho para que ahora sepamos que los mismos átomos están compuestos

de objetos aún más pequeños: electrones y núcleos. Y estos últimos de protones y neutrones.

Pero volvamos a la pequeñez del átomo: actualmente sabemos que el radio del átomo es  $10^{-10} m$  y el del núcleo 100,000 veces más pequeño ( $10^{-15} m$ ) (Trefil, 1985). Y si los electrones tienen un tamaño, su radio debe estar por debajo de  $10^{-2} m$  (Dehmelt, 1989), ¡10 000 millones de veces más pequeño que el radio del átomo! También sabemos que la masa de los protones y de los neutrones es mucho más grande que la de los electrones, 1800 veces mayor (Trefil, 1985).

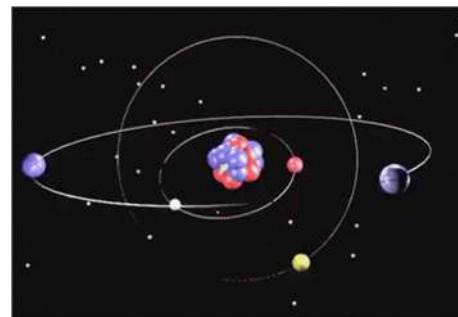


Figura 2.- Modelo del átomo, se ilustra cómo la masa está concentrada en el núcleo (<https://www.bing/images>).

Esto significa que los electrones son muy ligeros y que por lo tanto la masa del átomo prácticamente está concentrada en el núcleo, el cual es muy pequeño. Considerando los radios del átomo y del núcleo podemos comparar sus volúmenes. Y resulta que el volumen del átomo es 15 órdenes de magnitud más grande que el volumen del núcleo. Un 1 seguido de 15 ceros.

### Magnitudes del mundo microscópico en contexto

Veamos qué significan estos tamaños en contexto. Podemos considerar que la altura de una persona es del orden de  $1 m$  y el radio del núcleo como ya dijimos  $10^{-15} m$ , esto significa que nuestra altura es 15 órdenes de magnitud mayor que el radio del núcleo, de lo cual concluimos que el núcleo de los átomos es tan pequeño comparado con nosotros, como el volumen del núcleo lo es comparado con el volumen del átomo.



Figura 3.- Distancias en el sistema solar (<https://www.bing/images>)

Para seguir comparando estos tamaños relativos, veamos la imagen que se muestra en la Figura 3 del sistema solar. Se considera que los linderos del sistema solar se encuentran en la nube de Oort, región de donde se desprenden muchos cometas (Heidman, 1988; Sagan, 1993). Esta nube se encuentra a una distancia de 1 año – luz del sol. En esta imagen podemos ver la inmensidad de estas distancias, vemos la nube de Oort en comparación con el cinturón de Kupier que está

más allá de Plutón, y este cinturón en comparación con las órbitas de los planetas. El radio de la nube de Oort (un año luz), convertida en metros resulta ser  $9.5 \times 10^{15} m$ . Es decir, 15 órdenes de magnitud más grande que nuestra altura.

Esto significa que esta distancia (radio de la nube de Oort) en comparación con nosotros es tan grande como el volumen del átomo comparado con el volumen del núcleo. Y como la masa del átomo se encuentra prácticamente en el núcleo, esto significa que la masa del átomo ocupa un volumen muy muy muy pequeño.

El objetivo de estas comparaciones es para contrastar nuestro volumen, llamémoslo  $V_{persona}$ , con el volumen que ocupa nuestra masa, que es justamente el volumen que ocupan todos nuestros núcleos, denotándolo  $V_{núcleos}$ . Ahora, considerando el número de Avogadro (Wichmann Eyvind, 1979; Weinberg Steven, 2021), es muy fácil calcular que el número de núcleos contenidos en el volumen de una persona es  $2.25 \times 10^{28}$ , multiplicando este número por el volumen ocupado por cada núcleo obtenemos el volumen total que ocupan nuestros núcleos y la razón entre estos volúmenes es  $\frac{V_{núcleos}}{V_{persona}} = 4.1 \times 10^{-12}$ . Es decir, nuestro volumen es 12 órdenes de magnitud más grande que el volumen ocupado por todos nuestros núcleos.

Y toda nuestra masa está contenida en nuestros núcleos, por consiguiente, nuestra masa ocupa solamente un volumen que es  $10^{-10} \%$  de nuestro volumen.

Esto significa que somos 99.999,999,999,9 % vacío. ¡Somos prácticamente espacio vacío! Y aun así somos una estructura extraordinariamente compleja, que hasta tenemos conciencia. Nuestros electrones “ven” una distribución de núcleos en el espacio de manera semejante a como nosotros vemos un cielo estrellado.



Figura 4.- Un electrón ve a los núcleos como una persona vería un cielo estrellado (<https://www.bing/images>).

### **La materia no es tan estable como se cree.**

Aunado a este inmenso vacío que somos, actualmente sabemos que la materia no es tan estable como podríamos creer (Trefil, 1985; Weinberg, 2015). El vacío constantemente se está fracturando, creando partículas, y estas a su vez constante vuelven a la inexistencia en el vacío. En la Figura 5 se muestra cómo sería la creación de un electrón y un positrón, y en la Figura 6 la desaparición de un protón y un anti-protón. Este tipo de creación y aniquilación de partículas se pudo observar relativamente fácil en dispositivos experimentales como la cámara de niebla (Wichmann Eyvind, 1979).

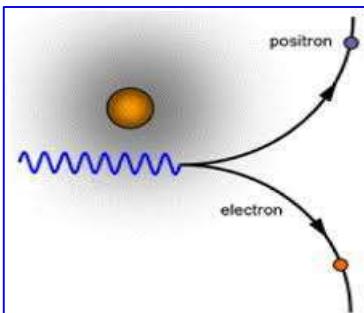


Figura 5.- Creación de un electrón y un positrón (<https://www.bing/images>).



Figura 6.- Aniquilación de un protón y un antiproton (<https://www.bing/images>)

### Estamos llenos de campos.

Sin embargo, estamos llenos de otras cosas. Y esas cosas son campos. Desde el gran Michael Faraday (1791-1867), sabemos que el espacio está lleno de campos (Purcell Edward, 1980; Tarasov L., Tarasova A., 1984). El campo, como el eléctrico y el magnético, son una propiedad del espacio que no vemos pero que está ahí, por ejemplo, se puede evidenciar el campo magnético alrededor de un imán con limaduras de hierro, este campo es tan real que el campo magnético de la tierra nos protege del intenso viento solar desviando muchas partículas energéticas. La luz no es más que un campo electromagnético. Hay otros campos como el campo de gravedad.

La teoría cuántica de campos nos enseña que podemos ver el campo de otra manera más profunda (Davis Paul, 1983; Hobson Art, 2013). De acuerdo con esta teoría el campo electromagnético (la luz) está compuesta de excitaciones llamadas fotones, que se comportan exactamente como se comportan las partículas, intercambian energía, momento lineal, momento angular de manera puntual con otros objetos semejantes. Desde esta perspectiva podemos ver al campo como constituido de estas “partículas” que en realidad son excitaciones del campo y se extienden en el espacio.

Al igual que el caso del campo electromagnético, la teoría de campos cuánticos establece la existencia de un campo llamado “campo de electrones” (Hobson Art, 2005) que llena el espacio. Y las excitaciones de este campo son identificadas con los electrones (de manera completamente análoga a los fotones). Al igual que los fotones, las excitaciones del campo de electrones permean el espacio entero, pero interactúan intercambiando energía, momento lineal y momento angular de manera puntual con otras excitaciones del mismo tipo o excitaciones de naturaleza distinta (Hobson Art, 2005, 2013).



Figura 7.- El espacio está lleno de campos en los cuales las partículas son excitaciones del campo (un epifenómeno del campo) (<https://www.bing/images>)

### ¿Entonces? ¿de qué estamos hechos?

¿De partículas?, ¿de campos?, ¿de ambos?, ¿de ninguno? A la luz de las teorías más modernas: podríamos estar hechos de campos que llenan todo el espacio y las partículas que conocemos (fotones, electrones, quarks, etc.) son excitaciones de estos campos (epifenómenos del campo).

### Referencias

- Buss Mitchell Hellen (1998). "Raíces de la Sabiduría", International Thomson Editores, S.A. de C.V., México.
- Davis Paul (1983). "Otros mundos", Antoni Bosch Editor, España.
- Dehmelt H. (1989). "Geonium spectra electron radius cosmon", AIP Conference Proceedings **187**, 319.
- Gaarder Jostin (2017). "El mundo de Sofía", Grupo Editorial Patria.
- Heidman Jean (1988). "La odisea cósmica", Siglo Veintiuno Editores, México.
- Hobson Art (2005). "Electrons as field quanta", Am. J. Phys. **73** (7), 630-634.
- Hobson Art (2013). "There are no particles, there are only fields", Am. J. Phys. **81** (3), 211-223.
- Marmasse Claude (1979). "La paciente historia del átomo", SEP DIANA, México.
- Pullman Bernard (1995). "El Átomo en la historia de la humanidad", Biblioteca Buridán, España.
- Purcel Edward M. (1980). "Electricidad y magnetismo, berkeley physics course – volumen 2", Editorial Reverté, Barcelona.
- Sagan Carl (1993). "Cosmos", Editorial Planeta, México.

- Tarasov L., Tarasova A. (1984). "Preguntas y problemas de física", Editorial MIR, URSS.
- Trefil, James S. (1985). "De los átomos a los quarks", Salvad Editores, S.A., Barcelona.
- Weinberg Steven (2015). "Explicar el Mundo", Penguin Randon House, México.
- Weinberg Steven (2021). "Foundations of Modern Physics", Cambridge University Press, United Kingdom.
- Wichmann Eyvind H. (1979). "Física cuántica, berkeley physics course – volume 4", Editorial Reverté, Barcelona.

## ¿Cómo es que el ejercicio mejora el funcionamiento del corazón?

A. M. Aguilar-Molina<sup>1</sup>, A. Muñoz-Diosdado<sup>1</sup>, R. I. Rojas-Jiménez<sup>1</sup>, E. Miguel-Gómez<sup>1</sup>, J. B. García-Bustamante<sup>1</sup>, A. Salinas-Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Básicas, UPIBI- Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

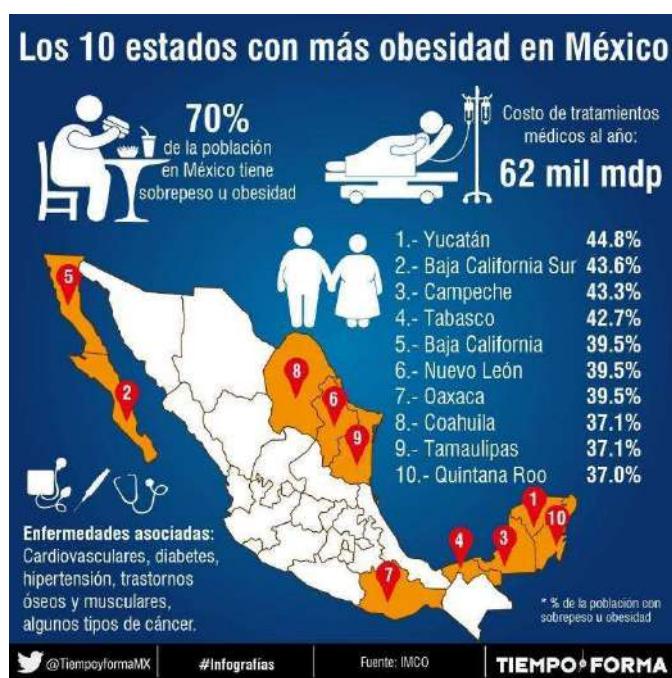
<sup>2</sup>Departamento de Física, ESFM- Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, México

[anafrom@hotmail.com](mailto:anafrom@hotmail.com)

### ¿Quieres ser parte de la estadística?

¿Sabías que México ocupa el primer y sexto lugar en obesidad infantil y adultos? (ver Figura 1) Así es, si volteas y miras a tu alrededor podrías ver gente con sobrepeso y obesidad más seguido que personas delgadas o en su peso. ¡Te invito a hacer la prueba!

Es importante que sepas que tanto el sobrepeso y la obesidad traen consecuencias malas a tu cuerpo como son las *ENFERMEDADES CARDIOVASCULARES*. Este tipo de enfermedades se relacionan con el mal funcionamiento del corazón.



Además, es un problema de salud pública y la Secretaría de Salud en el 2016 emitió la emergencia epidemiológica por obesidad y diabetes. De acuerdo con los datos de 2018, a nivel nacional un 36.1% de la población vive con obesidad y 39.1% con sobrepeso. Un total de 8.6 millones de personas viven con diabetes y 15.2 millones presentan hipertensión. Esto equivale al 10.3% y 18.4% de la población, respectivamente (Barroso Camiade, 2012; Pérez Gil Romo et al., 2022).

Figura 1. Estadística de México de la población obesa.

<https://www.pinterest.com/pin/568086940496335767/>

Este problema se ve agravado con la llegada del SARS-CoV-2 donde se vivió un confinamiento por alrededor de 2 años. Esto ha imposibilitado a una parte de la población a realizar ejercicio y sumado a ello el consumo de alimentos altos en

azúcares, grasas, harinas refinadas y otros ingredientes comunes en los alimentos ultra procesados aumentó la obesidad y en consecuencia muchos de ellos desarrollaron el síndrome metabólico.

El síndrome metabólico se manifiesta cuando una persona presenta simultáneamente resistencia a la insulina, alteraciones en los niveles de glucosa en sangre, hipertensión arterial, obesidad o abdomen prominente, cifras de triglicéridos arriba de lo normal y los niveles de lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno) por debajo de lo recomendado (ALEIXANDRE & MIGUEL, 2007).

La importancia del ejercicio en la rutina diaria de las personas ayuda a reducir las enfermedades cardiovasculares, por lo que es importante difundir sus beneficios.

Este trabajo consiste en divulgar de manera sencilla cómo las técnicas multifractales aplicadas a señales cardíacas pueden caracterizarlas con los parámetros de simetría, curvatura y grado de multifractalidad. Además de describir la investigación que realizamos en la UPIBI-IPN (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina et al., 2020; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019; Aguilar Molina, Rojas Jiménez, et al., 2019; Muñoz-Diosdado et al., 2014).

Para entender todos estos conceptos es importante que aprendas lo básico con respecto al sistema cardiovascular.

### El corazón

El corazón es un órgano muscular que funciona de manera automática. Es del tamaño de un puño aproximadamente. Se localiza al lado izquierdo del pecho (ver Figura 2) e impulsa la sangre en el sistema circulatorio el cual se compone de dos sistemas de riego conectados en serie: el circuito sistémico y el circuito pulmonar (López Farré & Macaya Miguel, 2009).

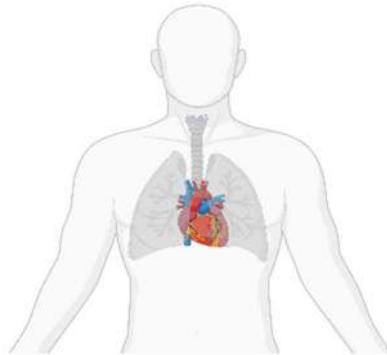


Figura 2. Localización del corazón

En estos circuitos se realizan la circulación pulmonar y la sistémica. ¿Cuáles son las diferencias entre cada una de ellas?

*La circulación pulmonar* sucede cuando el corazón se relaja y la sangre poco oxigenada es enviada a los pulmones para volver a oxigenarla. Es decir, es la encargada de oxigenar la sangre. Luego el corazón se recupera y reenvía la sangre a todo el cuerpo para obtener el oxígeno y los nutrientes y recoger las sustancias de desecho completando así *la circulación sistémica*. Este ciclo se repite siempre y nunca para, por lo tanto, es lo que nos mantiene vivos (López Farré & Macaya Miguel, 2009).

*¿Qué tiene que ver estas circulaciones en el ejercicio?, ¿Cuál es la importancia del ejercicio en nuestras vidas? ¿Existen distintos tipos de ejercicios?*

El ejercicio aporta grandes beneficios a la salud. Se divide en aeróbico y anaeróbico. El ejercicio aeróbico es la actividad física que por la intensidad requiere principalmente de oxígeno para su mantenimiento. Al iniciar cualquier actividad física, el aire que se respira siempre cubre las necesidades del organismo, por lo que empieza siendo aeróbica (ejemplo caminar rápidamente, correr, jugar futbol, remar, saltar a la cuerda, nadar, patinar, montar en bicicleta y bailar, entre los más comunes). En este ejercicio aeróbico, el músculo del corazón utiliza como combustible principal los ácidos grasos. Lo mismo ocurre para el resto del organismo: durante el ejercicio aeróbico gastará grasas, y la cantidad gastada aumentará en la medida en que dure el ejercicio. Es de vital importancia que el ejercicio se realice por cierta intensidad para que los latidos del corazón aumenten e ingresar así más aire a los pulmones (aquí es donde la circulación pulmonar se ve forzada a bombear más cantidad de oxígeno para llenar el requerimiento y donde la circulación sistémica la lleva a todo el cuerpo para satisfacer la demanda del cuerpo ante tal actividad física), con el fin de que el oxígeno sea distribuido por todas las células. En caso de que la intensidad se eleve hasta el punto de necesitar más aire del posible, se convierte en ejercicio anaeróbico, por lo que es preciso disminuir la intensidad e incluso detenerse para recuperarse. Cuando la intensidad requerida para realizar un ejercicio físico es muy elevada y el organismo no necesita oxígeno, se habla de ejercicio anaeróbico (López Farré & Macaya Miguel, 2009).



Figura 3. Tipos de ejercicios, ANAERÓBICO y AERÓBICO. Imagen tomada de <https://www.pinterest.es/pin/234539093073115485/>

**¿Qué pasa con nuestro cuerpo cuando nos ejercitamos todos los días?**

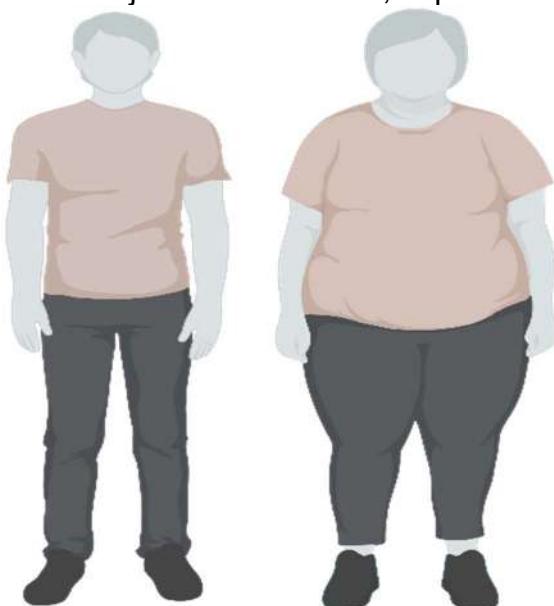
Con la práctica frecuente del deporte, el organismo sufre modificaciones, como es el adelgazamiento o la generación de musculatura en las partes del cuerpo que más soportan el esfuerzo (brazos, músculos de las piernas, etc.) y se reduce la grasa.

**Y ¿Qué pasa con el corazón?**

En el músculo cardiaco se producen modificaciones y adaptaciones. Una de las más importantes es el descenso de la frecuencia cardíaca en reposo y también durante el ejercicio físico, evitando la aparición de fatiga y la respiración es más eficaz. La cantidad de oxígeno que transporta la sangre aumenta en cada latido, el corazón recibe e impulsa más sangre y por lo tanto se traspasa más oxígeno y sustancias nutritivas (López Farré & Macaya Miguel, 2009).

### ¿Cómo responde el cuerpo humano de una persona no activa comparado con un deportista? (ver Figura 4)

Ante un ejercicio moderado, la persona no entrenada comenzará a cansarse antes



que la que sí lo está, en cambio el deportista para hacer el mismo esfuerzo y bombear la misma cantidad de sangre, necesita menos pulsaciones, por lo que desarrolla el mismo nivel de trabajo con menos esfuerzo. En el esfuerzo máximo, los dos individuos tendrían sus corazones latiendo al máximo. En estas circunstancias, el entrenado bombeará al máximo. El entrenado bombeará más sangre que el no entrenado. Como consecuencia, el individuo entrenado es capaz de realizar esfuerzos más prolongados que quien no lo está (López Farré & Macaya Miguel, 2009).

Figura 4. Cuerpo deportista y sedentario.

Entonces, si conoces los beneficios del ejercicio en tu vida y no prácticas ninguna actividad física, ¿Qué pasa si eres una persona sedentaria? (Figura 5)

El sedentarismo se asocia con un número mayor de enfermedades crónicas y degenerativas: sobrepeso, obesidad, intolerancia a la glucosa, alteraciones lipídicas, hipertensión arterial, enfermedades arterioscleróticas y sus consecuencias, por lo tanto, se convierte en un clásico factor de riesgo cardiovascular.

Por lo tanto, es importante que realices o practiques algún deporte 30 minutos por lo menos tres veces a la semana. Está demostrado que aquellos individuos que mantienen o adoptan un estilo de vida física más activo previenen o retardan la aparición de esas patologías (López Farré & Macaya Miguel, 2009).



Figura 5. ¿Qué pasa si eres una persona sedentaria? Imagen tomada de <https://www.pinterest.com.mx/pin/697424692277867004/>

El ejercicio moderado y controlado es bueno para el sistema cardiovascular. Seas o no deportista habitual, es muy recomendable realizarse una vez al año un examen médico lo más completo posible que incluya un electrocardiograma (López Farré & Macaya Miguel, 2009).

### ¿Qué es un Electrocardiograma (ECG)?

Es el registro de la actividad eléctrica del corazón. Y su visualización es en forma de trazo formado por las ondas P, Q, R, S, T y U para el caso de una persona sana (ver Figura 6). Esta herramienta es utilizada por los cardiólogos para diagnosticar enfermedades del corazón como para supervisar los tratamientos que influyen en la actividad eléctrica del corazón (Dubin, 1976).

Te habrás dado cuenta de que cuando ves una película donde salen médicos trabajando se visualiza el ECG en una pantalla. Déjame contarte que al avanzar la tecnología fue posible construir aparatos cada vez más pequeños para digitalizar las señales cardíacas, es decir, el Holter.

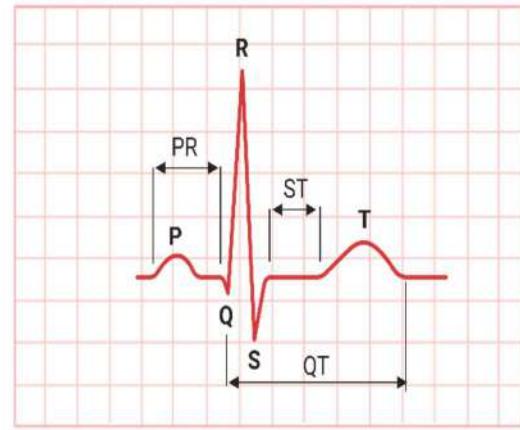


Figura 6. Trazo de Electrocardiograma

El Holter (ver Figura 7) es un aparato pequeño que permite la grabación ambulatoria de la actividad eléctrica del corazón del paciente durante un tiempo aproximado de 24 horas o más para ser analizado por un software específico.



La técnica de Holter consiste en un sistema capaz de registrar el ECG del individuo en movimiento, para su posterior visualización y análisis. Para ello se requiere disponer de un sistema de electrodos, una grabadora y un ECG analizador, que constituyen el equipo básico de Holter (López Farré & Macaya Miguel, 2009; Roberts & Silver, 1983).

Figura 7. Holter y electrodos.

Nosotros estamos interesados en estudiar las señales del corazón mientras se realiza una actividad física, entonces, se debe de realizar *una prueba de esfuerzo*. Entonces, ¿Qué es *una prueba de esfuerzo*?

La prueba de esfuerzo (ver Figura 8) es un procedimiento diagnóstico que evalúa la respuesta del corazón a un ejercicio físico progresivo. Se fundamenta en que al practicar un ejercicio físico el organismo necesita más combustible (oxígeno y glucosa). Entonces al someter el corazón a un trabajo adicional mientras se vigila al paciente y monitoriza su ECG es posible descubrir problemas cardíacos que no son evidentes en el sujeto en reposo (J. Fortuin Nicholas & L. Weiss James, 1977).

Durante el ejercicio aumenta el trabajo que realiza el corazón y, por lo tanto, sus requerimientos de oxígeno. Si existe algún problema cardíaco no podrá satisfacer las crecientes necesidades metabólicas del músculo cardíaco que irriga, y si el ejercicio continuo puede desencadenar las manifestaciones de la falta de aporte del flujo sanguíneo al corazón (dolor en el pecho) y por lo tanto alteraciones en el ECG (J. Fortuin Nicholas & L. Weiss James, 1977; López Farré & Macaya Miguel, 2009).



Figura 8. Prueba de esfuerzo. Imagen tomada de <https://cardiavant.com/prueba-de-esfuerzo/prueba-esfuerzo-2/>

Otra causa que produce alteraciones en el ECG es el envejecimiento. La persona que envejece sana mantiene buena función cardiaca y tiene una buena capacidad de respuesta. Su corazón es capaz de adaptarse durante mucho tiempo a las pérdidas fisiológicas con bastante eficacia recurriendo a sus mecanismos de reserva (Ch Ivanov et al., 2002; Goldberger et al., n.d., 2000; Plamen Ch. Ivanov et al., 1999; Stanley et al., 1999).

La inactividad física puede contribuir a limitar la tolerancia al esfuerzo en el anciano y acentuar sus limitaciones funcionales. La capacidad de elevar notablemente la frecuencia cardiaca como respuesta al ejercicio se va limitando a medida que se envejece (Ch Ivanov et al., 2002; Goldberger et al., n.d., 2000; Plamen Ch. Ivanov et al., 1999; Stanley et al., 1999)

### Técnicas multifractales

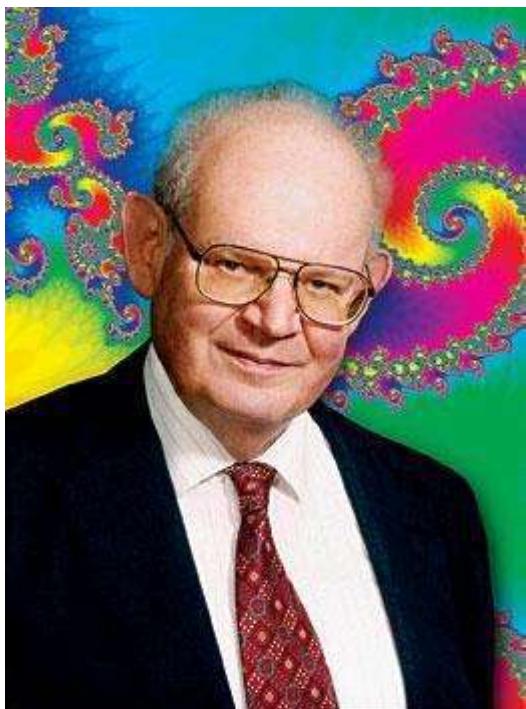
La utilización de técnicas de análisis no lineal para el estudio de sistemas complejos y con propiedades fractales, permite describir de forma más acertada el comportamiento de estos. Un ejemplo claro de este tipo de señales son las cardíacas. Estas señales se caracterizan por presentar comportamientos monofractal y multifractal. Pero ¿Qué es eso de monofractal y multifractal?

Para explicarte estos conceptos es necesario recordar algo de historia. El matemático griego Euclides que vivió alrededor del año 300 a. C. escribió los Elementos donde presenta de manera formal el estudio de las propiedades de líneas, planos, círculos, esferas, triángulos, conos, etc.; es decir, de las formas regulares. De acuerdo con esta geometría existen tres posibles dimensiones que corresponden a números enteros: 0 para un punto, 1 para una línea, 2 para una superficie y 3 para un volumen. Es importante que recuerdes que cuando se te pide que dibujes una montaña, la manera más sencilla de caracterizarla es usando un triángulo. Sin embargo, la naturaleza resulta estar llena de irregularidades (ver Figura 9).



Figura 9. El lado izquierdo representa una montaña caracterizada por la geometría Euclidiana y la derecha representa una montaña de la naturaleza.

Ya sabrás que la geometría euclídea es muy limitada para describir las estructuras irregulares que se presentan en la naturaleza. (Goldberger et al., 1990; Talanquer, 1996).



Mandelbrot veía que la naturaleza está formada de estructuras irregulares y fragmentadas que no podían ser descritas por medio de la geometría euclídea. Fue hasta 1975 que Mandelbrot desarrolló una nueva geometría para describirla, pero muchos de los conceptos que utilizó surgieron mucho antes para satisfacer distintos objetivos. Él denominó fractal (del latín fractus, irregular) a los objetos que presentan la misma estructura al cambiársele indefinidamente la escala de observación, esta característica de los fractales se llama autosimilitud.

Figura 10. Mandelbrot padre de la geometría fractales. Imagen tomada de <https://piziadas.com/2010/10/in-memoriam-benoit-mandelbrot-ted-versiones-en-espanol.html>



Un ejemplo de fractal y autosimilitud es la hoja de helecho. Mandelbrot dio un paso muy importante al proponer que a los fractales se les asignaran dimensiones que no fueran números enteros (Braun, 1996; Talanquer, 1996).

Ahora sí, podemos contestar la pregunta de los monofractales y multifractales, *¿Qué significan?*

Figura 11. Helecho

Las señales monofractales quedan caracterizadas por una sola dimensión fractal a lo largo de toda la señal y son casi homogéneas. Las señales multifractales se pueden dividir en subconjuntos caracterizados por tener diferentes dimensiones fractales, ser más inhomogéneas, es decir están, formados por muchos fractales. Se ha reportado una disminución en estas tendencias fractales cuando los sistemas se encuentran en estado patológico.

La heterogeneidad de los latidos del corazón sano de la persona y del paciente con CHF (tomados de la base de datos de Physionet) está representado en la Figura 12 y está caracterizado por la amplia gama de exponentes locales presentes. La pérdida aparente de multifractalidad en un corazón con insuficiencia confirma que tiende a ser monofractal (Ch Ivanov et al., 2002; Goldberger et al., n.d., 2000; Plamen Ch. Ivanov et al., 1999; Stanley et al., 1999).

Ya hablamos de la CHF, pero ¿Qué significan esas siglas?

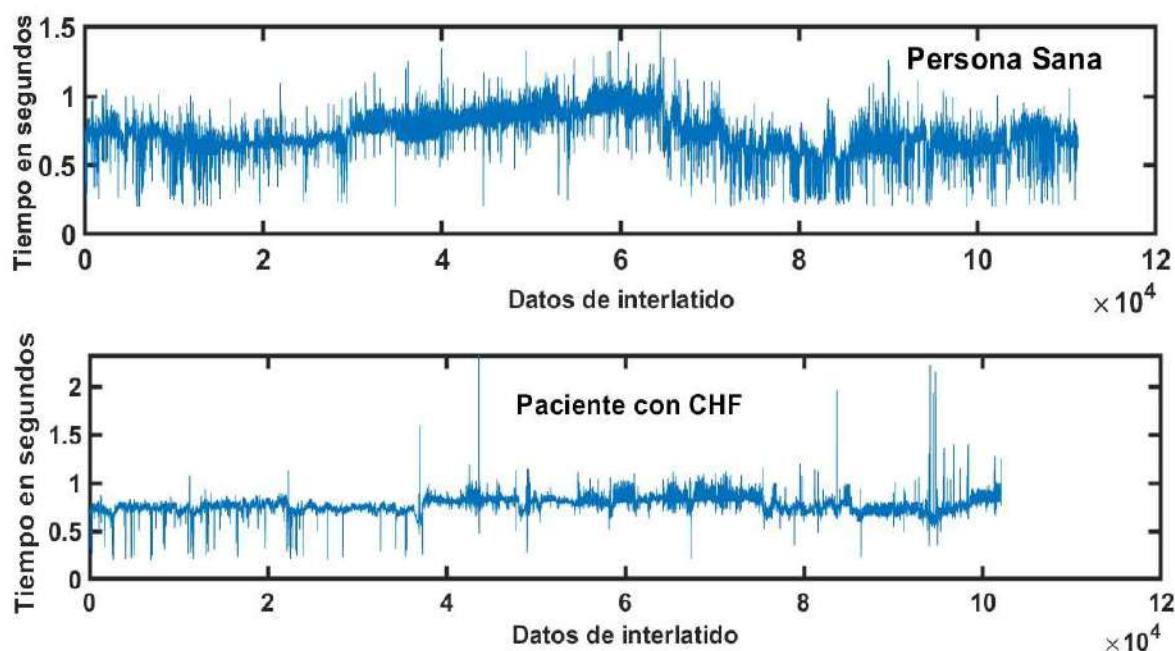
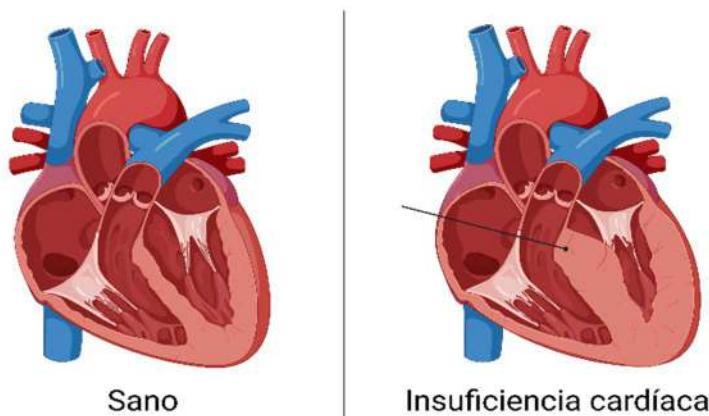


Figura 12. Series de RR de una persona sana y un paciente con CHF.

La CHF (ver Figura 13) se produce cuando el corazón se debilita por enfermedades o padecimientos que dañan al músculo cardíaco y como resultado de esto el corazón no puede bombear la sangre que necesitan los órganos de nuestro cuerpo para realizar sus actividades. Los cardiólogos utilizan la escala NYHA (ver Figura 14) para clasificar el daño producido por la CHF al corazón. Esta se compone de cuatro clases.

Figura 13. Se muestra la diferencia entre un corazón sano y uno con CHF.

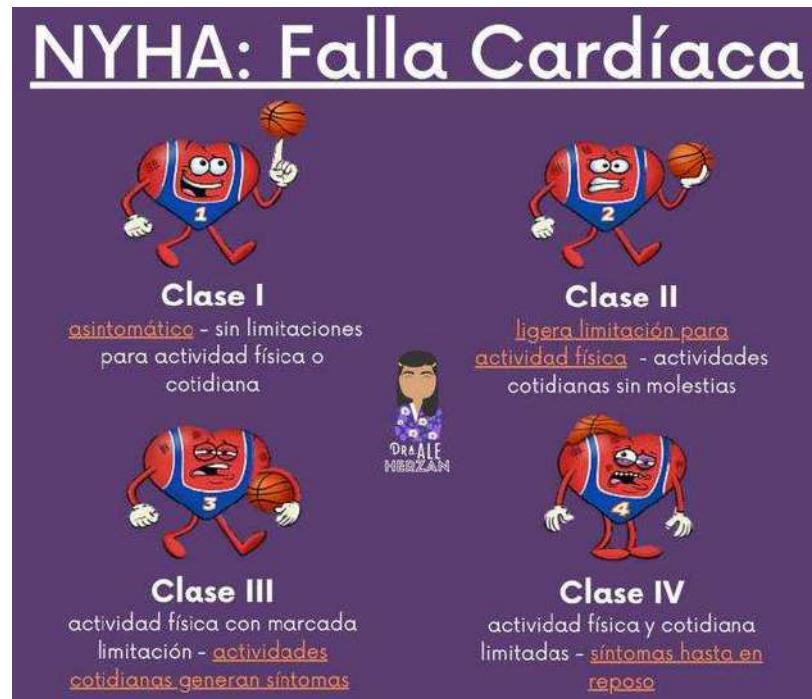
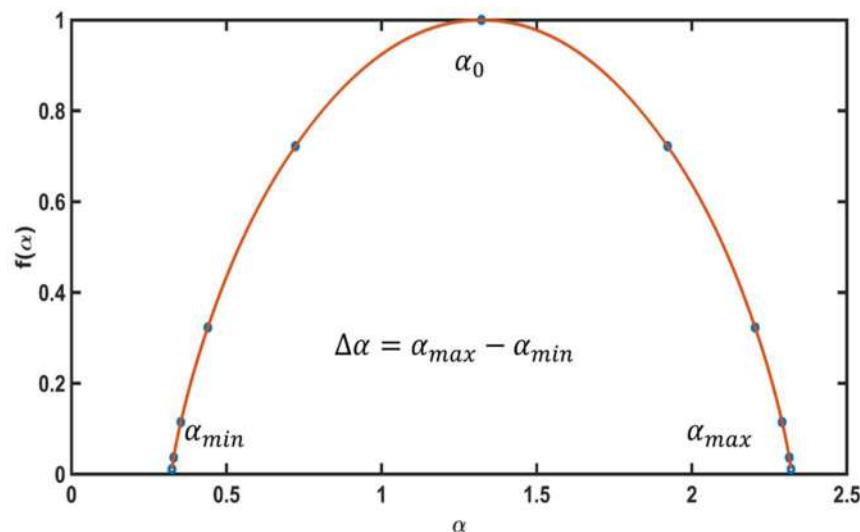


Figura 14. Escala NYHA. Imagen tomada de  
<https://www.udocz.com/apuntes/93579/escala-de-nyha-falla-cardiaca>

Nuestro equipo de trabajo estudia las señales cardíacas usando distintos métodos de la teoría de complejidad como son: Hurst, Higuchi, DFA, espectro multifractal entre otras. En este trabajo describiremos la obtención de los espectros multifractales, ya que si explicáramos cada uno de los métodos que utilizamos para caracterizarlas nos llevaría a presentar un trabajo más grande. Por lo tanto, dejamos algunas referencias de nuestros trabajos para que el lector interesado pueda profundizar en estos temas (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Salcedo-Martínez et al., 2021, Solís-Montufar et al., 2020).



### Figura 15. Espectro multifractal

Para obtener los espectros multifractales usamos el *método de Chhabra y Jensen* (Chhabra et al., 1989). Este método consiste en retomar el trabajo que realizaron dichos autores y programarlo en algún lenguaje de programación, MATLAB, en nuestro caso, con el propósito de obtener el espectro multifractal de manera directa sin intervención de otros cálculos más difíciles. Actualmente existen muchas formas de obtener estas curvas, sin embargo, involucran trasformadas y demás cálculos que pueden dificultar el proceso de obtener datos más confiables.

Esta grafica que observas es conocida como espectro multifractal y nos permite conocer la condición física de las personas. Te estarás preguntando *¿cómo este grafico puede contener tal información?* Déjame contarte que cuando se obtiene esta curva se miden unos parámetros que nos permiten extraer información de la serie tiempo que es un conjunto de datos que se generan haciendo una medición cada cierto tiempo, por lo que las series cardiacas entran dentro de su clasificación. Estos parámetros son: ancho Eq.1, simetría Eq.2 y curvatura (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Chhabra et al., 1989):

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

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

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, si  $r = 1$  el espectro es simétrico (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019).

Tanto el ancho como la simetría nos muestran qué tan compleja es la serie de estudio. Si el espectro es muy ancho existe más complejidad, si es estrecho pierde complejidad. Este concepto de complejo está relacionado con el comportamiento de los datos si se encuentran correlacionados entre ellos o no (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Chhabra et al., 1989).

Una vez explicado este concepto te indicaremos en que consiste parte de nuestra investigación invitándote a que nos visites.

*La Unidad Profesional Interdisciplinaria de Biotecnología del Instituto Politécnico Nacional cuenta con la infraestructura necesaria para la realización de las pruebas de caminado a la población mexicana.* Están equipados con caminadoras y con Holters que incluye los electrodos para realizar las grabaciones de los electrocardiogramas (ECG). Nuestro equipo de trabajo diseñó una prueba de caminado formada de dos reposos y dos pruebas de velocidad 3 mph y 3.5 mph para cualquier tipo de persona de tal manera que no ponga en riesgo su estado de salud (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

	Descanso 1	Prueba 1	Descanso 2	Prueba 2
velocidad (mph)	0	3	0	3.5
tiempo(min)	60	30	30	30

La preparación para realizar la prueba de caminado es:

1. La persona interesada se le pide firmar su consentimiento para la realización de esta.
2. Colocación de los electrodos.
3. Colocación del Holter e inicio de la grabación de ECG.
4. Reposo de 60 minutos.
5. Contestar el cuestionario de actividad física (IPAQ).
6. Medir la cintura, peso, estatura y presión arterial.

Pasado los 60 minutos se le pide a la persona subirse a una caminadora comercial para iniciar la primera prueba a una velocidad de 3.5 mph. Terminada la prueba se toma otro descanso de 30 minutos (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

La segunda prueba se realiza a una velocidad de 4 millas por hora. Terminada la prueba se toma otro descanso y se procede a medir su presión arterial (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

Déjame contarte que el IPAQ es un cuestionario para estudios poblacionales a nivel mundial para medir la actividad física que se realiza en distintas actividades, para ser usados en adultos entre 18 y 65 años. La versión corta (9 ítems) proporciona información sobre el tiempo empleado al caminar, en actividades de intensidad moderada y vigorosa y en actividades sedentarias. La versión larga (31 ítems) registra información detallada en actividades de mantenimiento del hogar y jardinería, actividades ocupacionales, transporte, tiempo libre y también actividades sedentarias, lo que facilita calcular el consumo calórico en cada uno de los contextos (Mantilla Toloza & Gómez-Conesa, 2007).

## Resultados

Nuestra población de estudio varía entre un rango de edad de 18 a 65 años. A partir de los ECG (ver Figura 16) digitalizados del Holter se construyen las series RR o tacogramas (Figura 17). Las series RR (periodo de tiempo entre un latido u otro, o contracción cardiaca a otra) (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019). Este ECG es de un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m

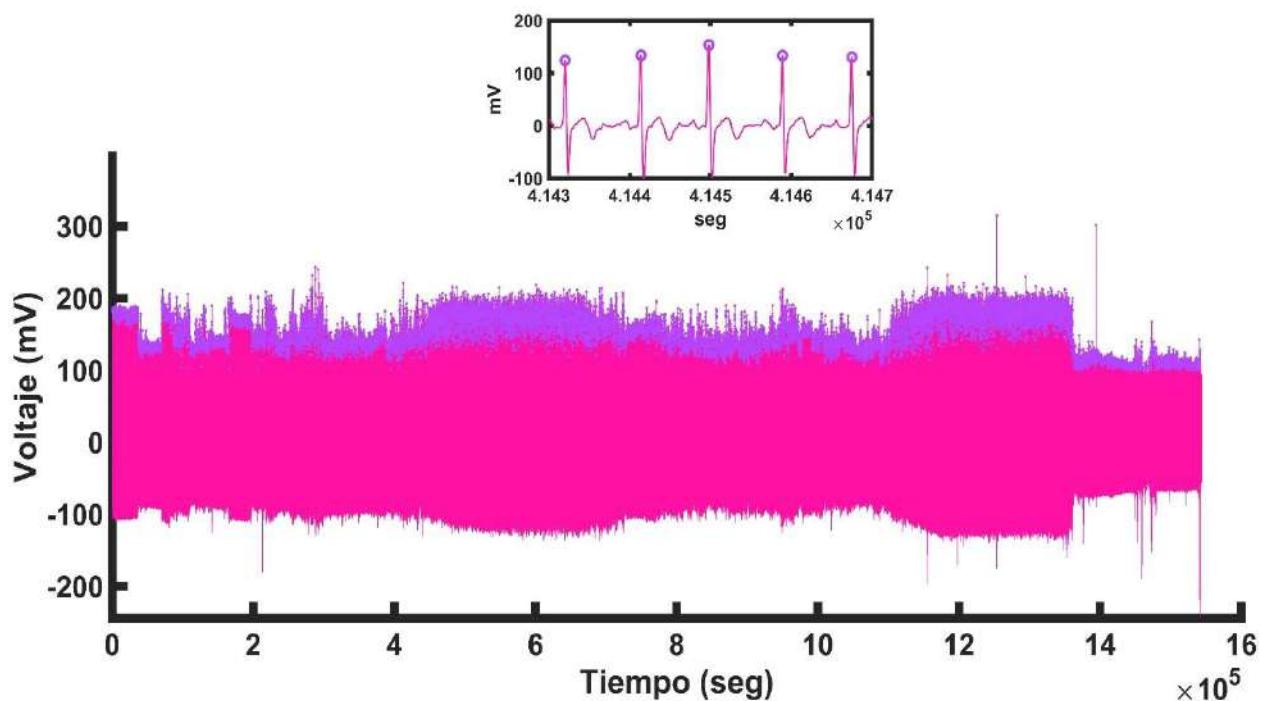


Figura 16. ECG de un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m

Las series nos permiten observar cada una de las etapas de la prueba. Observamos en la imagen las etapas de la prueba de caminado de un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m

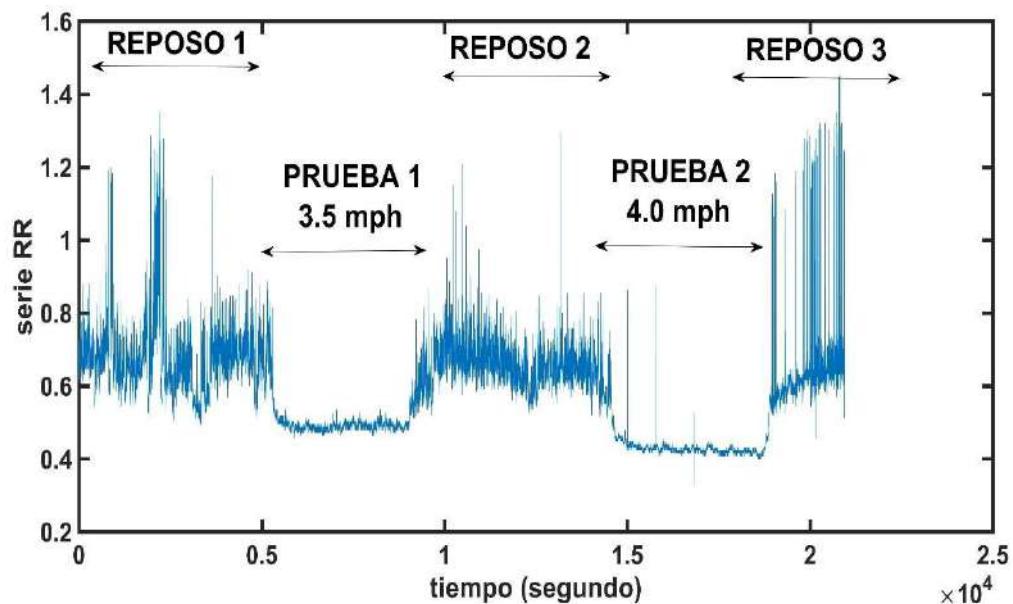


Figura 17. Serie RR de un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m. Se observa cada una de las etapas de las pruebas.

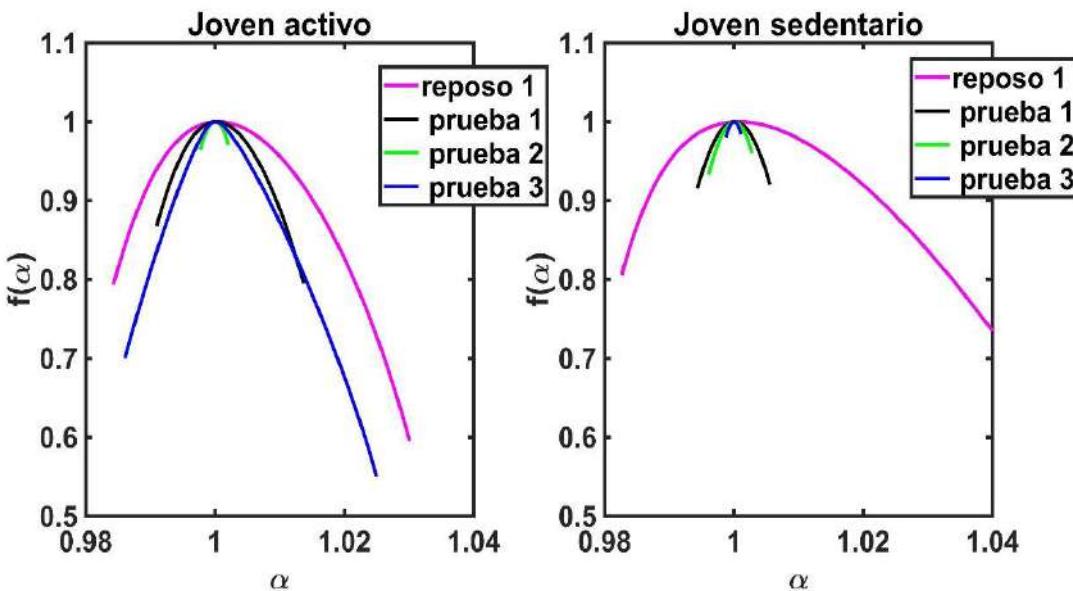


Figura 18. Espectro multifractal de un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m y un joven sedentario de 20 años, peso 88 Kg y estatura 1.76 m.

Una vez identificada cada etapa se extrajeron subseries de cada una de ellas y se procedió hacer el análisis multifractal del primer reposo y cada una de las velocidades (Aguilar Molina, Angulo Brown, et al., 2019; Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

Mostramos en la figura (ver Figura 18) los espectros multifractales para dos casos un joven activo de 21 años, peso 64 Kg y estatura 1.74 m, y un joven sedentario de 20 años, peso 88 Kg y estatura 1.76 m. La prueba de caminado se realizó a tres distintas velocidades (3 mph, 3.5 mph y 4 mph) con tres reposos alternados respectivamente (Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

Se observa que los espectros en reposo son anchos, sesgados a la derecha, asimétricos, con una curvatura pequeña alrededor del máximo, mientras que, para la prueba 1, prueba 2 y prueba 3 los espectros tienden a sesgarse a la izquierda, se vuelven menos anchos, son asimétricos y picudos alrededor del máximo a medida que la velocidad aumenta o sea que la curvatura alrededor del máximo es grande. Así mismo, se nota como los espectros del joven sedentario se estrechan más rápidamente que el caso del joven activo (Aguilar Molina, Muñoz Diosdado, et al., 2019).

## Conclusiones

Como podrás darte cuenta desarrollar este tipo de investigación requiere que conozcas muchos conceptos avanzados y uses distintas herramientas como es el manejo de la programación. Estos temas de interés público como es el sobre peso y la obesidad resultan ser de gran interés como resultado de una epidemia a nivel mundial. El desarrollo de las enfermedades cardiovasculares trae como

consecuencia a los distintos países gastos enormes a nivel salud de ahí la importancia de contar con herramientas que nos permitan de alguna manera retrasar este tipo de enfermedades. Generando conciencia en la población pues la falta de ejercicio es una de las principales causas. En nuestro trabajo pudimos darnos cuenta de que los espectros multifractales de las series de tiempo cuando los sujetos están en reposo presentan características iguales a las personas sanas. Sin embargo, al realizar ejercicio los espectros son parecidos a las personas enfermas e incluso a los casos más graves. Esto no quiere decir que las personas que hacen ejercicio se enfermen sino más bien que las personas con algún problema cardiaco son sometidas a un esfuerzo continuo incluso cuando están en reposo. Te imaginas la importancia de este resultado, el cual te muestra que tu corazón al empezar a enfermar por el sedentarismo se vería forzado a trabajar extra-noche y día. *¿Estarías consiente de sentir ese lup-dup con intensidad en tu pecho todo el tiempo? Te invitamos por lo tanto a que practiques o sigas con tus hábitos de realizar alguna actividad física y a nuestro laboratorio para que realices una prueba de caminado y conozcas que tal lo está haciendo tu corazón.*

## Referencias

- AGUILAR MOLINA, A. M., 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). <https://doi.org/10.3390/e21060581>
- AGUILAR MOLINA, A. M., MUÑOZ DIOSDADO, A., & ANGULO BROWN, F. (2019). SERIES DE TIEMPO DE SISTEMAS COMPLEJOS BASADOS EN UNA NUEVA METODOLOGÍA. INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL.
- 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 POLITECNICO NACIONAL.
- 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. <https://doi.org/10.1063/1.5095916>
- ALEIXANDRE, M. A., & MIGUEL, M. (2007). SÍNDROME METABÓLICO. IN ENDOCRINOLOGIA Y NUTRICION (VOL. 54, ISSUE 9, PP. 473–478). EDICIONES DOYMA, S.L. [https://doi.org/10.1016/S1575-0922\(07\)71487-0](https://doi.org/10.1016/S1575-0922(07)71487-0)
- BARROSO CAMIADE, CRISTINA. (2012). LA OBESIDAD, UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA. ESPACIOS PÚBLICOS, 15, 200–215.

BRAUN, E. (1996). CAOS, FRACTALES Y COSAS RARAS (E. BRAUN, ED.; PRIMERA). FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.

CH IVANOV, P., GOLDBERGER, A. L., & EUGENE STANLEY, H. (2002). FRACTAL AND MULTIFRACTAL APPROACHES IN PHYSIOLOGY. 218–255.

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, 5284–5529.

DUBIN, D. (1976). ELECTROCARDIOGRAFIA PRACTICA LESION, TRAZADO E INTER (D. DUBIN, ED.; TERCERA). McGRAW-HILL PUBLISHING CO.

GOLDBERGER, A. L., AMARAL, L. A. N., GLASS; LEON, HAUSDORFF, J. M., PLAMEN, IVANOV, C., MARK, R. G., MIETUS, J. E., MOODY, G. B., PENG, C.-K., & STANLEY, ; H EUGENE. (2000). PHYSIOBANK, PHYSIOToolKIT, AND PHYSIONET COMPONENTS OF A NEW RESEARCH RESOURCE FOR COMPLEX PHYSIOLOGIC SIGNALS. <http://www.physionet.org>

GOLDBERGER, A. L., N AMARAL, L. A., HAUSDORFF, J. M., CH IVANOV, P., PENG, C., & EUGENE STANLEY, H. (N.D.). SELF-ORGANIZED COMPLEXITY IN THE PHYSICAL, BIOLOGICAL, AND SOCIAL SCIENCES. IN SCIENCES (VOL. 99, ISSUE 1). [www.pnas.org/cgidoi10.1073/pnas.012579499](http://www.pnas.org/cgidoi10.1073/pnas.012579499)

GOLDBERGER, A. L., RIGNEY, D. R., & WEST, B. J. (1990). CHAOS AND FRACTALS IN HUMAN PHYSIOLOGY.

J. FORTUIN NICHOLAS, & L. WEISS JAMES. (1977). EXERCISE STRESS TESTING. CIRCULATION, 56, 699–712. <http://ahajournals.org>

LÓPEZ FARRÉ, A., & MACAYA MIGUEL, C. (2009). LIBRO DE LA SALUD CARDIOVASCULAR DEL HOSPITAL CLÍNICO SAN CARLOS Y LA FUNDACIÓN BBVA (PRIMERA, VOL. 1).

MUNÓZ-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>

PÉREZ GIL ROMO, S. E., ROMERO JUÁREZ, A. G., CANDIANI ROCRÍGUEZ, I., & MARTÍNEZ PIMENTEL, L. M. (2022). OBESIDAD EN MÉXICO: UN ACERCAMIENTO A LA MIRADA SOCIAL EN LOS ÚLTIMOS 16 AÑOS. INTER DISCIPLINA, 10, 91–117.

PLAMEN CH. IVANOV, Luís A. NUNES AMARAL, ARY L. GOLDBERGER, SHLOMO HAVLIN, MICHAEL G. ROSENBLUM, ZBIGNIEW R. STRUZIK, & H. EUGENE STANLEY. (1999). MULTIFRACTALITY IN HUMAN HEARTBEAT DYNAMICS. *NATURE*, 399.

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. (2021). 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](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. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00981>

STANLEY, H., AMARAL, L., GOLDBERGER, A., HAVLIN, S., IVANOV, P., & PENG, C. (1999). STATISTICAL PHYSICS AND PHYSIOLOGY: MONOFRACTAL AND MULTIFRACTAL APPROACHES. *IN PHYSICA A* (VOL. 270). [www.elsevier.com/locate/physa](http://www.elsevier.com/locate/physa)

TALANQUER, VICENTE. (1996). FRACTUS, FRACTA, FRACTAL: FRACTALES, DE LABERINTOS Y ESPEJOS (V. TALANQUER, ED.; PRIMERA). FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.

# PLANEACIÓN, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, CARACTERIZACIÓN, Y USO DE LAS BOBINAS DE HELMHOLTZ

M. W. Aldana<sup>1</sup>, M. Chavarría<sup>2</sup>, M. Tufiño<sup>2</sup>, J. Félix<sup>3</sup>

<sup>1</sup>EFPEM, USAC, Guatemala de la Asunción, Guatemala

<sup>2</sup>Departamento de Física, ESFM-IPN, México., México

<sup>3</sup>Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, Departamento de Física, DCel. C.L.  
Universidad de Guanajuato, León GTO., México

[felix@fisica.ugto.mx](mailto:felix@fisica.ugto.mx)

## Resumen

El campo magnético uniforme, del orden o menor a mili Tesla, tiene aplicaciones diversas en la ciencia básica, la ingeniería, y la tecnología; es una herramienta medular en cualquier laboratorio de física a nivel licenciatura, posgrado, o de investigación científica, para estudiar diversos fenómenos electromagnéticos: el movimiento de cargas eléctricas, el crecimiento de cristales, las fuerzas magnéticas entre campos magnéticos, y otros; y para aplicar en diversas situaciones de ingeniería y tecnología: contrarrestar el campo magnético terrestre en volúmenes pequeños, calibrar medidores de campo magnético, medir la permitividad magnética de los materiales, y otros. Mostramos la planeación, el diseño, la construcción, la caracterización, y el uso de un par de bobinas de Helmholtz, fuente de campo magnético uniforme en volúmenes pequeños. Presentamos los detalles técnicos y los resultados de la caracterización. El cociente del valor universalmente aceptado de la permeabilidad magnética del vacío y del valor medido de la permeabilidad magnética del aire, a 27 °C y 1 atmósfera de presión, es  $(4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T m/A}) / (\text{promedio valor medido T m/A}) = 0.94 \pm 0.09$ . El valor medido de la permeabilidad magnética del vacío coincide estadísticamente con el valor mejor medido mundialmente de la permeabilidad magnética del vacío.

## Objetivo

Planear, diseñar, construir y caracterizar prototipos experimentales para observar y aprender fenómenos electromagnéticos, y para medir características magnéticas de los materiales; en particular planear, diseñar, construir, caracterizar, y usar las bobinas de Helmholtz para estudiar y aprender el principio de Biot-Savart, y medir la permeabilidad magnética del aire. El enfoque seguido es observacional-experimental.

## Marco teórico

Las ciencias naturales, exactas, y experimentales, como la física, se basan en la observación de la naturaleza (Bacon, 1620) -observación libre, observación controlada, y la experimentación, que bien podemos llamar observación analítica-. Con este enfoque, en las ciencias, en particular la física, se han hecho logros espectaculares en los últimos 500 años (Wikipedia, n. d. -a); de esta forma, la física es el basamento donde se sustentan todas las demás ciencias, y tiene implicaciones en todas las ramas de las ingenierías, las tecnologías, y las economías (Institute of Physics, n.d.). Un país basa su independencia tecnológica y económica en su independencia científica, sin menoscabar la cooperación y colaboración internacional. Y la física y las matemáticas, y la computación, son la base de la independencia científica (Wikipedia, n.d. -b).

Los estudiantes aprenden los principios de la física por observación directa de la naturaleza, construyen y operan prototipos experimentales para observar los fenómenos del electromagnetismo, y aprenden a describirlos matemáticamente, aprenden a predecir efectos en la naturaleza y aprenden a corroborarlos o descartarlos observacionalmente.

## Desarrollo

En el método científico se sigue una serie de metodologías comunes a todos los científicos: observar libremente, observar controladamente, y observar experimentalmente los fenómenos de la naturaleza; llevar un registro científico, bitácora o diario científico, de sus observaciones; analizar la información; concluir; generar preguntas; responder las preguntas mediante nuevas observaciones.

### 1. Introducción

En los libros de texto de electromagnetismo se presenta y discute el tema de las bobinas de Helmholtz (Feynman 1964, Jackson 1962, Purcell 1965, Purcell y Morin 2016), como aplicación del principio de Biot-Savart, y se mencionan algunas características físicas que se logran y algunos usos prácticos de éstas. Por lo común, no encontramos en las escuelas de física esta herramienta didáctica y de investigación, a pesar de lo simple de lograr, y lo útil para aprender los principios de la electricidad y el magnetismo.

Las bobinas de Helmholtz es un par de bobinas circunferenciales, planas, paralelas, coaxiales, de igual radio, de igual número de vueltas o espiras, con igual corriente eléctrica entre ellas, y separadas una distancia igual al radio de las espiras; estas condiciones se deducen del principio de Biot Savart al imponer condiciones de uniformidad en el campo magnético generado, ver apéndice matemático. Como

siempre se tienen alambres de un calibre determinado diferente de cero, lograr las condiciones ideales nunca ocurre, se logra en promedio, que resulta cada vez más burdo a medida que el número de vueltas y el calibre del alambre utilizado crecen.

La característica principal de las bobinas de Helmholtz es el campo magnético relativamente uniforme que se logra con la configuración geométrica que las define: la igualdad entre distancia relativa entre las bobinas y el radio de las bobinas. La Uniformidad del campo magnético se logra en el centro geométrico de las bobinas, al conectarlas en serie; y la no uniformidad del campo magnético, el gradiente del campo magnético, se logra al conectarlas en contra serie. El campo magnético logrado en cada caso tiene aplicaciones diversas.

Como herramientas para el aprendizaje de los principios de la electricidad y magnetismo las bobinas de Helmholtz son muy convenientes.

Presentamos la planeación, el diseño, la construcción, la caracterización, y algunos usos de un par de bobinas de Helmholtz.

Para realizar las actividades anteriores, la planeación del prototipo es el primer paso.

## 2. Planeación

Las bobinas de Helmholtz trabajadas deben ser manejables, de tamaño adecuado para usar sensores de campo magnético del orden mT, con dimensiones de 5 mm x 5 mm x 50 mm, con corrientes eléctricas menores a 2 A, hechas con materiales fáciles de conseguir -por ejemplo, láminas de acrílico, conectores eléctricos, alambre esmaltado de Cobre calibre 23 o 28, pegamentos para acrílico, soldadura eléctrica-. Estarán sobre una base de acrílico de 10 cm x 10 cm x 0.3 cm. Cada bobina debe tener 200 espiras. La configuración geométrica debe ser la adecuada para lograr un campo magnético uniforme en el centro geométrico de las bobinas.

Elegimos 2.54 cm como el radio interno de la bobina, con un radio externo de 4 cm, por ser esta dimensión adecuada al volumen de trabajo buscado:  $\pi r^3$ , aproximadamente  $201 \text{ cm}^3$ . Suficiente para colocar el medidor de campo magnético, algunas muestras de materiales para estudiar, algunos otros dispositivos para circular cargas eléctricas, y otros campos magnéticos. Usamos alambres esmaltado calibre 23, y conectores eléctricos, terminal chica con dos tornillos para circuito impreso, 8 A, 300 Vdc.

Después de que se tiene una idea clara, muy aproximada, de lo que se quiere lograr, se diseña el prototipo donde se deben cumplir todas las situaciones anteriores. Las medidas, las formas y los materiales deben ser los finales; si algún detalle faltase, después de probar y usar el prototipo, se rediseña el prototipo.

### 3. Diseño

Como base del diseño físico, se usa el principio de Biot-Savart para obtener la expresión matemática para describir el campo magnético en el centro de geométrico de las bobinas. Ver Anexo A, apéndice matemático, para la deducción, y para encontrar las condiciones geométricas que se deben tener para lograr un campo magnético uniforme en el centro geométrico de las bobinas. Como resultado de este análisis matemático, las condiciones geométricas que se deben lograr en las bobinas de Helmholtz son las siguientes: las bobinas deben ser puestas paralelamente y coaxialmente entre ellas, separadas a una distancia igual al radio de las bobinas. Cada una de las bobinas tendrá 200 vueltas, esta elección es por la intensidad de campo magnético que se quiere lograr, del orden de 100 mT, máximo.

El diseño se muestra en las Figura 1. Fue realizado con la herramienta computacional SolidWorks (SolidWorks, 2015). La Figura 1 es una vista de frente; una vista de lado; una vista superior; y dos vistas en perspectiva. Las Figuras están a escala. Se representan 200 espiras en cada bobina. Con estas vistas se logra una imagen del prototipo.

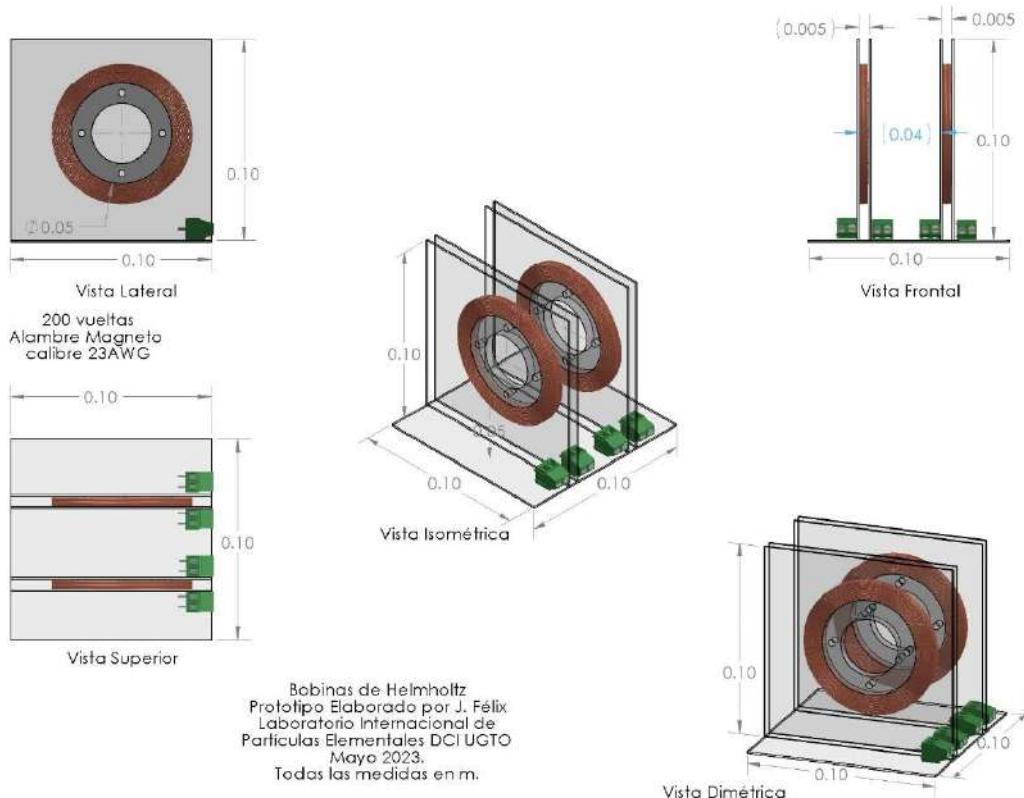


Figura 1 Vistas diferentes del diseño de las bobinas de Helmholtz.

En la construcción se deben de lograr todas las características puestas en el diseño, incluyendo los materiales, y especificaciones técnicas, de cada uno de los componentes del prototipo. Las fuentes de alimentación, los instrumentos de medición, y cualquier otro periférico, no son parte del prototipo. No se deben incluir en el diseño.

#### 4. Construcción

El material elegido como base de las bobinas de Helmholtz fue acrílico, por sus propiedades mecánicas -transparencia, fácil de cortar, pegar, horadar, etc.-, aunque también pueden ser de Aluminio, si es que se genera mucho calor en las bobinas, por el paso de la corriente eléctrica. En caso de calentamiento, las bobinas pueden ser enfriadas por aire.

Se preparan las piezas de acuerdo al diseño. Figura 2 y Figura 3. Los aros que son la base de las bobinas -se cortaron de un tubo de acrílico de 5.08 cm de diámetro exterior y -, las tapas de los aros, y la base de las bobinas -se cortaron de láminas de acrílico mayores-. Se cortan y perforan cada una de las piezas, y se lijjan, si es necesario.

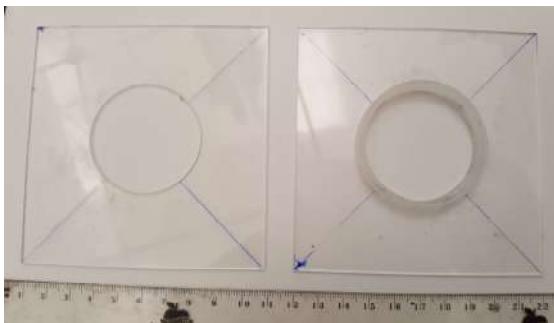


Figura 2 Piezas que forman los carretones para las bobinas de Helmholtz, aro y tope lateral.



Figura 3 Las dos piezas, que forman los carretones para las bobinas de Helmholtz, soldadas.

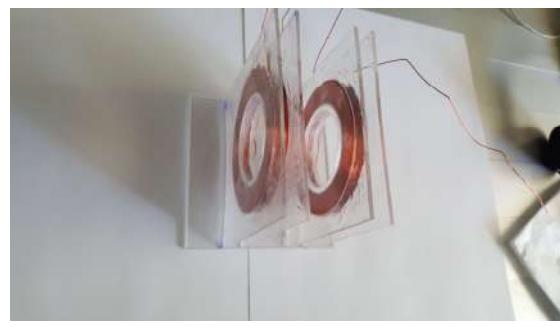
Para cualquier acción realizada, cortar, perforar, soldar o pegar las piezas, se requiere un molde o un sistema de coordenadas, para que queden rectas y escuadradas las piezas cortadas o las piezas soldadas. Los sistemas de corte, por ejemplo, las sierra cintas, ya tienen integrado un sistema de coordenadas a base de reglas, planos y canaletas para colocar y deslizar el material al cortarlo; también los taladros tienen este sistema de coordenadas integrado, para hacer perforaciones y cortes circulares a diferentes ángulos, diámetros y profundidades.

La unión o soldado de las piezas se logró con Pegamento súper glue Gorilla gel. Primero se soldó un aro a una tapa siguiendo el contorno del aro y del corte, y

segundo, para soldar la otra tapa al aro se usó una escuadra alta para alinear y escuadrar las dos tapas. Por este procedimiento se lograron los carretes para las bobinas, y se unieron a la base.

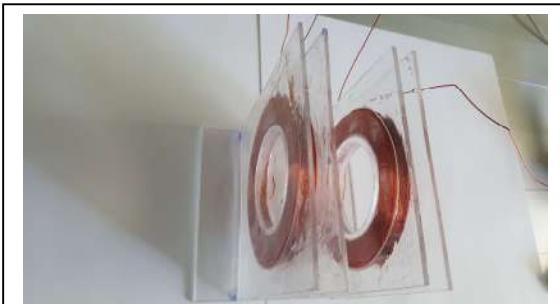


*Figura 4 Los carretes con las bobinas de Helmholtz, ensamble para unir a la base.*

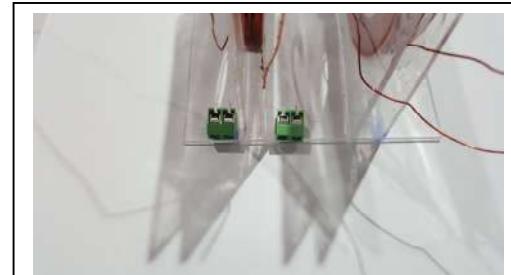


*Figura 5 Los carretes con las bobinas de Helmholtz, soldados a la base.*

El siguiente paso fue embobinar los carretes. El alambre debe quedar tenso y bien hechas las capas uniformes de las espiras, sin que se entrecrucen las espiras. El embobinado se realiza en una hiladora o a mano. Las bobinas quedan hiladas como en la Figura 4, donde ya están puestas para ensamblarse a la base, o ya ensambladas a la base como en la Figura 5 y 6. Y detalle de la colocación de los conectores, Figura 7.



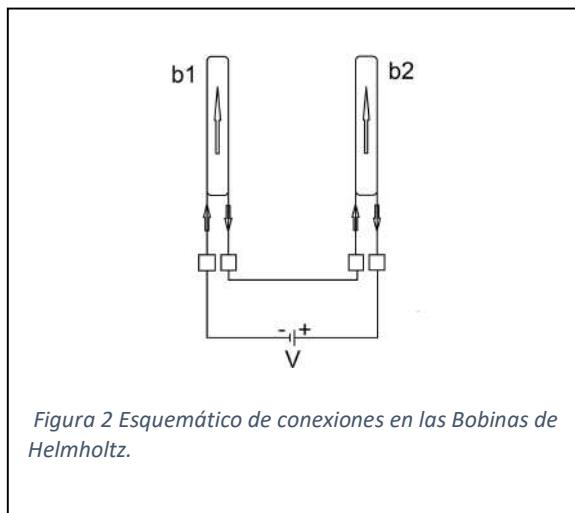
*Figura 6 Los carretes y las bobinas soldados a la base.*



*Figura 7 Detalle de colocación de los conectores en las bobinas de Helmholtz.*

Se colocan los conectores a ambos lados del carrete y se sueldan los extremos de las bobinas, Figura 8, para un diagrama de conexión eléctrica entre las bobinas; quedan como en la Figura 9, donde ya están montadas al gaussmetro para tomar conectar y medidas. Están listan las bobinas de Helmholtz para usarse. Para distinguirlas las etiquetamos como b1, y b2. Y el número de espiras es para cada

bobina  $N_{b1} = 200$ ,  $N_{b2} = 200$ . Hay una flecha curvada con la que se indica el sentido del enrollado de las espiras en cada bobina.



## 5. Caracterización

La resistencia eléctrica medida para cada bobina es  $R_{b1} = 3 \text{ ohm}$ ,  $R_{b2} = 3 \text{ ohm}$ . En total, la resistencia eléctrica, de las bobinas conectadas en serie es 6 ohm.

Las bobinas de Helmholz, en serie, se conectan como en la Figura 9.



Figura 9 Los carretes y las bobinas soldados a la base y montados para medir el campo magnético. Con algunas anotaciones.

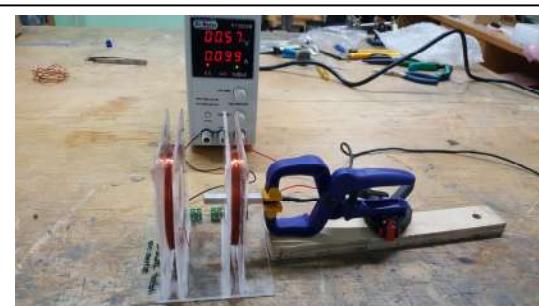


Figura 10 Los carretes y las bobinas soldados a la base y ensamblados para medir. La fuente de voltaje está al fondo.

El voltaje lo aplicamos con una fuente Dr. Meter (Dr. Meter, n.d.). En la carátula de la fuente leemos el voltaje aplicado y la corriente eléctrica generada en las bobinas de Helmholz. Figura 10.

Constatamos que se genera un campo magnético al aplicar una corriente eléctrica a las bobinas mediante una pequeña brújula. La brújula la colocamos en medio de las bobinas y aplicamos 1 ampere de corriente eléctrica. Vemos que la brújula se alinea con el campo magnético producido en el volumen de las bobinas. De esta forma detectamos el campo magnético producido en el volumen de las bobinas de Helmholtz. Figura 9. Cuando dejamos de aplicar voltaje, la corriente eléctrica se vuelve cero, y por consiguiente el campo magnético producido se vuelve cero. Este resultado es muy importante, las fuentes de campos magnéticos son las cargas eléctricas moviéndose con respecto al observador. Es decir, el campo magnético es un efecto relativista, depende del estado de movimiento relativo entre la fuente, cargas eléctricas- y el observador. O lo que es equivalente, los campos magnéticos se producen por la variación de los campos eléctricos en el tiempo en el punto de observación.

La caracterización de las bobinas de Helmholtz (campo magnético contra corriente eléctrica) la realizamos aplicando diferentes voltajes, corrientes eléctricas, y midiendo el campo magnético producido en cada caso con un gaussmetro Apha Lab (Alpha Lab, n. d.). El resumen de los resultados se muestra en la Tabla I. Medimos a lo largo del eje Z, que corresponde al eje coaxial de las bobinas, en el centro geométrico de las bobinas; los ejes XY están sobre una de las bobinas y forman un sistema de coordenadas izquierdo.

La relación entre **B** y **H** es la siguiente:  $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$ , es una definición útil porque **H** es producido por la corriente eléctrica únicamente y la configuración espacial que tenga; y **B** está relacionado con **H** por las propiedades magnéticas del material donde se produzca **H**.

Tabla 1 Componentes del campo magnético como función de la corriente eléctrica que circula por las bobinas de Helmholtz, y el total obtenido como la norma del vector de campo magnético ( $B_x$ ,  $B_y$ ,  $B_z$ ). I, corriente eléctrica; **B**, campo magnético medido, donde se ha restado el campo magnético de la tierra (0.4 gauss en promedio); **H**, campo de inducción magnética; y  $\mu$ .  $\mu$  promedio es  $13.32 \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ .

V(mV)	I(mA)	$B_x$	$B_y$	$B_z$	$B(x10^{-4}\text{T})$	$H(I, a) (\text{A/m}) \times 200 \text{ espiras}$	$\mu (x10^{-7} \text{ Tm/A})$
0	0	0.4	0.03	0.12	0.4	0.00	
57	100	-0.29	-0.35	4.92	4.55	1.8	12.64
114	200	-0.55	-0.68	9.80	9.44	3.6	13.11
171	300	-0.80	-0.98	14.66	14.33	5.4	13.26
228	400	-1.06	-1.28	19.53	19.20	7.2	13.33
286	500	-1.30	-1.60	24.32	24.02	9.0	13.34
344	600	-1.57	-1.89	29.13	28.86	10.8	13.36
404	700	-1.82	-2.21	34.11	33.75	12.6	13.39
464	800	-2.09	-2.49	38.91	38.63	14.4	13.41
529	900	-2.35	-2.80	43.79	43.50	16.2	13.42
591	1000	-2.60	-3.12	48.51	48.30	18.0	13.41

662	1100	-2.86	-3.42	53.57	53.30	19.8	13.45
730	1200	-3.12	-3.74	58.45	58.17	21.6	13.46
798	1300	-3.38	-4.02	63.06	62.75	23.4	13.40
900	1400	-3.65	-4.38	68.10	67.85	25.2	13.46
973	1500	-3.94	-4.68	72.93	72.62	27.0	13.44
Promedio							13.32

Los resultados también se muestran en la Figura 11 para  $B_{\text{total}}$  como función de la corriente eléctrica. Hay una relación lineal entre el campo magnético generado y la corriente eléctrica que circula por las bobinas de Helmholtz.

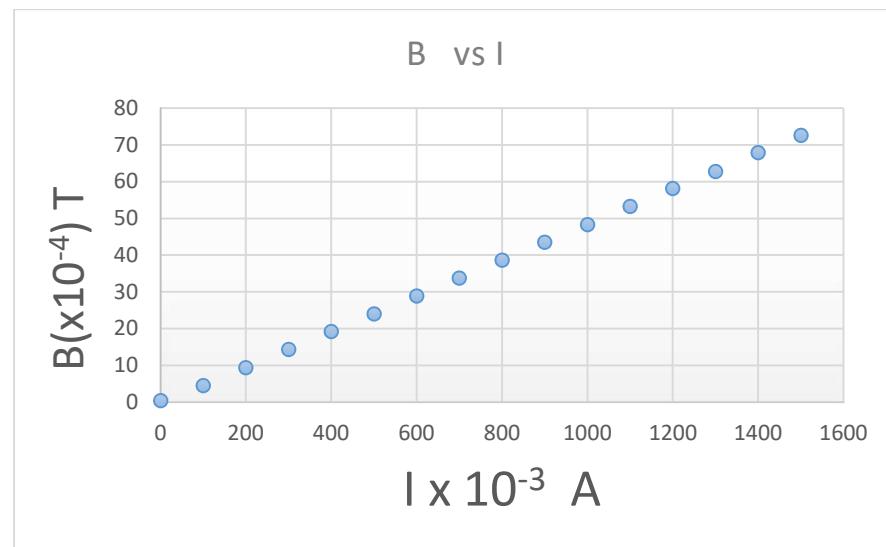


Figura 3 Gráfica de  $B$ , campo magnético total, como función de la corriente eléctrica  $I$ . La dependencia es lineal, los tamaños de los puntos son del orden de las incertidumbres obtenidas.

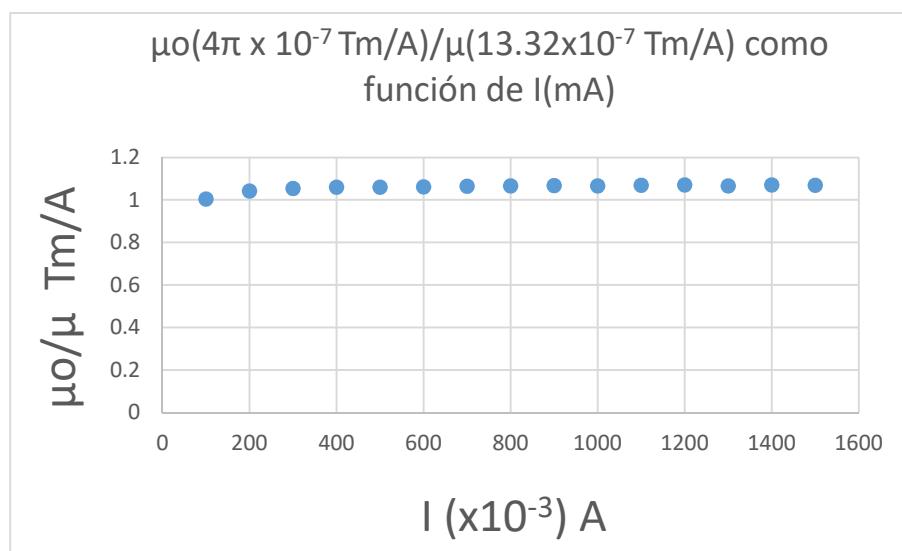


Figura 4 Cociente del valor de la permeabilidad magnética, valor mundialmente aceptado, y el valor medido. Estadísticamente el valor obtenido es consistente con el valor mundialmente aceptado.

Los resultados predichos, de acuerdo a la formulación hecha en la ecuación 4, con 200 espiras es cada bobina, basada en el principio de Biot-Savart, se muestran en la Tabla I, para  $\mathbf{H}$  ( $I$ , a). Concluimos que la descripción del campo magnético, generado por una corriente eléctrica en las bobinas de Helmholtz, coincide con los resultados experimentales. En base a esta concordancia estadística, decimos que entendemos cómo se genera el campo magnético, en particular, en las bobinas de Helmholtz.

También medimos, con los resultados anteriores, la permeabilidad magnética del vacío y la comparamos con el valor aceptado mundialmente. El resultado es  $13.32 \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ , que coincide estadísticamente con el valor aceptado mundialmente.

## 5. Conclusiones

Los estudiantes han aprendido a planear, diseñar, caracterizar, y usar prototipos experimentales para aprender conceptos físicos y principios físicos, en particular un par de bobinas de Helmholtz, para aprender a generar campos magnéticos uniformes, medir campos magnéticos, medir campos de inducción magnética, y medir la permeabilidad magnética del vacío.

Hemos presentado la planeación, el diseño, la construcción, y caracterización de un par de bobinas de Helmholtz. Hemos caracterizado las bobinas de Helmholtz, y hemos medido el campo magnético producido ( $\mathbf{B}$ ), y el campo de inducción magnética ( $\mathbf{H}$ ); hemos medido la permeabilidad magnética del vacío, con valor promedio de  $13.32 \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$ , y el cociente del valor de la permeabilidad magnética aceptado mundialmente al valor medido es  $0.94 \pm 0.09$ ; ambos resultados coinciden estadísticamente.

## Aprendizajes esperados

El estudiante aprenderá a planear, diseñar, construir y caracterizar prototipos observacionales, para estudiar fenómenos físicos de forma controlada. En particular aprenderá cómo generar campos magnéticos uniformes, y cómo caracterizar magnéticamente los materiales, mediante las bobinas de Helmholtz. El estudiante aprenderá a planear, diseñar, construir, caracterizar, y usar un par de bobinas de Helmholtz. Medirá la permitividad magnética del aire, o de vacío. Correlacionará conceptos físicos con fenómenos naturales.

## Referencias

Alpha Lab. (n.d.). *Magnetometers*.

- Bacon, Francis (1620). The New Organon or True Directions Concerning the Interpretation of Nature. [https://constitution.org/2-Authors/bacon/nov\\_org.htm](https://constitution.org/2-Authors/bacon/nov_org.htm).
- Berkeley physics course. (1964). *Physics Today*, 17(11).  
<https://doi.org/10.1063/1.3051259>.
- Dr. Meter. (n.d.). *Power supply*. Retrieved May 16, 2023, from  
<https://drmeter.com/collections/power-supply/products/dc-bench-power-supply-1>.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, M. (1964). The Feynman Lectures on Physics volume II. In *The Feynman Lectures on Physics*.
- Institute of Physics. (n.d.). *Value of Physics to the Economy*. Retrieved May 16, 2023, from <https://www.iop.org/strategy/our-impact/value-of-physics-to-the-economy#gref>.
- Jackson, J. D. (1962). Jackson - Classical Electrodynamics (3rd Ed.).pdf. In *American Journal of Physics*. <https://doi.org/10.1119/1.19136>.
- Nolan, S. (2016). Electricity and Magnetism (3rd ed.) by E Purcell and D Morin. *New Directions in the Teaching of Physical Sciences*, 9.  
<https://doi.org/10.29311/ndtps.v0i9.507>.
- Purcell, E. M. (1965). Electricity and Magnetism, Berkeley Physics Course. In *McGraw-Hill Book Company* (Vol. 2).
- SolidWorks. (2015). introducing solidworks Contents. *Dassault Systèmes SolidWorks*.
- Wikipedia. (n.d.-a). *Econophysics*. Retrieved May 16, 2023, from <https://en.wikipedia.org/wiki/Econophysics>.
- Wikipedia. (n.d.-b). *History of Physics*. Retrieved May 16, 2023, from [https://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_physics](https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_physics).

**Anexo A**

Descripción matemática de las bobinas de Helmholtz.

Con el principio de Biot y Savart, podemos escribir el campo magnético para una bobina circular mostrada en la Figura 13, por donde circula una corriente eléctrica  $I$ . Se produce un campo magnético  $\mathbf{B}(0,0,z)$

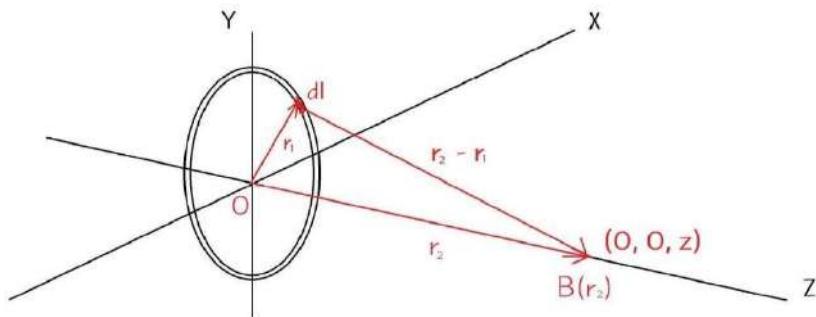


Figura 5 Campo magnético  $B$  en una espira circular de corriente

$$d\mathbf{B}(\mathbf{0}, \mathbf{0}, z) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{d\mathbf{l} \times (\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1)}{|\mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1|^3} \quad 1$$

En el caso para la espira de la Figura 13

$$\mathbf{r}_2 = z\mathbf{k}$$

$$\mathbf{r}_1 = x\mathbf{i} + y\mathbf{j}$$

$$a = |\mathbf{r}_1|$$

El resultado es el siguiente, después de integrar el perímetro de la circunferencia:

$$\mathbf{B}(0,0,z) = \mathbf{k} \frac{\mu_0 I}{2} \frac{a^2}{(z^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \quad 2$$

Si en la bobina hay  $N$  espiras, el campo magnético total  $N$  veces el campo magnético anterior.

El valor del campo magnético es simétrico con respecto a la espira, y en la misma dirección y sentido. Con respecto a la espira, el campo magnético en  $-z$  y en  $z$  es el mismo. Es una función par, de paridad par.

El lector puede escribir la expresión anterior en el caso cuando  $z=0$ . Ésta es la predicción para el campo magnético en el centro de la espira.

Las bobinas de Helmholtz se forman con un par de espiras circulares, iguales, concéntricas, axiales, a determinada distancia  $d$  que se establece imponiendo la condición de uniformidad del campo magnético de acuerdo al radio  $a$  de las Bobinas de Helmholtz. Figura 14.

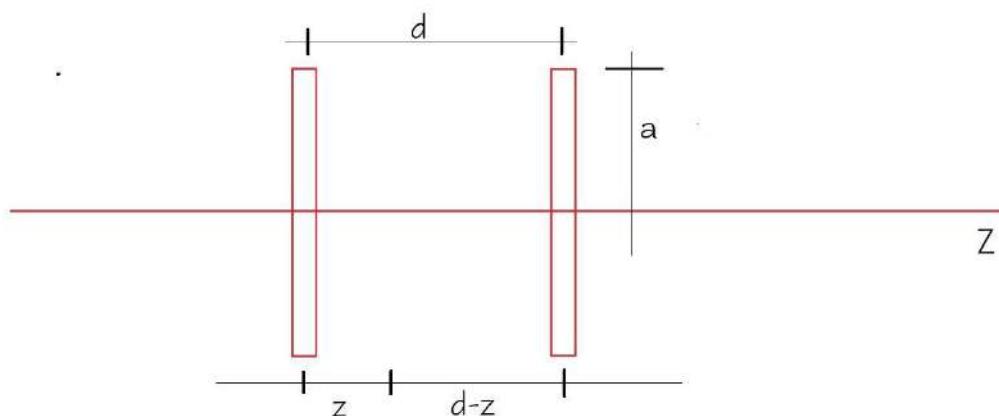


Figura 6 Bobinas de Helmholtz de radio  $a$  separadas una distancia  $r$ .

El campo magnético en  $z$ , debido a las dos espiras, es la suma de los dos campos magnéticos, el producido en  $z$  por la espira izquierda y el producido en  $d-z$  por la espira derecha.

$$\boxed{B(0,0,z) = \mathbf{k} \frac{\mu_0 I a^2}{2} \left( \frac{1}{(z^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} + \frac{1}{((d-z)^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \right)} \quad 3$$

Al imponer que la primera derivada con respecto a  $z$  sea cero, se tiene que  $z = d/2$ . Y al imponer que la segunda derivada sea cero en  $z = d/2$ , se encuentre que  $d = a$ .

Cuando se tienen esos valores en la configuración geométrica de las bobinas anteriores, éstas se conocen como bobinas de Helmholtz.

El resultado para el campo magnético es

$$\boxed{\mathbf{B}(0,0,a/2) = \mathbf{k} \frac{\mu_0 I}{a} \frac{8}{(5)^{3/2}}} \quad 4$$

La tercera derivada con respecto a  $z$  es cero en el centro de las bobinas, como lo puede constatar el lector. La cuarta derivada con respecto a  $z$  no es cero en el centro de las bobinas.  $z = \frac{1}{2}a$ .

Expandiendo en series de Taylor, podemos evaluar la uniformidad del campo magnético en la región

$$\boxed{\mathbf{B}(0,0,z) = \mathbf{B}\left(0,0,\frac{a}{2}\right) + \left(z - \frac{a}{2}\right) \frac{d\mathbf{B}(0,0,z)}{dz} \Big|_{z=\frac{a}{2}} + \dots} \quad 5.$$

5

La expansión hasta el cuarto orden es

$$\boxed{\mathbf{B}(0,0,z) = \mathbf{B}\left(0,0,\frac{a}{2}\right) + \frac{1}{24} \left(z - \frac{a}{2}\right)^4 \frac{d^4\mathbf{B}(0,0,z)}{dz^4} \Big|_{z=\frac{a}{2}} + \dots} \quad 6.$$

Se tiene esta expresión

$$\boxed{\mathbf{B}(0,0,z) = \mathbf{B}\left(0,0,\frac{a}{2}\right) \left(1 - \frac{144}{125} \left(\frac{z - a/2}{a}\right)^4\right)} \quad 7.$$

En la región donde

$$\boxed{\left| \frac{\mathbf{B}(0,0,z) - \mathbf{B}\left(0,0,\frac{a}{2}\right)}{\mathbf{B}(0,0,z)} \right| \leq 10^{-4}} \quad 8.$$

Las variaciones en el campo magnético son menores que 0.0001.

¿Cuál es la variación del campo magnético en el extremo de la bobina con respecto al valor central?

Con el principio de Biot-Savart se obtiene la expresión para el campo magnético en el centro geométrico de la bobina de Helmholtz. Se usa el principio de superposición para campos magnéticos. Imponiendo condiciones de uniformidad, primera y segunda derivada del campo magnético iguales a cero, se obtienen las condiciones geométricas para las Bobinas de Helmholtz.

La variación del campo magnético en los extremos de las bobinas, con respecto al valor en el centro de las bobinas es menor al 6.5%.

Los usos de las Bobinas de Helmholtz como instrumento científico son ilimitados. Por ejemplo, para contrarrestar el campo magnético de la Tierra en una región limitada del espacio.

## Conversatorio: Cambios de representación

Ramón Sebastián Salat Flgols<sup>1</sup>, Marta Cecilia Salazar Aburto<sup>2</sup>, Liliana Suárez Téllez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, México D.F., México

<sup>2</sup> Universidad Central de Chile, Chile

<sup>3</sup> Instituto Politécnico Nacional - DFIE

### Presentación

En este documento se reúnen los resúmenes de las aportaciones de los tres expertos que participaron en el conversatorio “Cambios de representación”, en el marco de las VI Jornadas Académicas de Didáctica de las Ciencias. En dicho conversatorio, narraron sus experiencias en el trabajo con los estudiantes, en relación con el uso de las representaciones, así como la trascendencia de incluirlas y trabajar transformaciones y cambios entre representaciones. Posteriormente compartieron algunos resultados de las investigaciones que han realizado en ese mismo tema. En resumen, el contenido del conversatorio aportó a los profesores argumentos valiosos que fundamentan la importancia de que se trabajen diferentes representaciones para lograr un aprendizaje más completo de los objetos de estudio en matemáticas y en ciencias naturales.

### La teoría de las representaciones

Ramón Sebastián Salat Figols

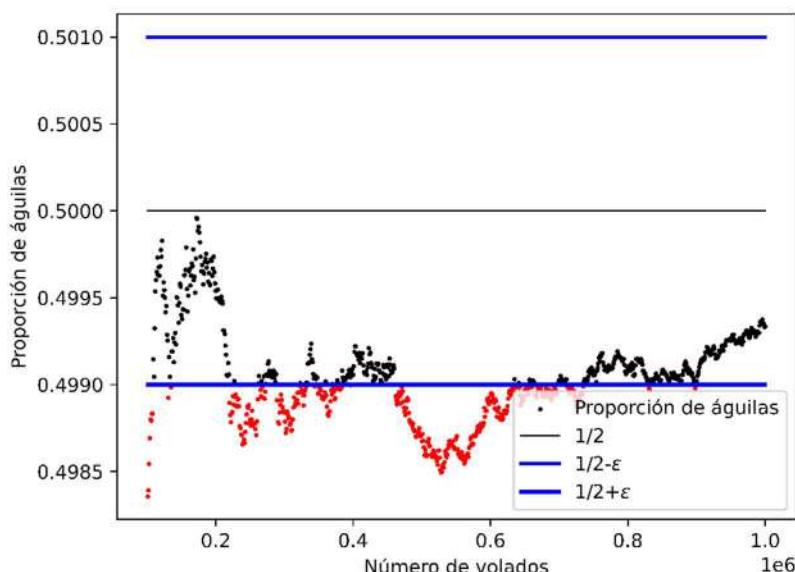
Raymond Duval menciona que no es suficiente en el aula, presentar los conceptos matemáticos a través de definiciones y teoremas que justifiquen la verosimilitud de las afirmaciones desde un punto de vista lógico, sino que es necesario analizar las formas en que este conocimiento se presentan. Menciona que, a diferencia de otras ramas del conocimiento, en matemáticas, los objetos de estudio solo existen en la mente del hombre; por esta razón, para acceder a ellos, es necesario el uso de representaciones. Pero el concepto matemático en la mente, debe trascender a las mismas representaciones para que no se confunda con alguna de ellas. Por lo tanto, es indispensable utilizar varias representaciones del objeto. Durante los procesos cognitivos será necesario modificar una representación, mediante operaciones de transformación, que sigan las reglas que le son propias al registro de representación. Y también serán necesarias operaciones de conversión, entre registros de representación.

Es a través de estas acciones que los conceptos adquieren significado para el estudiante. En este sentido, la teoría de la actividad dentro de un contexto socio cultural, juega un papel importante en la explicación de los procesos cognitivos.

En el aula, es poco el uso de diferentes representaciones, de manera consciente con un propósito y con una planeación previa de las operaciones de transformación y conversión; quizá por el desconocimiento de la teoría.

Por otro lado, existen tecnologías que facilitan el uso de diferentes representaciones y las operaciones de transformación y conversión, tales como algunas calculadoras y el programa Geogebra. Pero su uso está poco extendido en el aula.

En algunos conceptos tal como el de convergencia, tanto en el sentido del Cálculo, como en el de probabilidad, el uso de diferentes representaciones es crucial para la adquisición del concepto. La siguiente gráfica es un ejemplo del uso de las representaciones gráficas, en este caso, acerca de la convergencia en probabilidad.



Además, ésta al igual que muchas otras, puede hacerse dinámica, lo cual amplía las posibilidades cognitivas de las mismas.

Sin duda, es necesario tratar de convencer a los profesores de que el uso de diferentes representaciones por medio de la tecnología apropiada, puede mejorar los resultados en el aula.

### **Las representaciones en la enseñanza del concepto de fracción**

Marta Cecilia Salazar Aburto

El concepto de fracción es uno de los tópicos más complejos y que presenta mayores dificultades en su comprensión en los escolares, sobre todo en la educación elemental. Lo que se puede atribuir a la forma restringida de su

enseñanza. La que se limita a un solo tipo de representación que es la de Parte-todo.

Para alcanzar la comprensión del concepto de fracción es necesario el dominio coordinado de dos o más sistemas de representación.

En una investigación realizada en Chile observando a 18 profesores de 5º de preparatoria, se constató que los profesores presentaron un solo tipo de representación que es el de parte-todo predominando un solo contexto, el continuo, representado con figuras geométricas regulares, donde el estudiante es pasivo en el proceso de enseñanza aprendizaje limitándose a realizar dobles conteo, el total de partes pintadas de una figura y el total de todas las partes de la figura, es decir, realiza un doble conteo de números naturales, los que debe escribir con un mismo y único sistema simbólico de representación como es el a/b.

Este mismo sistema simbólico de representaciones admite diferentes significados del objeto representado. Es decir, a/b es la representación de diferentes constructos como Parte-todo, Cociente, Razón, Operador y Medida. Esto implica que el estudiante no comprende la diferencia conceptual entre ellos.

Cuando los profesores presentan un solo tipo de representación para la comprensión de un concepto matemático, no se puede advertir si efectivamente, comprendieron el concepto, como es el caso de las fracciones, o simplemente lo aplican en forma mecánica como repetición de un proceso de aprendizaje memorístico.

Es necesario plantearse que sucede con los profesores que están enseñando conceptos matemáticos, como son las fracciones, con un solo tipo de representación. Debemos preguntarnos, ¿los docentes presentan un conocimiento acabado del concepto de fracción?

### **Los cambios de representaciones desde una perspectiva socioepistemológica de la matemática educativa**

Liliana Suárez Téllez

La enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas enfrentan una realidad cambiante que a cada momento nos presenta nuevos retos y oportunidades. La transformación de las clases en la época de confinamiento se dio en un periodo muy corto de tiempo y con una velocidad de incorporación de la tecnología como no se había logrado en los treinta años desde que el Internet apareció en el trabajo académico (Serres, 2021). Otras transformaciones, como las que la realidad virtual (Flores-Cruz, 2014), la robótica y más recientemente la inteligencia artificial (Wardat, et al, 2023) representan para la enseñanza de las matemáticas, primero se ha gestado en grupos de investigación y su incorporación al sistema educativo no es tan rápido y aún dependerá de lo urgente y pertinente que lo considere cada uno de los profesores en su salón de clases. Con el propósito de mostrar el papel que tienen las herramientas digitales en las representaciones matemáticas expondré a algunas

anotaciones desde una perspectiva socioepistemológica de las Matemática Educativa y luego bordaré sobre su inclusión en actividades de aprendizaje en el salón de clases.

#### *Herramientas digitales y representaciones de un objeto matemático*

Desde los años noventa las investigaciones realizadas en el Área de Educación Superior del ahora Departamento de Matemática Educativa del CINVESTAV-IPN han señalado la importancia de la visualización de los objetos matemáticos del Cálculo y del Análisis, diversas tesis se desarrollaron para analizar el potencial de la representación gráfica para la comprensión del concepto de función, de límite y de derivada, por hablar de los objetos matemáticos del Cálculo Diferencial (véase, por ejemplo, Ocampo 1994). El derrotero que siguieron estas investigaciones llevó a preguntarse por las ideas germinales de este campo de conocimiento y se consolidaron las investigaciones en torno a las ideas del cambio y la variación a través de la visualización (Hitt, 2003). Años más tarde se comenzaron a trabajar las prácticas matemáticas como la predicción y la acumulación, subyacentes a las ideas fundamentales del Cálculo. En ese devenir de las ideas importantes para el aprendizaje del Cálculo y del Análisis también se han estudiado el potencial que tienen las actividades como la Modelación y la Graficación. Éstas se pueden desarrollar en sí misma sin el uso de la tecnología, pero la incorporación de graficadores, sistemas de cómputo algebraico, software de geometría dinámica o uso de transductores para la generación y procesamiento de datos han abierto la puerta a nuevas experiencias de aprendizaje de modelación (Villa-Ochoa y Suárez-Téllez, 2022) y en su problematización didáctica, en el estudio de estos elementos como estrategias didácticas, como generadores de representaciones accesibles y potenciadores del desarrollo de la visualización. En mi tesis doctoral uno de los objetivos fue explicar las características que las gráficas generadas con herramientas tecnológicas con el propósito de modelar situaciones de variación, conceptualizándose así la categoría de Modelación-Graficación con tecnología. El estudio de la obra de Oresme sobre la figuración de las cualidades nos aportó tres datos epistemológicos, la gráfica antecede a la función, la gráfica es argumentativa y la gráfica evoluciona (Suárez, 2014).

#### *Herramientas digitales y representaciones en el salón de clases*

A continuación, comentaré las implicaciones de estos datos epistemológicos de la Modelación Graficación con tecnología para la generación de experiencias de aprendizaje de las ideas del Cálculo. Pensemos en la siguiente forma de trabajar en el salón de clases, comenzaremos por analizar los cambios de posición de un objeto a partir de la simulación del movimiento, por ejemplo, caída libre, movimiento circular o simplemente una persona que se desplaza de un lugar a otro, discutiendo los cambios de posición, de velocidad, las posibles constantes o variaciones e ir asociando a estos movimientos las funciones lineales, trigonométricas, exponenciales. Al introducir el uso de herramientas digitales los datos que se

generen con el movimiento se traducen en listas de datos que pueden procesarse y arrojar gráficas de tal manera que a una situación de movimiento se asocia una gráfica, como se observa en la Figura 1 y, posteriormente, se hace el análisis algebraico, esta experiencia incluye el análisis analítico de la función, pero asocia, en una primera instancia, gráficas con situaciones de movimiento, aportando una resignificación a las ideas del Cálculo.

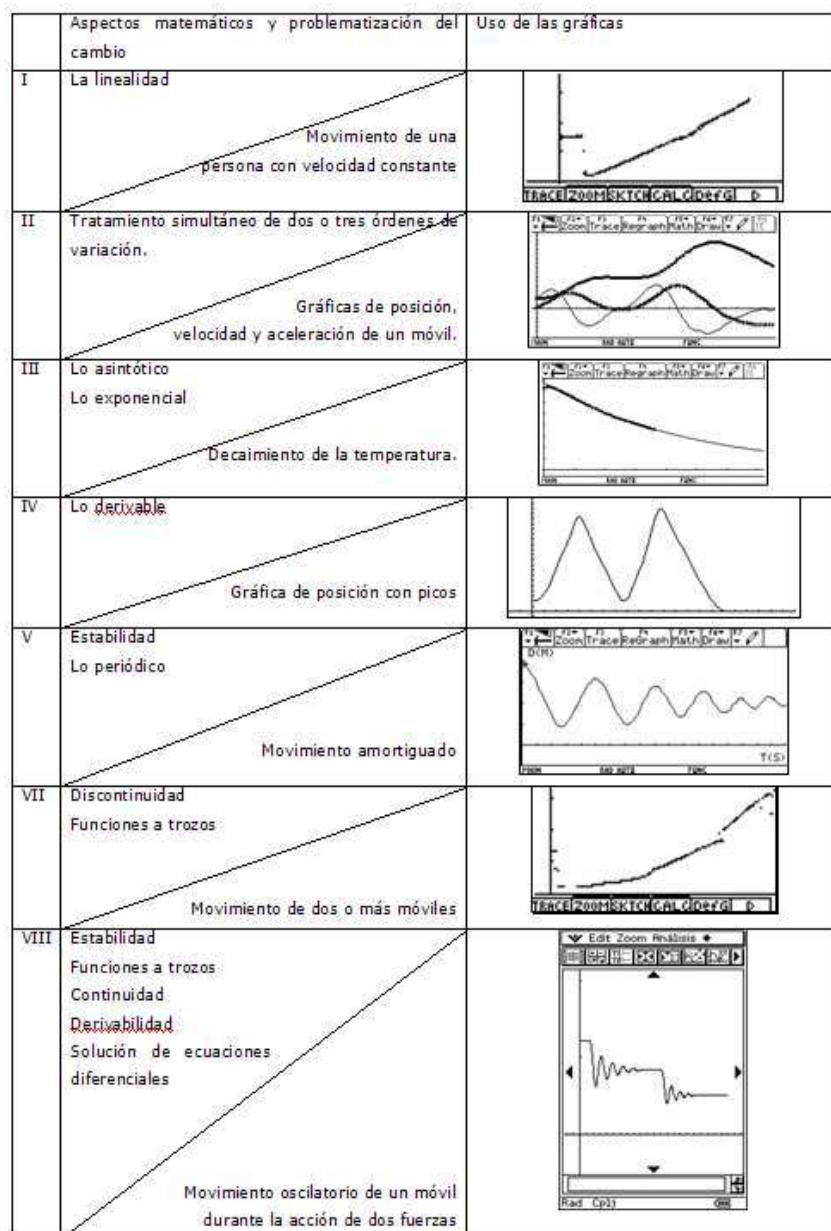


Figura 1. Aspectos matemáticos y problematización del cambio con el uso de las gráficas que modelan situaciones de cambio con tecnología.

Las características de las representaciones obtenidas con las herramientas digitales que hemos observado son: poseen una estructura propia, llevan múltiples realizaciones, enfatiza invariantes, soportan el razonamiento, constituyen argumentaciones en sí misma y son susceptibles de realizar ajustes en su estructura para producir patrones deseables. Con esta trayectoria de aprendizaje se consolida una experiencia nueva en la que las representaciones mediadas con tecnología nos ayudan a consolidar las ideas del Cálculo.

## Referencias

- Ocampo, J. (1992). La dimensión gráfica de los conceptos de límite y derivada: experiencia con profesores de matemáticas. Tesis de Maestría No Publicada. CINVESTAV-IPN.
- Flores-Cruz, J.A. (2014). Usos y aplicaciones de la realidad virtual en la educación. 17 Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. La Habana, Cuba.
- Hitt, F. (2003). Una Reflexión Sobre la Construcción de Conceptos Matemáticos en Ambientes con Tecnología. Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, 10 (2), 213-223.
- Serres, Y. (2021). Impactos de la pandemia por COVID-19 en el currículo matemático: una reflexión personal. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, (20), 333-350.
- Suárez, L. (2014). Modelación-Graficación para la matemática escolar. Ediciones Díaz de Santos.
- Villa Ochoa, J. A., Suárez-Téllez, L. (2021). Computer Algebra System and Dynamic Geometry for Mathematical Thinking. En Handbook of Cognitive Mathematics Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44982-7>
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R., & Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 7(2286), 19. <https://doi.org/https://doi.org/10.29333/ejmste/13272>

# Estrategia didáctica en un curso de Física para desarrollar la metacognición de estudiantes en modalidad híbrida

Víctor Rubén Gallegos Cervantes, Leonor Pérez Trejo

Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Física y Matemáticas, CDMX, México

[vgallegosc1801@ipn.mx](mailto:vgallegosc1801@ipn.mx); [lperezt@ipn.mx](mailto:lperezt@ipn.mx)

## Resumen

Después del término del confinamiento en casa debido a la epidemia por COVID-19, se tuvo que regresar a clases en modalidad híbrida, lo cual implicó volver a diseñar estrategias de enseñanza y evaluación de las unidades de aprendizaje que por dos años se impartieron a distancia. Además, la actitud de los estudiantes era como si tuvieran más necesidad de socializar que de preocuparse por su aprendizaje. En este trabajo se muestra el conjunto de instrumentos y estrategias que se utilizaron para incentivar el desarrollo metacognitivo de estudiantes en un curso de Física de nivel universitario en el que se aborda la nueva modalidad y las necesidades de los estudiantes. A partir de una evaluación diagnóstica que se llevó a cabo por medio de cuestionarios con diversos enfoques se diseñaron actividades para que los estudiantes trabajaran tanto individual como en forma colaborativa. Los resultados de la intervención didáctica fueron bastante optimistas ya que se redujo en un alto porcentaje el índice de reprobación obtenido en la primera parte del curso.

## Objetivo

Diseñar estrategias de enseñanza y evaluación para motivar el desarrollo de la metacognición en estudiantes de un curso de Física de nivel universitario en modalidad híbrida.

## Marco teórico

La metacognición se puede definir como el conocimiento del propio conocimiento y esto se refiere a saber lo que se sabe, aprender a aprender y autorregularse (Ibarra, 2018), las habilidades metacognitivas son aquellas que nos permiten realizar dichos procesos (Allueva, 2002).

Margery Bertoglia (2022) menciona que la metacognición se puede apreciar en tres niveles, primeramente, el tomar conciencia de los propios procesos cognitivos; en segundo lugar, para llevar a cabo esos procesos será necesario planear, monitorear y evaluar. El tercer nivel será el reconocimiento de la metacognición como herramienta para desarrollar el pensamiento crítico.

## Desarrollo

El trabajo se llevó a cabo en el curso de Física II, al tener que emplear el modelo híbrido propuesto por la institución, se utilizó la aplicación Microsoft Teams para poder desarrollar el curso, en el cual había 41 estudiantes, de los cuales debido a las condiciones que enfrentaba cada uno, teníamos 30 alumnos de manera presencial, y 11 en línea.

El esquema que trabajamos se realizó en dos etapas las cuales se usaron con dos bloques del curso para que los estudiantes desarrollaran diferentes habilidades de aprendizaje, en primera instancia de forma individual y después de manera colaborativa. La primera etapa se llevó a cabo cuando se abordó el tema de Fluidos y la etapa dos con el tema de ondas mecánicas.

Previo a la implementación de las actividades didácticas se aplicaron dos cuestionarios, uno que es sobre estrategias cognitivas de aprendizaje CECA y uno que denominamos Emociones. El cuestionario CECA, sirve para conocer los hábitos de estudio del estudiante, y así poder hacer un análisis de los mecanismos que conoce o emplea, y así pueda realizar una autoevaluación sino pueda buscar desarrollar estas prácticas para implementarlas en un futuro. La figura 1 muestra el contenido del cuestionario CECA.

Ítems	Muy de acuerdo 4	Algo de acuerdo 3	Algo en desacuerdo 2	Muy en desacuerdo 1
1. Antes de ponerme a trabajar ordeno mis apuntes.				
2. Elaboro imágenes mentales para visualizar el tema que estoy estudiando.				
3. Me gusta aplicar, siempre que puedo, lo que estudio a la realidad.				
4. Reflexiono sobre las ideas, temas o situaciones que trabajo en un tema determinado.				
5. Me considero una persona ordenada en materia de estudio.				
6. Investigo sobre otras ideas, situaciones o hechos relacionados con el tema.				
7. Prefiero dar sentido práctico a lo que estudio.				
8. Diseño un plan que me permite alcanzar los objetivos de una actividad				
9. Los ejemplos parecidos me ayudan a generalizar mejor lo que estudio				
10. Establezco relaciones de tiempo y espacio entre los objetos, condiciones y eventos.				
11. Me facilita el estudio cuando puedo relacionarlo con casos prácticos				
12. Trato de hacer esquemas cuando organizo el estudio				
13. El lugar que dispongo para estudiar me facilita el estudio.				
14. Ante un problema, busco alternativas de solución, antes de tomar una decisión				

Figura 1. Cuestionario CECA.

Por otro lado, el cuestionario Emociones es importante ya que nos permite identificar el sentir del estudiante sobre las clases en línea y su adaptación al modelo híbrido, por ejemplo, cómo siente el entorno en el que se desarrolla, cuales son sus experiencias con sus cursos en general, su conocimiento previo, su autoestima y su opinión sobre las estrategias que se estaban aplicando.

### ***Etapa 1***

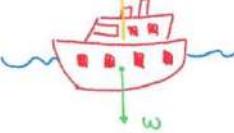
Para esta primera etapa se realizó una actividad de diagnóstico fue necesario conocer algunos aspectos de los estudiantes por eso se aplicaron herramientas para que tuvieran un acercamiento a la estrategia de aprendizaje por lo que su desarrollo fue con un trabajo individual y se empleó para el tema de fluidos. Se aplicó una actividad inicial para identificar los preconceptos y después un cuestionario KPSI para propiciar la regulación del aprendizaje. Finalmente, en esta etapa se aplicó una parrilla de evaluación. A continuación, se describen brevemente cada uno de los instrumentos utilizados.

- Actividad de Diagnóstico Inicial

La actividad diagnóstico inicial funciona para que el alumno plasme sus ideas previas y poder identificar aciertos y errores sobre el conocimiento del tema para después en clase poder abordar puntualmente los conceptos que sea necesario reforzar. Para esta actividad se propuso que los estudiantes describieran el porqué del flotamiento de un barco. En la figura 2 se muestra la respuesta de uno de los estudiantes.

Actividad:

Supongamos que salimos de viaje en grupo, visitamos Acapulco y decidimos dar recorrido en un barco. Ya todos arriba del barco, nos la pasamos a gusto, pero durante el viaje nos cuestionamos ¿por qué el barco no se hunde?, ¿por qué flota el barco?, ¿que factores intervienen para que esto suceda? Escribe todas tus ideas que puedan dar respuesta a las preguntas planteadas.

- Porque el empuje que genera es mayor al peso del barco.
- Porque la densidad del agua es mayor a la densidad del barco.
- Interviene la densidad, el peso y por ende el empuje que genera.
  - > Los materiales son menos densos que el agua.
  - > No debe perder la estabilidad para que no se vuelgue y se hunda

Figura 2. Ejemplo de la actividad inicial y la respuesta de uno de los estudiantes.

- Cuestionario KPSI

El cuestionario KPSI, por sus siglas en inglés, es conocido como inventario de los conocimientos iniciales del estudiante y es un instrumento que sirve para la regulación del proceso de aprendizaje y representa un cuestionario de autoevaluación para los estudiantes que permite realizar la evaluación inicial de sus saberes previos. La intención de este instrumento es que los estudiantes hagan una reflexión sobre su aprendizaje y planeen estrategias para mejorar.

KPSI Hidrostática (Inventario de los conocimientos iniciales del estudiante)				
Para cada uno de los temas enumerados en la primera columna de la tabla, elige el número que describa el dominio que piensas tener del mismo, marcando con una "X" la casilla correspondiente.				
	0 - Ignoro completamente el tema	1 – He escuchado algo del tema	2 – Conozco el tema	3 – Domino el tema, hasta podría explicarlo
Temas	0	1	2	3
Presión hidrostática				
Principio de Pascal				
Principio de Arquímedes				
Tensión Superficial				
Capilaridad				

Figura 3. Cuestionario KPSI.

- Parrilla de evaluación actividad inicial

La parrilla de evaluación permite registrar ciertos criterios para poder identificar diferentes aspectos que el estudiante aplica durante el desarrollo de una actividad, es decir, identifica su propio proceso de pensamiento. La figura 4 muestra un ejemplo de parrilla de evaluación que se aplicó para identificar el proceso cognitivo a l momento de resolver un problema.

Resultados						
Alumno	Entiend o el proble ma	formulo una imagen para el problema	Empleo algún concepto físico	Desarrollo el concepto físico	Ejemplifico de otra manera el problema	Destaco los factores que intervienen
1	X	X	X		X	
2	X		X			
3	X	X	X	X		X
4	X		X	X		X
5	X		X	X		
6	X		X	X		
7	X		X	X		
8	X		X	X		
9	X				X	
10	X		X	X		
11	X		X	X	X	X
12	X		X	X		
13	X		X			
14	X		X			
15	X		X		X	
16	X		X			
17	X		X	X		X
18	X	X	X			
19	X		X	X		
20	X		X	X		X

Figura 4. Ejemplo de parrilla de evaluación para la resolución de un problema.

## **Etapa 2**

Una vez familiarizado la estrategia metacognitiva individualmente, se decidió aplicar como estrategia el trabajo colaborativo, esto debido a las necesidades de los estudiantes de socializar, y de esta manera propiciar el desarrollo de habilidades como tener que aprender a escuchar las opiniones de los demás, haciendo énfasis en que hoy en día la ciencia se desarrolla de manera más colaborativa.

- Cuestionarios líderes

El cuestionario líderes es importante porque consiste en poder observar y clasificar las virtudes de cada uno de los estudiantes en los aspectos académicos, organizadores y emocionales y así saber qué tipo de liderazgo tiene cada uno (Camarena, 2009). Con los resultados obtenidos se formaron los equipos de trabajo, donde en cada uno debía haber un líder de cada personalidad.

- Preguntas y problemas en equipo

Ya con los equipos formados se trabajó la discusión de preguntas (ver figura 5) y resolución de problemas de manera colaborativa donde los estudiantes tenían que desarrollar habilidades como: aprender a escuchar, a expresarse y a definir ideas. Se les pidió que las respuestas por escrito se entregaran cumpliendo con las etapas que se sugieren en el libro de texto utilizado “Física Universitaria” de Sears, Zemansky, Young y Freeman (2009) las cuales son identificar, plantear, ejecutar y evaluar. Estas etapas son equivalentes a las identificadas por Polya (2016). Después de las sesiones en equipo se solicitó hacer una evaluación sobre desempeño personal y el del equipo.

- Explique por qué no tendría sentido utilizar un termómetro de vidrio de tamaño normal, para medir la temperatura del agua caliente contenida en un dedal.
- ¿Por qué se revientan las tuberías de agua congeladas? ¿Se rompería un termómetro de mercurio a temperaturas por debajo del punto de congelación del mercurio? ¿Por qué?
- ¿Debemos agregar calor a un objeto para aumentar su temperatura? Si agregamos calor a un objeto, ¿debemos elevar su temperatura? Explique su respuesta.
- Los viajeros del desierto a veces guardan agua en bolsas de lona. Algo de agua se filtra por la lona y se evapora. ¿Cómo enfria esto el agua del interior?
- Recién que salimos de la regadera, sentimos frío; pero apenas nos secamos sentimos menos frío, aunque la temperatura del cuarto no cambió. ¿Por qué?

Figura 5. Ejemplo de preguntas propuestas para el trabajo de equipo.

### Aprendizajes esperados

Con la propuesta didáctica desarrollada en este trabajo se espera que los estudiantes desarrollen habilidades metacognitivas tales como:

- Pensamiento crítico,
- Regulación en sus aprendizajes,
- Ser conscientes de sus fortalezas y debilidades académicas para gestionar sus propios procesos metacognitivos,
- Trabajar colaborativamente asumiendo diferentes roles para lograr objetivos comunes.

### Referencias

Allueva, P. (2002), Conceptos básicos sobre metacognición. *Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención*, España, Consejería de educación y Ciencia, Diputación general de Aragón.

Bisbal, J. J., Casellas, E., Jorba, J., *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes*, Universidad Autónoma de Barcelona. Instituto de Ciencias de la Educación. (1997).

Camarena, P. La matemática en el contexto de las ciencias, Innovación educativa, (2009) México.

Ibarra Morales A., Diseño de herramientas para desarrollar la metacognición en estudiantes de Licenciatura en Física y Matemáticas, Tesis de Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional, México 2018.

Margery Bertoglia E., La metacognición y el modelo PLTL, capítulo 1 de Estrategia PLTL: Manual de gestión interdisciplinaria, Editado por Universidad Ana G. Méndez, Puerto Rico, 2022.

Polya, G. *Como Plantear Y Resolver Problemas*, Ed.Trillas, 2016.

Sears, Zemansky, Young y Freeman, "Física Universitaria" (2009)

# Distinción entre energías cinética y total en choque con barrera de potencial

Laura Fernanda Toledo Alvarado<sup>1</sup>, José Manuel Rivera Rebollo<sup>1\*</sup> y Ricardo Gaitán Lozano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Politécnico Nacional. Edificio 9, Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”, 07738, Ciudad de México, México.

<sup>2</sup> Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Campo 1, Universidad Nacional Autónoma de México

Departamento de Física, ESFM-IPN, México D.F., México

[jriverare@ipn.mx](mailto:jriverare@ipn.mx), [riverareb7@gmail.com](mailto:riverareb7@gmail.com), [Itoledo1400@alumno.ipn.mx](mailto:Itoledo1400@alumno.ipn.mx)

## Resumen

En el problema del choque de una partícula con una barrera de potencial, por ejemplo, de una partícula  $\alpha$  con un potencial repulsivo colombiano, se presenta la situación de distinguir a la energía cinética  $T$  de la energía total  $E$ , ello debido a que tales energías coinciden en el infinito y se llega a la confusión de afirmar que la energía total y la energía cinética son iguales, pero durante el proceso de aproximación al potencial las energías se desdoblán, siendo la energía cinética ahora diferente de su valor inicial.

En este trabajo se trata de tener una forma gráfica para poder diferenciar estas energías, la figura propuesta da al lector una visualización y abstracción mejor adecuadas para dicha distinción.

Palabras clave: Distinción, energías, barrera.

## Objetivo

El objetivo en este trabajo es el tener una manera de hacer la distinción respectiva visualizando cómo se reparten las energías en la partícula como tal. Para evitar que se tome a  $T$  por  $E$  en la zona intermedia, lo que se ha propuesto es agregar a la figura en cuestión una serie de representaciones de partículas sucesivas, logrando así diferenciar las energías  $U$  y  $T$  por medio de la asignación de colores para cada una, radicando aquí la importancia del tema, de esta manera siendo más fácil su distinción e identificación.

## Marco teórico

Consideremos el choque de una partícula, tal como la  $\alpha$ , a una barrera de potencial repulsiva, como lo es el potencial colombiano  $U \approx \frac{1}{r^2}$ . En primera instancia, no percatamos de que sus energías cinética y total tienen el mismo valor en infinito, pero a medida que nos acercamos a la barrera, la primera va tomando diferentes valores que el inicial. Aunque los libros texto no se preocupan mayormente por

hacer alguna diferenciación en este punto [1 – 3] mejor conocida como la zona intermedia, como se propone en nuestra figura, creemos que es pertinente incursionar en el detalle del camino de la partícula hacia el potencial para conseguir forma de “separar” las energías “dentro” de la misma partícula.

## Desarrollo

Se tiene entonces que la energía total  $E$  de la partícula incidente “en el infinito”, es decir, cuando se encuentra suficientemente alejada del centro de fuerzas causante del potencial, es numéricamente igual a su energía cinética en esa posición  $T_\infty$ . Posteriormente, ver fig. 1, en parte tomada de [1], excepto por las esferitas que representan a la partícula incidente con la energía potencial en color oscuro, aquella avanza hacia el potencial  $U$  que la repele, pero que, debido a su energía de impacto, se acerca al centro de fuerzas de  $U$ . Es en este trayecto que la partícula se “sumerge” en el potencial, cambiando por lo tanto la expresión para su energía de

$$E = T_\infty, \quad U = 0, \quad (1)$$

a la forma tradicional:

$$E = T + U, \quad (2)$$

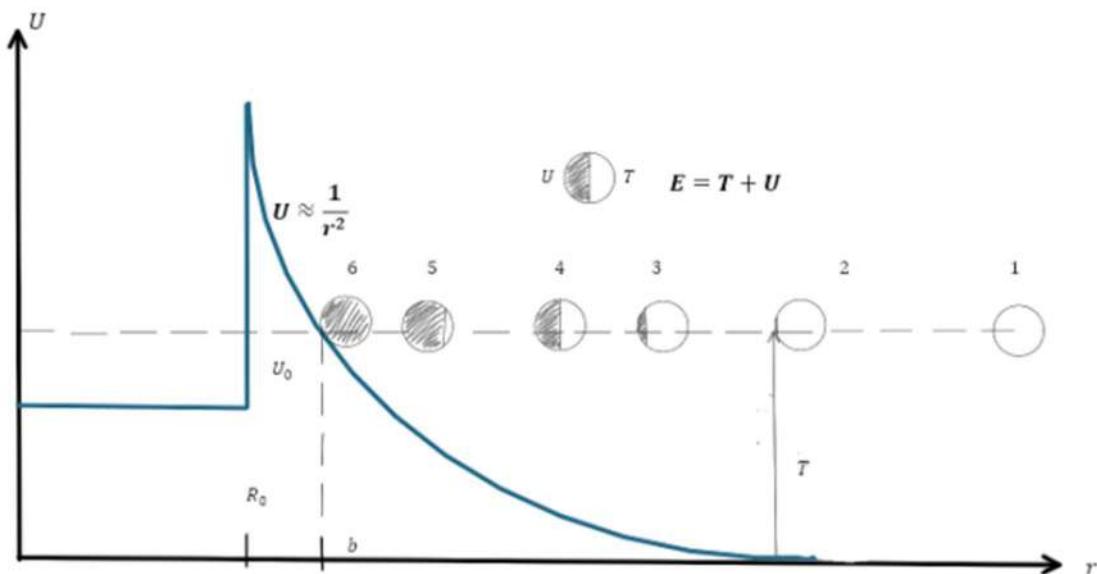


Fig 1. Representación progresiva de Energía T, U y E

De acuerdo con esto, tenemos a continuación el desglose de los porcentajes respectivos de las energías, como se muestra en la tabla 1:

**Tabla 1. Porcentajes de las energías**

Partícula	1	2	3	4	5	6
%T	100	100	75	50	25	0
%U	0	0	25	50	75	100
%E	100	100	100	100	100	100

El valor para  $E$  se mantiene constante en todo el recorrido, ya que se trata de un campo conservativo. Asimismo, durante el trayecto, la energía cinética empieza a decrecer de manera continua desde su valor inicial  $T_\infty$  hasta su valor mínimo de cero en el punto de retorno  $b$ , de tal suerte que en los puntos intermedios del intervalo  $(\infty, b)$ ,  $T$  toma valores cada vez menores, según se esquematiza en la fig. 1.

Por lo tanto, lo que originalmente era  $T_\infty$ , también denotado en algunos libros como  $T$ , es decir,

$$E_i = T_\infty = T, \quad (3)$$

se convierte en puntos intermedios simplemente en

$$E_{int.} = E, \quad (4)$$

Con

$$E_i = E_{int.}, \quad (5)$$

Es decir:

$$T = E, \quad (6)$$

Y es en este punto donde surge la confusión entre  $T$  y  $E$ , ya que en esta zona  $T$  es menor que  $E$ .

Apuntemos aquí que la probabilidad de penetración de barrera cuando la partícula  $\alpha$  proviene del exterior, tal como se ha tratado aquí, para un núcleo pesado es de [3]:

$$P \approx 10^{-40}, \quad (7)$$

y de ahí la dificultad de que la atraviese, y por ende de que ingrese dentro del núcleo. En la situación inversa, esto es, con

la partícula dentro de un pozo de potencial nuclear, una vez que se ha separado del núcleo original, e intentando cruzar la barrera coulombiana de “altura” dada por  $U \approx \frac{1}{R_0^2}$  ( $R_0$  = rango de fuerza nuclear = anchura del pozo) con una energía cinética de por ejemplo  $44 \text{ MeV}$ , se tiene para su velocidad [3]:

$$v^2 = \frac{2T}{m_{0\alpha}} \approx 0.15 c, \quad (8)$$

siendo esta energía cinética interna diferente de la externa incidente, ver ecs. (3) y (6); entonces, la frecuencia de impactos contra la barrera es

$$\omega \approx \frac{v}{R} = 6 \times 10^{21} \frac{1}{\text{s}}. \quad (9)$$

y su probabilidad de emisión del núcleo es, de (7) y (9):

$$P' \approx \omega P \approx 10^{-18} \frac{1}{\text{s}}, \quad (10)$$

a compararse con la probabilidad (7) de penetración externa de la barrera.

### Aprendizajes esperados

Hemos hecho aquí una presentación del problema de la interacción de una partícula externa  $\alpha$  sobre una barrera coulombiana, en el cual básicamente nos centramos en el tema de los valores de la energía cinética  $T$  en diferentes puntos mientras alcanza el de retorno. Para evitar que se tome a  $T$  por  $E$  en esta zona, lo que se ha propuesto es agregar a la figura en cuestión una serie de representaciones de partículas sucesivas, diferenciando las energías  $U$  y  $T$  por medio de la asignación de colores para cada una, ver fig. 1, de esta manera siendo más fácil su distinción e identificación.

### Referencias

- [1] "Concepts of Modern Physics", 2nd. Ed., Int. Stud. Edition, Arthur Beiser, McGraw –Hill Kogakusha, 1973. Tokyo, Düsseldorf, pp. 375-378.
- [2] "Theory and problems of Quantum Mechanics", Yoav Peleg, Reuven Pnini, Elyahu Zaarur, New York, 1998, Schaum-McGraw-Hill, pp. 37-39.
- [3] Ashok Das y Thomas Ferbel, Introduction to Nuclear and Particle Physics, John Wiley, 1994, New York, pp. 73-76

# Implementación didáctica para la elaboración de un circuito simulador de un control remoto

Juan M. Contreras Reyes, Francisco N. Camacho Chan, Erika P. Reyes Medina  
e-mail: [yah\\_ely@yahoo.com.mx](mailto:yah_ely@yahoo.com.mx)

**Resumen.**- Esta investigación se enfoca específicamente en la asignatura temática de Mecánica Cuántica, que forma parte del plan de estudios de la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica. Al crear un simulador de control remoto, los estudiantes podrán experimentar con los principios cuánticos en un contexto práctico y tangible, lo que les permitirá consolidar sus conocimientos y habilidades.

**Palabras Clave:** Teoría de bandas, LED infrarrojo, Semiconductores.

## OBJETIVO.

- El objetivo principal es crear un formato de práctica para la elaboración de un circuito simulador de control remoto, el cual pueda proporcionar a los estudiantes una experiencia práctica que les permita comprender mejor los conceptos teóricos de la física cuántica y su aplicación en la tecnología de las comunicaciones y la electrónica.
- Detallar los contenidos temáticos de esta actividad sobre experiencias previas desarrolladas en el propio curso, con la implementación efectiva de este proyecto.

## INTRODUCCIÓN.

La enseñanza de la mecánica cuántica en el nivel superior puede ser complicada debido a que algunos fenómenos no pueden ser observados a simple vista. Sin embargo, es posible superar estas dificultades mediante la práctica y la experimentación. Por ejemplo, al construir un circuito simulador de control remoto usando la protoboard y al identificar el tipo de semiconductor utilizado en un led infrarrojo, los estudiantes pueden experimentar y observar los efectos de la física cuántica en la práctica. De esta manera, se puede facilitar la comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en situaciones concretas. En resumen, la práctica y la experimentación pueden ser herramientas valiosas para mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la física cuántica.

También es importante destacar que este proyecto no solo tiene aplicación en la asignatura de mecánica cuántica, sino que tiene un paralelismo con otras materias de la misma carrera: circuitos CA y CD, así como dispositivos electrónicos. Sin

embargo, en este caso, se enfocará desde una perspectiva relacionada con la enseñanza y el aprendizaje de la física cuántica. De esta forma, se puede proporcionar una experiencia más integrada y completa en la formación de los estudiantes.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Para resolver el impacto de la enseñanza de las teorías y conceptos en Mecánica Cuántica, se presenta el siguiente proyecto temático para evaluar este curso, donde se aplicará el Proyecto Tuning de América Latina como metodología de investigación, de acuerdo a las competencias consecuentes:

- Aplicar el conocimiento teórico de la física en la realización e interpretación de experimentos.
- Describir y explicar fenómenos naturales y procesos tecnológicos en términos de conceptos, principios y teorías físicas.

Lo anterior, con la finalidad de reafirmar el contenido que se presenta para la asignatura de Mecánica Cuántica y Mecánica Estadística, del 4º. semestre de la Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, de la E.S.I.M.E.

En el plan de estudios de la materia, se tiene como objetivo general, que el alumno analice los modelos mecano-cuánticos que se manejan en los dispositivos electrónicos de estado sólido, aplicando los conceptos básicos de la mecánica cuántica.

Por lo cual, se ha planteado como metodología de la asignatura, la búsqueda por parte del estudiante de temas afines, la exposición y análisis grupal, el reforzamiento de conceptos en el laboratorio y la elaboración de un reporte, por equipos, de fenómenos observados o actividades de aplicación en tecnología desarrolladas, de acuerdo con el plan de estudios de la carrera de I.C.E., que data del año 2004.

Con esto, se describe con propósitos de enseñanza un formato explícito y desglosado de una práctica de laboratorio, para la elaboración de un circuito simulador de control remoto, tomando en consideración, los antecedentes de actividad trabajada en clase, donde se observa que es importante reforzar los contenidos temáticos, además, del armado como tal del circuito.

### **MARCO TEÓRICO.**

La elaboración de un circuito simulador de control remoto infrarrojo involucra la aplicación de principios teóricos y prácticos de la electrónica, la física y la tecnología

de la comunicación. En primer lugar, es importante comprender el funcionamiento de los circuitos infrarrojos utilizados en los controles remotos de los televisores y otros dispositivos. Estos circuitos se basan en la emisión y recepción de señales de infrarrojos, que son ondas electromagnéticas con una longitud de onda mayor que la luz visible. La emisión de estas señales se logra mediante el uso de diodos emisores de luz en el infrarrojo, que convierten la corriente eléctrica en señales de infrarrojos. Por otro lado, la recepción de las señales se logra mediante el uso de fotodioides o fototransistores, que convierten las señales de infrarrojos en corrientes eléctricas detectables por el circuito.

La construcción de un simulador de control remoto infrarrojo también implica el uso de componentes electrónicos como resistencias, capacitores y transistores, así como la aplicación de principios teóricos de la electricidad, la electrónica y la teoría de circuitos. Además, se requiere de habilidades prácticas como la soldadura y la construcción de circuitos en protoboard, para implementar el diseño del simulador.

En primer lugar, la teoría de bandas es importante para entender cómo funcionan los semiconductores, que son materiales fundamentales utilizados en la fabricación de componentes electrónicos, como los diodos emisores de luz (LED).

### **Teoría de bandas.**

La teoría de bandas de la física del estado sólido, explica la conductividad eléctrica de los sólidos en términos de la estructura de bandas electrónicas en el material. La teoría describe cómo los electrones en un sólido se distribuyen en diferentes niveles de energía, llamados bandas, y cómo estos niveles de energía están relacionados con la conductividad eléctrica y otras propiedades del material.

En general, los sólidos pueden ser clasificados como conductores, aislantes o semiconductores, y la teoría de bandas ayuda a explicar las diferencias entre estos materiales. En los conductores, los electrones tienen una banda de energía parcialmente llena, que se extiende desde el nivel de energía más bajo hasta un nivel de energía más alto. En los aislantes, hay una brecha energética entre la banda de valencia y la banda de conducción, lo que significa que los electrones no pueden moverse fácilmente entre las bandas. En los semiconductores, la brecha energética es más pequeña y los electrones pueden ser excitados para saltar a la banda de conducción con relativamente poca energía.

En la figura 1, se ilustra la estructura de bandas en un sólido.

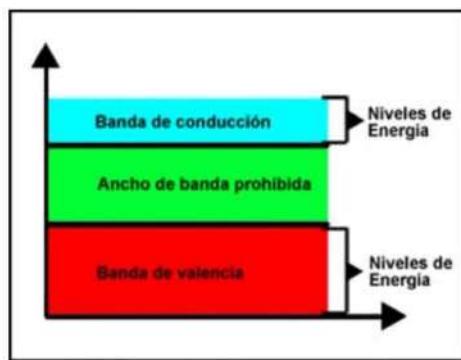


Figura 1. Bandas de energía.

La banda de valencia se muestra en la parte inferior, y la banda de conducción se observa en la parte superior. La brecha energética entre éstas, se llama banda prohibida (o GAP, del inglés para brecha).

En la figura 2, se describe la relación entre la estructura de bandas y la conductividad eléctrica.

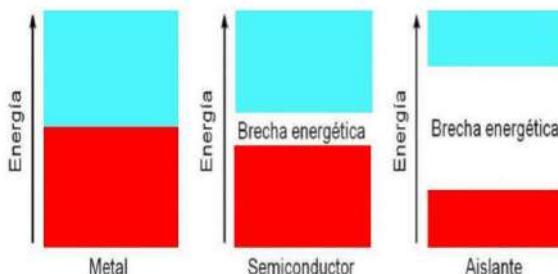


Figura 2. Tipos de materiales.

Los conductores tienen una banda de conducción parcialmente llena, mientras que los aislantes tienen una brecha de energía grande, y los semiconductores tienen una banda de energía prohibida más pequeña que los aislantes, pero mayor que los conductores.

### Semiconductores.

Los tipos de semiconductores también son importantes en la elaboración de un circuito simulador de control remoto infrarrojo. Los semiconductores se dividen en dos categorías: tipo N y tipo P, según la cantidad de huecos de electrones (P), y los electrones libres (N) presentes en su estructura.

En un semiconductor tipo N, hay más electrones libres que huecos de electrones, mientras que en un semiconductor tipo P, hay más huecos que electrones libres.

## ¿Qué son los huecos de electrones?

Los huecos de electrones, también conocidos como vacantes de electrones, son áreas donde falta un electrón en la estructura cristalina de un material semiconductor. En un material conductor, como un metal, los electrones libres pueden moverse libremente a través del material, pero en un material semiconductor, la cantidad de electrones libres es mucho menor.

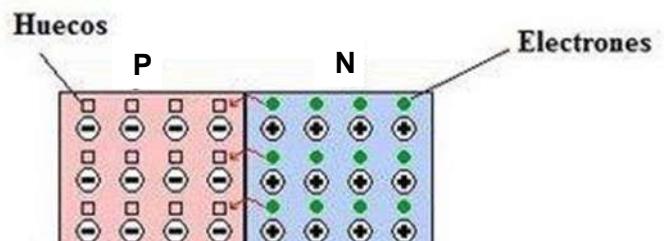


Figura 3. Configuración para portadores de carga.

Cuando un electrón se libera de un átomo en un material semiconductor, deja detrás de sí un hueco, una región donde falta un electrón. Estos huecos pueden moverse a través del material con cierta facilidad y son considerados portadores de carga positiva. En los dispositivos electrónicos, como los diodos, los huecos de electrones se manipulan para controlar el flujo de corriente eléctrica a través del material semiconductor. Por ejemplo, en un diodo, los huecos de electrones son utilizados para crear una zona de agotamiento, que controla el flujo de corriente en una dirección determinada.

## El LED.

LED es el acrónimo en inglés de Light Emitting Diode, que en español significa Diodo Emisor de Luz. Los LED se basan en el principio de la emisión de luz por un semiconductor cuando se aplica una corriente eléctrica.

Los LED se pueden clasificar según el material semiconductor utilizado, como LED de arseniuro de galio (GaAs), LED de fosfuro de aluminio-galio (AlGaAs) y LED de nitrógeno de galio (GaN). Cada tipo de LED tiene diferentes propiedades eléctricas y ópticas, que los hacen más adecuados para ciertas aplicaciones.

Tabla 1. Tipos de semiconductores (GAP).

Banda prohibida (Banda GAP).				
Material.	Símbolo.	Banda GAP (eV).	Cálculo de las diferencias de energías (eV).	Apropiado para un LED infrarrojo.
Germanio	Ge	0.67	$ 1.24 - 0.67  = 0.57$	
Silicio	Si	1.11	$ 1.24 - 1.11  = 0.13$	✓
Fosfuro de Indio	InP	1.35	$ 1.24 - 1.35  = 0.11$	✓
Arseniuro de Galio	GaAs	1.43	$ 1.24 - 1.43  = 0.19$	✓

Telururo de Cadmio	CdTe	1.49	$ 1.24 - 1.49  = 0.25$	
Seleniuro de Cadmio	CdSe	1.73	$ 1.24 - 1.73  = 0.49$	
Selenio	Se	1.74	$ 1.24 - 1.74  = 0.50$	

### Diagrama del LED.

Un LED es un dispositivo electrónico que consta de una unión P-N y una capa de material semiconductor, que emite luz cuando se aplica una corriente eléctrica en la dirección adecuada.

En la figura 4, se muestra un diagrama básico de los componentes internos de un LED.

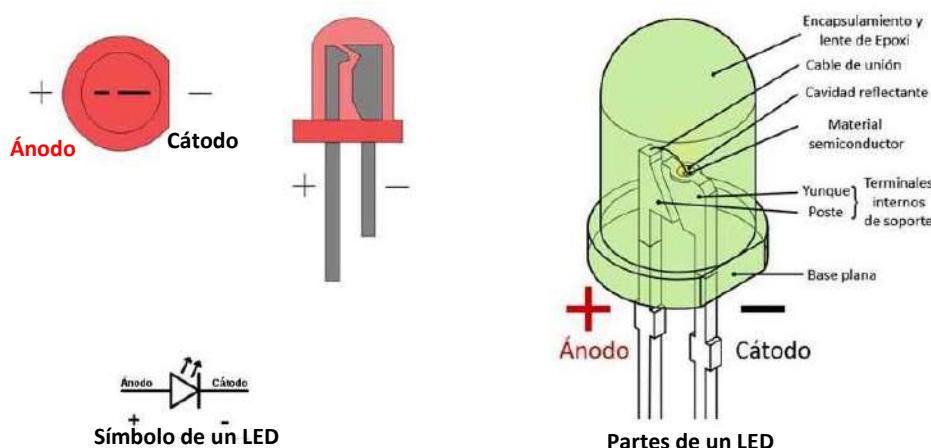


Figura 4. Representación y partes de un LED.

### Funcionamiento del LED.

El funcionamiento de un LED se basa en la emisión de fotones, cuando los electrones caen desde un nivel de energía más alto a uno más bajo. Esta emisión

de luz se produce en la capa de material semiconductor que está entre los electrodos del LED.

Desde el punto de vista cuántico, la emisión de luz se produce cuando los electrones se recombinan con los huecos en la capa de material semiconductor. Durante esta recombinación, los electrones emiten energía en forma de fotones. La energía de estos fotones está relacionada con la brecha de energía ( $E_g$ ) entre los niveles de energía de los electrones.

En resumen, un LED es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía lumínica mediante la emisión de fotones. Los LED's son ampliamente utilizados en la iluminación, electrónica y tecnología de la comunicación, debido a su eficiencia energética, larga vida útil y capacidad para emitir luz en diferentes colores.

### Tipos de LED.

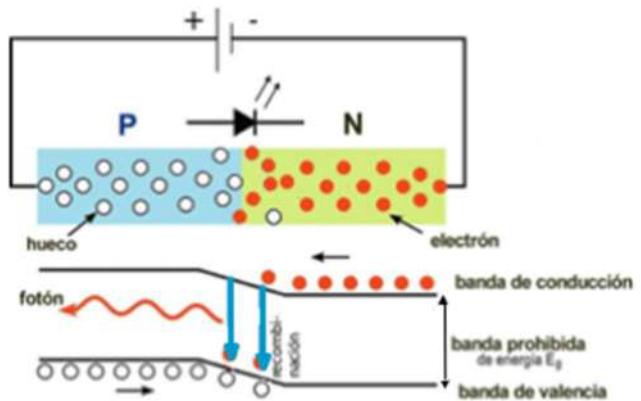
Existen diferentes tipos de LED que varían en función de su aplicación y de las características de la luz que emiten. Algunos de los más comunes son:

- **LED de luz blanca:** emiten luz blanca a partir de un material fosfórico que recubre un LED azul o UV.
- **LED infrarrojo:** emiten luz infrarroja y se utilizan en aplicaciones como sistemas de control remoto.
- **LED de alta potencia:** tienen una mayor intensidad luminosa y se utilizan en aplicaciones como iluminación de carreteras y edificios.
- **LED RGB:** son LED que pueden emitir luz en diferentes colores, y se utilizan en aplicaciones de iluminación decorativa y en pantallas de visualización.

En el caso de los LED infrarrojos, la luz emitida es invisible al ojo humano, ya que se encuentra en la región infrarroja del espectro electromagnético.

### Región infrarroja.

En la figura 6, se aprecia un rango de aplicación del espectro electromagnético, que incluye la región infrarroja.



Diodo LED - Diagrama de energía

Figura 5. Funcionamiento cuántico de un LED.



Figura 6. Espectro electromagnético y sus aplicaciones.

### Longitudes de onda para el infrarrojo.

La región infrarroja del espectro electromagnético se extiende desde aproximadamente 0.78 hasta 1000 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Esta región se subdivide en tres subregiones principales:

- **Infrarrojo cercano:** abarca desde aproximadamente 0.78 a 2.5 micrómetros.
- **Infrarrojo medio:** abarca desde aproximadamente 2.5 a 25 micrómetros.
- **Infrarrojo lejano:** abarca desde aproximadamente 25 a 1000 micrómetros.

Características de cada subregión del infrarrojo.

- **Infrarrojo cercano:** Es la región del espectro electromagnético que está más cerca del espectro visible y, por lo tanto, contiene la mayor parte de la informaciónpectral que se puede obtener de la luz visible. En esta región se encuentra la banda de absorción de la molécula de agua, lo que permite utilizar la espectroscopía en esta región para medir la cantidad de agua presente en muestras.
- **Infrarrojo medio:** Esta región se utiliza comúnmente en la espectroscopía para identificar los tipos de moléculas presentes en una muestra, ya que cada molécula tiene una firma espectral única que se puede medir en esta región.
- **Infrarrojo lejano:** En esta región, la absorción de la radiación electromagnética es causada principalmente por vibraciones en los cristales, lo que hace que el infrarrojo lejano sea útil para la caracterización de materiales cristalinos.

### DESARROLLO.

Se propone los siguientes circuitos que conforman el proyecto para alumnos de cuarto semestre de la ingeniería de Comunicaciones y Electrónica de nivel superior.

## Materiales.

### 1. Circuito TX-emisor (transmisor).

- 1 Protoboard.
- 1 Pulsador (push button).
- 1 Resistencia de  $75\ \Omega$  o  $82\ \Omega$  (2 de  $150\ \Omega$ , en paralelo, o 3 de  $22\ \Omega$  + 1 de  $10\ \Omega$ , en serie).
- 1 LED infrarrojo IRTX (por lo regular es de un tono azulado).
- 1 Fuente de alimentación de 3 V (2 pilas de 1.5 V - portapilas).

### 2. Circuito RX-receptor.

- 1 Resistencia de  $1\ k\Omega$ .
- 1 Resistencia de  $100\ k\Omega$ .
- 1 Transistor 2N2222A.
- 1 LED infrarrojo IRRX (fototransistor de 2 terminales - oscuro).
- 1 LED de color (que funciona como el emisor de luz).
- 1 Fuente de alimentación de 12 V (o pila de 9 V).

## Esquemas de los circuitos.

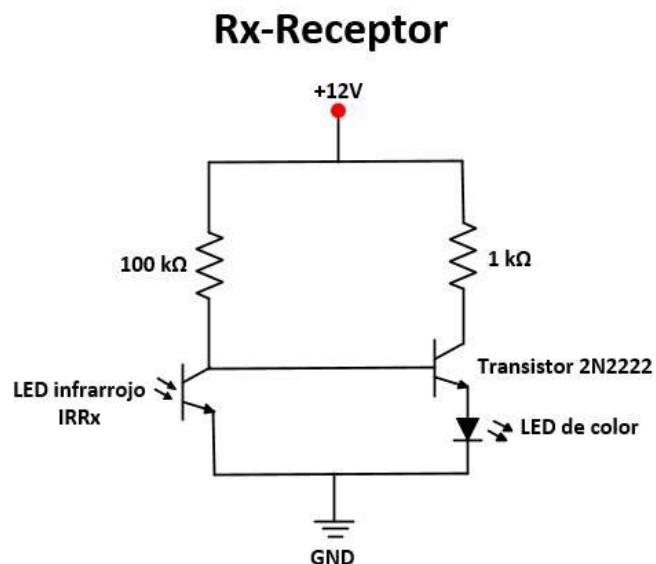
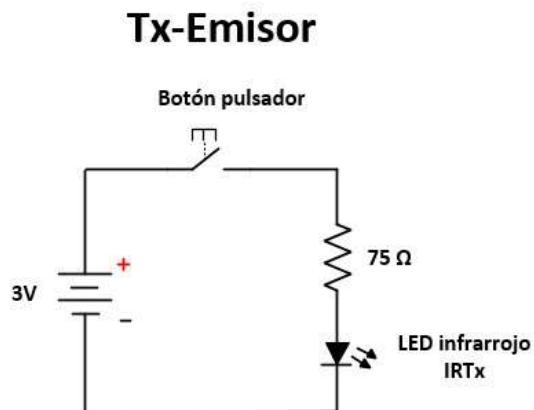


Figura 8. Circuito del transmisor.

Figura 9. Circuito del receptor.

## Elaboración de los circuitos.

1. Para el circuito transmisor, el pulsador, la resistencia de  $75\ \Omega$  ( $82\ \Omega$  o un arreglo en paralelo), y el LED infrarrojo transmisor (IRTX), se conectan en serie a la fuente de alimentación, como se muestra en la figura 8.

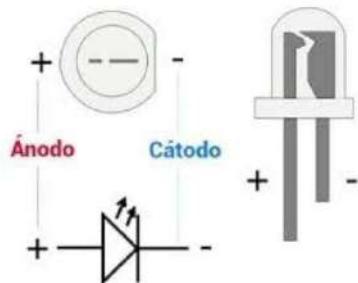


Figura 10. Polaridad del LED infrarrojo.

2. Para el circuito receptor, que consta de dos mallas, que se muestra en la figura 9, se arma lo siguiente.

- Para la primera malla, la fuente de alimentación se conecta en serie con las dos resistencias de  $1\text{ k}\Omega$  y  $100\text{ k}\Omega$ .
- Para la segunda malla, el LED emisor de luz y el positivo del diodo receptor (IRRX), se conectan a la tierra de la fuente de alimentación.
- En la unión de la malla uno con la dos, la resistencia de  $100\text{ k}\Omega$  va al nodo de conexión con el negativo del LED receptor (IRRX), y con la base del transistor, el cual, se conecta al positivo del LED emisor de luz. La resistencia de  $1\text{ k}\Omega$  se une con el transistor en la pata del colector.

**Nota:** Verificar la polaridad de los LED's, el transistor y la fuente de alimentación. Los componentes como las resistencias y el pulsador, no tienen polaridad.

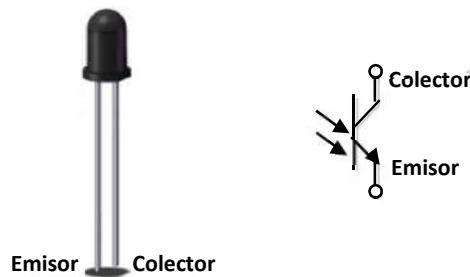


Figura 11. Polaridad del diodo receptor.

## RESULTADOS.

Para que el estudiante sea capaz de analizar el tipo de semiconductor de un LED infrarrojo se propone el siguiente ejercicio.

### EJERCICIO MUESTRA.

**Estimar la brecha de energía ( $E_g$ ) para un LED infrarrojo de un control remoto de un televisor.**

**Solución.**

Datos:

$$E_g = ?$$

$$\lambda = 1 \mu m \quad (\text{Valor típico del LED infrarrojo})$$

$$c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

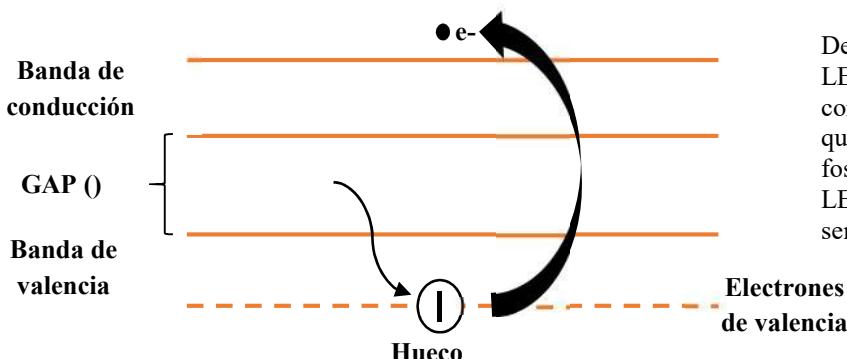
$$h = 6.63 \times 10^{-34} J \cdot s$$

Aplicando  $E = hv$  (energía de un fotón), donde  $v = \frac{c}{\lambda}$ , se tiene:  $E = h \left( \frac{c}{\lambda} \right)$ .

En este caso se cumple:  $E_g = E$ . Por lo tanto,  $E_g = h \left( \frac{c}{\lambda} \right)$ .

Sustituyendo valores

$$E_g = (6.63 \times 10^{-34} J \cdot s) \left( \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{1 \times 10^{-6} m} \right) \left( \frac{1 eV}{1.6 \times 10^{-19} J} \right) = 1.24 eV$$



De acuerdo a la energía obtenida para el LED infrarrojo al comparar la Tabla 1, con respecto a la GAP y los materiales que se aproxima, está el silicio (Si) y el fosfuro de indio (InP), por lo cual, los LED's infrarrojos se componen de estos semiconductores.

Figura 12. Proceso cuántico de absorción.

De la figura 12, se observa que la banda prohibida para el led infrarrojo es de tipo semiconductor, por lo tanto, debe ser igual a la que el fotón, ya que la energía necesaria para que un electrón alcance el estado permitido en la banda prohibida o GAP, generando un hueco en la banda de valencia.

Con este ejercicio el estudiante tendrá la necesidad de poner en práctica los conocimientos vistos en clase, aplicando la ecuación de la energía de un fotón, la teoría sobre bandas e investigando el valor de la brecha de energía de los semiconductores, para analizar cuáles son los que se utilizan en la composición del led infrarrojo, así logrando el objetivo propuesto.

Para la construcción del circuito simulador de control remoto se realizó de dos formas, en el protoboard o en placa de baquelita, ambas opciones son buenas cada una tiene sus ventajas y desventajas, por ejemplo en la placa el circuito tiene una mayor durabilidad y mejor presentación, pero es de mayor costo, al contrario del circuito realizado en el protoboard.

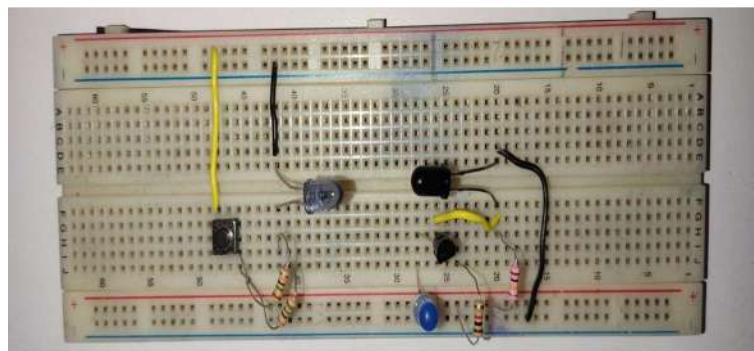


Figura 13. Polaridad del diodo receptor.

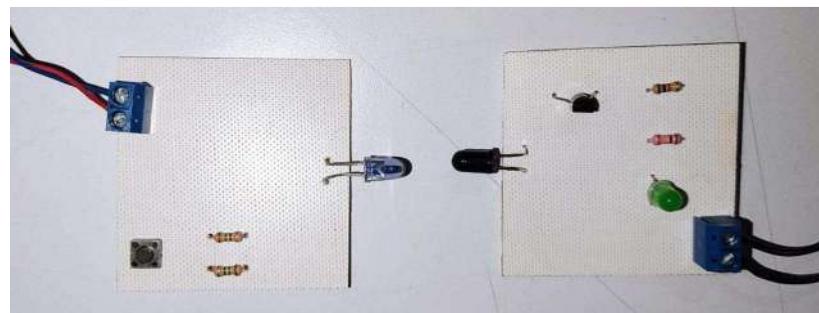


Figura 14. Circuito transmisor y receptor en placa.

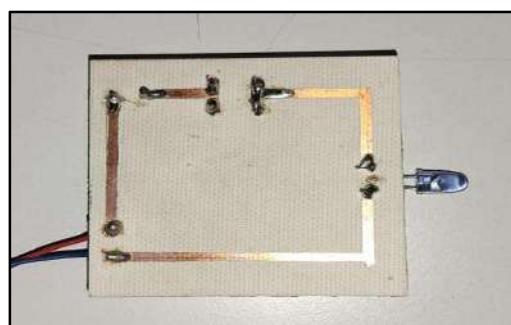


Figura 15. Circuito transmisor en placa, vista inferior.

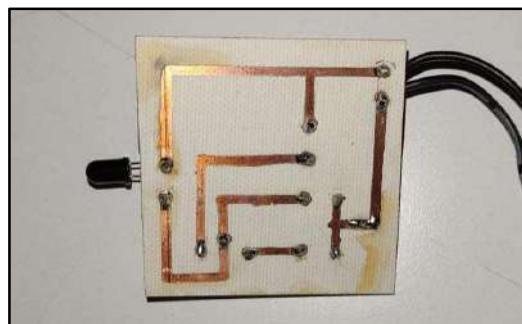


Figura 16. Circuito receptor en placa, vista inferior.

Después de la construcción correcta del circuito simulador por el estudiante, se prosigue a comprobar el funcionamiento, al presionar el pulsador del circuito transmisor, y se observa en el circuito receptor cómo se apaga el LED de color.

Ahora para que el estudiante pueda percibir el comportamiento del circuito emisor, lo cual es difícil detectar por el ojo humano, con la cámara de un celular se puede observar el proceso de emisión infrarroja al presionar el pulsador, de tal forma que en el diodo LED se aprecia una luz tipo rojiza como se muestra en la fotografía.



Desde el punto de vista de la física y la mecánica cuántica, en el circuito transmisor, hay una conversión de energía eléctrica a lumínica, esto es gracias al LED emisor, cuando los electrones en el semiconductor, cambian de niveles energéticos de superiores a inferiores, emiten energía en forma de fotones (un pulso infrarrojo), a este proceso cuántico se le llama emisión de la energía (o radiación).

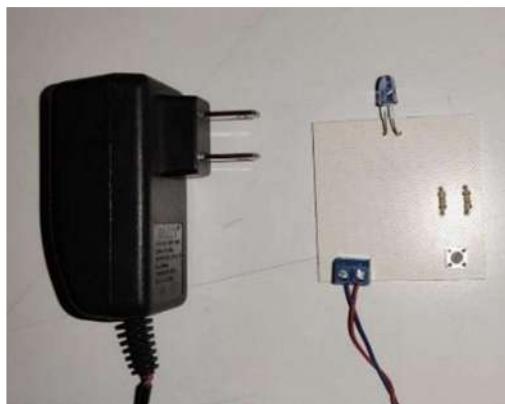


Figura 17. Circuito transmisor.

Con la teoría de bandas en la parte del led emisor, cuando ingresa una corriente eléctrica en el diodo LED, los electrones pasan de la banda de conducción a la banda de valencia, al combinarse los electrones con los huecos que tienen una carga menor, la energía excedente es liberada bajo la forma de un fotón.

La energía lumínica que sale del circuito transmisor al llegar al receptor, será lo contrario la conversión de energía lumínica a eléctrica, esto es gracias al LED receptor, que cuenta con un colector en la base del semiconductor, donde se almacenan electrones en forma de una corriente eléctrica, debido a un proceso de absorción de fotones, los cuales vienen del LED emisor.



Figura 18. Circuito receptor.

Utilizando el principio anterior, en la parte del circuito receptor se puede observar el fenómeno de absorción de fotones, en el cual un fotón proveniente del emisor entra en el receptor y hace que los electrones de la banda de valencia se llenen y pasen a la banda de conducción, de tal forma que se genera una corriente eléctrica.

## APRENDIZAJES ESPERADOS.

Este proyecto tiene como objetivo guiar a los estudiantes en la implementación de los conceptos de Mecánica Cuántica para la creación de un circuito simulador de control remoto, que será presentado como proyecto final de la asignatura. Esta iniciativa resultará de gran utilidad en la formación de ingenieros especializados en el área de comunicaciones y electrónica, ya que les permitirá adquirir los conocimientos necesarios para su perfil profesional. Además, el valor educativo de este proyecto radica en la oportunidad que brinda a los estudiantes para obtener experiencia práctica en la implementación de circuitos electrónicos y comprender cómo la Mecánica Cuántica se aplica en la tecnología moderna.

### Referencias bibliográficas.

- (S/f-b). 100ciaquimica.net. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <http://www.100ciaquimica.net/temas/tema4/punto5c.htm>
- Streetman, B. G., & Banerjee, S. K. (2005). Solid state electronic devices (6th ed.). Prentice Hall.
- Moebs, william. J. Ling, Samuel (17 nov 2021). Física Universitaria vol.3. Houston, Texas. URL del libro: <https://openstax.org/books/f%C3%ADscica-universitaria-volumen-3/pages/1-introduccion>
- (S/f-c). Quimitube.com. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://www.quimitube.com/videos/enlace-metalico-teoria-de-bandas/>
- "Efecto fotovoltaico" encontrado en: <http://solete.nichese.com/efecto.html>
- Universidad Nacional de Tucumán.- Teoría de Bandas. Recuperado el 21 de abril de 2023, de Universidad Nacional de Tucumán. URL <https://conceptoabc.com/teoria-de-bandas/>
- "Union PN semiconductores", recuperado el 21 de abril de 2023. URL <https://www.areatecnologia.com/electronica/union-pn.html>
- "Automatización industrial", recuperado el 21 de abril de 2023. URL <https://www.qbprofe.com/automatizacion-instrumentacion-industrial/que-es-un-diodo-led/>
- *Unión PN Celdas Solares LEDs Diodo Laser Fotodetectores Transistores.* (s/f). Slideplayer.es. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://slideplayer.es/slide/9775165/>
- "Generalidades del espectro, ¿Qué es el espectro radioeléctrico?" Recuperado el 21 de abril de 2023. URL

[https://portalespectro.ane.gov.co/Style%20Library/ane\\_master/que-es-el-spectro-radioelectrico.aspx](https://portalespectro.ane.gov.co/Style%20Library/ane_master/que-es-el-spectro-radioelectrico.aspx)

- *Fototransistor 5mm Receptor.* (s/f). aelectronics. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://aelectronics.com.mx/sensores/31-fototransistor-5mm.html>
- *PT8500BT Transistor Datasheet pdf - Photo Transistor. Equivalent, Catalog.* (s/f). Datasheetspdf.com. Recuperado el 21 de abril de 2023, de <https://datasheetspdf.com/pdf/1435128/CTMicro/PT8500BT/1>
- Benetone, Pablo, “Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina, Informe Final Proyecto Tuning para América Latina 2004-2007”, Bilbao 2007, Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- Plan de estudios en Física en la carrera de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, de la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, del año 2004.

# Aprendizaje de la electricidad y el magnetismo por primeros principios

Julián Félix<sup>1</sup>, Magdalena Waleska Aldana Segura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

<sup>2</sup>Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala/Universidad Galileo.

[felix@fisica.ugto.mx](mailto:felix@fisica.ugto.mx); [waldanasegura@gmail.com](mailto:waldanasegura@gmail.com)

## Resumen

Se presenta la metodología del curso híbrido de Electricidad y Magnetismo de la Universidad de San Carlos de Guatemala impartido en conjunto con la Universidad de Guanajuato. Esta modalidad implementada durante el año 2018 se fundamenta en presentar los contenidos a través de primeros principios donde los estudiantes elaboran prototipos originales, basando el modelo pedagógico en primeros principios, evitando la repetición de ejercicios de libros descontextualizados o resolución de ejercicios. El curso se desarrolla paralelamente al Curso de Electricidad y Magnetismo que se imparte en la Universidad de Guanajuato. Como resultado se ha realizado la exposición Electroweek donde participaron estudiantes de ambas universidades y expusieron los estudiantes de la Universidad de Guanajuato en el año 2022 de la cual se muestran algunos resultados.

## Objetivo

Se presenta la propuesta metodológica utilizada en el curso híbrido de Electricidad y Magnetismo que se imparte regionalmente desde el año 2018.

## Marco teórico

La ciencia se encuentra en constante evolución, de la misma manera, los seres humanos y a veces, parece que la educación no realiza los virajes ágiles para adaptarse a los desarrollos científicos y tecnológicos sino que adquiere inercia propia. Con esa preocupación, en la búsqueda de una metodología que garantice la correcta apropiación de conceptos por parte de los estudiantes, desde el año 2017 J. Félix ha establecido una metodología basada en el método científico que permite tener experiencias significativas de aprendizaje. (Félix & Aldana Segura, 2021) Esta metodología fomenta fortalecer las habilidades de observación, generar sinergias por medio de la creación de equipos, aplicar las etapas del método científico a la preparación de prototipos observacionales en los cursos.

Esta fundamentación permite aplicar efectivamente el método científico con los estudiantes en experiencias de la vida cotidiana y explorar los principios fundamentales de la Electricidad y Magnetismo desde otra mirada. (Rosenblueth,

n.d.) Esta aplicación, permite que los estudiantes puedan correlacionar los fenómenos cotidianos, con los contenidos del curso. Experiencias cotidianas desde las acometidas eléctricas en sus hogares, hasta los componentes electrónicos de su celular son discutidas en clase.

Esta metodología, también propone basar la formación de científicos en los principios de Electricidad y Magnetismo y no en la mecánica clásica, una transformación vital para renovar los currículos actuales. La metodología, propicia la apropiación de conceptos por parte de los estudiantes al explorarlos y adquirir habilidades adicionales, planear, diseñar, construir, caracterizar y operar un sencillo dispositivo para demostrar los principios fundamentales de la Ciencia. (Félix & Segura, 2022). Una característica adicional ha sido que se promueve que los estudiantes puedan publicar y comunicar resultados en pequeños videos o poster. Estas presentaciones fortalecen las habilidades de divulgación y difusión de la ciencia, muchas veces omitidas en la formación de científicos. (Aldana Segura, 2023)

La formación de docentes de calidad permitirá en el largo plazo fomentar vocaciones científicas, Es importante mejorar la formación de docentes, en particular en los temas de Ciencias Básicas para generar y promover el Interés en estas Carreras. Actualmente, los docentes poseen concepciones erróneas, mala aplicación de conceptos y otros paradigmas que los llevan a no comprender adecuadamente los conceptos. Esto provoca que, además, trasladan estas concepciones erróneas a sus estudiantes. Se basan en la repetición de libros desactualizados y videos de Redes Sociales

La metodología propuesta tiene ciertas características fundamentales

- a. Se aprende por principios fundamentales.
- b. Se revisan los trabajos originales de los científicos que dieron origen a los Principios Fundamentales de la Ciencia.
- c. Se basa en el Método Científico.
- d. Propicia la adquisición de habilidades del currículo oculto (soft skills en comunicación, comprensión lectora, escritura de artículos científicos, pensamiento crítico y otras).
- e. Propicia el uso de herramientas tecnológicas (CNC; manufactura aditiva
- f. Propicia el trabajo Colaborativo
- g. Mejora los indicadores educativos
- h. Fomenta la creatividad, por medio del aprendizaje basado en proyectos
- i. Fomenta la sistematización de resultados por medio del uso de bitácoras de trabajo

## Desarrollo

De todos es conocido que la rápida adaptación necesaria durante la contingencia sanitaria, obligó a utilizar Zoom, Meet y Webex como plataformas de comunicación que fueron evolucionando con herramientas que permitieron una mejor

comunicación virtual, sin embargo éstas plataformas constituyen únicamente un medio de comunicación, como LMS (Learning Management System se utilizó Classroom y Teams) y la metodología participativa utilizada involucró a los estudiantes en su aprendizaje. Los cursos no son pasivos ni de repetición, son cursos donde los estudiantes presentan sus resultados, diseñan, planean, construyen pequeños prototipos observacionales (que permitan realizar observaciones controladas) y prototipos que permitan obtener resultados medibles. En ese sentido, para los estudiantes que son profesores en servicio en procesos de profesionalización, el curso con esta metodología se presenta como un valor agregado a su carrera de formación docente.

Los estudiantes no son seleccionados por los profesores, son los estudiantes matriculados regularmente en los cursos de Física de Licenciatura en la Enseñanza de la Física y Matemática de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en las carreras de Física e Ingeniería Física a nivel de Licenciatura en la Universidad de Guanajuato. Se les invita a trabajar en grupos colaborativamente, sin distinción entre estudiantes de profesorado y licenciatura o maestría y doctorado. Esto permite crear comunidades de aprendizaje. Organizados por grupos, se les invita a realizar las experiencias del curso, desde el diseño, planeación, construcción y caracterización de los prototipos de manera que puedan operarlos para demostrar los principios fundamentales de la Electricidad y Magnetismo que constituyen a la vez el contenido declarativo de todos los cursos a nivel de educación superior.

Los estudiantes son organizados en grupos de trabajo, preferentemente multigrado y multinivel (maestría o últimos años de licenciatura con principiantes). Se les asigna uno de los principios sobre los que se basa el curso para que durante el ciclo lectivo, puedan desarrollar un prototipo observacional de acuerdo al principio que desean conocer más a profundidad.(Reitz et al., 2008) (Jackson, 1999)

Los estudiantes reciben varias exposiciones magistrales por parte de J. Félix y luego son ellos quienes presentan sus avances, recibiendo retroalimentación en cada sesión tanto de los docentes como de los compañeros estudiantes.



Figure 1 J. Félix con estudiantes

Semanalmente se realizan sesiones sincrónicas con el fin de que los estudiantes interactúen con J. Félix en Guanajuato desde Guatemala. Los estudiantes en Guanajuato dos veces a la semana presentan sus avances.



*Figure 2 J. Félix en videoconferencia con estudiantes*

Las presentaciones de avance se realizan semanalmente de acuerdo a los principios presentados

1. Principio de la Conservación de la Carga Eléctrica
2. Principio de Coulomb
3. Principio de Ohm
4. Principio de Gauss de la electrostática
5. Principio de Gauss del magnetismo
6. Principio de Oersted
7. Principio de Ámpere-Maxwell
8. Leyes de Circuitos Eléctricos de Kirchhoff
9. Principio de Biot Savart
10. Principio de Faraday Lenz
11. Principio de Lorentz

Los estudiantes aprenden a planear, diseñar, construir, caracterizar y operar pequeños prototipos a la vez que aprenden a presentar sus resultados. Esto permite adquirir habilidades comunicacionales, vitales para los estudiantes que están en los programas de Docencia y para los Científicos para poder comunicar sus resultados.

Al final del curso los estudiantes presentan un pequeño poster con sus prototipos y resultados, un video corto y participan de la actividad Electroweek.

Esta innovadora conferencia presenta los prototipos elaborados por los estudiantes durante el curso y permite una innovadora interacción vía el metaverso, donde los estudiantes pueden interactuar libremente, con preguntas a sus compañeros como una presentación presencial, de manera virtual. Esta actividad puede seguirse en el Laboratorio Internacional de Partículas Elementales.(Félix, 2017)



*Figure 3 captura de pantalla de Electroweek 2023 en el metaverso.*

La innovación educativa presentada no viene de la aplicación de la plataforma informática, la plataforma utilizada para promover un metaverso utiliza código libre y proviene de dejar las prácticas repetitivas de tomar libros desactualizados (algunos escritos en los años 80 o 70) y descontextualizados (escritos en países de habla inglesa por lo que algunas experiencias citadas en los libros, unidades de medida o situaciones son ajenas a nuestros contextos). La repetición de libros de texto, no promueve la adquisición de competencias adicionales como el diseño (diseño de esquemas, diagramas de bloques, simulación, etc), planeación (que involucra además de las etapas de planificación la gestión propia o no de recursos), la construcción (donde adquieren habilidades adicionales como construcción en tecnologías aditivas, corte guiado por computadora, destrezas manuales de corte, medición y ensamblado) y la caracterización que involucra no solo la adquisición de resultados sino su presentación adecuada.

### Aprendizajes esperados

Se espera que los estudiantes comprendan de mejor manera los conceptos fundamentales de la electricidad y el magnetismo de manera que se refleje en un mejor desempeño en su vida académica.

- Los estudiantes exhiben un mayor interés en los conceptos científicos al participar con esta metodología.

- Los indicadores educativos de los participantes mejoran al aprender con una metodología innovadora, adaptada al siglo XXI.
- Esta metodología innovadora produce proyectos significativos, diseñados profesionalmente, dando un sentido de logro distinto a los estudiantes.
- Genera artículos publicables elaborados por los estudiantes, lo que fomenta una cultura de divulgación e investigación.
- Es un espacio sin distinción de grado, trabajan colaborativamente los estudiantes de grado y postgrado.

## Referencias

- Aldana Segura, M. W. , & F. V. J. (2023). Approaches for online outreach to increase interest in Science. *Bulletin of the American Physical Society*.
- Félix, J. (2017). *Laboratorio Internacional de Partículas Elementales*. Reconocimientos. <https://laboratoriointernacionaldeparticulaselementales.net/reconocimientos>
- Felix, J., & Aldana Segura, M. (2021). Aprendizaje por primeros principios. *Virtual Educa Connect 2021*.
- Félix, J., & Segura, W. A. (2022). Learning from First principles. A STEAM approach. *Bulletin of the American Physical Society*.
- Jackson, J. D. (1999). Classical Electrodynamics, 3rd Edition. In *Classical Electrodynamics*. <https://doi.org/10.1119/1.19136>
- Reitz, J. R., Milford, F. J., & Schwarz, W. M. (2008). Foundations of Electromagnetic Theory (4th Edition). In *Addison-Wesley Publishing Company*. <https://doi.org/10.1152/jn.00174.2006>
- Rosenblueth, A. (n.d.). *El Método Científico*. [https://depfeca.ujed.mx/doc/material-de-apoyo-propedeutico/El\\_metodo\\_cientifico\\_Arturo\\_Rosenblueth.pdf](https://depfeca.ujed.mx/doc/material-de-apoyo-propedeutico/El_metodo_cientifico_Arturo_Rosenblueth.pdf)

# Aproximaciones al Principio de Coulomb en el aula

Julián Félix<sup>1</sup>, Magdalena Waleska Aldana Segura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, División de Ciencias e Ingenierías, Campus León, Universidad de Guanajuato, León, Guanajuato, México.

<sup>2</sup>Escuela de Formación de Profesores de Enseñanza Media, Universidad de San Carlos de Guatemala/Universidad Galileo.

[felix@fisica.ugto.mx](mailto:felix@fisica.ugto.mx); [waldanasegura@gmail.com](mailto:waldanasegura@gmail.com)

## Resumen

Se presenta la experiencia recopilada a través del curso híbrido de Electricidad y Magnetismo de la Universidad de San Carlos de Guatemala que se imparte juntamente con la Universidad de Guanajuato. Esta modalidad implementada desde el año 2018 en la cual los estudiantes elaboran prototipos originales, basando el modelo pedagógico en primeros principios de la Física,, evitando la repetición de ejercicios de libros descontextualizados o resolución de ejercicios.

Esta implementación permite adquirir un nuevo conjunto de habilidades y competencias que mejoran los indicadores educativos de docentes en servicio.

Se utiliza una hoja de papel y elementos acrílicos para explorar conceptos de equilibrio, Fuerza Eléctrica, carga eléctrica, conductores y aislantes. Se utiliza un prototipo original de un electrómetro diseñado por J. Félix para establecer el tipo de carga inducida durante la experiencia.

## Objetivo

Se presenta una propuesta didáctica que fomenta una mejor apropiación de contenidos en el tema de Principio de Coulomb en los cursos de Electricidad y Magnetismo, puesta a prueba con estudiantes de la carrera de Licenciado en la Enseñanza de la Física y Matemática de la Universidad de San Carlos de Guatemala y estudiantes de las carreras de Ingeniería y Licenciatura en Física en la Universidad de Guanajuato.

## Marco teórico

El principio de Coulomb muchas veces es visto en el aula como el más sencillo de los principios por lo que, su aprendizaje se relega a la repetición de un sinnúmero de ejercicios descontextualizados, donde los estudiantes adquieren la noción de que solo existen cargas puntuales, esféricas y alejadas de la realidad.

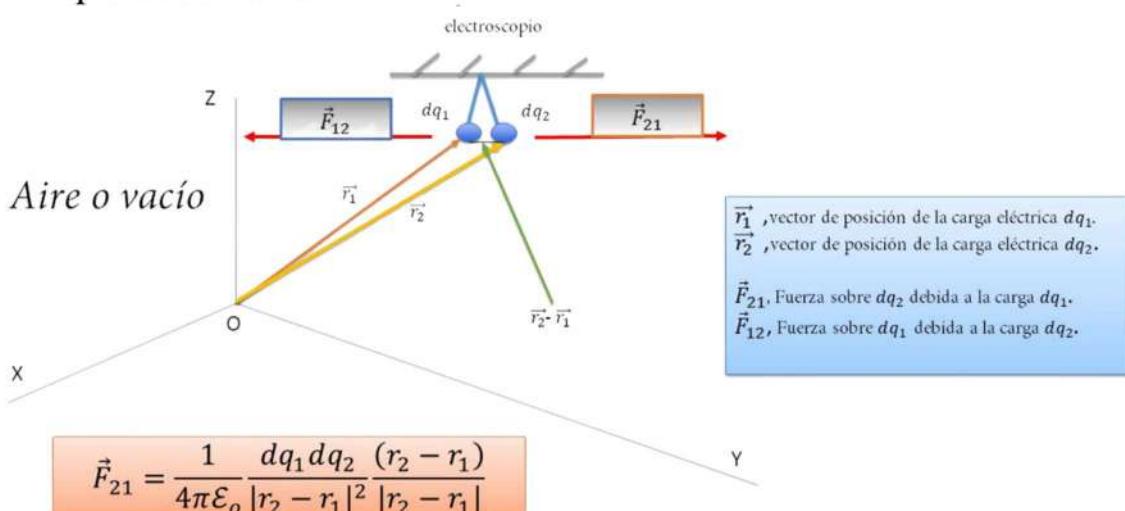
Estas experiencias pretenden demostrar a los estudiantes que es posible explicar los fenómenos eléctricos a su alrededor, utilizando el Principio de Coulomb y realizando demostraciones experimentales en el aula, independientemente del acceso a equipamiento de alto nivel, condición socioeconómica de la comunidad educativa y otras condiciones.

Una alternativa que ha sido ampliamente utilizada en los últimos años ha sido la utilización de simuladores, sin embargo, estos simuladores limitan la experiencia que puedan adquirir los estudiantes al tener ya fijos los parámetros experimentales y los estudiantes, en particular los maestros en formación adquieren la percepción que la física existe solo en las simulaciones y los libros y que no tiene relación con el mundo externo. (Wood y Blevins, 2019)

El principio de Coulomb representa el primer tema a abordar en los cursos de Electricidad y Magnetismo, introduce conceptos fundamentales como la interacción a distancia y la dependencia inversa cuadrado de la distancia en las interacciones electromagnéticas. (Lecture, 1906). Estos conceptos fundamentales, cuando son presentados sin la profundización adecuada, limitan la adquisición de habilidades y fomentan una mala comprensión del mundo externo.

En ese sentido, cuando los estudiantes son maestros en formación, el problema se amplifica, dejando a los estudiantes de los maestros en formación con información errónea. Los maestros no pueden enseñar las habilidades que no han adquirido, ni ejemplificar los conceptos de la vida cotidiana si no han adquirido las competencias y el conocimiento para explicar el mundo externo. Los estudiantes también omiten el carácter vectorial (Reitz et al., 2008) de las cantidades físicas, lo que no les permite adquirir la comprensión espacial de los fenómenos físicos.

## Principio de Coulomb



Autor J. Félix

Ilustración 1 ilustración del Principio de Coulomb (elaboración J. Félix)

En esta propuesta se busca fortalecer la comprensión espacial de los fenómenos físicos de parte de los estudiantes, en particular de los docentes en formación, a través de experiencias significativas para comprender el Principio de Coulomb, de las cuales algunas se presentan a continuación. La propuesta ha sido puesta a

prueba tanto con docentes en servicio en profesionalización (en la Universidad de San Carlos de Guatemala) y con estudiantes de las Carreras de Física de la Universidad de Guanajuato. Un resultado interesante es que los preconceptos, ideas equivocadas, mala aplicación de principios fundamentales de la Física en particular en el área de Electricidad y Magnetismo son comunes a ambos programas previo al curso.<sup>1</sup>

## Desarrollo

La metodología se basa en el Método Científico. De esta manera la aproximación a los conceptos no es casuística ni por repetición. Al basarse en el Método Científico, fortalece las habilidades de observación que contribuyen a formar pensamiento crítico en los estudiantes, habilidades denominadas “blandas” en las nuevas corrientes pedagógicas y que son fundamentales para comunicar adecuadamente sus resultados, replicarlos y sistematizarlos. Los estudiantes no son seleccionados por los docentes, sino que son los estudiantes que toman los cursos en semestres ordinarios. De esta manera se cuenta con estudiantes que pertenecen al grupo de los docentes titulares del curso (en la Universidad de San Carlos de Guatemala y en la Universidad de Guanajuato) y se busca una comparación con los estudiantes que no optan por esta materia con estos profesores y que constituyen grupos de control.

Al iniciar el curso, los estudiantes han adquirido nociones de los conceptos de Electricidad y Magnetismo, sea en los cursos de Profesorado o en la educación secundaria. En ese sentido, crean la noción de que los fenómenos relacionados a las cargas eléctricas solo son observables a través de equipo muy sofisticado o que no tienen nada que ver con el mundo externo que conocen. Expresan que el principio de Coulomb sólo es válido para cargas puntuales y que no es posible proponer ningún tipo de observación en el aula.

De esta forma se les invita a realizar experiencias donde deban poder electrificar objetos cotidianos, para que experimenten con las cargas a su alrededor. Posterior a esto se propone una actividad de descubrimiento guiado (Díaz Barriga, F.; Hernández R., 2002) donde se les solicita una hoja de papel y dos reglas plásticas graduadas.

Esta experiencia es inusual para los estudiantes, que esperan que la hoja sea utilizada para la resolución de ejercicios. Se les solicita que la hoja la seccionen en mitades, sucesivamente hasta obtener una sucesión de papelitos de un gramaje

---

<sup>1</sup> Los principios fundamentales de la Electricidad y Magnetismo son enumerados en la siguiente sección, se entienden como los principios en los cuales podemos basar el estudio de esta rama de la Física, principios fundamentales también son conservación de la Energía y la Conservación del Momentum Lineal, por ejemplo.

conocido. Esta parte es fundamental por lo que se les solicita que la hoja de papel sea de un paquete comercial conocido, no una hoja arrancada de cuaderno, sino una hoja de tamaño carta (dimensiones de 21x28 cm).

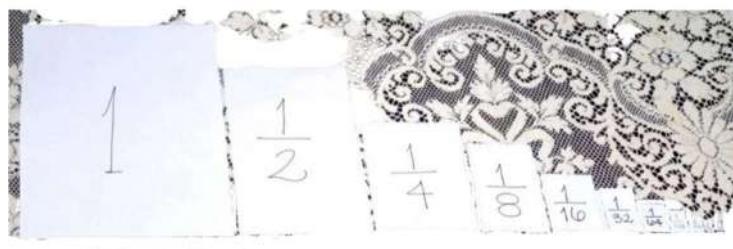


Ilustración 2 papeles cortados por estudiantes (fotografía W. Aldana).

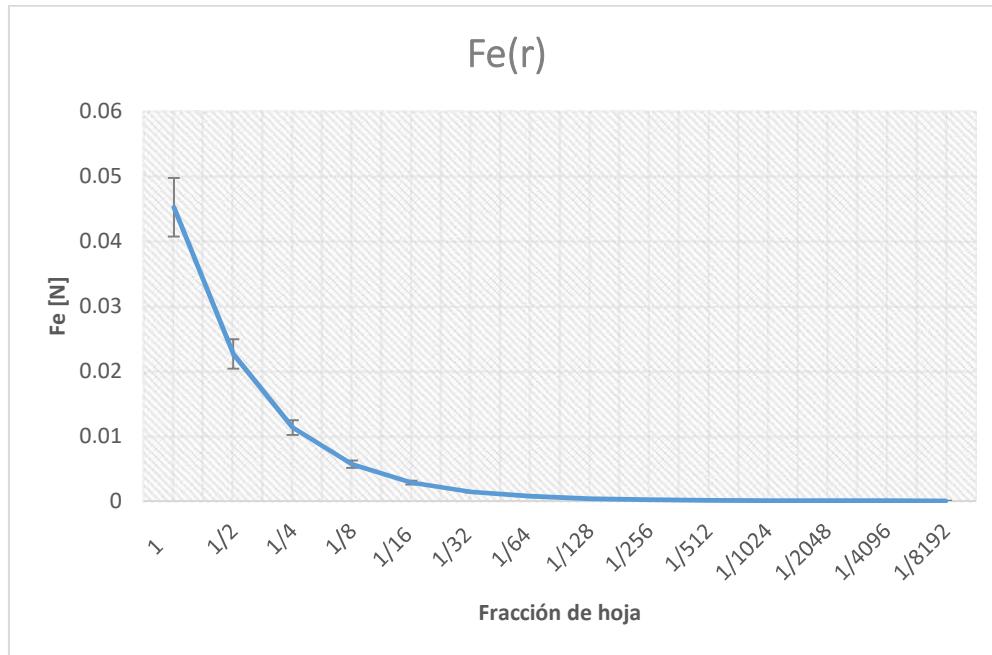
Se indica a los estudiantes que deben poder electrizar por frotamiento una regla o tubo de PVC de manera que puedan levantar los papelitos obtenidos, y medir la distancia en donde ocurre la interacción. Es difícil que puedan relacionar esta experiencia a los ejercicios de los libros donde se indica “*encontrar la Fuerza eléctrica sobre una carga puntual Q separada una distancia r de otra carga Q<sub>2</sub>...*” (Reitz et al., 2008).

Con esta experiencia se les solicita elaborar una tabla con los resultados de la experiencia de manera que puedan tener las masas de los papelitos, la fracción de la hoja de papel que están utilizando y aplicando las condiciones de equilibrio poder encontrar la carga de la interacción de los dos papelitos.

Tabla 1 Datos recopilados de la experiencia por estudiantes (elaboración propia)

Fracción de la hoja	Fracción de la hoja	Área de la Hoja [M <sup>2</sup> ]	Masa del papel [75g/m <sup>2</sup> ]	Distancia [m]	F <sub>g</sub> [N]
1	1	0.0616	0.00462	0	0.0452298
1/2	0.5	0.0308	0.00231	0	0.026149
1/4	0.25	0.0154	0.001155	0.003	0.01130745
1/8	0.125	0.0077	0.0005775	0.005	0.005653725
1/16	0.0625	0.00385	0.00028875	0.005	0.002826863
1/32	0.03125	0.001925	0.000144375	0.005	0.001413431
1/64	0.015625	0.0009625	7.21875E-05	0.005	0.000706716
1/128	0.0078125	0.00048125	3.60938E-05	0.005	0.000353358
1/256	0.00390625	0.000240625	1.80469E-05	0.005	0.000176679
1/512	0.001953125	0.000120313	9.02344E-06	0.015	8.83395E-05
1/1024	0.000976563	6.01563E-05	4.51172E-06	0.015	4.41697E-05
1/2048	0.000488281	3.00781E-05	2.25586E-06	0.02	2.20849E-05
1/4096	0.000244141	1.50391E-05	1.12793E-06	0.0225	1.10424E-05
1/8192	0.00012207	7.51953E-06	5.63965E-07	0.025	5.52122E-06

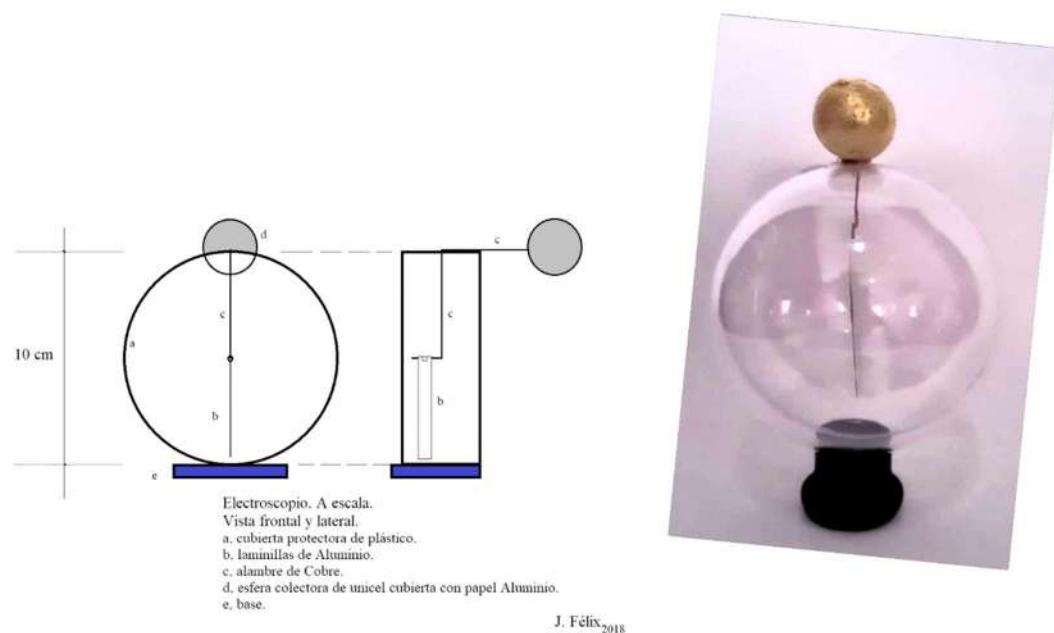
Con ello se les solicita elaborar una gráfica para por comprobar la relación del inverso cuadrado de la distancia.



*Ilustración 3 Fuerza eléctrica como función de la fracción de la hoja cortada (elaboración propia)*

Se solicita a los estudiantes elaborar pequeños electroscopios originales, basados en el diseño presentado por J. Félix y que puedan conectarse entre sí y obtener más información sobre los fenómenos observados. Se recalca la importancia de elaborarlos de manera profesional, para que puedan ser instrumentos observacionales valiosos.

Los participantes del curso deben planear, diseñar, construir y operar un pequeño electroscopio de manera profesional para que pueda ser utilizado como instrumento observacional.

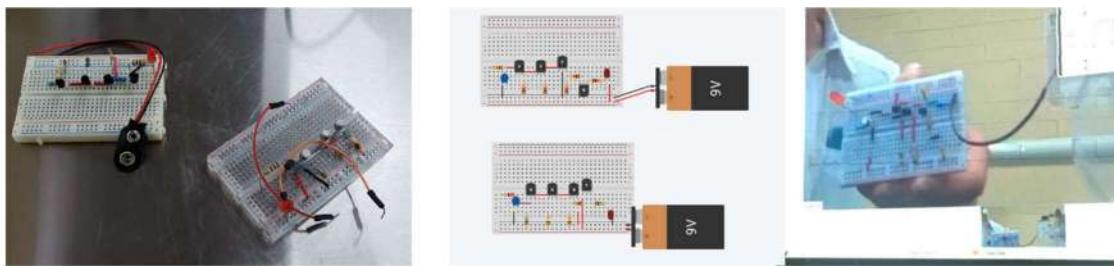


*Ilustración 4 Diseño y fotografía de un electroscopio elaborado durante el curso de Electricidad y Magnetismo*

De esta manera se ha cimentado el concepto de carga eléctrica y la interacción de diversos objetos, se le solicita electrizar por frotamiento varios objetos de vidrio, PVC, plástico y látex y acercarlos al electroscopio, anotando las diferentes respuestas del instrumento a los materiales. La experiencia de planear, diseñar, construir, caracterizar y operar pequeños prototipos es ajena a los docentes en servicio, por lo que constituye una valiosa experiencia de aprendizaje que puedan replicar con sus estudiantes. (Aldana Segura & Félix, 2022b)

Con estos aprendizajes se les solicita construir un pequeño electrómetro, de manera que puedan discriminar ambos tipos de carga, que hasta este momento no se ha identificado como positiva o negativa, sino solo se ha establecido la presencia de ésta.

Con el Electrómetro (Aldana Segura & Félix, 2022a) se busca poder discriminar el carácter de las cargas eléctricas, crear una experiencia valiosa para aprender soldadura de circuitos y la introducción a circuitos eléctricos. Esta experiencia permite además promover la utilización de software de Diseño de circuitos y simulación como Tinkercad,(Abburi et al., 2021) para que puedan adquirir habilidades, competencias y destrezas adicionales.



*Ilustración 5 Diseño y electrómetros elaborados para el curso de Electricidad y Magnetismo*

El siguiente paso ha sido el diseño de una tarjeta electrónica que posee el electrómetro para discriminar tanto iones positivos como negativos. Esta tarjeta permite adquirir además conocimiento de circuitos electrónicos y tarjetas de circuito impreso (PCB). (2017)



*Ilustración 6 Electrómetro en circuito impreso (diseño JFelix).*

### Aprendizajes esperados

Los estudiantes adquieren diferentes competencias y destrezas que no adquieren mediante la repetición de libros desactualizados y descontextualizados.

Estos aprendizajes cimentan de mejor manera la comprensión sobre los fenómenos eléctricos, y en particular de la carga eléctrica. Una mejor comprensión del principio de Coulomb permite adquirir de mejor manera los conceptos fundamentales de la Electricidad y Magnetismo, temas que a veces no se profundizan en su estudio por razones de tiempo, equipamiento y otros.

## Referencias

- Abburi, R., Praveena, M., & Priyakanth, R. (2021). TinkerCad - a web based application for virtual labs to help learners think, create and make. *Journal of Engineering Education Transformations*, 34(Special Issue).
- <https://doi.org/10.16920/jeet/2021/v34i0/157209>
- Aldana Segura, M. W., & Félix, J. (2022a). Design, Construction, and test of an electrometer to discriminate positive and negative ions. In APS March Meeting Abstracts (Ed.), *APS March Meeting Abstracts* (pp. W27-012).
- Aldana Segura, M. W., & Félix, J. (2022b). Experiencias en el aprendizaje por medio de Prototipos. In M. Chavarría Castañeda (Ed.), *XXVII Reunión Nacional Académica de Física y Matemáticas*. Escuela Superior de Física y Matemáticas, Instituto Politécnico Nacional.
- 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%20docentes%20para%20un%20aprendizaje%20significativo.pdf>
- KiCad, Herramienta de Software Libre de Modelado de Circuitos Impresos para el Desarrollo de Hardware. (2017). *Ciencia e Ingeniería*.
- Lecture, N. (1906). *Carriers of negative electricity*.
- Reitz, J. R., Milford, F. J., & Schwarz, W. M. (2008). Foundations of Electromagnetic Theory (4th Edition). In *Addison-Wesley Publishing Company*. <https://doi.org/10.1152/jn.00174.2006>
- Wood, B. K., & Blevins, B. K. (2019). Substituting the practical teaching of physics with simulations for the assessment of practical skills: An experimental study. *Physics Education*, 54(3). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab0192>

## Estrategias lúdicas para comprender e interpretar mejor el número atómico en la tabla periódica

Carla Cecilia Galicia Millán  
Escuela Anne Sullivan

[carlaceci2008@gmail.com](mailto:carlaceci2008@gmail.com)

### Resumen

La enseñanza de la química habitualmente se basa en la memorización de conceptos abstractos. Sin embargo, esto puede causar que los alumnos pierdan interés por la materia. Es por esto que se deben probar nuevos métodos que permitan a los alumnos realmente comprender los temas con mayor profundidad, además de presentarlo de forma agradable para ellos.

Este proyecto busca ayudar a los alumnos de secundaria a comprender de manera lúdica el concepto de número atómico, el cual es importante para entender temas como el de la tabla periódica que son base en el estudio de la Química.

La propuesta consiste en un dispositivo cilíndrico con una ventana que permite ver los modelos de Bohr de cada elemento de la tabla periódica.

El dispositivo tiene un mecanismo giratorio para seleccionar cada periodo de la tabla. Una vez seleccionado el periodo, se pueden deslizar regletas de acetato para “agregar” electrones a los elementos pertenecientes a ese periodo.

Lo anterior permite ilustrar la idea de que el número atómico se incrementa consecutivamente en un periodo.

### Objetivo

Construir una representación didáctica e interactiva de la tabla periódica basada en el modelo de Bohr.

### Marco teórico

#### 1.-Dificultades de los alumnos para comprender la química

La química es la ciencia que estudia la composición, propiedades y transformación de la materia. Esta ciencia es fundamental para el progreso de la sociedad ya que ha creado y sigue creando materiales y sustancias que han beneficiado a la humanidad en muchos aspectos tales como la salud, la producción de energía, artículos de higiene, múltiples industrias, entre otros (Lehn, s.f.).

A pesar de la importancia de esta ciencia, no hay muchas personas que estudian carreras profesionales relacionadas con la química.

Según datos del Instituto Mexicano para la Competitividad, en 2017, únicamente había 26 mil 762 personas que ejercían profesiones relacionadas con la química, lo cual equivale al 0.2% del total de las personas con una carrera profesional (Hernández, 2017).

El bajo porcentaje de profesionistas en esta área puede atribuirse a que la enseñanza tradicional de la química en la educación básica se basa en la memorización de conceptos y datos. Sin embargo, muchas veces, los alumnos no llegan a comprender el significado de estos conceptos, ni a reconocer su utilidad. Por este motivo, no adquieren interés por esta materia.

Es por esto que es importante probar nuevos métodos y herramientas para ayudar a los alumnos a comprender la química.

Uno de los temas más importantes en el estudio de la química es la tabla periódica. El entendimiento de esta herramienta es fundamental para comprender muchos otros temas tales como las reacciones químicas, los enlaces químicos, la química orgánica, entre otros.

Por este motivo, se investigó cuáles eran las dificultades que tenían los alumnos para comprender la tabla periódica.

De acuerdo con una encuesta a 12 profesores de química a nivel secundaria realizada por la Universidad de Cádiz, una de las principales dificultades que tienen los alumnos para aprender la tabla periódica es el manejo de conceptos abstractos. Sin embargo, la mayoría de los encuestados coincidieron en que gran parte de las dificultades comienzan con la noción de periodicidad de la tabla a través del número atómico.<sup>1</sup> (Franco, Oliva y Bernal, 2009).

## 2.-Conocimientos previos de los alumnos sobre el número atómico

Con el fin de obtener datos locales al respecto, se realizó un cuestionario de conocimiento previo de cuatro preguntas sobre el número atómico y la tabla periódica a 27 alumnos de tercero de secundaria de la escuela Anne Sullivan.

Primero, los alumnos respondieron a la pregunta abierta ¿Qué representa el número atómico?

- 56% de ellos respondieron correctamente, es decir, que el número atómico representa el número de protones o electrones que tiene un átomo.
- 11% de los alumnos no sabían qué representaba.

<sup>1</sup> [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2009nEXTRA/edlc\\_a2009nExtrap54.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap54.pdf)

- 7% de los alumnos respondieron que se trataba únicamente de un valor numérico
- El 26% restante confundía el número atómico con otras propiedades de los átomos tales como su carga, su masa atómica o su densidad.

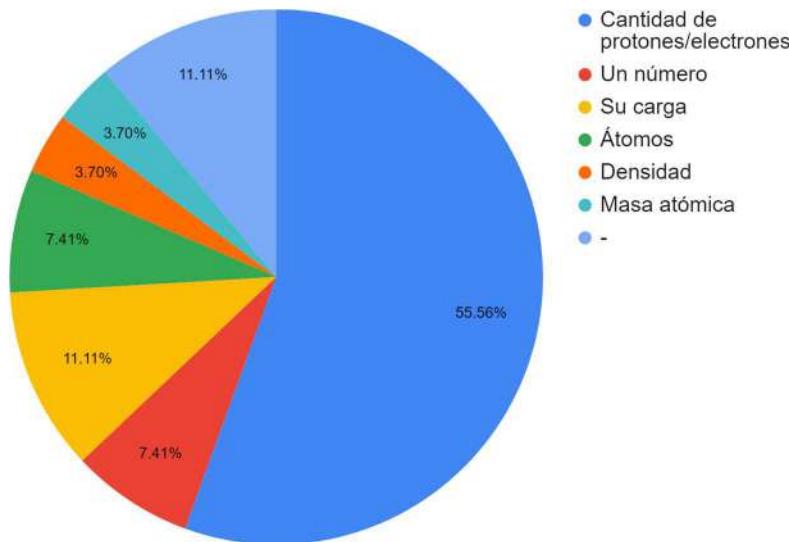


Figura 1. Resultados de la pregunta ¿Qué representa el número atómico?

Luego se les preguntaron los criterios para ordenar la tabla periódica. Dentro de las respuestas, solo el 52% de los alumnos mencionaron el número atómico.

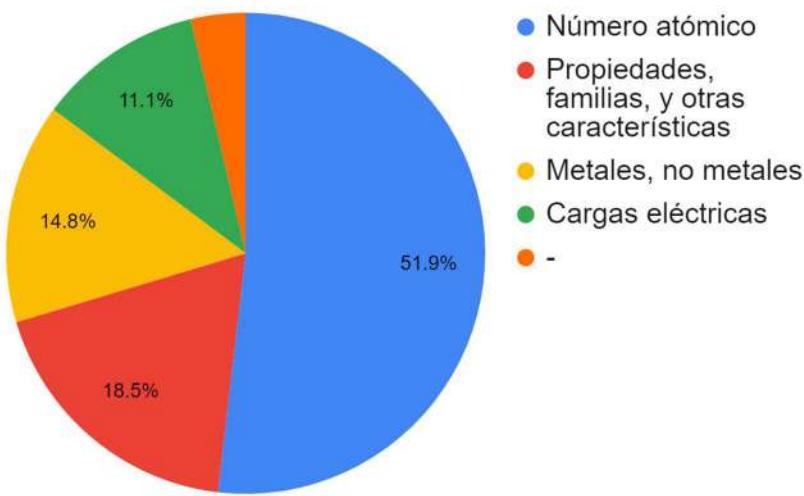


Figura 2. Resultados de la pregunta ¿Cuáles son los criterios para ordenar la tabla periódica?

Posteriormente, se les preguntó qué hace a los elementos químicos diferentes unos de otros a nivel atómico. Solo el 33% de los alumnos respondieron que se debía a su cantidad de protones o electrones, es decir su número atómico.

La última pregunta consistía en identificar el número atómico de un elemento utilizando el modelo de Bohr.

El modelo de Bohr mostrado fue el del boro, cuyo número atómico es 5.

El 85% de los alumnos respondieron correctamente.

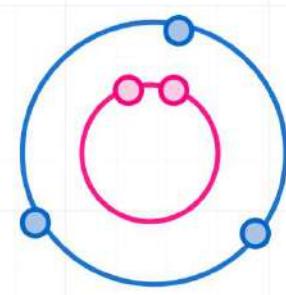


Figura 3. Modelo atómico de Bohr del boro.

Los resultados de este cuestionario de conocimiento previo nos pueden llevar a concluir que únicamente la mitad de los alumnos comprende el concepto de número atómico. Sin embargo, en un ejercicio de aplicación, el modelo de Bohr fue útil para el 85% de los alumnos, por lo que este modelo podría ser la base para un acercamiento distinto al tema de la tabla periódica.

### 3.-Fundamentos teóricos de la tabla periódica

La tabla periódica es un esquema que fue creado en 1869 por el químico ruso Dimitri Mendeleiev, el cual sirve para clasificar todos los elementos químicos conocidos por la humanidad. En la tabla periódica, los elementos están organizados en familias y períodos. Las familias son las columnas de la tabla, y los períodos son las filas.

¿Pero con base a qué se clasifican los elementos?

Cuando la tabla periódica fue creada, Mendeleiev clasificó los elementos basándose en la masa atómica, es decir el peso total de los protones y neutrones en el núcleo de un átomo.

Esta clasificación fue aceptada hasta que se descubrió el argón en 1894. Este elemento tiene un peso atómico de 40, el cual es superior al del potasio, de 39. Tomando en cuenta la clasificación de Mendeleiev, el argón debería estar ubicado

después del potasio, sin embargo, no compartiría características con la familia en la que quedaría ubicado.

Sin embargo, en 1913 el físico inglés Henry Moseley analizó las frecuencias de rayos X emitidas por los elementos, y determinó que la organización de la tabla periódica debería depender de otra característica de la estructura atómica de los elementos: el número atómico (Huerta, 2019).

El número atómico es la cantidad de electrones (partículas negativas) o protones (partículas positivas) que tiene un átomo. Como los átomos son eléctricamente neutros, tienen el mismo número de electrones y protones.

Los átomos de cada elemento tienen un número de electrones específico, y por lo tanto, cada elemento tiene un número atómico diferente. Esto es lo que hace a los elementos diferentes.

La investigación de Moseley indica que el argón tiene 18 electrones mientras que el potasio tiene 19 electrones. Si se toma en cuenta ese orden, el argón queda en la familia de los gases nobles con los que comparte características, y el potasio queda en la familia de los metales alcalinos, con los que comparte características. Gracias a esta comprobación, actualmente, en la tabla periódica, los elementos están ordenados de acuerdo a su número atómico.

Para representar los átomos, se han creado múltiples modelos atómicos a lo largo de la historia. Actualmente, el modelo atómico de Bohr es el más aceptado. Este modelo propone que todos los átomos tienen electrones orbitando alrededor de un núcleo formado por neutrones y protones.

En este modelo, los electrones de los átomos están distribuidos en varias órbitas llamadas niveles de energía. En la tabla periódica, los períodos representan los niveles de energía.

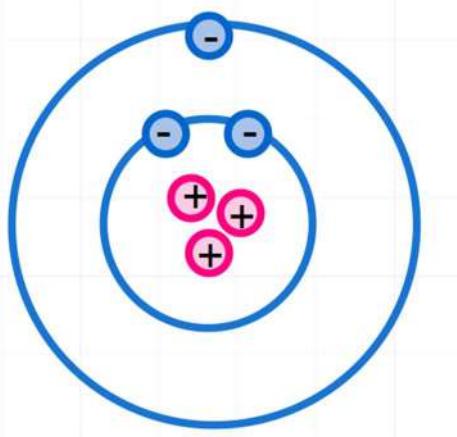


Figura 4. Protones y electrones en el modelo de Bohr.

Si se lee cualquier periodo de izquierda a derecha, se puede ver que el número atómico de los elementos en ese periodo se incrementa de manera consecutiva.

Este acomodo permite que, en cada columna o familia, todos los elementos tengan el mismo número de electrones de valencia, es decir electrones en su último nivel de energía. Cabe aclarar que esta característica solo aplica para las familias del grupo A: 1, 2, 13, 14, 15, 16, 17, y 18.

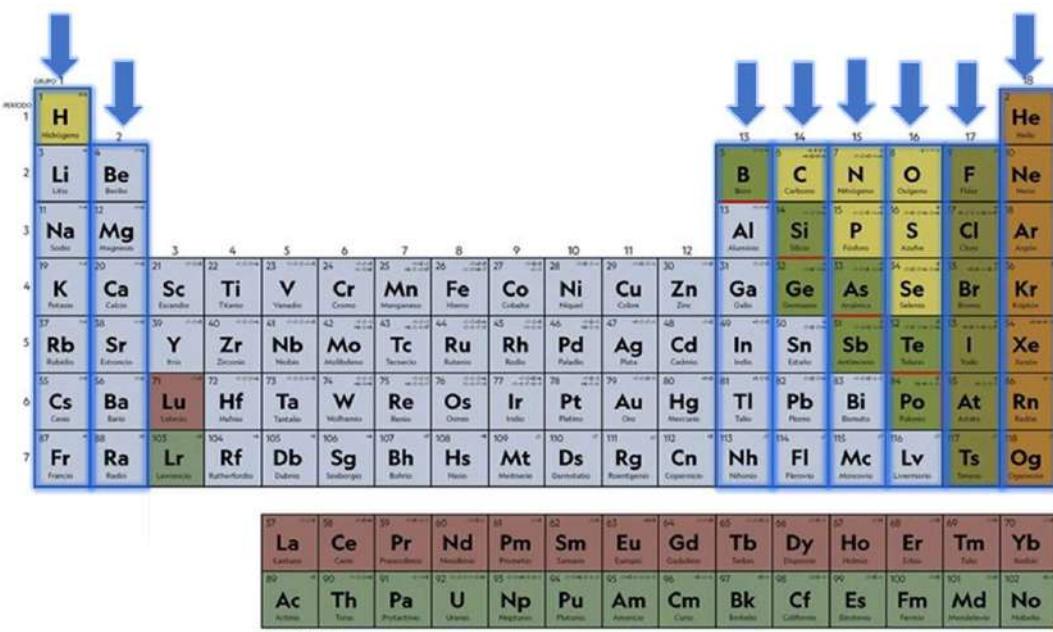


Figura 5. Familias del grupo A.

Los elementos de la familia 1 tienen 1 electrón de valencia, los de la familia 2 tienen 2 electrones de valencia, los de la familia 13 tienen 3 y así sucesivamente.

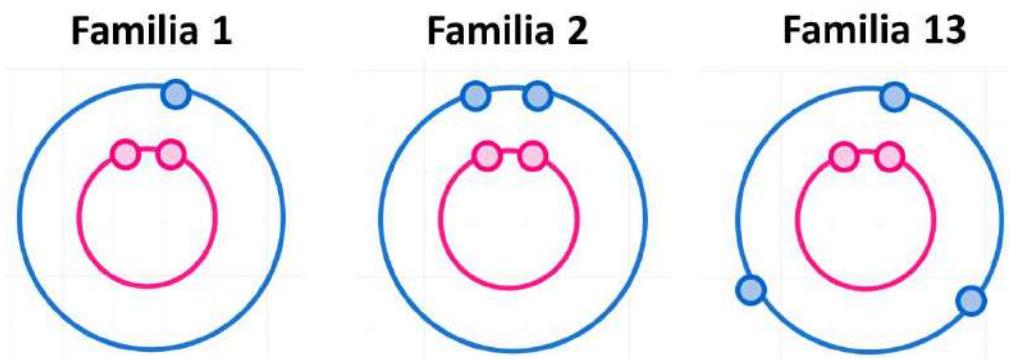


Figura 6. Incremento consecutivo en los electrones de valencia.

Esto es lo que hace que todos los elementos de una familia tengan características y propiedades similares.

## Desarrollo

Para este proyecto, se buscó abordar el número atómico, los períodos y las familias ya que son básicos para comprender la tabla periódica.

Un dispositivo fue construido con cartón y madera y tiene forma de prisma rectangular.

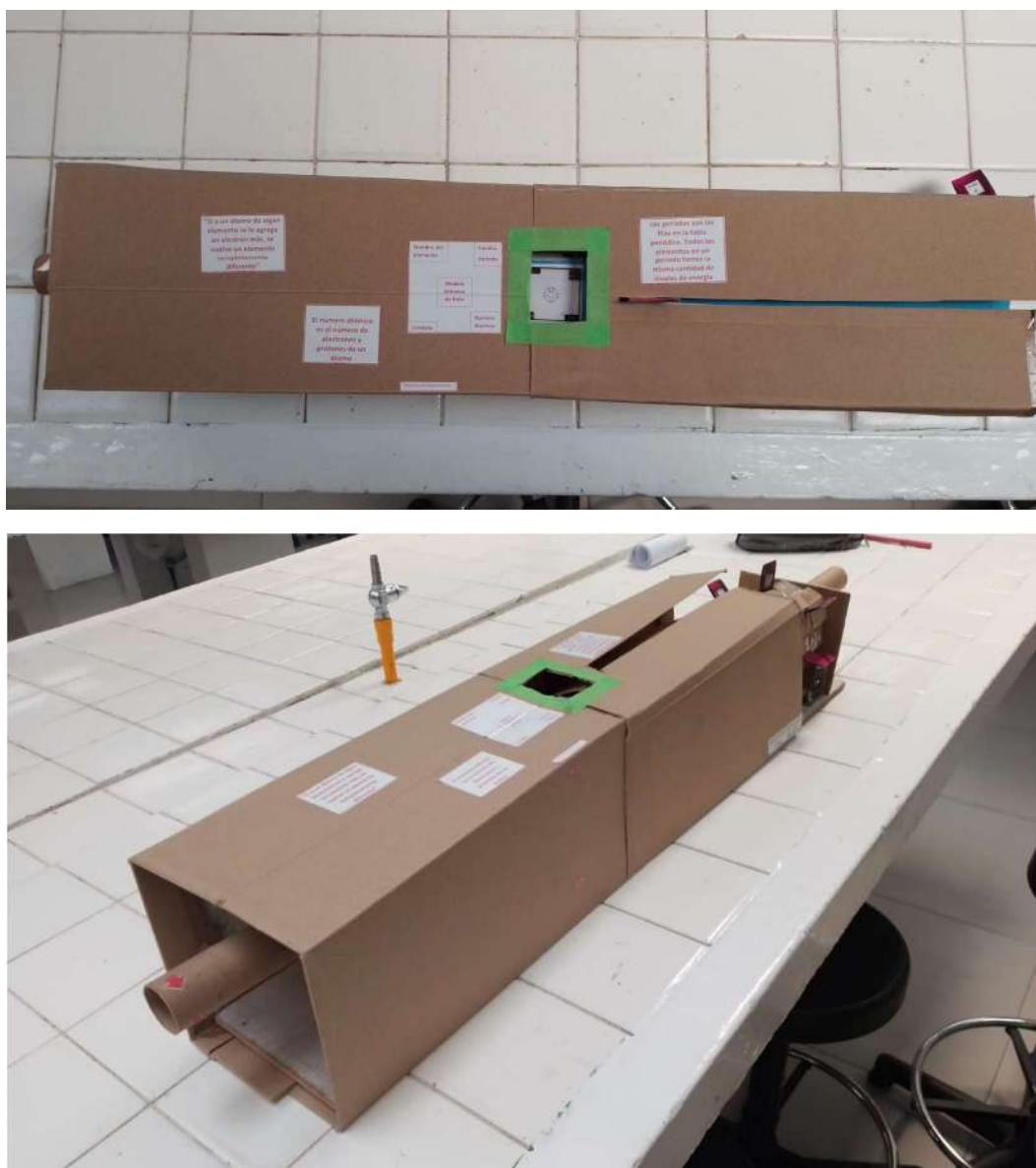


Figura 7. El dispositivo visto desde arriba.

Tiene una ventana por la cual se puede observar el modelo de Bohr de un elemento.

En los lados, el dispositivo tiene manijas, que al girarlas, permiten seleccionar un periodo de la tabla.



Figura 8. Partes del dispositivo.

En la ventana, se puede ver el modelo de Bohr del primer elemento de cada periodo, de esta forma se puede identificar qué periodo estás visualizando.

Una vez que selecciones un periodo, puedes comenzar a visualizar los elementos allí encontrados. Para eso, el dispositivo cuenta con regletas que se pueden deslizar para “agregar” electrones al elemento. Esto es para ilustrar la idea de que el número atómico se incrementa consecutivamente en un periodo. (A excepción de los metales de transición)

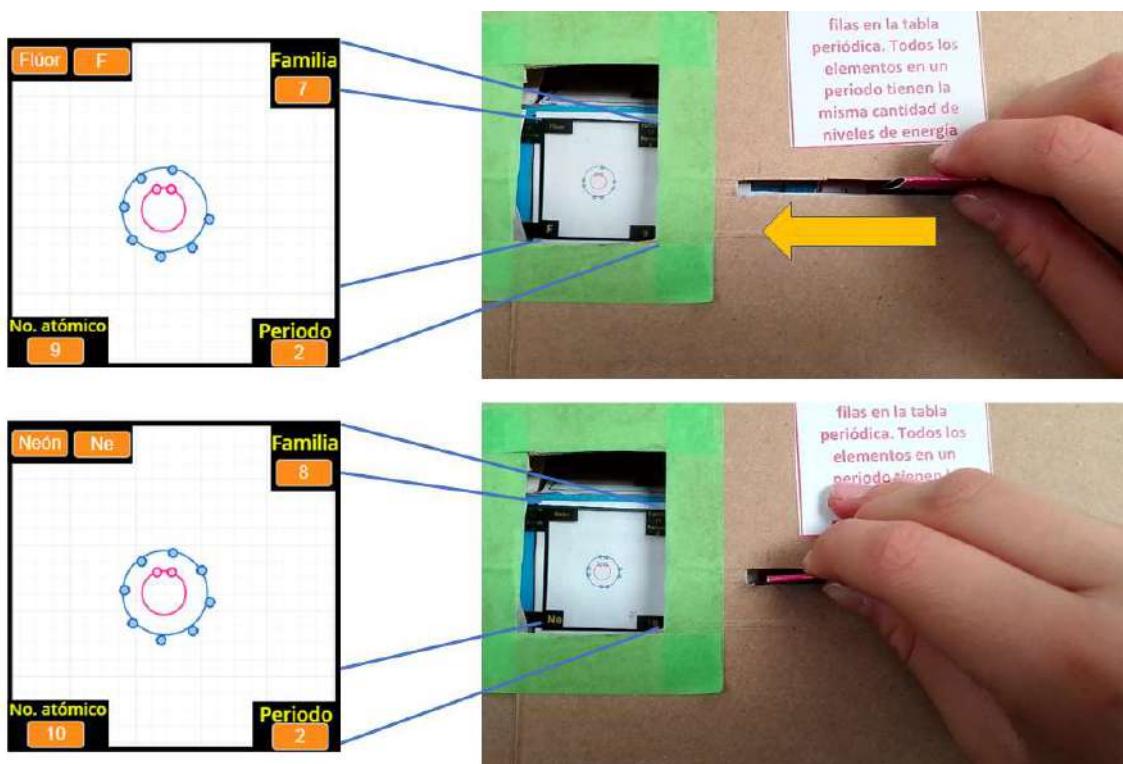


Figura 9. Al deslizar la regleta, se aumentan los electrones y el elemento cambia.

El mecanismo interno del dispositivo consiste en un cilindro de cartón con un eje. El eje está sostenido por una base de madera, la cual permite que el cilindro gire.

A la altura de la ventana, el cilindro tiene imágenes fijas de los modelos de Bohr del primer elemento de cada periodo.





Figura 10. Mecanismo interno del dispositivo.

Alineados con cada modelo de Bohr, hay canales por los que se deslizan tiras de acetato con puntos impresos que representan los electrones.

Las tiras de acetato se pueden mover de tal forma que se sobrepongan sobre el modelo base, y se pueda así visualizar el nuevo elemento.

Con este dispositivo se realizó una actividad con los alumnos de tercero y segundo de secundaria.

Se eligió hacerlo con estos grados ya que los alumnos de tercero ya hemos revisado el tema de la tabla periódica en clase de química, y los alumnos de segundo a pesar de no haber tomado química, en física ya adquieren antecedentes sobre los átomos.

La actividad consistió en darles a los alumnos una breve explicación sobre el número atómico, los periodos y familias de la tabla periódica usando el dispositivo.

Posteriormente, se les dio a los alumnos tablas periódicas en blanco.

Utilizando una versión del dispositivo sin datos del periodo y la familia, los alumnos debían llenar la tabla basándose en los niveles de energía (para ubicar el periodo) y los electrones de valencia (para ubicar la familia).

Adicionalmente, se ha creado una versión digital en línea del dispositivo con el fin de que esté al alcance de cualquiera que desee consultarla. Esta herramienta se encuentra disponible en la siguiente liga: <https://sites.google.com/view/numero-atomico-tabla-periodica/home>

## Aprendizajes esperados

Se espera que los alumnos comprendan de forma práctica el concepto de número atómico y cómo influye en la organización de la tabla periódica en familias y períodos.

En caso de que el dispositivo sea utilizado como actividad de refuerzo, se espera que los alumnos incrementen su comprensión del tema. En caso de que el dispositivo sea utilizado para introducir el tema de la tabla periódica, se espera que los alumnos comprendan conceptos básicos como número atómico, periodo y familia.

## Referencias

Número atómico - Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje. (s. f.).  
[http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/numero\\_atomico/](http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/numero_atomico/)

Cervantes, E., Gutiérrez, P. (2014). Actitudes de los estudiantes de bachillerato ante la educación científica. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación.* [https://www.researchgate.net/profile/Pavel-Roel-Sandoval/publication/341434039\\_Actitudes\\_de\\_los\\_estudiantes\\_de\\_bachillerato\\_anте\\_la\\_educacion\\_cientifica/links/5ec01d4f458515626cacc099/Actitudes-de-los-estudiantes-de-bachillerato-anте-la-educacion-cientifica.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Pavel-Roel-Sandoval/publication/341434039_Actitudes_de_los_estudiantes_de_bachillerato_anте_la_educacion_cientifica/links/5ec01d4f458515626cacc099/Actitudes-de-los-estudiantes-de-bachillerato-anте-la-educacion-cientifica.pdf)

Chamizo J. A. (2019). Las substancias químicas antes y después de la construcción de la tabla periódica. *Educación Química.* Vol 30(4). <https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v30n4/0187-893X-eq-30-04-98.pdf>

Franco, A., Oliva, J., Bernal, S. (2009). Dificultades de aprendizaje en torno a la periodicidad de los elementos químicos: la visión de profesores e investigadores en educación química. *Enseñanza de las ciencias, revista de investigación y experiencias didácticas.* [https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc\\_a2009nEXTRA/edlc\\_a2009nExtrap54.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2009nEXTRA/edlc_a2009nExtrap54.pdf)

Hernández, L. (2017, 23 agosto). Encuéntrale amor a la Química (es de las carreras más rentables). *El Financiero.* <https://www.elfinanciero.com.mx/universidades/encuentrale-amor-a-la-quimica-es-de-las-carreras-mas-rentables/>

Huerta, L. (2019, 13 marzo). 2019, Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos. *Gaceta UNAM.* <https://www.gaceta.unam.mx/2019-ano-internacional-de-la-tabla-periodica-de-los-elementos-quimicos/>

Lehn, J. (2019, 28 febrero). *La química: ciencia y arte de la materia*. UNESCO.  
<https://es.unesco.org/courier/yanvar-mart-2011-q/quimica-ciencia-y-arte-materia>

Molina, F. C. M., Palomeque-Forero, L. A. (2019). La tabla periódica como fundamento para el aprendizaje de la Química y la construcción de conocimiento. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(167)  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-39082019000200285](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-39082019000200285)

Modelo de Bohr. (2013, 12 noviembre). Portal Académico del CCH.  
[https://e1.portalacademicocch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad2/modelos\\_atomicos/modelo\\_bohr](https://e1.portalacademicocch.unam.mx/alumno/quimica1/unidad2/modelos_atomicos/modelo_bohr)

Número atómico - Unidad de Apoyo Para el Aprendizaje. (s. f.-b).  
[http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/numero\\_atomico/](http://uapas2.bunam.unam.mx/ciencias/numero_atomico/)

## Quirópteros: ¿héroes o villanos?

Víctor Hugo Ismael Hernández Ramos<sup>1</sup>, María Teresa Yescas Navarro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Casa de las Ciencias de Oaxaca, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

<sup>2</sup>Escuela Primaria Revolución Mexicana, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

[tere.yescas.n@gmail.com](mailto:tere.yescas.n@gmail.com)

### Resumen

El proyecto didáctico “Quiróptero: ¿héroes o villanos?” surge como una respuesta pedagógica a un acontecimiento social ocurrido en diciembre de 2022, cuando dos niños murieron a causa de haberse contagiado de rabia, supuestamente transmitida por la mordedura de un murciélagos hematófago, en una pequeña comunidad marginada del Estado de Oaxaca. El objetivo fundamental de este proyecto es desmitificar a los murciélagos como transmisores de enfermedades y reconocerles su importancia en el equilibrio ambiental de distintas regiones naturales. Dicho proyecto se sustentó en “La ciencia en la escuela”, una propuesta pedagógica y didáctica ubicada en el marco de la educación alternativa, cuyo propósito fundamental es democratizar la escuela, transformando la práctica y las relaciones escolares.

### Objetivo

En este proyecto didáctico, los estudiantes reconocerán la importancia de las distintas especies de murciélagos en los ecosistemas, sus características, sus hábitos alimenticios, mientras desmitifican ideas erróneas acerca de estos mamíferos voladores, a través de la propuesta metodológica “La ciencia en la escuela”.

### Marco teórico

El proyecto didáctico “Quirópteros: ¿héroes o villanos?” sigue la metodología propuesta por “La ciencia en la escuela”, construida por la Casa de las Ciencias de Oaxaca y el M.C. Juan Luis Hidalgo Guzmán que plantea que sean los alumnos los que generen dudas e inquietudes cotidianas y/o científicas, surgidas de ellos mismos y no de los profesores, ya que el conocimiento se inicia preguntando (Freire y Faundez, 2013), más que dar respuestas a preguntas inexistentes.

Esta propuesta pretende ejercitar la democracia horizontal y empoderar a los estudiantes, al ser ellos los que decidan qué van a aprender. Si bien el/la docente

propone las actividades de investigación, los alumnos son los verdaderos actores del proyecto, al investigar. Sustentada en el constructivismo, la investigación realizada por el alumno busca encontrar respuestas a estas dudas, de tal forma que asuma la realidad, para explicarla, comprenderla, argumentarla, pero, sobre todo, para transformarla (Hidalgo Guzmán, 1997).

Se da en un entorno de trabajo colectivo, más que individual, descartando lo individualista, pues los seres humanos aprendemos mejor en grupo. Asume riesgos al despegarse de la práctica cotidiana de seguir el orden lógico de los libros de texto, persiguiendo más bien un orden psicológico, pero principalmente de elección tanto del alumno como del docente.

Privilegia la libertad, pues el acontecimiento que genera los temas a tratar es decidido por el grupo, al cual pertenece el profesor. Por ende, favorece la autonomía de aprendizaje, más que la de enseñanza, pues considera que nadie posee el saber absoluto, sino que nos acompañamos para aprender.

## Desarrollo

Inicialmente, el/la docente elige un tema, a partir de un acontecimiento relevante, especialmente atractivo para los niños relacionado con su contexto comunitario -en nuestro caso, se abordó el tema de dos niños muertos por rabia, sospechándose como causa la mordedura de un murciélagos hematófago-. Enseguida, se propone la narración de una historia con sentido científico o un texto literario, que permita atrapar la atención del grupo y generar inquietudes. Estas dudas se deberán convertir en preguntas sobre el tema.

En este proyecto en particular, se optó por la narración oral del mito zapoteca “Biguiridi beela”, hecha por un cuentacuentos, donde se narra el motivo por el cual los murciélagos sólo salen de noche, y por la lectura diaria de un capítulo de la novela “Drácula”. Casi simultáneamente, se compartieron notas periodísticas sobre los decesos de los dos pequeños contagiados por rabia. Esto provocó que los niños formularan algunas de estas preguntas: ¿Todos los murciélagos se alimentan de sangre? ¿Hay murciélagos en Oaxaca? ¿Hay cuentos sobre murciélagos?, así como otras más.

La formulación de preguntas, como segundo paso, permite establecer cuáles son los contenidos del currículum que podemos desarrollar con el proyecto, sin dejar de lado que lo más importante, en la propuesta metodológica, es el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, pensamiento creativo, de comunicación, motrices, entre otras.

Estas preguntas servirán como base para la transversalización de contenidos del Plan y Programa de Estudios vigente, con los temas de este proyecto.

Tabla I. Ejemplo de contenidos y habilidades desde las preguntas de alumnos.

PREGUNTA	CONTENIDO	HABILIDAD
¿Los murciélagos comen sangre?	Conceptualización y caracterización de diversos mamíferos, especialmente quirópteros. Regiones naturales. Evolución.	Pensamiento crítico, comunicación efectiva, análisis y uso de la información.
¿Hay murciélagos en Oaxaca?	Ubicación geográfica del Estado de Oaxaca.	Pensamiento crítico, comunicación efectiva.
¿Hay cuentos de murciélagos	Textos literarios: mitos y leyendas mesoamericanas.	Pensamiento creativo, empatía, etc.

La tercera fase del proyecto consiste en realizar las llamadas tareas de investigación o actividades del proyecto. En este caso específico, los niños leyeron el texto “Celebración del murciélago” (Medellín y Equihua, s.f.), el cual analizaron y recrearon en videos de divulgación científica, apoyados en otros textos y en una charla realizada por el Biólogo Manuel Rubio del CIIDIR del IPN-Oaxaca, dirigida al grupo. En estos videos, los estudiantes elaboraron maquetas, crearon títeres y escribieron pequeños guiones, donde mostraron lo aprendido, mientras desarrollaban habilidades de comunicación, manuales, creativas y de empatía hacia estos mamíferos voladores, desmitificando varias ideas erróneas al respecto.

De la misma forma, al leer, analizar y recrear los textos literarios y expositivos mencionados anteriormente, así como sus características, los estudiantes crearon poemas y fábulas relacionadas con los quirópteros.

Así también se realizaron retos matemáticos, usando el tangram, armando imágenes de murciélagos y vampiros, al mismo tiempo que se calcularon el perímetro y el área de dichas figuras. A fin de hacer uso de distintos instrumentos geométricos, se elaboraron teselas, a partir de la estrella de Penrose, con temática parecida, bajo la dirección de la maestra Flor Ramos de la Casa de las Ciencias de Oaxaca.

Finalmente, la última fase del proyecto es la llamada evaluación pública o logro colectivo, que no es más que la proyección a la comunidad de lo aprendido, no sólo en el aspecto de contenidos como en el desarrollo de habilidades, en un entorno colaborativo. En este caso fue la elaboración y difusión de un video en el que participaron un grupo de estudiantes (Yescas, 2023), donde mostraron sus aprendizajes no solamente en conocimientos directamente del Plan de Estudios de Educación Primaria, sino también en áreas de habilidades cognitivas, creativas, de comunicación y de empatía.



Figura 1. Tesela con figuras de murciélagos elaborada por estudiantes de la Escuela Primaria Revolución Mexicana.

### Aprendizajes esperados

Este proyecto educativo pretende más que cubrir contenidos, desarrollar habilidades de aprendizaje y principios éticos. La identificación de datos y procesos matemáticos, el procesamiento y la elaboración de la información, el trabajo colectivo, el respeto y el compromiso hacia el medio ambiente y los elementos que lo integran, el disfrute de textos literarios y de expresiones artísticas, así como de destrezas motrices son algunos de los aprendizajes esperados.

### Referencias

- Freire, P. Faundez, A. (2013). Por una pedagogía de la pregunta. Crítica a una educación basada en respuestas a preguntas inexistentes. Buenos Aires: Siglo XXI.
- Hidalgo Guzmán, J.L. (1997). Investigación educativa. Una estrategia constructivista. México: Castellanos editores.
- Medellín, R.A. y Equihua, C. Celebración del murciélago. Revista ¿Cómo ves?159. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 25 de mayo de 2023 de: <https://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/159/celebracion-del-murcielago>
- Canal Teresa Yescas. (26 de marzo de 2023). *Quirópteros: más héroes que villanos*. Youtube. <https://youtu.be/F0fds9tDdOM>

## Estrategias didácticas en el curso de Termodinámica

Jaqueline Palacios Flores<sup>1</sup>, Madelin Armira Mejía<sup>1</sup>, Sucely Axtuac,<sup>1</sup>

Magdalena Waleska Aldana Segura<sup>1,2</sup>, Julián Félix<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Educación, Universidad Galileo, Guatemala

<sup>2</sup>Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala

<sup>3</sup>Laboratorio Internacional de Partículas Elementales, DCI CL, Universidad de Guanajuato, México

[waldanasegura@gmail.com](mailto:waldanasegura@gmail.com)

### Resumen

Los estudiantes del curso de termodinámica de la carrera de Licenciatura en la Enseñanza de la Física y Matemática tienen poco acceso a laboratorios apropiados, por tal motivo las habilidades experimentales son relegadas a un segundo plano. Con materiales sencillos y accesibles se plantean varias actividades para fortalecer sus habilidades de observación, análisis y comunicación. Se presentan 4 experiencias didácticas donde los estudiantes elaboran prototipos observacionales, reportan resultados a sus compañeros y los utilizan en su práctica docente.

### Objetivo

Presentar la propuesta didáctica basada en la elaboración de pequeños prototipos observacionales para comprender de mejor manera los conceptos de la Termodinámica en los cursos universitarios.

### Marco teórico

En el curso de Termodinámica se utilizan varias experiencias de aprendizaje utilizando estrategias que permitan adquirir conocimientos con elementos sencillos, accesibles y desde su cotidianidad. Esto permite que los estudiantes de carreras de Enseñanza de la Física y Matemática adquieran mejores herramientas para su desempeño profesional. La Física es una Ciencia Experimental por excelencia, representa la explicación del mundo externo y se basa en el método científico para poder darle la apropiada sistematización a la experimentación científica para la reproducibilidad de los resultados. Las metodologías didácticas deben retomar el carácter experimental de las Ciencias y dejar la repetición de libros desactualizados y descontextualizados para promover el pensamiento crítico.

Durante la pandemia originada por el virus SARS CoV 2, las instituciones educativas se vieron forzadas a innovar el aprendizaje de estos temas a la luz de las condiciones de trabajo con los estudiantes. Esto permitió innovaciones que anteriormente eran impensables. Los estudiantes se encontraron en sus hogares, con materiales disponibles, máquinas térmicas, fuentes de calor, hielo y les permitió experimentar con objetos cotidianos los conceptos fundamentales aprendidos en el aula. (Herrera Castrillo, 2021)

El curso de termodinámica permite a los estudiantes aventurarse a descubrir los conceptos de primera mano, siendo el primer conocimiento que el ser humano recuerda en el cerebro primitivo (la sensación de calor y frío)(Araya-Pizarro & Espinoza Pastén, 2020). Esto brinda la oportunidad de explorar los conceptos desde la significación del aprendizaje. Estas experiencias, valiosas herramientas para docentes en servicio, constituyen elementos clave en la formación de estudiantes que buscan una nueva oportunidad de descubrir de primera mano los conceptos que tradicionalmente se presentan de manera repetitiva en clase.

Los conceptos de Termodinámica permiten que los estudiantes exploren el mundo externo y comprendan los procesos de la vida cotidiana, cambio climático, intercambio de calor, métodos de cocción de alimentos, máquinas térmicas, etc. Este valor agregado, permite evitar la repetición de libros descontextualizados y desactualizados y fomenta una transición a contenidos y actividades de aprendizaje interactivos que promueven la adquisición de otras competencias, habilidades y destrezas.

### **Desarrollo**

En el desarrollo del curso se plantean una serie de actividades que permiten una mejor apropiación de contenidos. Las generalidades de estas actividades se describen a continuación. Estas experiencias permiten incorporar los conceptos aprendidos durante el curso de manera integral, fortaleciendo además la aplicación del método científico en el proceso. La propuesta didáctica es eliminar la repetición de ejercicios y promover la experimentación científica en base a pequeñas experiencias de aprendizaje que obligan a los estudiantes a realizar las mismas con materiales accesibles, a su alcance. Los estudiantes no son seleccionados por los docentes, son los docentes matriculados en las carreras Enseñanza de la Física y Matemática y Enseñanza de la Química y Biología en la Universidad Galileo en Guatemala. A continuación se resumen las experiencias presentadas por estudiantes de Licenciatura, que se han convertido en portafolios didácticos que podrán utilizar en su práctica docente, derivado de que algunos de ellos son actualmente docentes en servicio.

Estas experiencias generan competencias adicionales, comunicacionales, observacionales, experimentales y de análisis de datos. Estos prototipos permiten un incipiente análisis de datos, experiencia valiosa para contrastar la realidad con lo planteado en los textos. Es invaluable la experiencia de los estudiantes, alejarlos de textos ajenos a su entorno, contexto, sociedad y condición social que no permiten que relacionen los contenidos con la vida cotidiana. Con estas experiencias, los estudiantes son capaces de describir fenómenos cotidianos en base a la experiencia adquirida, esto permite desarrollar mejor su actividad docente.

Estas experiencias mostradas a continuación, permiten además la integralidad de contenidos, culminando con la experiencia de un Fermento de frutas, que implica

sistematizar datos durante 3 meses, aplicar todos los conceptos aprendidos en el curso con los prototipos elaborados y la experimentación para que en base a la misma se pueda determinar el momento en que se convierte en vinagre.

Esta metodología de apropiación de contenidos, basada en el estudiante y no en los libros y contenidos permite generar círculos virtuosos de aprendizaje que los estudiantes podrán en un futuro aplicar en su práctica docente.

Experiencias presentadas en los cursos como alternativa a la repetición de libros de texto:

### **Termómetro de Gas**

Al aplicar aire caliente el termómetro de gas presenta una variación en la altura de la columna de agua entintada. Este sencillo dispositivo permite explorar los conceptos de dilatación térmica y es posible calibrar para que se convierta en un valioso instrumento observacional.(Hastie & Haelssig, 2015)



*Ilustración 1 Ejemplificación del funcionamiento por J. Félix*

Este termómetro es utilizado en varias versiones tanto comerciales como artesanales como objeto para diversión en ferias, sin embargo, la comprensión de su funcionamiento permite adquirir competencias adicionales a los docentes en formación. Se promueve la adquisición de habilidades adicionales al elaborarlo artesanalmente, estando al alcance de los estudiantes la experiencia didáctica.



*Ilustración 2 Termómetros elaborados en el curso de Termodinámica*

### **Rayo de Arquímedes**

En el imaginario colectivo, Arquímedes logró quemar los barcos enemigos utilizando grandes espejos.(Fanning, 2010) En la actualidad, un edificio en Londres ha quemado automóviles por la concentración de rayos de sol,(Zhu et al., 2019) ésta experiencia le permite a los estudiantes comprender la utilización de rayos de luz (óptica), concentrarlos en un punto y generar una pequeña llama. Contribuye además a generar pensamiento crítico sobre las experiencias mostradas en la ciencia ficción y las dificultades técnicas al realizar estas actividades.



*Ilustración 3 Experiencia del Rayo de Arquímedes durante el curso de Termodinámica*

### **Globos de papel de China**

Se utilizan globos de papel de china para observar el intercambio de aire caliente y frío en los procesos de convección. Se les solicita a los estudiantes adquirir algunos y elaborar con sus propios diseños otros. Esto para poder comparar la efectividad del diseño de los globos, algunos son cuadrados, triangulares y de diversas formas. Estos pequeños globos de papel de china se utilizan para mostrar los procesos simples de convección, pero permiten además generar aprendizaje colaborativo formando redes de aprendizaje y mostrando a los estudiantes la necesidad de trabajo en equipo. (Barak & Raz, 2000)



*Ilustración 4 Globos de papel de China utilizados en el aula*

### **Lámparas térmicas**

que permiten ejemplificar procesos de convección, elaboradas con materiales simples permiten que los estudiantes experimenten de primera mano los procesos de convección y puedan con una lata de soda elaborar un pequeño dispositivo al cual pueden modificar su dirección de giro.

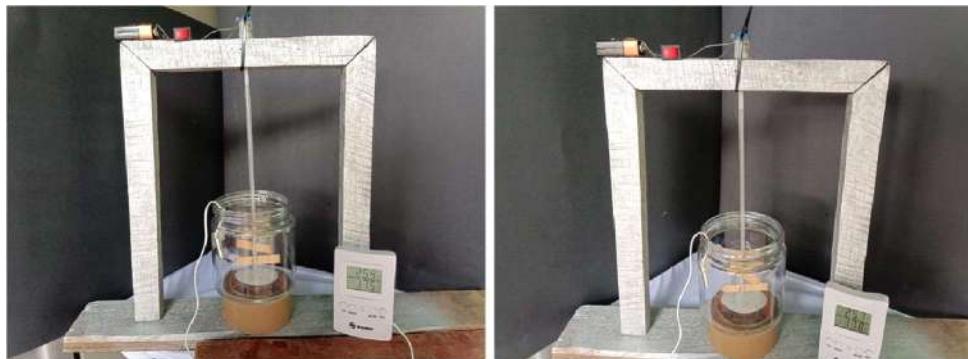


*Ilustración 5 lámparas térmicas elaboradas en el curso de Termodinámica*

### **Experimento de Joule**

El experimento de Joule busca medir el equivalente mecánico del calor. En ese sentido, el experimento se realiza con un motor eléctrico y se determina a partir del trabajo que realiza el motor el equivalente mecánico del calor. El termómetro

muestra que efectivamente la temperatura se eleva en el agua al estar operando el dispositivo. Se determina el tiempo en el que cambia la temperatura  $1^{\circ}\text{C}$  y se conoce la velocidad del motor, haciendo la conversión de energía eléctrica a energía mecánica y energía calorífica, para encontrar el Equivalente mecánico del Calor.



*Ilustración 6 Dispositivo para medir el equivalente mecánico del calor*

### Máquinas térmicas: el pajarito Bebedor

Este popular juguete que ha aparecido inclusive en populares series de televisión como Los Simpson (Crease, 2001) El programa de televisión lo ha colocado como un juguete popular y ha levantado el debate de utilizar los elementos de la ficción como medio de la mediación pedagógica en las aulas. (Orthia et al., 2012) De esta manera el pajarito bebedor como máquina térmica es utilizado en la ficción para realizar pequeñas tareas repetitivas, levantando el debate sobre la utilización de máquinas de movimiento perpetuo y su posibilidad en la vida cotidiana.(Gouthier, 2018)

El pajarito se presenta en varios y diversos diseños, utilizando el intercambio de calor del alcohol y el ambiente para cambiar su centro de masa y realizar una tarea sencilla (subir y bajar en un pivote, presionar un botón, etc). (Uechi et al., 2019) Sin embargo el funcionamiento del pajarito bebedor no siempre es explicado de manera adecuada. Muchos recursos disponibles en internet lo muestran como un juguete que posee una fuente interna de calor que evapora el agua en el pico del dispositivo, lo cual es incorrecto.

El pajarito bebedor es también una perfecta excusa didáctica para discutir los temas de equilibrio y centro de masa, discusión que en las máquinas térmicas forma parte de los mecanismos a estudiar en las máquinas térmicas y las máquinas de movimiento perpetuo.



Ilustración 7 Pajarito Bebedor (fotografía W. Aldana)

### Barquito Pop pop

El barquito Pop pop es una de las máquinas simples más sencillas de construir que atrae a jóvenes y adultos. Es común encontrar modelos en ferias científicas, museos de ciencia interactivos y otros espacios educativos de difusión y divulgación de la Ciencia. (Crane, 1997)

La construcción del Barquito varía en cada país o escuela manteniendo el principio de una pequeña caldera que opera generalmente con una pequeña vela o mechero. El intercambio de calor ocurre en la misma ingresando agua fría y retornando agua caliente por pequeñas tuberías o pajillas donde es expulsada el agua caliente con el gas producto del intercambio de calor en la Caldera. La misma se elabora con restos de latas de soda o lámina de cobre. El diseño se utiliza desde secundaria hasta cursos de termofluidos para enseñar a los estudiantes el funcionamiento básico de una caldera. (Hastie & Haelssig, 2015)



Ilustración 8 Barquito pop up elaborado durante el curso de termodinámica (fotografía J. Palacios)

### Proceso de Fermentación Alcohólica

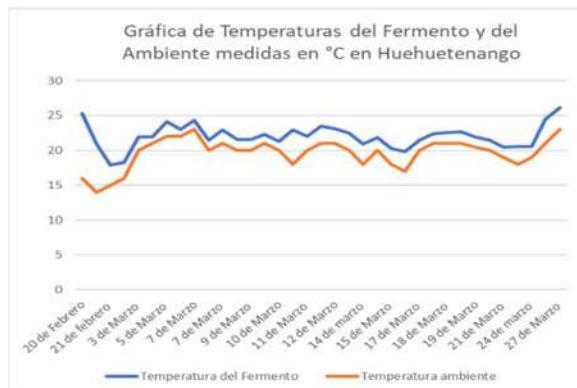
La fermentación alcohólica, como proceso de preservar los alimentos, fue descubierta en el antiguo Egipto según algunas evidencias como medio de

mantener el aseguramiento de líquidos y frutos por más tiempo de manera (Grande & Blanco, 2019) apta para el consumo humano. (ARREOLA, 2022). El proceso de fermentación permite el aprendizaje de temas como recopilación de información, sistematización de datos, experimentación, observación controlada, destilación fraccionada, calor, trabajo termodinámico, cambio de energía interna y otros.



*Ilustración 9 distintas etapas del proceso de fermentación, filtrado y destilación alcohólica (fotografía J. Palacios y M. Armira)*

La fermentación alcohólica permite además conocer sobre las transformaciones de fase que ocurren durante el proceso de destilación fraccionada. Los estudiantes aprenden sobre el trabajo realizado por las levaduras al realizar la transformación de glucosa y fructosa en alcohol y luego la transformación de alcohol en ácido acético (vinagre). (Parker, 2015) También permite conocer sobre el trabajo termodinámico, y aprender sobre el trabajo realizado por un elemento o sobre el elemento (en este caso el fermento).



*Ilustración 10 Gráfica de temperaturas en °C vrs día de toma de muestra (elaboración J. Palacios)*

### **Motor Stirling**

El funcionamiento del motor Stirling (Zare & Tavakolpour-Saleh, 2020) es uno de los más estudiados por los estudiantes de Termodinámica. Este motor, que utiliza el calor desecharido para continuar su ciclo de operación, permite a los estudiantes enfrentarse a retos de diseño, planeación y construcción de un prototipo que

funcione con una pequeña fuente de calor. Todos los prototipos son elaborados con materiales accesibles y el reto de ponerlo en operación apropiadamente, motiva a los estudiantes a aprender sobre el proceso termodinámico de máquinas simples. (Durcansky et al., 2020) Este motor, elaborado a partir de elementos sencillos permite adquirir habilidades y destrezas para la construcción de motores efectivos de intercambio de calor. Permite mejorar la comprensión sobre los procesos de intercambio de calor y al mismo tiempo el funcionamiento de los ejes de los motores que se encuentran alrededor de nosotros en la vida cotidiana.



*Ilustración 11 motor Stirling elaborado en el curso de Termodinámica (fotografía J. Palacios)*

### Aprendizajes esperados

Los conceptos de termodinámica muchas veces se relegan a subcapítulos de libros de texto descontextualizados y desactualizados. En la práctica docente, los estudiantes obvian estos temas y se inclinan por buscar aplicaciones de temas de mecánica clásica. Se espera que con estos conocimientos los estudiantes se familiaricen con los temas de mejor manera, y que los docentes puedan aplicarlos dentro y fuera del aula y a la vez, sean capaces de proponer experiencias significativas a sus estudiantes.

Planear, diseñar y construir pequeños prototipos permite adquirir habilidades adicionales a los estudiantes, pero también generar un aprendizaje interdisciplinario, donde los estudiantes puedan relacionar contenidos de varios cursos para poder realizar efectivamente la experiencia.

Estas pequeñas experiencias les permiten vincular además temas de la vida cotidiana, desde la ficción hasta la cocina, para poder poner en práctica los temas del curso.

## Referencias

- Araya-Pizarro, S. C., & Espinoza Pastén, L. (2020). Aportes desde las neurociencias para la comprensión de los procesos de aprendizaje en los contextos educativos. *Propósitos y Representaciones*, 8(1).  
<https://doi.org/10.20511/pyr2020.v8n1.312>
- ARREOLA, L. (2022). ¿Qué es la fermentación? *Gaceta CCH*.
- Barak, M., & Raz, E. (2000). Hot-air balloons: Project-centered study as a bridge between science and technology education. *Science Education*, 84(1).  
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<27::AID-SCE3>3.0.CO;2-8](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<27::AID-SCE3>3.0.CO;2-8)
- Crane, H. R. (1997). The Pop-Pop boat. *The Physics Teacher*, 35(3).  
<https://doi.org/10.1119/1.2344632>
- Crease, R. P. (2001). Science and The Simpsons. *Physics World*, 14(1).  
<https://doi.org/10.1088/2058-7058/14/1/19>
- Durcansky, P., Nosek, R., & Jandacka, J. (2020). Use of stirling engine for waste heat recovery. *Energies*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/en13164133>
- Fanning, W. J. (2010). The historical death ray and science fiction in the 1920s and 1930s. In *Science-Fiction Studies* (Vol. 37, Issue PART 2).
- Gouthier, D. (2018). It's science after all, Homer! *Journal of Science Communication*, 06(04). <https://doi.org/10.22323/2.06040701>
- Grande, J. C., & Blanco, S. (2019). Destilación simple y fraccionada: Método de purificación de líquidos. *Academia*.
- Hastie, M., & Haelssig, J. (2015). SHORT DESIGN PROJECTS FOR AN INTRODUCTORY THERMOFLUIDS ENGINEERING COURSE. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*.  
<https://doi.org/10.24908/pceea.v0i0.5760>
- Herrera Castrillo, C. J. (2021). Aprendizaje en las asignaturas “Electricidad” y “Termodinámica y Física Estadística” en tiempos de pandemia. *Revista Multi-Ensayos*, 7(13). <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v7i13.10748>
- Orthia, L. A., Dobos, A. R., Guy, T., Kan, S. Z., Keys, S. E., Nekvapil, S., & Ngu, D. H. Y. (2012). How Do People Think About the Science They Encounter in Fiction? Undergraduates investigate responses to science in The Simpsons.

*International Journal of Science Education, Part B: Communication and Public Engagement, 2(2).* <https://doi.org/10.1080/21548455.2011.610134>

Parker, G. (2015). Fermentación Alcohólica. *Teaching and Teacher Education, 12*(1).

Uechi, S. T., Uechi, H., & Nishimura, A. (2019). The Analysis of Thermomechanical Periodic Motions of a Drinking Bird. *World Journal of Engineering and Technology, 07*(04). <https://doi.org/10.4236/wjet.2019.74040>

Zare, S., & Tavakolpour-Saleh, A. R. (2020). Free piston Stirling engines: A review. In *International Journal of Energy Research* (Vol. 44, Issue 7).  
<https://doi.org/10.1002/er.4533>

Zhu, J., Jahn, W., & Rein, G. (2019). Computer simulation of sunlight concentration due to façade shape: application to the 2013 Death Ray at Fenchurch Street, London. *Journal of Building Performance Simulation, 12*(4).  
<https://doi.org/10.1080/19401493.2018.1538389>

# Resolución numérica de la ecuación de Laplace: Su importancia y aplicaciones en diferentes áreas de la ciencia y la ingeniería

Oscar Uriel Vega Rangel, Ricardo Medel Esquivel

Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, México D.F., México

ovegar1600@alumno.ipn.mx

## Resumen

Matemáticamente, la ecuación de Laplace:  $\nabla^2 u=0$

constituye un caso particular (el caso homogéneo o libre de fuentes) para los tres grandes tipos de ecuaciones diferenciales parciales: parabólicas, elípticas e hiperbólicas. En términos prácticos, esto significa que puede ser útil para modelar una enorme gama de fenómenos; en efecto, la ecuación de Laplace surge en fenómenos de electrostática, magnetismo, gravitación, hidrodinámica, termodinámica, mecánica cuántica, etcétera.

Por lo anterior, se comprende que esta ecuación y sus soluciones tengan una considerable importancia, y que los cursos de Ecuaciones Diferenciales Parciales le dedican una particular atención en sus programas, si bien el enfoque suele estar concentrado en el estudio de los métodos analíticos, que los estudiantes deben aprender a desarrollar a mano. Sin embargo, resulta conveniente aprovechar los lenguajes de programación de alto nivel y la posibilidad de ejecutarlos en línea (incluso desde teléfonos inteligentes, sin la necesidad de una computadora) para resolver, simbólica o numéricamente esta ecuación y trazar las gráficas de sus soluciones.

Presentamos aquí una propuesta de este enfoque. Luego de recordar el método de separación de variables, mostramos cómo podrían usarse algunas bibliotecas en lenguaje de programación Python para obtener soluciones analíticas y sus gráficas para un problema de Dirichlet. Los códigos para hacerlo pueden ejecutarse en línea en *google colab* (Colaboratory, 2023) y están alojados en nuestro repositorio de *github* (Vega, 2023). La posibilidad de ejecutarlos en línea abre la posibilidad de que los estudiantes editen y ejecuten los programas desde un teléfono inteligente, lo que proporciona ilustración cómoda e inmediata en el salón de clases.

## Objetivo

Que los estudiantes planteen el método de separación de variables para resolver un problema de Dirichlet en coordenadas cartesianas y luego utilicen bibliotecas de Python para resolver las ecuaciones diferenciales ordinarias asociadas, generar las

series de Fourier a partir de ellas y finalmente tracen la gráfica de la solución particular del problema.

### Marco teórico

Un problema de Dirichlet es un problema de valores en la frontera en el que buscamos una solución a la ecuación de Laplace dentro de una región R del plano o del espacio, tal que  $u$  tome valores preestablecidos en toda la frontera de la región. Para este trabajo, supondremos que R es un rectángulo en el plano y trabajaremos con coordenadas cartesianas (Zill, D. G. y Dewar, J. M., 2008).

Un método muy utilizado para resolver este problema es el de *separación de variables*, que consiste en suponer que existe una solución del tipo:

$$u(x, y) = X(x)Y(y),$$

donde  $X(x) \neq 0$  es solamente función de  $x$  y  $Y(y) \neq 0$  es solamente función de  $y$ . Al derivar dos veces esta función y sustituirla en la ecuación de Laplace, la ecuación original se puede separar en dos ecuaciones diferenciales ordinarias, así:

$$X'' + \lambda X = 0$$

$$Y'' - \lambda Y = 0$$

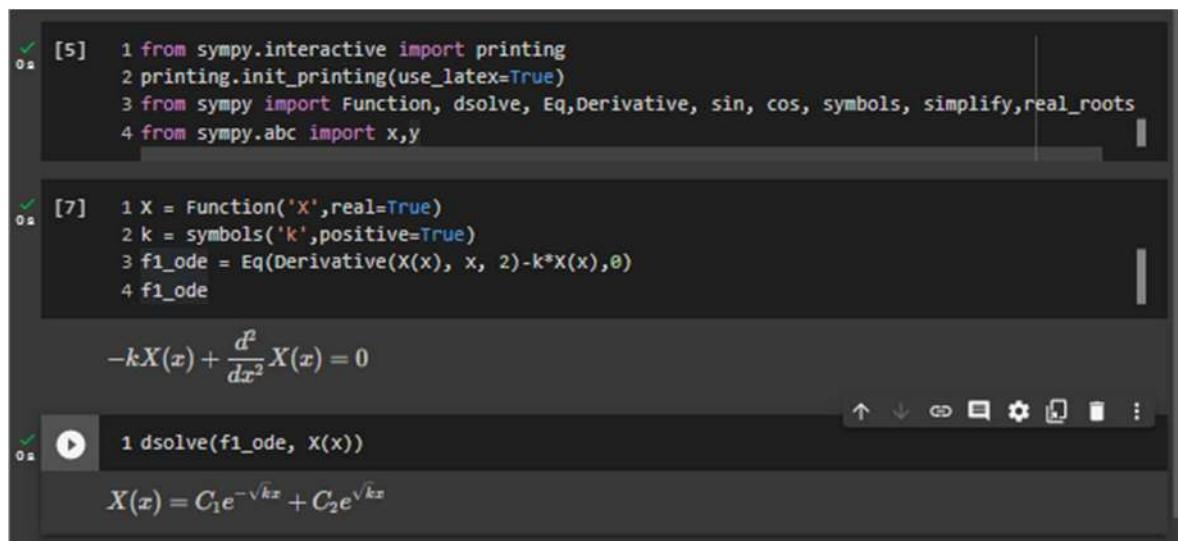
Estas ecuaciones, dadas las condiciones de frontera correspondientes, suelen constituir problemas de valores propios, por lo cual tienen una cantidad infinita de soluciones. En general, se observa que es necesario invocar el *principio de superposición*, que consiste en escribir una solución general a partir de una suma infinita de las soluciones particulares con coeficientes indeterminados, conocida como *serie de Fourier*. Los coeficientes de esta serie se pueden determinar a partir de las condiciones en la frontera del problema dado.

Este método puede implementarse completamente de manera analítica, sin embargo, aquí estamos interesados en utilizar métodos computacionales siempre que sea posible para ayudarnos a resolver este problema. En nuestro repositorio de github (Vega, 2023) se muestran ejemplos detallados del procedimiento aquí esbozado.

## Desarrollo

Podemos utilizar el lenguaje de programación Python para ayudarnos en distintos momentos de la solución de este problema. En nuestro repositorio de github (Vega, 2023) se encuentran los ejemplos desarrollados a detalle. Por razones de espacio, aquí presentamos solamente un esbozo de la implementación.

En primer lugar, la biblioteca “sympy” nos permite resolver de manera simbólica las ecuaciones diferenciales ordinarias obtenidas en la separación de variables; es decir, esta herramienta nos ayuda de manera analítica, no numérica (Figura 1).



```

[5]: 1 from sympy.interactive import printing
2 printing.init_printing(use_latex=True)
3 from sympy import Function, dsolve, Eq, Derivative, sin, cos, symbols, simplify, real_roots
4 from sympy.abc import x, y

[7]: 1 X = Function('X', real=True)
2 k = symbols('k', positive=True)
3 f1_ode = Eq(Derivative(X(x), x, 2) - k*X(x), 0)
4 f1_ode


$$-kX(x) + \frac{d^2}{dx^2}X(x) = 0$$


[8]: 1 dsolve(f1_ode, X(x))


$$X(x) = C_1 e^{-\sqrt{k}x} + C_2 e^{\sqrt{k}x}$$


```

Figura 1. La función `dsolve()` de la biblioteca `sympy` devuelve la solución simbólica, o analítica, de la ecuación diferencial ordinaria que se le proporciona como argumento.

Las soluciones de estas ecuaciones, que además satisfacen las condiciones de frontera, dependen de un parámetro que puede ser un número natural o entero. Como dijimos anteriormente, su superposición da origen a series de Fourier. Podemos escribir un código en Python para generar sumas parciales (no infinitas) y graficarlas para analizar el comportamiento de las soluciones del problema (Figura 2).

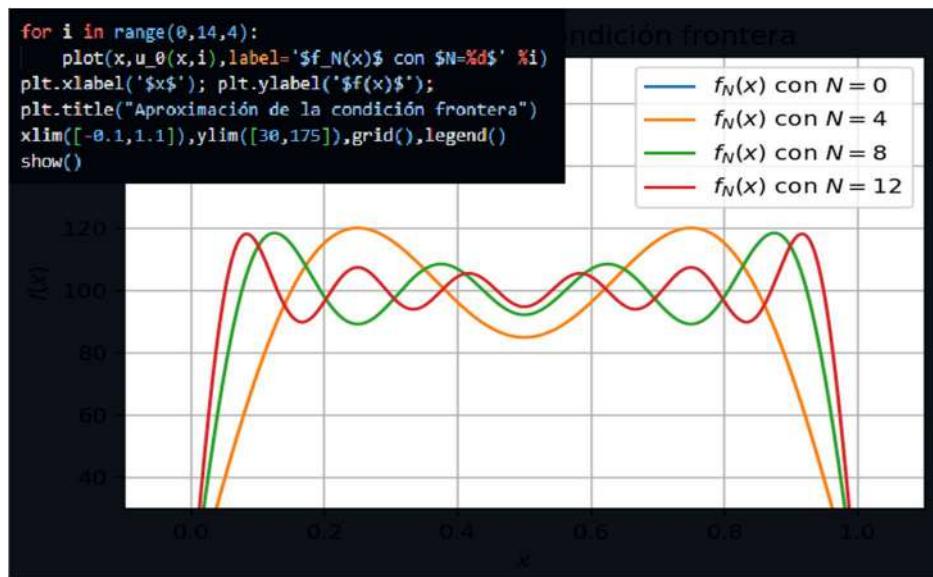


Figura 2. Muestra de unas sumas parciales de Fourier para la función que depende de  $x$ , junto con el código para generarla. También se deben generar series de Fourier para la función que depende de  $y$ . Al multiplicar las dos series, se obtiene la solución del problema.

Finalmente, podemos utilizar el módulo *mplot3d* (The mplot3d toolkit, 2023) para construir la solución tridimensional interactiva (que puede ser rotada) del problema en la región  $R$  (Figura 3).

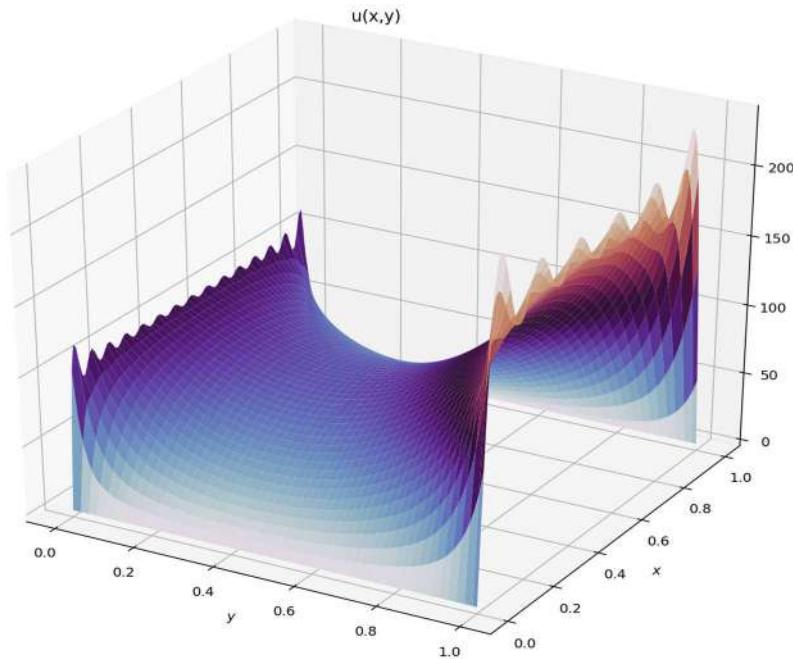


Figura 3. Gráfica de una solución a un problema de Dirichlet. Las ondulaciones se deben a que se ha usado una serie de Fourier finita.

## Aprendizajes esperados

Con la ayuda de los ejemplos implementados, esperamos que los estudiantes sean capaces de resolver problemas similares, así como implementar soluciones a problemas de la ecuación de Laplace distintos al problema de Dirichlet, realizando las modificaciones correspondientes. La dificultad mayor suele estar en la codificación de las series de Fourier; en este trabajo se presenta una forma simple e intuitiva de hacerla.

## Referencias

Colaboratory (2023): <https://colab.research.google.com/>

Sympy (2023): <https://www.sympy.org/en/index.html>

The mplot3d toolkit (2023):

<https://matplotlib.org/stable/tutorials/toolkits/mplot3d.html>

Vega (2023): <https://github.com/Vegavru/Jornadas2023>

Zill, D. G. y Dewar, J. M. (2008). *Cálculo Vectorial, Análisis de Fourier y Análisis Complejo*. México: McGraw-Hill.

## Cómic matemático

*Luis Alfonso Velázquez Martínez*

Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, Ciudad de México, México

[lvelazquezm1603@alumno.ipn.mx](mailto:lvelazquezm1603@alumno.ipn.mx)

### Resumen

La geometría euclíadiana es una rama de las matemáticas que se enfoca en el estudio de la geometría plana y del espacio tridimensional, es la base fundamental para el estudio de las matemáticas superiores, como la trigonometría, el álgebra lineal y la geometría analítica.

Es esencial para la comprensión de las ciencias naturales, como la física y la astronomía, ya que se utiliza para describir y analizar la forma y la posición de los objetos en el espacio, ayuda a desarrollar habilidades valiosas, como el pensamiento lógico y la capacidad de resolver problemas, que son esenciales para el éxito en cualquier campo, es una herramienta valiosa en la ingeniería, la arquitectura y la diseño, ya que se utiliza para planificar y construir estructuras y objetos en el mundo real.

En resumen, la geometría euclíadiana es una parte esencial de las matemáticas y tiene aplicaciones valiosas en una variedad de campos, desde las ciencias naturales hasta las artes y las ciencias sociales.

La didáctica general permite una comprensión integral de los recursos pedagógicos fundamentales en el proceso de planificación de la enseñanza y del aprendizaje, y la didáctica específica puntualiza en la creación de estrategias adecuadas a los contenidos de cada asignatura para optimizar este proceso. Es el campo de la especialización didáctica donde se delimita el nivel educativo al que tiene que responder, con diferentes recursos didácticos, para garantizar un adecuado proceso tanto en la enseñanza como en el aprendizaje. (Cervera, 2010)

Cuando se dan este tipo de eventos, es necesario considerar la importancia de la planificación didáctica. El planeamiento didáctico es uno de los momentos fundamentales en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Según Rojas-Vargas (2016 citado por Wilmer, 2020), el planeamiento didáctico debe estar basado en un paradigma educativo y en un modelo pedagógico. Esto permitiría contar con una guía teórica para orientar la labor docente y el trabajo de planificación didáctica. Sin embargo, no solo el planeamiento didáctico debe estar basado en un paradigma educativo y en un modelo pedagógico, sino también en un paradigma de la investigación continua de los procesos didácticos para garantizar un óptimo aprendizaje. La investigación didáctica es de suma importancia porque ningún

aprendizaje está determinado, así como, ningún método de enseñanza garantiza verdaderamente un óptimo aprendizaje en el estudiante.

## Objetivo

Mostrarles a los estudiantes la importancia de la geometría euclíadiana en su vida cotidiana mediante un cómic, estimulándolos visualmente para que comprendan su entorno en situaciones reales, mostrando así la importancia de las matemáticas y provocar un interés genuino por la ciencia.

## Marco teórico

La enseñanza de las matemáticas tiene como objetivo fundamental que los estudiantes fortalezcan su comprensión y descripción del mundo que les rodea a través de conceptos y nociones fundamentales. Al reforzar sus conocimientos y herramientas matemáticas, los estudiantes adquieren la capacidad de resolver problemas de la vida real de manera efectiva.

El objetivo de la enseñanza de las matemáticas no es sólo que los niños aprendan las tradicionales reglas aritméticas, las unidades de medida y unas nociones geométricas, sino su principal finalidad es que puedan resolver problemas y aplicar los conceptos y habilidades matemáticas para desenvolverse en la vida cotidiana (Ruiz, 2011).

Además, estos conocimientos, habilidades y razonamiento matemático son indispensables para adentrarse en el estudio de matemáticas más avanzadas y para comprender otras disciplinas, como la química, la biología, la física, la economía, la programación, entre muchas otras.

La matemática posee una enorme aplicabilidad y constituye un lenguaje y marco indispensable, para todas las ciencias. Ésta es la razón por la cual no solamente unos cuantos individuos dedican su vida a ella sino que es materia de estudio en el sistema educativo y parte de la escena social (Lluis-Puebla, 2006).

Esta necesidad constante de fortalecer los conocimientos matemáticos se aplica tanto a profesionales y expertos en distintos campos, como a los ciudadanos comunes. Los estudiantes de todos los niveles educativos forman parte de estos grupos en los cuales las matemáticas juegan un papel fundamental en su formación académica.

En este contexto, las actividades lúdicas desempeñan un papel importante, ya que fomentan la interacción de los estudiantes con sus compañeros y con el docente, así como con su entorno. Estas actividades no solo contribuyen al desarrollo

individual de los estudiantes, sino también a su crecimiento social, promoviendo un ambiente de aprendizaje enriquecedor.

Una de estas estrategias que resulta fundamental, sobre todo para los estudiantes del nivel inicial y primaria, sin dejar de lado los otros niveles, son las actividades lúdicas ya que, facilitan el entendimiento de los temas tratados y ayudan al desarrollo de la creatividad, pensamiento crítico y las nociones básicas para la resolución de problemas (Caballero-Calderón, 2021).

Para la creación de éste cómic se utilizó y se basó toda la creación en el ciclo de aprendizaje (Jorba y Casellas, 1997), que consta de 4 fases.

Lo vamos a realizar en fases, la primera, la fase de exploración, en ella partimos de situaciones reales, concretas y simples, en las que se presentan los conceptos o procedimientos que se requieren enseñar desde diferentes puntos de vista, para que los alumnos sepan cuál será el objeto de aprendizaje y cual su utilidad. Para reconocer cuáles son los conocimientos previos de los alumnos sobre el tema, la abstracción es mínima al igual que la complejidad.

Después sigue la fase de introducción del concepto o procedimiento, en ella se plantean situaciones progresivamente más abstractas empezando por las más intuitivas y manipulativas que faciliten la construcción del conocimiento por parte de los alumnos, es un poco más abstracto, pero sin ser complejo.

Continúa la fase de estructuración, en ella se realizan actividades de sistematización y estructuración lógica, aquí estamos en el nivel más abstracto, pero no tan complejo para los alumnos, en ella aplicamos el concepto de ejercicios académicos para que se familiaricen con el contenido introducido, además se reconocen las posibilidades que ofrece el reconocer conceptos y por último memorizar.

Y por último la fase de aplicación, en ella inducimos la aplicación del concepto o procedimiento a situaciones reales concretas, simples o complejas para interpretar la realidad, saber usar el nuevo aprendizaje y que se reconozca su utilidad, en esta fase es lo mínimo de abstracción, pero con complejidad.

Estas fases que constituyen el ciclo de aprendizaje, es el modelo que se implementó para la enseñanza de la geometría euclíadiana, en el cómic.

Se utilizaron habilidades matemáticas que favorecen la educación integral

Como señala Reyábal, M. V. y Sanz, A.I. (1995):

La educación es necesariamente normativa. Su función no es sólo instruir o transmitir unos conocimientos, sino integrar en una cultura que tiene distintas dimensiones: una lengua, unas tradiciones, unas creencias, unas actitudes, unas formas de vida. Todo lo cual no puede ni debe transcurrir al margen de la dimensión ética que es, sin duda, el momento último y más importante, no de ésta o aquella cultura, sino de la cultura humana universal. Educar es, así,

formar el carácter, en el sentido más extenso y total del término: formar el carácter para que se cumpla un proceso de socialización imprescindible, y formarlo para promover un mundo más civilizado, crítico con los defectos del presente y comprometido con el proceso moral de las estructuras y actitudes sociales.

Para favorecer una educación integral, se utilizaron imágenes en donde se mostrará fraternidad, armonía, comprensión, apoyo y ternura. Para que las y los estudiantes sean capaces de ver una inteligencia emocional (IE), una formación ética y de pensamiento creativo, más allá de los temas impartidos, para que así sean capaces de entender las actividades con ambientes de respeto y amor.

En el ámbito educativo se ha encontrado la existencia de uno o más de los siguientes problemas cuando los niveles de IE son bajos en los estudiantes: déficit en los niveles de bienestar y ajuste psicológico; disminución en el número y la calidad de las relaciones interpersonales; descenso del rendimiento académico y aparición de conductas disruptivas o consumo de sustancias psicoactivas (Cerón Perdomo, Pérez Olmos & Ibáñez Pinilla, 2011)

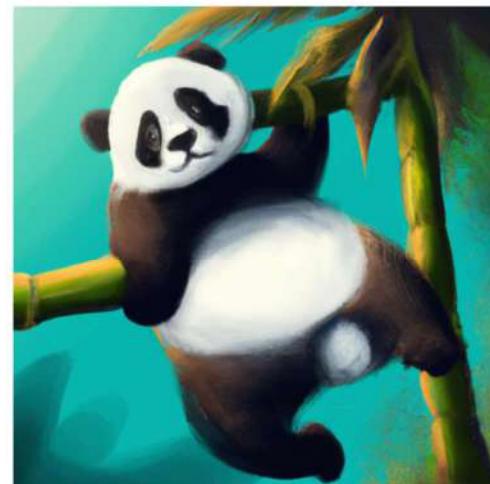
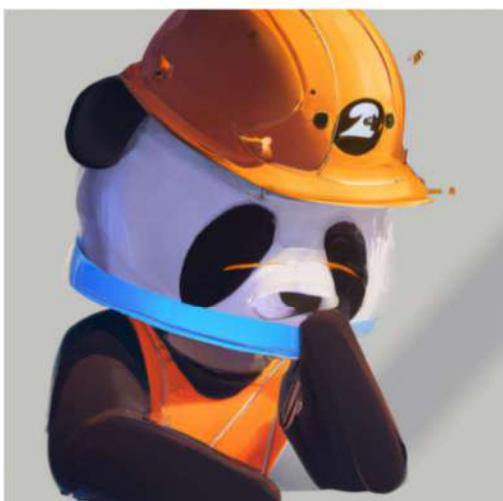
Debido al ritmo acelerado en el que se presentan actualmente los avances científico tecnológicos; así como las posibilidades que dichos avances brindan para modelar y modificar el mundo, han cambiado las necesidades formativas actuales de los estudiantes. Por ello la UNESCO presenta cuatro pilares de la educación (Delors, 1996) para que sirvan como base para construir las experiencias de aprendizaje de los estudiantes, de manera que se les ofrezca una formación integral que les permita hacer uso del conocimiento para la resolución de problemas reales (Camarena, 2006), con una firme conciencia ética. (González, 2009)

El docente de educación integral es el que abarca la totalidad que conforma al individuo, es decir, el encargado de englobar las posibilidades intelectuales o cognitivas, las capacidades psicológicas o afectivas y las habilidades físicas o motoras. Entendida así, la educación integral debe estimular y desarrollar al individuo desde el cuerpo, la mente y el espíritu. Coexiste un docente formador; colaborador permanente en las potencialidades del niño, la persona encargada de organizar el ambiente educativo para que los alumnos construyan su conocimiento y es, a la vez, el mediador de sus aprendizajes, es decir, es el intelectual autónomo y cooperativo con competencias éticas, socio-culturales y pedagógicas promotor de los proyectos pedagógicos que permite elevar la calidad de la educación. Es, por ende, el facultado para dar con los niños los primeros pasos matemáticos, en los cuales el pequeño comienza a tener contacto con una matemática abstracta, que conocen por primera vez de manera formal, iniciándose de forma indirecta en las operaciones básicas que se encuentran inmersa en la vida del niño, ya que, frecuentemente, ellos utilizan estos símbolos sin darse cuenta. Es decir que ellos manejan los mismos en su vida cotidiana; porque forman parte de una sociedad en donde los números están presentes en la mayoría de las acciones que realizamos

todos los días. Pero cabe destacar que logran descifrar la información que los números nos brindan en forma progresiva; es cuando comprenden que, por ejemplo, no es lo mismo el número 5 en la cantidad de velas de una torta de cumpleaños, que el piso número cinco en un edificio. Por esa razón es que se debe hacer del aprendizaje de la matemática una actividad constructiva y de razonamiento, de modo que el alumno reconozca objetos concretos, y logre luego que los objetos matemáticos adquieran su significado (Oliveros, (2011).

## Desarrollo

Puedes encontrar el recurso para consultarla en este link: <https://shorturl.at/dgoR7>



## Aprendizajes esperados

El estudiante será capaz de entender, y poder aplicar los conocimientos de la geometría a su vida diaria, también podrá determinar, crear y dar soluciones a problemas geométricos

## Referencias:

- Caballero-Calderón, G. E. C. (2021). Las actividades lúdicas para el aprendizaje. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(4), 861-878. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7926973>
- Camarena Gallardo, P. (2008) La Matemática en el Contexto de las Ciencias, en: Memorias del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/110142>
- Cerón Perdomo, D. M., Pérez-Olmos, I., & Ibáñez Pinilla, M. (2011). Inteligencia emocional en adolescentes de dos colegios de Bogotá. *Revista colombiana de psiquiatría*, 40(1), 49-64. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74502011000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502011000100006)
- Cervera, D (Coord.). (2010). Formación del profesorado. Educación secundaria. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. [ <https://shorturl.at/qMOPR> ]
- Delors, J. (1996.): Los cuatro pilares de la educación, en *La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión internacional sobre la educación para el siglo XXI*, Santillana/UNESCO. pp. 91-103. [https://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918\\_9.pdf](https://uom.uib.cat/digitalAssets/221/221918_9.pdf)
- González, L. M. (2009) El desarrollo moral y emocional en un ambiente virtual de aprendizaje, como aportación transversal. Una evaluación comparativa con el ambiente presencial. *IV Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Instituto Politécnico Nacional de México. 1099-1106.
- Jorba, J. y Casellas, E. (1997). *La regulación y autorregulación de los aprendizajes*. Síntesis.
- Lluis-Puebla, E. (2006). Teorías matemáticas, matemática aplicada y computación. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 13(1), 91-98.<https://www.redalyc.org/pdf/104/10413112.pdf> <https://www.repo-ciie.difie.ipn.mx/memorias/c04p001.pdf>
- Oliveros, S. (2011). La enseñanza de la matemática para los docentes de educación integral. *Revista Iberoamericana de educación*, 55(1), 1-3. <https://rieoei.org/RIE/article/view/1634>

Reyábal, M. V. y Sanz, A.I. (1995). La transversalidad y la educación integral, en: *Los ejes transversales, aprendizaje para la vida*. Madrid: Escuela Española.  
<https://shorturl.at/fsuW0>

Ruiz Ahmed, Y. M. (2011). Aprendizaje de las matemáticas. *Revista digital para profesionales de la enseñanza*, 8, 14.  
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd8451.pdf>

Wilmer, C. (2020, Junio). El papel de la didáctica en los procesos de enseñanza y aprendizaje universitarios, en: *Comunicación* 29(1) Cartago.  
<http://dx.doi.org/10.18845/rc.v29i1-2020.5258>

# **El color como fenómeno del espectro electromagnético: un acercamiento a partir de la experimentación científica y la exploración artística**

Diana Elizabeth García Rodríguez<sup>1\*</sup>, Jenaro Daniel Jaime González<sup>1</sup>, José Cristian Palacios Rodríguez<sup>1,2</sup>, María Azucena Palos Urrutia<sup>1,2,3</sup>, Ricardo Alejandro Palos Urrutia<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Vagabundo, Rincón de Romos, Ags., México

<sup>2</sup>Rincón de las Memorias, Rincón de Romos, Ags., México

<sup>3</sup>Instituto Alameda A.C., Rincón de Romos, Ags., México

\*dianagarcia@labvsteam.com

## **Resumen**

Se presenta una propuesta de prácticas experimentales con materiales comunes que sirven para explorar el color como un fenómeno que se genera derivado de la composición química y de la estructura de los materiales sobre los cuales incide la luz.

El espectro electromagnético, la composición de los pigmentos, la percepción histórica del color, así como la preparación de los pigmentos con los cuales se obtenían colores representativos en diversas culturas y el modelo CMYK para la impresión actual son los temas que se abordan durante el proyecto.

A través de técnicas artísticas se experimentan fenómenos que permiten explicar de manera sencilla fundamentos científicos. Para ello se utiliza la técnica Ebru de pintura sobre papel para generar iridiscencia, técnica de pintura tradicional para la observación indirecta de la luz ultravioleta, fotografía para la observación de luz infrarroja.

## **Objetivo**

Que el alumno comprenda el fenómeno del color como un fenómeno físico que forma parte del espectro electromagnético a través de experimentos sencillos mediante la exploración con diversas técnicas artísticas.

## **Marco teórico**

El color ha sido un compañero de la humanidad desde sus primeros albores, ha representado un factor fundamental para la vida misma, desde presentarse en colores llamativos para alertar toxicidad, como plumajes relucientes para denotar disponibilidad como pareja, o pelajes que se mimetizan con los colores del entorno para poder cazar mejor. Así, la naturaleza utiliza de muchas maneras el color para que la vida se abra camino y sepa como conducirse en la misma. De esta manera, el color pasa de ser un simple reflejo de luz a ser un actor fundamental en la

evolución de la vida en la tierra (Moreno Rivero, 1996, Gage, 1997). Los pigmentos que se encuentran en la naturaleza cumplen además ciertas funciones tanto para quien los produce como para quién los aprovecha de forma colateral, ejemplo de ello son los carotenos producidos por frutas y vegetales para tener un papel activo como recolectores de la luz para la fotosíntesis, pero que los humanos consumimos para aprovechar su poder antioxidante y como precursor para sintetizar ciertas vitaminas. Adicionalmente, el cambio en la coloración de frutas y verduras ocasionado por la transformación de estos pigmentos es utilizado como indicador del estado de conservación de los alimentos (Mínguez Mosquera, Pérez Gálvez, y Hornero-Méndez, 2005).

Desde el punto de vista científico, el color es una sensación que interpreta nuestro cuerpo a partir de la recepción de radiación electromagnética en los conos y bastones de nuestra retina (Acuña, 2003). La radiación electromagnética surge tanto de fuentes naturales como artificiales y es básicamente, energía que se propaga a través del medio material o del vacío de manera oscilante generando ondas. Esta energía puede variar y depende de la longitud de su oscilación (longitud de onda), lo que se puede cuantificar y clasificar dentro del espectro electromagnético (Osorio, Urueña y Vargas, 2011). En la figura 1 se muestran los tipos de radiación del espectro electromagnético, algunos objetos que las utilizan, así como la comparación y esquematización de sus longitudes de onda.

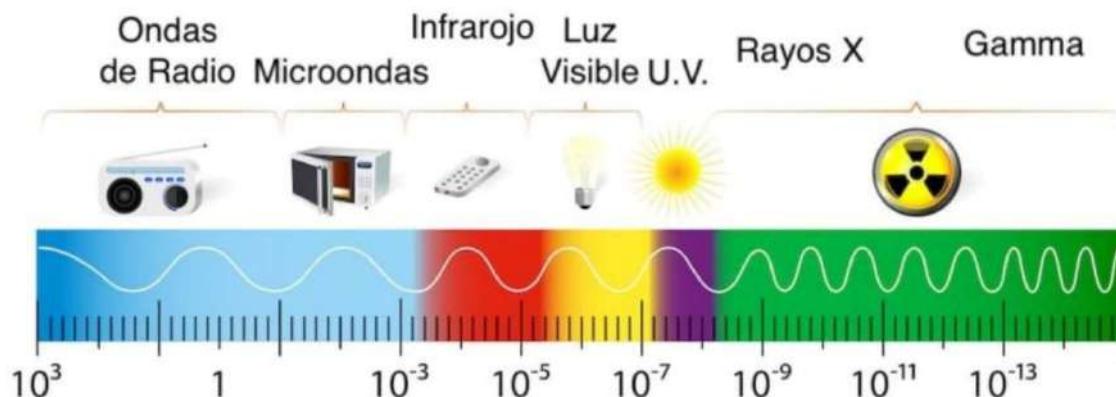


Figura 1. Espectro electromagnético

Si bien pueden medirse de diversas maneras a través de dispositivos especializados, para un primer acercamiento en el aula, es importante percibirlas a través de los sentidos, especialmente el de la vista. Sin embargo, el ojo humano solo es capaz de percibir a través de la retina la luz visible, que tiene una longitud de onda de entre 400 nm y 700 nm (Osorio, Urueña y Vargas, 2011).

Para lograr un aprendizaje significativo es necesario que los estudiantes puedan experimentar con al menos uno de sus sentidos lo que se está explicando. Como

menciona Toapanta (2017), este aprendizaje se fortalece con el material didáctico que se obtiene del contexto, el cual permite motivar a los estudiantes y estimular su creatividad. Adicionalmente se han realizado trabajos como el de Mauricio, Valente y Chagas (2017) en el que se aborda la ciencia del color con un enfoque constructivista en el que se enlaza la ciencia y la filosofía con lo que se logra que el aprendizaje prevalezca en los estudiantes a través del tiempo por construirse sobre los conocimientos con los que cuentan los estudiantes.

En este caso, la parte más sencilla de abordar en el aula es la del espectro visible, pues se puede tomar a los arcoíris como punto de partida y poner las condiciones para que se manifiesten en diversos escenarios, desde una manguera donde se deja caer el agua hasta una película de esmalte de uñas, como se explicará más adelante. Sin embargo, existen contenidos que debemos abordar en clase como la radiación ultravioleta y la infrarroja que de manera natural no son captadas con los sentidos, como sucede con el color, pero se pueden captar con algunas estrategias. Antes de describir dichas estrategias, es importante recordar en qué consisten estos tipos de radiación:

- Radiación Infrarroja ocasiona que las moléculas vibren rápidamente lo que hace que se eleve la temperatura de las cosas. Tiene una longitud de onda que va de los 700 nm a los 1000 µm y se divide en infrarrojo cercano, infrarrojo medio e infrarrojo lejano. Por sus características tiene diferentes aplicaciones en áreas como la medicina, los alimentos y la industria. (De Fuentes Navarta, Bosch Ojeda, Sánchez Rojas, 2008, Ramírez-García, S., Carranza-Castro, Gutiérrez-Salinas, García-Ortiz, Hernández-Rodríguez, 2012, ACS, 2012).
- Ultravioleta este tipo de radiación es emitida por fuentes naturales como el sol y artificiales con el empleo de lámparas especiales. Tiene una longitud de onda de 100 a 400 nm y se divide en UVA (100- 279 nm), UVB (280 a 314) y UVC (315 a 399 nm). Tanto la radiación UVA como la UVB pueden afectar la salud causando quemaduras en la piel si hay una sobreexposición (González-Pumariega, Tamayo, y Sánchez-Lamar, 2009). Sin embargo, también tiene aplicaciones interesantes como procesos de esterilización de alimentos (López-Díaz, A. S., Palou, E., & López-Malo, A. (2012) y en el arte y la cultura Herrero-Cortell, Ullán, Artoni, P. García, 2022).

Para que estos conceptos y la comprensión de los fenómenos con los que se relacionan sea más sencilla podemos trabajar de manera transversal con el arte y la historia tomando como base el color pues, como se mencionó anteriormente, este efecto ha estado ligado a nuestro desarrollo como humanidad.

El maravilloso viaje del humano con el color empieza en las cavernas, cuando empezaron a usarse pigmentos vegetales y minerales para plasmar una serie de escenarios cotidianos, muy probablemente como registro de la vida diaria. Los años pasaron y la creación humana se hacía cada vez más grande impulsada por el color. Así, podemos ver en las pinturas rupestres que hubo un cambio de pintar la vida

cotidiana a hacer figuras geométricas, seres fantásticos e imaginarios, siendo el color un impulso para abrir la puerta de nuestra creatividad e interioridad.

Conforme la humanidad avanzaba y evolucionaba, las tecnologías nos dieron la posibilidad de tener acceso a nuevos colores y con ellos nuevos significados. Cuando la modernidad formó lo cotidiano, el color fue un referente para poder entender nuestro mundo moderno, los colores del semáforo y las etiquetas de alerta en los frascos de fármacos son ejemplos de cómo el color es relevante en la comunicación de nuestro día a día.

En este trabajo, se plantea la experimentación con colores, figuras, imágenes y composiciones a través de la exploración artística, ya que ésta permite un momento de libertad, entre el aprendizaje, la experimentación y la creatividad. Trabajar con diversos materiales que aportan color como los pigmentos naturales, las pinturas vinílicas y los plumones en sus diferentes presentaciones, tonalidades y naturaleza, permiten que los estudiantes liberen un poco el estrés que el estudio de temas complejos suele traer consigo y que a través de los sentidos puedan comprender los fenómenos, de manera que al ubicarlos en la vida cotidiana y la historia de la humanidad les resultarán más significativos.

## Desarrollo

### Actividad 1: Luz UV - Pintura/dibujo tradicional

El origen de lo bello, y de aquello que consideramos estético no es otra cosa más que una disciplina aplicada a una técnica o a un oficio. Así como el dibujo es considerado a lo largo de la historia como el padre de las técnicas artísticas ya sea la pintura, la escultura, el grabado, etc., por ende, la pintura es la técnica por excelencia de la exploración del color ya que la pintura utiliza matices y tonalidades de este aplicados al claroscuro (Kandinsky, 2018). La materia es ese compuesto con el que podemos explorar la creatividad a través de la pintura.

En esta actividad aprovecharemos la capacidad de ciertos materiales para generar fluorescencia visible inducida únicamente por luz ultravioleta. Utilizaremos estos materiales, aplicándolos en un dibujo para identificar fuentes de luz ultravioleta.

#### Materiales:

- Dibujo para colorear
- Plumones o marcatextos flourescentes
- Lo siguiente es una de las dos opciones:
- Lámpara UV o
- Lámpara LED (puede ser la de un teléfono celular), cinta adhesiva transparente, marcador permanente color azul



Figura 2. Materiales para la actividad 1

Procedimiento:

1. Colorear el dibujo con plumones y/o marcatextos, buscar que el dibujo final tenga colores que contrasten. Se pueden llevar dibujos impresos o hacer dibujos desde cero.

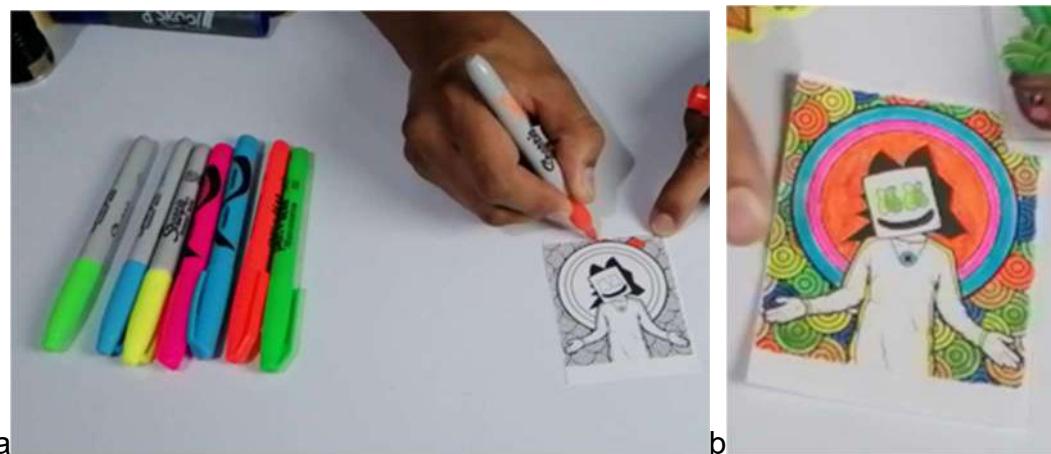


Figura 3. Proceso de colorear un dibujo, a) comienzo, b) resultado.

2. En caso de no contar con la lámpara UV, se prepara la lámpara LED de la siguiente manera: cubrir con una capa de cinta transparente, colorear el espacio cubierto con marcador permanente azul. Hacer esto hasta formar 2 o 3 capas más, dependiendo la intensidad de la luz.

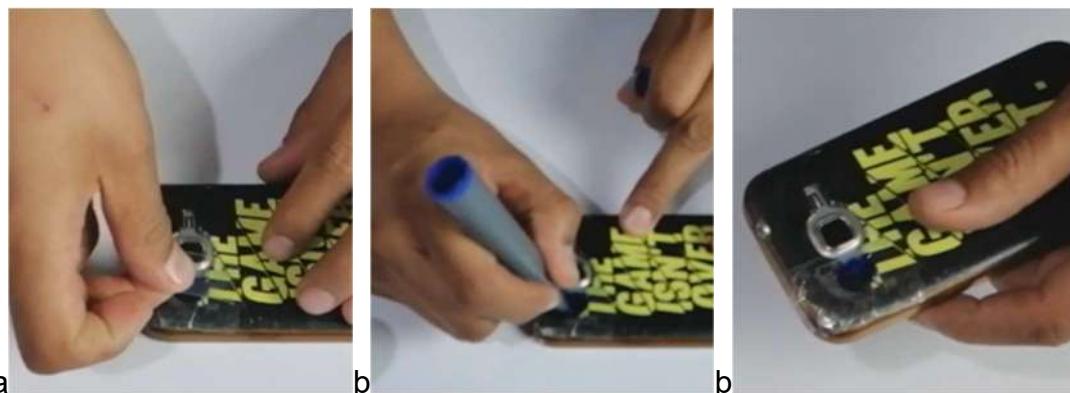


Figura 4. Procedimiento de filtro para lámpara LED a) colocación de cinta, b) pintar con plumón, c) resultado.

3. Apagar la luz.
4. Con la fuente de luz, iluminar el dibujo.
5. Observar y tomar anotaciones del resultado obtenido.



Figura 5. Dibujos iluminados con fuentes de luz a) lámpara UV, b) LED con filtro de cinta y plumón azul.

El contar con las dos fuentes de luz, la lámpara ultravioleta y la lámpara led con filtro azul, permite hacer comparaciones de los efectos que se tiene sobre los dibujos.

Una manera de explorar a través del dibujo es permitir que el estudiante haga su propio dibujo, haciendo hincapié en que el resultado estético no es lo más importante, ya que la belleza es subjetiva, lo realmente importante es que el dibujo sea propio.

Otra manera de exploración es buscar otros materiales que produzcan la fluorescencia visible. Existen algunas pinturas vinílicas o algunos caseros como los detergentes o algunas grasas.

#### Actividad 2: Luz Visible - Pintura Ebru

La pintura ebru, es un tipo de pintura tradicional turca que se utiliza para obtener papeles coloridos con patrones que pueden ir desde un efecto marmoleado hasta prácticamente dibujos bien definidos. Esta se prepara colocando pinturas grasas sobre una capa de agua y sumergiendo el papel (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], s.f.).

En la actualidad, podemos encontrar videos en redes sociales de aplicación moderna de este tipo de arte, conocido como hydro dipping, en los que se recubren diferentes objetos, siendo los más populares las ruedas de auto o los cascos de motocicleta. De esta manera podemos hacer un ejemplo más común para los estudiantes.

En este caso en particular, se aprovecha esta técnica para depositar una película de barniz transparente que, cuando se coloca una capa gruesa de manera tradicional con la broca no presenta coloración, pero cuando se coloca con la técnica ebru, se genera una capa delgada que logra generar iridiscencia sobre un cartoncillo negro. Es decir que, vamos a obtener los colores del arcoíris, que observaremos dependiendo del ángulo de observación en un material que prepararemos con materias primas comunes.

#### Materiales

- Recipiente pequeño con agua
- Cartoncillo negro de 2 x 5 cm
- Barniz de uñas transparente

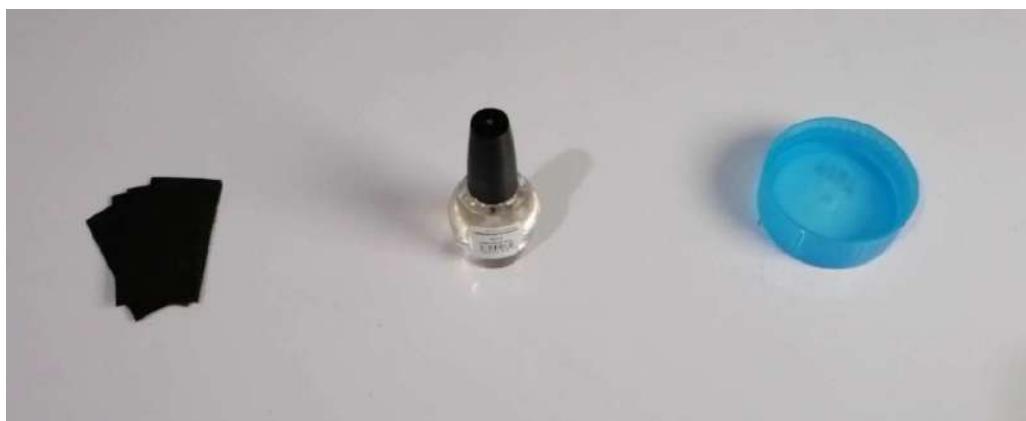


Figura 6. Materiales para la actividad 2

### Procedimiento

1. Colocar una gota de barniz de uñas en el recipiente con agua.
2. Con el cartoncillo, arrastrar la capa de barniz que se generó en la superficie del agua.

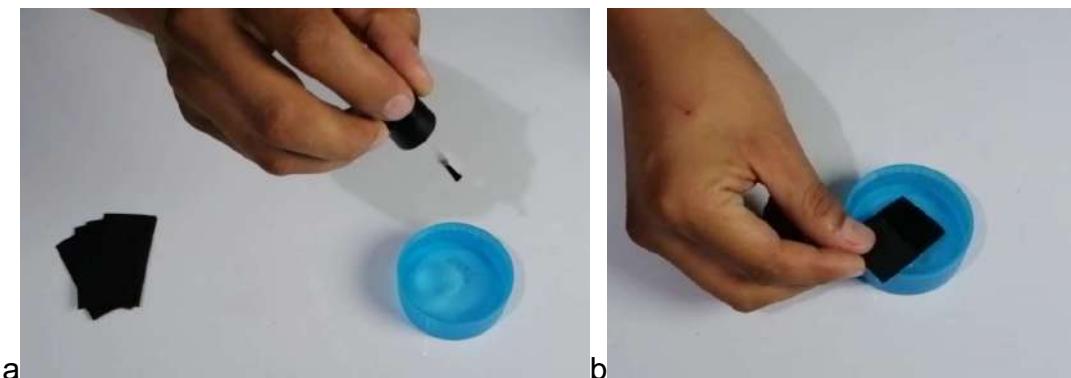


Figura 7. Procedimiento de pintura Ebru a) colocar el barniz b) sumergir el papel.

3. Permitir que se seque el cartoncillo
4. Acercar a una fuente de luz blanca (luz solar de preferencia)
5. Observar y tomar anotaciones del resultado obtenido.



Figura 8. Papel recubierto presentando iridiscencia.

Se debe hacer notar al estudiante la formación de distintos colores.

Para permitir la exploración artística de la técnica, se puede utilizar diferentes tipos de barnices o pinturas y colocar sobre otro tipo de materiales.

### Actividad 3: Luz Infrarroja – Fotografía

El significado de fotografía es escribir con luz, se deriva de los vocablos de origen griego: foto (luz) y grafía (escritura), consiste en un proceso físico en el que el funcionamiento de una cámara es muy parecido al del ojo humano. El elemento de enfoque es el objetivo y hace las veces de córnea/cristalino, proyectando una imagen real e invertida del objeto en cuestión sobre algún material fotosensible, que hace las veces de retina. Todo esto aplicado a materiales fotosensibles para poder ser apreciados por el ojo humano en papel por medio de impresiones y en la actualidad guardados en dispositivos digitales (Fernández, s. f.).

Algunas cámaras logran captar el infrarrojo ya que su sensor es sensible a esta región del espectro electromagnético, por lo que es una manera ideal de detectar este tipo de luz y experimentar con sus efectos en el lente.

#### Materiales:

- Cámara (digital o de celular)
- Control de TV (o algún otro dispositivo)



Figura 9. Materiales para la actividad 3

#### Procedimiento:

1. Apagar la luz y encender la cámara
2. Dirigir el control hacia la cámara
3. Apretar algún botón del control y capturar fotografía.
4. Identificar la fuente de luz que proviene del control.
5. Observar y tomar anotaciones del resultado obtenido.

Se puede experimentar haciendo figuras con el botón del control oprimido.

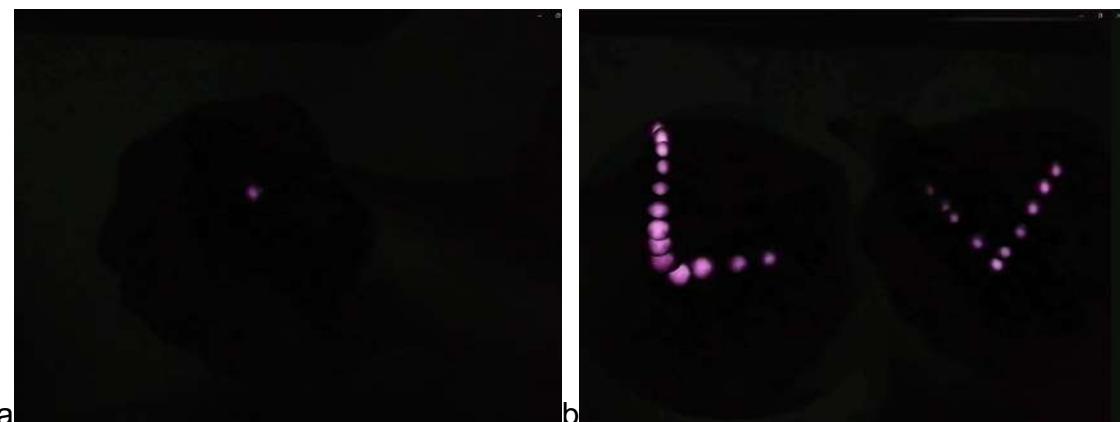


Figura 10. Fotografías de luz Infrarroja con cámara de celular a) fotografía de una señal b) secuencia de capturas de pantalla del video.

En la figura 10 a) se puede observar una fotografía de la señal de un control remoto. Para formar la imagen de la figura 10 b) se tomaron capturas de pantalla de un video en el que se realizan movimientos tratando de formar letras, el resultado final se genera sobreponiendo los puntos encontrados con un editor fotos. Una forma de experimentar con el sensor de la cámara es tomando fotografías con exposición larga para la captura o aplicando filtros de color para observar en tonalidades distintas.

### Aprendizajes esperados

Al realizar las actividades se espera que los estudiantes comprendan conceptos relacionados con el espectro electromagnético como son las diferencias entre la luz visible, la infrarroja y la ultravioleta, así como sus aplicaciones e importancia en la vida cotidiana. De manera transversal conocerán la importancia del color a través de la historia y en la naturaleza, identificando aspectos biológicos de importancia para supervivencia y la evolución. Adicionalmente, a partir del conocimiento y uso de diferentes técnicas artísticas revisarán partes del espectro electromagnético de una manera visual para lograr un aprendizaje significativo.

### Referencias

- ACS. American Chemical Society (2012) Química en la comunidad: QuimCom. México: Editorial Trillas.  
Acuña, C. (2003). Fisiología de la luz. *Ciencia*. 18-33

- De Fuentes Navarta, M., Bosch Ojeda, C., & Sánchez Rojas, F. (2008). Aplicación de la espectroscopia del infrarrojo medio en química analítica de procesos. *Bol. Soc. Quím. Méx.*, 2(3), 93-103.
- Fernández, J. L. (s. f.). *La Cámara Fotográfica*. Física Lab. Recuperado el 20/04/2023 de <https://www.fisicalab.com/apartado/camara-fotos>
- Gage, J. (1997). Color y cultura. Madrid: Ediciones Siruela.
- González-Pumariega, M., Tamayo, M. V., & Sánchez-Lamar, Á. (2009). La radiación ultravioleta. Su efecto dañino y consecuencias para la salud humana. *Theoria*, 18(2), 69-80.
- Herrero-Cortell, M. Á., Ullán, M. D. R., Artoni, P., & García, J. A. M. (2022). Caracterización de pigmentos históricos a través de técnicas de imagen, en diversas bandas del espectro electromagnético. *Ge-conservacion*, (22), 58-75.
- Kandinsky, V. (2018). *De lo espiritual en el arte*. Paidós.
- López-Díaz, A. S., Palou, E., & López-Malo, A. (2012). Radiación ultravioleta en jugos de frutas: fundamentos y aplicaciones. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 79-93.
- Maurício, P., Valente, B., & Chagas, I. (2017). A Teaching-Learning Sequence of Colour Informed by History and Philosophy of Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 1177-1194.
- Mínguez Mosquera, M. I., Pérez Gálvez, A., & Hornero-Méndez, D. (2005). Pigmentos carotenoides en frutas y vegetales: mucho más que simples "colorantes" naturales.
- Moreno Rivero, T. (1996). El color, historia, teoría y tradiciones, Barcelona: Editorial Ariel S. A.
- López-Díaz, A. S., Palou, E., & López-Malo, A. (2012). Radiación ultravioleta en jugos de frutas: fundamentos y aplicaciones. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 6(2), 79-93.
- Osorio, J., Urueña, W. A., & Vargas, J. (2011). Técnicas alternativas para la conversión de imágenes a color a escala de grises en el tratamiento digital de imágenes. *Scientia et technica*, 1(47), 207-212.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (s.f.). *El ebru, arte turco de fabricación de papel jaspeado*.  
<https://ich.unesco.org/es/RL/el-ebru-arte-turco-de-fabricacion-de-papel-jaspeado-00644>
- Pastoureau, Michelle. (2010). Azul historia de un color, PAIDOS.
- Ramírez-García, S., Carranza-Castro, P. H., Gutiérrez-Salinas, J., García-Ortiz, L., & Hernández-Rodríguez, S. (2012). Aplicación en medicina de la espectroscopia de infrarrojo cercano. *Medicina Interna de México*, 28(4), 366.

Toapanta Defaz, G. (2017). Los recursos del entorno promueven calidad educativa en el aprendizaje significativo de las ciencias naturales. *Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación*, 1(7), 31-46.

## **Ética del cuidado como herramienta de formación profesional**

Jessica Arévalo Dorado, Luz María de Gpe. González Álvarez  
ESFM-IPN, Ciudad de México, México

jarevalod1300@alumno.ipn.mx

### **Resumen**

El objetivo de esta participación es presentar una propuesta que muestra, a través de la ética del cuidado, que el docente puede elaborar nuevas herramientas que ayudarán a formar al futuro profesionista de manera integral. Los fundamentos principales de la misma son: el uso de la ética del cuidado para formar en la cultura de la paz; atención a la diversidad; los contenidos transversales; la ética profesional y la Teoría de las Matemáticas en el Contexto de las Ciencias. La innovación de la propuesta radica en incluir la ética transversal como base para la educación para la paz, como contenido transversal en la educación en ciencias.

### **Objetivo**

Visibilizar “La ética del cuidado” como un factor importante en la formación profesional, construyendo profesionistas capacitados para servir íntegramente a la sociedad.

### **Marco teórico**

En el Instituto Politécnico Nacional de México, una de las cualidades de su Modelo Educativo, es el carácter integral de la formación de sus estudiantes, en los niveles Medio Superior y Superior, que combine el desarrollo de valores y actitudes de manera equilibrada con los contenidos disciplinares (MEI, p. 55-69). Para lograr este equilibrio, se requiere que la formación en los valores y las actitudes se atienda, tanto en un espacio de reflexión ética, como en las diferentes unidades de aprendizaje que cursan los estudiantes. Para lograr esto último, se requiere plantear el concepto de transversalidad curricular.

La transversalidad constituye una forma de analizar y actuar sobre la realidad, planteada desde diferentes disciplinas, que promuevan en los estudiantes una toma de decisiones consciente del impacto que pueden tener sobre sí mismos, los demás y el ambiente (Sanmartí, 2002, P. 70-71), mediante el planeamiento de contenidos relacionados con problemas actuales de trascendencia, relacionados en parte con la globalización, para fomentar un desarrollo humano más profundo que lleve a las

personas a defender y crecer en su dignidad, mediante la vivencia de valores como el servicio, la serenidad, el respeto, etc. (Guillén y Cuevas, 2010).

Los contenidos que constituyen la transversalidad se organizan mediante los llamados Ejes Transversales, que son “instrumentos globalizantes de carácter interdisciplinario que recorren la totalidad de un currículo y en particular la totalidad de las áreas del conocimiento, las disciplinas y los temas, con la finalidad de crear condiciones favorables para proporcionar al estudiantado una mayor formación en aspectos sociales, ambientales o de salud (Yus Ramos, 1996 citados por DGB/DCA/01-2020, p. 6))”.

Para la Educación Media Superior, la Secretaría de Educación Pública de México, dentro del eje social, incluye dos temáticas generales, entre otras, que son: la conciencia ciudadana y el fomento a la igualdad y prevención de la violencia, en los que se incluye la educación para la paz (ibídem, p. 8-9). Sin olvidar la Teoría de las matemáticas en el contexto de las ciencias, la cual es una propuesta educativa que reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren; aborda la fase curricular, la didáctica, la cognitiva y la epistemológica (Camarena, 2009) para el enfoque utilizado para la formación en la ingeniería y ciencias.

Una propuesta que fundamenta y orienta la educación para la paz, generada por Carol Gilligan en 1982, es la llamada Ética del cuidado. Mientras que para los investigadores anteriores a ella que estudiaron el desarrollo moral, principalmente Piaget y Kohlberg, atender a la justicia es suficiente, para ella se requiere incluir otra variable importante, que es contemplar las diferencias debidas a las variaciones culturales, sociales, educativas, etc.

Para Gilligan todos tenemos una responsabilidad social que consiste en buscar el bienestar de las personas analizando, antes de decidir, la consecuencia de las acciones y sus consecuencias, no solamente para la vida actual, sino para el futuro de las próximas generaciones. Propone la ética del cuidado como una responsabilidad social, desde la que se plantea que cada persona tiene el deber de ayudar a los demás (Alvarado, 2004).

La ética del cuidado colabora a construir la cultura de la paz mediante la gestión de los conflictos y la atención a los otros, atendiendo a la diversidad, sin aferrarse de manera rígida a los principios, tomando en cuenta el contexto y la complejidad; evitando la existencia de ganadores y perdedores en un conflicto, ya que, si se usa la creatividad, se pueden encontrar medios para que todas las partes puedan quedar igualmente satisfechas, y si se puede, tratar de evitar que se presente el conflicto; además de evitar el uso de castigos, ya que pueden llevar a la violencia. Esto implica una educación emocional y vivencial, además de la cognitiva, en

concreto, en la capacidad de empatía, de ponerse en el lugar del otro. El principio de «aprender a pensar en los demás» implica un compromiso por construir mejores condiciones para todos, superando los límites de nuestra propia existencia y abandonando el pensamiento egocéntrico (Comins, 2003).

La formación para la paz en instituciones de educación superior son una base esencial para lograr que los estudiantes comprendan la relación estructural y dialógica entre ética y profesión, ya que toda profesión se ejerce desde una visión ética, debido a que tiene una función social que consiste en aportar algún bien específico a la sociedad. A los bienes que aporta una profesión en específico se les llama bienes internos de la profesión, y son la base de los códigos de ética profesional, o deontológicos, los cuales se basan en tres principios de acción que son: 1. de beneficencia, según el cual un profesional ético es aquel que hace el bien en su profesión haciendo bien su profesión, sin dañar, tomando en cuenta el posible impacto de sus decisiones; 2. de justicia, sin extralimitarse ni presentar insuficiencia; y 3. de autonomía, evitando cualquier relación de dependencia y paternalismo, ya que los usuarios son siempre sujetos de derechos y poseen una dignidad inalienable (López Calva, 2013).

## Desarrollo

Uno de los problemas de la época actual, en la educación, es la violencia que viven los estudiantes, tanto en la convivencia diaria en las escuelas, como en el uso de redes sociales, ya que aproximadamente 246 millones de niños y adolescentes podrían ser víctimas de violencia en la escuela y sus alrededores (UNESCO, sf.). Además, las redes sociales y las aplicaciones móviles son espacios que se han utilizado para agredirse entre compañeros (Estébanez, 2018) de manera que, en México, del 75% de personas de 12 años o más que declaran hacer uso de Internet, el 21% vivió acoso cibernético, entre octubre de 2019 y noviembre de 2020 (INEGI, 2021). Ante este problema se puede observar la urgencia de formar a los niños y jóvenes en una cultura de la paz. A la escuela le corresponde erradicar la violencia de sus espacios físicos y virtuales, así como brindar la formación necesaria para fomentar esta cultura necesaria en todos los ámbitos de nuestra sociedad.

La educación transversal adquiere una fuerte presencia en la educación básica, trabajando en el desarrollo de razonamiento moral, con materias como lo son Educación para la salud, Educación sexual, Educación ambiental, orientación juvenil, etc. Sin embargo, gradualmente la presencia de estas materias pierde relevancia, mayormente en la educación superior.

Se han realizado algunas investigaciones educativas orientadas a incluir algunos de estos valores como aportación transversal, en cursos de matemáticas, con base en la Teoría de las matemáticas en el contexto de las ciencias (Camarena, 2009). En

una de ellas indagó acerca de las oportunidades de desarrollo para los estudiantes, con miras hacia la formación integral, que identificó un grupo de profesores de una escuela de ingeniería, para el tema de Cálculo Diferencial llamado “Variación”. Los resultados mostraron la necesidad de enriquecer los cursos con estrategias que promuevan la atención a la diversidad de los estudiantes, en las que se incluyan contenidos para la formación en valores (Ruiz y González, 2008).

Posteriormente se utilizó un problema en contexto que incluía una aportación transversal en valores, con un grupo de estudiantes de nivel licenciatura de reciente ingreso, y otro del último semestre, en una escuela de ciencias, de un tema de matemáticas, en el que se solicitó obtener una razón de cambio, como se muestra en la figura 1.

Sedelmayer, un crítico de arte, al comentar acerca de la arquitectura actual, menciona que al diseñar los edificios se cuida que el ambiente de las oficinas resulte adecuado para el buen funcionamiento y cuidado de las computadoras u otros equipos de alto costo; sin embargo, no siempre estas condiciones son ideales para el ser humano. Por ello se han realizado investigaciones cuyo objetivo es identificar las condiciones ideales para poder realizar un trabajo sedentario de manera saludable y confortable.

En la siguiente figura, se muestra la gráfica de la velocidad media del aire permitida, en función de la temperatura del aire, de manera que no exista turbulencia, para un índice de molestia por corrientes de aire de un 15% de insatisfechos; aplicable a actividades ligeras, esencialmente sedentarias.

De acuerdo con los datos de la gráfica:

- ¿Cuánto cambia la velocidad del aire, cuando la temperatura se eleva de 22 a 24°C?
- Si se está ajustando el equipo, qué tan rápido ha de cambiar el valor de velocidad del aire, cuando la temperatura es de 22° C, para seguir cumpliendo con la norma marcada por la gráfica?
- Si tienes que decidir entre salirte de la norma para que el equipo dure más o respetar la norma para que las condiciones del ambiente sean más propicias para las personas ¿qué harías? Toma en cuenta que el equipo es muy costoso. Argumenta tu respuesta y participa en el debate grupal.
- ¿Cómo respondiste las preguntas a) y b)
- ¿Cómo te sentiste al responderlas?

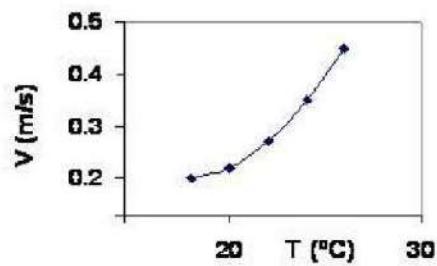


Figura 1. Problema en contexto con la ética del cuidado como aportación transversal.

El número de respuestas correctas obtenido fue de 18% en los estudiantes de reciente ingreso, y de 53% en quienes cursaban el último semestre; mientras que, en las preguntas relacionadas con los contenidos en valores, para el primer grupo fue de 2.5% y el último de 7%. La escala utilizada para evaluar se muestra en la red sistemática de la figura 1, en la que, para cada llave, la respuesta de mayor puntaje es la superior. En el caso de motivación, “El mayor bien para el mayor número”, de la perspectiva social, con respecto al ser humano, “Respeto de todas las personas”.

		Código
Motivación	El mayor bien para el mayor número	1
	Ser calificada como buena persona	2
	Su propia gratificación	3
	Respeto de todas las personas como fines, no medios	4
Aspecto ético	El ser humano	5
	Tomar en cuenta las necesidades de los demás	6
	Evitar daño físico a personas y bienes	7
Perspectiva social	No importan los demás	8
	La empresa	9
	El trabajo personal	10
	Los bienes económicos	

Figura 2. Resultados de la necesidad de incluir formación en valores orientados a la ética profesional (González y Rasilla, 2011).

En 2015, se puso a prueba con estudiantes de ingeniería una estrategia para la formación ética como aportación transversal, basada también en la Teoría de la Matemática en el Contexto de las Ciencias, pero enriquecida con elementos que se utilizan en la educación artística. Los resultados mostraron que el desarrollo de la sensibilidad y la percepción, según la propuesta de la educación artística, como base para la formación ética, se pueden desarrollar mediante eventos contextualizados realistas, que permitan incluir elementos de decisión con implicaciones éticas (Camarena y González, 2015)

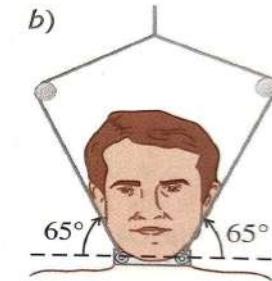
Actualmente se está poniendo a prueba, en una escuela de ciencias, en cursos de didáctica, una estrategia que consiste en utilizar la ética del cuidado como base para que los estudiantes interpreten el código deontológico de su profesión (ética profesional), además de que se trabaja en la elaboración de actividades con aportaciones transversales en ética. Aún no se tienen resultados.

### Actividades Transversales

Para ilustrar la propuesta, se postulan algunas actividades con aportaciones transversales en valores, para mostrar ejemplos de las que se pueden aplicar en los cursos como parte de la formación desde la Ética del cuidado.

## 1. Físicos y la medicina

En una sala de urgencias, en un tratamiento de lesiones en la columna vertebral, a menudo es necesario aplicar tensión para estirarla. Un dispositivo para hacer la estructura ilustrada, una pesa  $W$  está sujetada al paciente.



- a) Si el coeficiente de fricción estática entre el cuerpo de la persona y la cama evita el deslizamiento. ¿Cuál es la fuerza de tracción máxima a lo largo de la columna vertebral que puede generar la

pesa  $W$  sin provocar que el paciente se deslice?

b) En condiciones de máxima tracción ¿Cuál es la tensión en cada cable sujeto al collarín?

Utilizando tus conocimientos en Leyes de Newton, ayude al doctor a realizar un tratamiento adecuado para el paciente.

El presupuesto para los suministros hospitalarios es costoso, del material del cable que se requiere es costoso sin embargo el hospital te pide la autorización para utilizar un material con menor densidad lo cual tal vez reduce el tiempo de uso y hay probabilidades de que el material se fracture.

Mencione los posibles riesgos de que el material sea menos resistente pero más económico.

Mencione las ventajas de que el material sea más económico, pero rinda menos.

Basado en tu criterio: ¿Otorgarías el permiso?

(Problema extraído del libro Física universitaria Sears Zemansky vol.1) propuesto para la aplicación de la física en el área médica para el análisis de la toma de decisiones, ideal para aplicar en alumnos de primero a octavo semestre, al mismo tiempo añadiendo de mano propia la reflexión de la “Ética del cuidado”.

## 2. Ambientales

Se plantea construir en una región una piscina para una casa de retiro de jubilados cuyas dimensiones son 5.0 m de longitud, 4.0 m de ancho y 3.0 m de profundidad, como supervisor de área de recursos se le pide calcular:

La fuerza que ejerce el agua contra a) el fondo b) cualquiera de las paredes.  
(Sugerencia: Calcule la fuerza que actúa sobre una línea horizontal y delgada a una profundidad  $h$  e integre a lo largo de la compuerta de la piscina, despreciando la fuerza debida a la presión del aire).

Los parámetros de afectación de la región son que si la fuerza que ejerce el agua de la piscina al fondo sobrepasa los 500000 N, a largo plazo la localidad podría tener una disminución de distribución de agua. Si decide hacer modificaciones, requerirá más trabajo y más tiempo.

1. Si autoriza \_\_\_\_\_ FIRME AQUÍ

2. Si no autoriza:

- Encuentre las dimensiones para que la piscina ejerza una fuerza menor a 500000 N.
- Redacte un pequeño listado de sugerencias para que la localidad no se vea afectada.
- Señale las repercusiones que sufrirá la localidad ante la disminución de agua.
- Realicen un debate entre personas que autoricen y las que no autoricen, reflexionando los pros y contras.

Reflexiona:

Primero la respuesta, las consecuencias son para gente externa.

Segundo, las consecuencias la sufrirán tu localidad.

Exponga en el debate los resultados, ¿Sería la misma respuesta?

### Aprendizajes esperados

Tanto el docente como el estudiante reconocerán la relevancia de la presencia moral en el desempeño del profesionista, así como herramientas capaces de desarrollar las habilidades afectivas en las diversas ramas de conocimiento, de este modo el alumno estará preparado para integrarse al mundo laboral, mejorando el entorno del mismo.

## Referencias

Ética profesional y complejidad

Los principios y la religación, Martín López Calva\*

Perfiles Educativos | vol. XXXV, núm. 142 | IISUE-UNAM

Suplemento 2013 | Ética profesional en la educación superior

EJES TRANSVERSALES E INTERDISCIPLINA DGB/DCA/01-2020,

Aquichan vol.4 no.1 Bogotá Jan./Dec. 2004, La ética del cuidado

Alejandra Alvarado García\* Comins. «La ética del cuidado como educación para la paz». (Tesis doctoral). Universidad Jaume I. Castellón. 2003. (pp. 12 - 281) [En línea]. Available:

<https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10455/comins.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Último acceso: 21 12 2022]

Guillén, Dulce; Cuevas, Leticia, LA FORMACIÓN DE VALORES A TRAVÉS DE LA TRANSVERSALIDAD CURRICULAR, Razón y Palabra, núm. 72, mayo-julio, 2010, Universidad de los Hemisferios, Quito, Ecuador

UNESCO, Acoso y violencia escolar, <https://es.unesco.org/themes/acoso-violencia-escolar>

Estébanez, I., (2018) La ciberviolencia hacia las adolescentes en las redes sociales. Instituto Andaluz de la mujer. Consejería de igualdad y políticas sociales. <https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/guia-ciberviolencia-adolescentes.pdf>

<https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/MOCIBA-2020.pdf>

Camarena Gallardo, Patricia, La matemática en el contexto de las ciencias. Innovación Educativa, vol. 9, núm. 46, enero-marzo, 2009, pp. 15-25, Instituto Politécnico Nacional, Distrito Federal, México

Formación Universitaria – Vol. 4 Nº 2 – 2011, Una Estrategia para el Aprendizaje de la Cultura Científica, Luz M. González(1) y Margarita Rasilla(2)

Física universitaria Sear Semazky vol.1

5º CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA Y DE SISTEMAS, México, D. F. 10-14 de noviembre 2008,Detección de Obstáculos en el Aprendizaje del Concepto de Variación en Estudiantes de Ingeniería, Luz María de Guadalupe González Álvarez1, Elena Fabiola Ruiz Ledesma

Educación Artística y Matemática en el Contexto de las Ciencias, CIAEM 2015, Camarena y González

## Aprendizaje de la electrostática a través de experimentos en modalidad virtual con estudiantes de ingeniería, IPN

Guillermina Ávila García<sup>1</sup>, María de la Luz Huerta Ramírez<sup>2</sup>, Rosa Griselda Nava Galve<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Formación Básica, IPN-ESIQIE, México D.F., México

<sup>2</sup>Departamento del Área Humanísticas, IPN-CECyT 11, México D. F., México

*Dirección de correo electrónico de contacto  
[gavilag@ipn.mx](mailto:gavilag@ipn.mx)*

### Resumen

Esta experiencia destaca la puesta en escena de una práctica virtual con estudiantes de la Escuela Superior e Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), con el tema de electrización que se llevó a cabo en el primer semestre del año 2021, en etapa de confinamiento en la unidad de aprendizaje: Laboratorio de Electromagnetismo con el tema de “Electrostática y Ley de Coulomb”, siendo el objetivo: analizar los elementos que influyen en la generación de cargas eléctricas y la interacción entre dos cargas electrostáticas.

El pensamiento crítico en la parte experimental consideró los niveles taxonómicos de Marzano y Kendall que se desarrolló durante la sesión síncrona y que por observación se monitorearon de modo síncrono los experimentos realizados por los estudiantes, posteriormente compararon los valores teóricos previos y consideraron los cálculos derivados de los experimentos realizados en casa, de donde derivaron conjeturas con respecto a la electrización por frotamiento e inducción de diversos elementos fundamentados en valores teóricos cualitativos y los valores experimentales cualitativos a través de la serie triboeléctrica.

Para la evaluación se tomó en cuenta una rúbrica propuesta por la academia de Física de ESIQIE de donde se acentúan los resultados de las observaciones y conclusiones de los estudiantes, clasificándolos en los diferentes niveles cognitivos desarrollados por estos, lo que permite subrayar que las prácticas experimentales

en línea a través de clases síncronas tienden a un aprendizaje efectivo mediante un acompañamiento durante las actividades.

### **Objetivo**

El objetivo de esta experiencia se basó en las habilidades y competencias del siglo XXI y en el tiempo de confinamiento, principalmente para desarrollar el pensamiento crítico de los estudiantes a través de la indagación de las prácticas educativas que se implementen considerando las tecnologías digitales, esto con la finalidad de contribuir al desarrollo de habilidades y competencias propias del siglo XXI, las cuales de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2010), considera la competencia como un término muy valioso para guiar la docencia y el aprendizaje en el aula, las cuales se integran en tres grupos:

- a) Uso interactivo de las herramientas;
- b) Interacción entre grupos heterogéneos;
- c) Actuar de forma autónoma.

### **Marco teórico**

Entre los retos que docentes y estudiantes tuvimos que enfrentar durante la pandemia, se encuentran la complejidad de enseñar y aprender conocimientos con alto nivel de abstracción, a partir de comunicación mediada por una pantalla entre los involucrados, con experimentos simulados por un ordenador, ante este panorama la búsqueda de alternativas llevó a la puesta en escena de la experiencia que aquí se enfatiza, que corresponde a una práctica virtual con estudiantes de la Escuela Superior e Ingeniería Química e Industrias Extractivas (ESIQIE) del Instituto Politécnico Nacional (IPN), con el tema de electrificación que se llevó a cabo en el primer semestre del año 2021, durante el periodo de confinamiento, en la asignatura de Laboratorio de Electromagnetismo con el tema de “Electrostática y Ley de Coulomb”, siendo el objetivo: analizar los elementos que influyen en la generación de cargas eléctricas y la interacción entre dos cargas electrostáticas.

Uno de los principales alicientes de esta práctica educativa es el pensamiento crítico considerando los niveles taxonómicos establecidos por Marzano y Kendall (citado en Gallardo, 2009), que se espera sean empleados durante la sesión síncrona puesto que en esta situación es posible observar y monitorear los experimentos realizados por los estudiantes, para posteriormente realizar comparaciones de valores a partir de los experimentos realizados en casa.

La rúbrica propuesta por la academia de Física integra los resultados de las observaciones y conclusiones de los estudiantes, clasificándolos en los diferentes niveles cognitivos desarrollados por estos. Esto último nos permite resaltar que, las condiciones educativas actuales son una oportunidad para repensar las formas de acercarse al conocimiento con prácticas experimentales en línea a través de clases sincrónicas, desde otra mirada y con otros elementos, poner en acción a los alumnos y darles voz en su proceso constructivo y que con el acompañamiento del docente da resultados fructíferos en su aprendizaje.

El entorno virtual se tornó complejo desde el trabajo en casa, porque tanto a estudiantes como docentes las tareas se nos multiplicaron y es importante retomar que, el respeto y la responsabilidad fueron valores indispensables para la comunicación cara a cara, es imprescindible generar un clima de respeto para llevar a cabo la interacción del aprendizaje, que conceda confianza y certidumbre. En el caso de ingeniería, la enseñanza de acuerdo con el plan y programa de estudios debe estar dirigida hacia un pensamiento crítico y reflexivo, de modo particular en el área de Física, como ciencia experimental se requiere de una constante experimentación, que permita indagaciones por parte del estudiante y un sentido de orientación del docente, para que la comunicación en la educación sea bidireccional y no como un monólogo de la clase por parte del docente.

Para ello es importante destacar que este trabajo es producto de una planeación y búsqueda de información, para poder brindar al estudiante las herramientas que le permitan indagar y apropiarse del conocimiento, a pesar de las carencias de material especializado para las prácticas, la necesidad de retomar insumos de la vida cotidiana también influye en el desarrollo del pensamiento científico.

### ***Desafíos de la educación a distancia***

Uno de los desafíos más importantes a los que nos enfrentamos tanto docentes como estudiantes, es de conexión. Las fallas de conexión limitan en muchas de las ocasiones que los alumnos estén conectados todo el tiempo o bien de compartir su trabajo, además de que la calidad de conexión a veces es menor cuando se activan las cámaras, pero también es necesario el canal de comunicación, de estar frente a frente con los alumnos, haciéndolos partícipes de las descripciones de los experimentos, al razonamiento de porqué ocurren ciertas fenómenos físicos, y sobre todo el proceso de indagación que es sumamente importante en el área de ciencias experimentales y es lo que permite que los estudiantes apunten hacia un pensamiento crítico y reflexivo de lo que realizan mediante experiencias con materiales caseros.

Otro desafío es que algunos alumnos se muestran reacios a la participación y eso dificulta la comunicación, porque no se verifican en tiempo real las posibles aportaciones de los conocimientos que van adquiriendo los estudiantes.

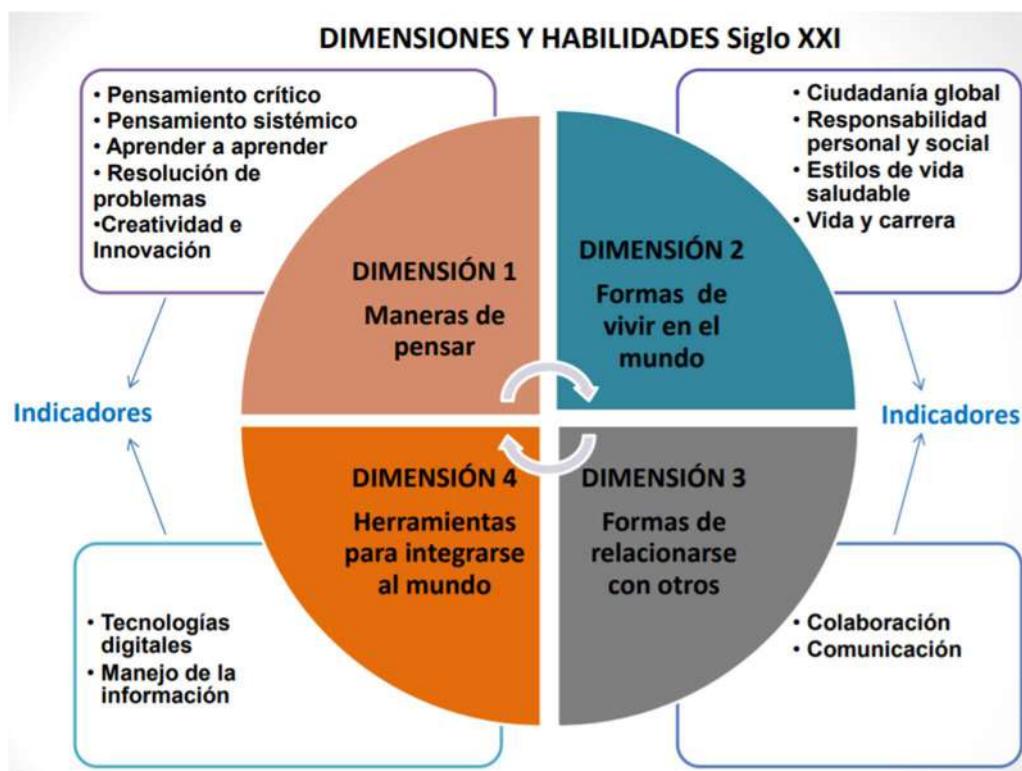
Tanto para el desempeño del docente como de los estudiantes, se tomaron como base las competencias del siglo XXI de acuerdo con Scott (2015) la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) que se demandan en el ámbito educativo, que se encuentran enmarcadas por:

1. Información, conocimientos dinámicos y cambiantes
2. Nativos digitales, migrantes digitales, lógicas diferentes.
3. Nuevos ciudadanos y educación
4. Incertidumbre, complejidad, globalización, fronteras difusas.

De los ejes que impera en la transformación curricular se ha optado por enfocar a dos aspectos:

1. Ciudadanía global con identidad nacional
2. Ciudadanía virtual con equidad social

Así como las dimensiones y habilidades que se muestran en la figura 1.



**Figura 1.** Dimensiones y habilidades del siglo XXI, (2015). VII Reunión Interamericana de ministros de Educación.

Tales dimensiones y habilidades han sido el marco, para el desarrollo de esta práctica educativa, pero principalmente se tomó en cuenta la dimensión 1 (maneras de pensar) y la dimensión 4 (herramientas para integrarse al mundo); aunque de modo implícito se orienta el trabajo a la colaboración y comunicación a través de herramientas virtuales, que se considera en la dimensión 3.

### Contexto de la comunidad educativa

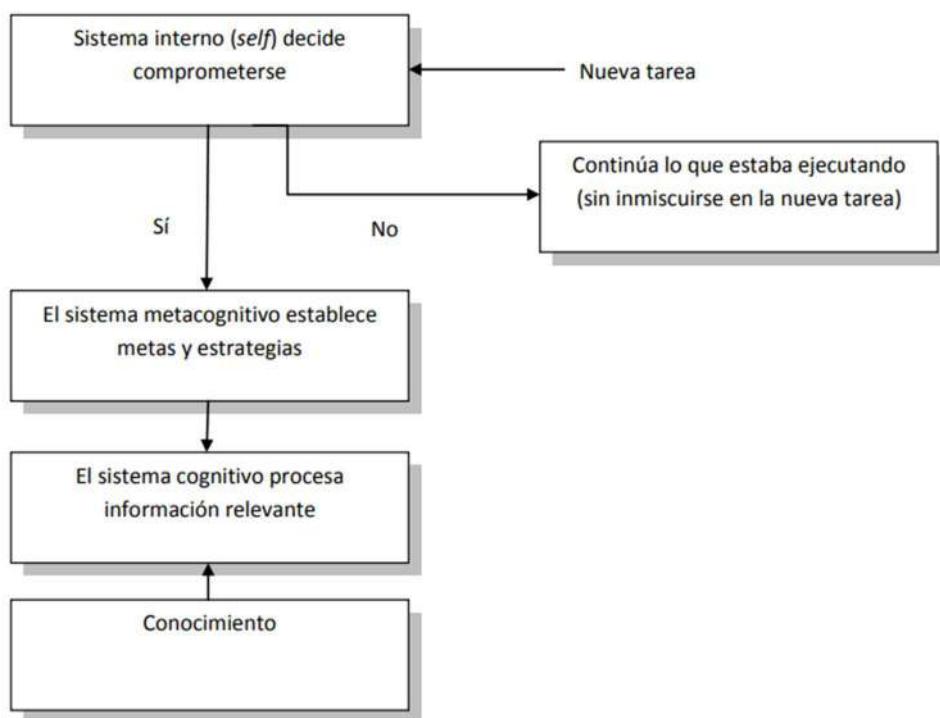
La experiencia se llevó a cabo en Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional con 20 estudiantes de edades que oscilan entre 19 y 20 años, que cursaron el segundo semestre del programa académico de Ingeniería Química Industrial; la actividad que se expone en este trabajo tuvo lugar en modalidad virtual para el Laboratorio de Electricidad y Magnetismo, correspondiente al nivel I. Como parte de la orientación didáctica se fomenta el aprendizaje basado en problemas, incentivando al análisis y la crítica

propositiva de opciones metodológicas. Además de promover el trabajo colaborativo mediante la indagación documental y experimentación en el laboratorio a través de experimentos formales y del planteamiento de situaciones físicas reales (Plan y programa de estudios 2012).

Y fue debido al confinamiento que, las prácticas experimentales se realizaron en ambientes virtuales, en este caso, mediante Google Meet y la plataforma Classroom para resguardar las evidencias de los estudiantes.

### **Pensamiento crítico con estudiantes de ingeniería**

De acuerdo con Gallardo (2009), la complejidad de un proceso mental es invariable, el número de pasos para su ejecución no cambia, considerando el modelo que sostiene la Nueva Taxonomía de Marzano y Kendal (citado en Gallardo, 2009) y que se muestra en la figura 2.

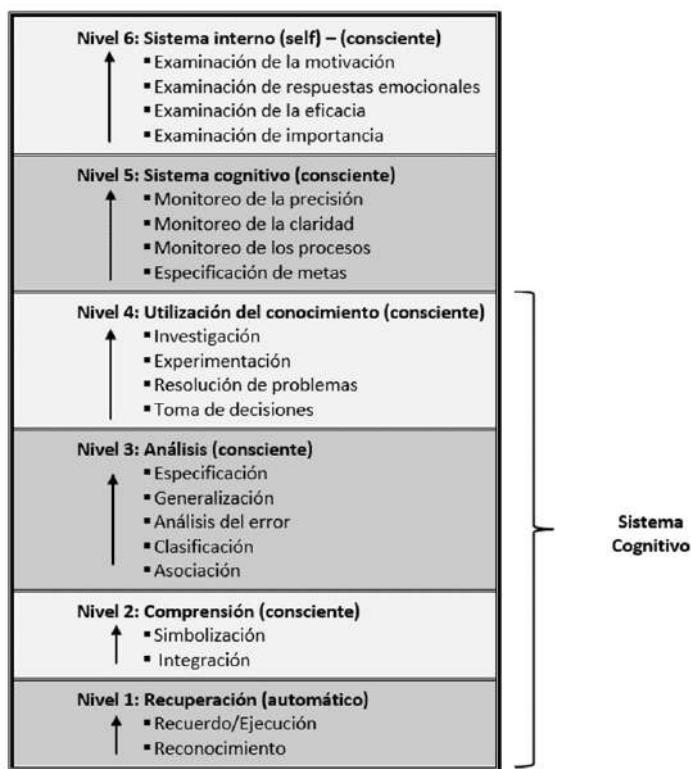


**Figura 2.** Modelo de conducta ante el aprendizaje (Marzano y Kendall, 2007)

En el modelo anterior Marzano y Kendall (citado en Gallardo, 2009) explica el proceso humano de involucrarse en una nueva tarea, además explica como la

información es procesada una vez que la decisión ha sido tomada, haciendo alusión a tres sistemas mentales: el interno (self), el metacognitivo y el cognitivo. El cuarto componente del modelo es el conocimiento.

Marzano y Kendall (citado en Gallardo, 2009) describen que el sistema self se mantiene una interrelación entre creencias y metas, además el sistema metacognitivo se encarga de establecer metas a lograr a partir de la ejecución de la nueva tarea y el diseño de estrategias para su logro. En el caso del sistema metacognitivo, activa el sistema cognitivo que permite realizar operaciones tales como analizar, inferir, comparar, calificar entre otras. Que es precisamente lo que se busca en esta práctica educativa para estudiantes de ingeniería que requieren una indagación profunda de los procesos que están llevando a cabo, en la figura 3 se ilustra la nueva taxonomía.



**Figura 3.** Operaciones mentales del sistema de pensamiento en la Nueva Taxonomía.  
Fuente: Nueva Taxonomía Marzano y Kendall (citado en Gallardo, 2009)

## Desarrollo

La práctica desarrollada fue “Electrostática y Ley de Coulomb” y su objetivo general es: El alumno será capaz de analizar e identificar los elementos que influyen en la generación de cargas eléctricas; así como la observación y comprensión de la interacción entre cargas electrostáticas. También, desarrollar las habilidades necesarias para analizar un sistema de fuerzas estáticas donde calculen la carga electrostática puntual aplicando la Ley de Coulomb (Plan y programa, 2012).

Los materiales que se utilizaron son: globo, trocitos de papel, tubo de pvc, vidrio, aluminio, tela de algodón, tela de lana, hilo.

Una de las formas de electrización es la de frotamiento y que es usual que hayamos jugado o bien realizado el experimento en niveles educativos anteriores, además el acceso a estos materiales es de tipo casero, llevándose a cabo de la siguiente manera:

### ***Experiencia “Electrización por frotamiento e inducción”***

El experimento es considerar la electrización por frotamiento que se hace por medio de un globo y trocitos de papel (50 aproximadamente), en la figura 3, se observan los materiales caseros con materiales como aluminio, franela y tubo de pvc que utilizaron los estudiantes.

Durante el experimento los estudiantes realizan observaciones, anotaciones y plantean las hipótesis correspondientes, en sus comentarios reflejan lo qué sucede a nivel de interacciones electrostáticas cuando frotan el globo con materiales como lana y algodón, figura 4.

### Evidencias de la Experimentación en casa



**Electrización por contacto y aplicación de la ley de Coulomb**

**Figura 4.** Electrización por frotamiento con materiales caseros (recuperado del trabajo de los estudiantes, 2021)

A partir de esta experiencia y la teoría desarrollada, los estudiantes son capaces de aplicar la ley de Coulomb para la fuerza eléctrica, realizando:

- Cálculos previos a la sesión virtual y a partir de los datos que se tomaron de los experimentos realizaron la comparación de dichos datos, de acuerdo con el manual de prácticas (ESIQIE, 2021).
- Las tablas que consideran la electrización por frotamiento e inducción de diversos elementos frotados. Cada cuadrito de papel tiene una medida de 0.5 cm por 0.5 cm, también investigan la densidad de papel y calculan la masa unitaria, obteniendo los siguientes datos mostrados en la tabla 1.

**Tabla 1.** Datos calculados por parte de un estudiante.

PROPIEDADES DE UN PEDAZO DE PAPEL.

Propiedad	Magnitud
Área unitaria, $A_i (cm^2)$	$0.25 cm^2$
Densidad, $\rho_s (g/cm^2)$	$5.6 \times 10^{-3} g/cm^2$
Masa unitaria, $m_i (g)$	$1.4 \times 10^{-3} g$

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2, se muestra los cálculos realizados por uno de los estudiantes que resulta de la experiencia, por ejemplo, en el caso del renglón dos; al frotar el globo y el cabello el resultado fue que 12 trozos de papel quedaron adheridos en el globo, calcularon la masa de cada cuadrito para calcular posteriormente la fuerza electrostática mediante:  $F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$  en la columna 4 con respecto a los valores teóricos cualitativos consultaron los valores de la serie triboeléctrica.

**Tabla 2.** Datos calculados y comparados con respecto a la fuerza electrostática.

Elementos frotados	Datos		Fuerza Electrostática $\vec{F}_e$ (N)	
	No. de Papeles $N_{pap}$ (-)	Masa total de Papeles $m_T$ (g)	TEÓRICO CUALITATIVO Separación entre materiales. Serie Triboeléctrica $N_{sep}$ (-)	Experimental Cualitativo
1.- Globo - Cabello	12	0.0168	9	0.164808 N
2.- Globo - Mica	19	0.0266	18	0.002329875 N
3.- Aluminio - Lana	0	0	4	0 N
4.- Aluminio - Mica	2	0.0028	7	0.027468 N
5.- Aluminio - Algodón	0	0	2	0 N
6.- PVC - Cabello	25	0.035	16	0.34335 N
7.- PVC - Lana	20	0.028	14	0.27468 N

Nota: Tabla de materiales de electrización por frotamiento e inducción de diversos elementos frotados

La experiencia anterior muestra que los estudiantes desarrollan habilidades que integran la dimensión 1, como es el caso del pensamiento crítico, a partir de los valores teóricos calculados previamente, que se ven empatados con los resultados de la experiencia que se llevó a cabo de modo virtual. Y también se consideran los niveles del sistema cognitivo de recuperación, comprensión y análisis como se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3.** Niveles del sistema cognitivo alcanzados por los estudiantes

Niveles	Proceso
Recuperación	Los estudiantes relacionan la información que tienen acerca de la electrización por contacto, reconocen los recuerdos que tienen de este fenómeno que ha sido observado antes.
Comprensión	En este nivel los estudiantes consideran reemplazar la información previa que tiene con las representaciones de la información que les aporta la experimentación, iniciaron con el procesamiento de la información considerando imágenes y símbolos de la carga eléctrica positiva y negativa. También asimilan el patrón de causa y efecto que desemboca en la electrización por contacto y frotamiento.
Análisis	Los estudiantes consideran las diferencias y similitudes las formas de electrización apoyados con la parte teórica previamente calculada, además de buscar conexiones y patrones que se repiten en los experimentos de aquí redactan las observaciones y conclusiones.

Resaltamos que los estudiantes buscan formas de variación en los materiales para consideraciones teóricas y se dan a la tarea de contrastar los resultados con el experimento. Respecto a las tecnologías empleadas ahondan en la presentación de información usando Excel como programa informático básico, pero que no deja de ser importante por la introducción de ecuaciones que les permitirá un cálculo, siendo esta una de las primeras experiencias en el laboratorio de Electricidad y Magnetismo, por lo que se prevé como apoyo para futuras prácticas orientadas hacia el uso programas informáticos con mayor grado de complejidad.

Una vez que realizaron la experiencia con diferentes materiales dando muestra a través de la clase virtual, los estudiantes intercambiaron las reflexiones en equipo y compartir sus primeras ideas, realizan una relación entre los materiales usados que se muestran en la tabla 4:

**Tabla 4.** Datos ordenados por los estudiantes de acuerdo con el experimento

Materiales Frotados	
Teórico	Experimental
Globo - Mica	PVC - Cabello
PVC - Cabello	PVC - Lana
PVC - Lana	Globo - Mica
Globo - Cabello	Globo - Cabello
Aluminio - Mica	Aluminio - Mica
Aluminio - Lana	Aluminio - Lana
Aluminio - Algodón	Aluminio - Algodón

↑ Mayor Fuerza Electrostática

↓ Menor Fuerza Electroestática

Nota: Electrización por frotamiento e inducción, con valores reordenados.

La experiencia de electrización por contacto y aplicación de Coulomb consistió en estar mostrando a cámara abierta los experimentos donde los estudiantes argumentan y el docente indaga en cuestión de lo que van realizando los estudiantes, otra evidencia se muestra en la figura 5.



**Figura 5.** Electrización por frotamiento y contacto para la Ley de Coulomb.

### **Aprendizajes de los estudiantes**

El trabajo del docente se describe a través de una secuencia didáctica que permita la indagación entre los estudiantes en todo el proceso del experimento, atendiendo las diversas dudas que pueden surgir. Una de las propuestas para mantener la atención es orientar las problemáticas reales y atractivas de manera que mantenga activos a los estudiantes, pero sobre todo cuestionar las ideas que exponen los estudiantes, esto permite interacciones que dan paso a la argumentación que se consolida con el apoyo docente. Además, de acuerdo con Porlán (2020) las propuestas experimentales deben ser relevantes, pero sobre todo fungir como organizadores que admitan una articulación entre saber y hacer del sujeto y transformación del objeto de conocimiento en el entendido de que, el aprendizaje no debe ser fragmentado y eso se logra cuando el docente permite y da pauta a un conjunto de ideas que se desarrollan en el transcurso de la clase virtual, dando lugar a la reconstrucción en cada nueva interacción.

El aprendizaje del estudiante se orienta hacia las indagaciones de un modo más profundo, ¿cómo?; desde la secuencia didáctica que planea el docente, con el fin de impactar curricularmente, de generar procesos en la educación a distancia, mediante recursos en línea y la implementación de experimentos caseros con ayuda de simuladores, también es importante resaltar la parte investigativa que va a ir construyendo el pensamiento del estudiante en el proceso de su propio aprendizaje. El proceso de aprender es individual desde la educación a distancia, pero cabe resaltar que el aspecto social cuando interactúan con las ideas impulsa a desarrollar un aprendizaje basado en la socialización de ideas.

Por ello consideramos que la pandemia ha dejado muchas lecciones entre ellas, la formación y actualización constante, también en el aprovechamiento de las tecnologías de la información, softwares, materiales caseros que permitan que el estudiante pueda descubrir o reafirmar teorías, lo importante es que el estudiante no deje de sentir curiosidad por la ciencia, y eso se puede lograr con materiales

sencillos, la dificultad y complejidad dependerá de la secuencia y creatividad del docente para transmitir la idea y ponerla en práctica.

Es importante resaltar que la brecha digital que se generó con el confinamiento no permite avanzar al mismo ritmo con todos los estudiantes, aunque también es momento de poner en práctica muchas destrezas, tanto digitales como de experimentación que conformen un cúmulo de experiencias para el estudiante y de este modo tenga acompañamiento en su educación. No obstante, en esta situación como docentes, es nuestra tarea orientar a los estudiantes al desarrollo de sus habilidades digitales, porque si bien es cierto que son nativos digitales, la educación ha sido orientada a repetir algunos esquemas como el trabajo de tablas, graficación con el uso de papel milimétrico, de una calculadora, por lo que es necesario una orientación para que los estudiantes manejen de modo inmediato las tecnologías en pro de su formación.

También es importante destacar otra vertiente que son las emociones que están presentes en la educación, porque este confinamiento trajo consigo muchas otras problemáticas que afectan de un modo singular a cada persona desde docentes, personal administrativo y estudiantes, desde esa óptica es más complicado llevar a cabo la educación, que si bien muchas de estas situaciones escapan a los límites de acción de los docentes en particular, no se pueden soslayar, es importante tomarlas en cuenta, pues sin duda tienen un efecto en los procesos educativos.

### **Aprendizajes esperados**

A manera de reflexión consideramos que la educación en línea que vivimos en la etapa de confinamiento es objeto de investigación por el uso de la tecnología que, incluso es imprescindible aún en la presencialidad, en el caso del laboratorio de electricidad y magnetismo el uso de elementos del propio laboratorio y de herramientas tecnológicas o softwares que permitan un desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes de ingeniería.

Para este trabajo de investigación, los estudiantes analizaron los elementos que influyen en la generación de cargas eléctricas y la interacción entre dos cargas electrostáticas con objetos caseros y el uso de simuladores con los que, pudieron experimentar y comprobar sus resultados a través del uso de la tecnología, de este modo los estudiantes expresan en las observaciones y conclusiones de sus reportes de prácticas que el pensamiento inicial durante la sesión síncrona, aunado a la orientación e interacción con sus pares dieron lugar a un avance en prácticas posteriores que se ve reflejado en una mejor argumentación que, enriqueció su aprendizaje como se observa en sus reportes, donde registraron pruebas de experimentos integrando comentarios que dan cuenta de pensamientos reflexivos y durante las clases síncronas la participación es con mayor frecuencia, mostrando interés por lo que aprenden a pesar de estar trabajando desde casa, parte de estos resultados consideramos que pueden ser atribuidas a una secuencia didáctica que toma en cuenta los niveles cognitivos de orden superior y sobre todo la orientación en todo momento por parte de los docentes.

Ahora en la presencialidad, las prácticas toman un nuevo giro presentando grandes retos significativos y también cambios de paradigma en la educación a la que estábamos acostumbrados, la combinación de modalidades que integra la presencialidad con el trabajo en línea puede tener efectos tanto positivos como negativos, en nuestra experiencia consideramos que como docentes debemos enfocarnos en los efectos positivos que, permitan una experiencia de aprendizaje con los estudiantes de modo que sea significativa y que tenga alcance, sea en línea, presencial o híbrida. Y tener presente los aspectos negativos para su estudio y la búsqueda de alternativas de solución.

Las habilidades del siglo XXI nos han rebasado, sin embargo, consideramos que estamos en buen momento para aprovechar las investigaciones, prácticas educativas y experiencias que permitan favorecer la formación de los futuros ingenieros desde nuestra labor docente.

## Referencias

- Gallardo, K. (2009). La Nueva Taxonomía de Marzano y Kendall: una alternativa para enriquecer el trabajo educativo desde su planeación. *Manual nueva taxonomía Marzano y Kendall*, 3-43.
- Porlán, R. (2020). El cambio de la enseñanza y el aprendizaje en tiempos de pandemia.
- Plan y programa de estudios (ESIQIE, 2011).
- Manual de prácticas de laboratorio de Electricidad y Magnetismo, recuperado el 30 de julio de 2021 de: <https://fisicaesiqie.wixsite.com/academiasfisica/practicas-electricidad>
- Marzano, R. J. y Kendall, J.S. (2007). The new taxonomy of educational objectives. California, EE.UU.: orwnin Press.
- OCDE (2010). Habilidades y competencias del siglo XXI para los aprendices del milenio en los países de la OCDE.
- Scott, C. L. (2015). El futuro del aprendizaje, ¿Qué tipo de aprendizaje se necesita para el siglo XXI?
- VII Reunión Interamericana de ministros de Educación (2015). Celebrado en Panamá, en la construcción de una agenda común para definir áreas prioritarias, recuperado el 15 de agosto de 2022 de: <http://www.oas.org/en/sedi/dhdee/DOCs/Nine Ministerial Education/3-Costa%20Rica-ESP.pdf>

## **La influencia de la autorregulación del aprendizaje 18 meses después de implementar la práctica educativa**

Hector Alejandro Migueles Bautista, Gabriela Lourdes Rueda Morales  
Escuela Superior de Física y Matemáticas-Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México., México  
hmiguelesb1300@alumno.ipn.mx

### **Resumen**

Una de las causas del fracaso en los estudios universitarios está relacionada con la falta de habilidad de los alumnos para gestionar su propio proceso de aprendizaje; la enseñanza de estrategias constituye una alternativa para superar este obstáculo. Desarrollar la autorregulación es fundamental en el proceso de adaptación a las exigencias de la universidad y a los procesos de formación a lo largo del ejercicio profesional. Después de salir de la universidad, los jóvenes profesionales necesitan continuar aprendiendo y aplicar sus conocimientos a nuevos contextos; por tales motivos resulta importante propiciar procesos de autorregulación del aprendizaje durante el pregrado (Pérez et al., 2013; Núñez et al., 2006a; 2006b).

Este trabajo se centra en dar continuidad y estudiar el alcance que se tiene al fomentar en un curso de nuevo ingreso estrategias de autorregulación del aprendizaje, esperando que estas mismas sigan siendo aplicadas un año y medio después de ser trabajadas dentro del aula.

La información analizada es recopilada de las respuestas al cuestionario *Inventario de Procesos de Autorregulación del Aprendizaje (IPAA)* (Rosário et al., 2010) aplicado en dos momentos diferentes: al final de la práctica educativa, y al año y medio después de la misma, además se recopila información general de las y los encuestados respecto a su trayectoria académica. Con esta información espera responder a la pregunta ¿Implementar estrategias que fomentan la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de nuevo ingreso genera el desarrollo de las habilidades de autorregulación a largo plazo?

**Palabras clave:** Autorregulación del aprendizaje, Metacognición, comunicación, trabajo colaborativo

### **Objetivo**

El objetivo principal de este trabajo es dar seguimiento a una práctica educativa donde se fomentó la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de primer semestre del Laboratorio de Física I en la escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN en modalidad virtual. Al finalizar el curso, el 65% de los estudiantes manifestaba aplicar estrategias de autorregulación del aprendizaje, al día de hoy,

18 meses después, se busca estudiar la influencia y alcance que se tuvo al cambiar el modo de enseñanza.

## **Marco teórico**

### Aprendizaje

Definitivamente no existe una frase que pueda definir de manera completa lo que es el aprendizaje, existen tantas definiciones como autores, coincidiendo todos en su importancia en el desarrollo humano, más aún, existen distintas teorías que tratan de definirlo, cada una con distintas limitantes

En su definición más simple, se denomina aprendizaje a la adquisición de conocimiento, Allueva (2002) menciona que para que se produzca el aprendizaje se debe producir también un cambio y este debe ser debido a la experiencia.

Desde un punto de vista cognitivista, “El aprendizaje es un cambio perdurable en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera, el cual es resultado de la práctica o de otras formas de experiencia” (Schunk, 2012), centrándose así en que los cambios producidos por el aprendizaje no siempre son observables, refiriéndose a procesos mentales como el pensamiento, la creatividad, los sentimientos, entre otros, sin dejar de poner atención a aquellos procesos que si pueden ser estudiados de manera directa.

Por otro lado, una definición basada en el conductismo es la propuesta por Skinner: “El término aprendizaje puede mantenerse provechosamente en su sentido tradicional para describir la recolección de respuestas en una situación compleja.” (Skinner, 1971, p. 76).

Sin duda se puede interpretar el aprendizaje de maneras distintas, para los conductistas el aprendizaje es un cambio en la manera de actuar observable y para los defensores del aprendizaje cognitivo, el aprendizaje es un proceso interno que no puede ser observable. Como podemos notar, una constante en las definiciones es que el aprendizaje produce un cambio.

### Metacognición

El concepto de metacognición hace referencia a la capacidad que tienen las personas de reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y la forma en que adquieren conocimiento. Dicha capacidad puede ser caracterizada por un alto nivel de conciencia y autocontrol ya que permite realizar procesos cognitivos simples y complejos.

Un primer acercamiento a este concepto nos es proporcionado por John H. Flavell; “metacognición significa el conocimiento de uno mismo concerniente a los propios procesos y productos cognitivos o a todo lo relacionado con ellos e incluye la

sensibilidad individual por la necesidad de utilizar la metacognición para organizar el pensamiento propio". (Flavell & Wellman, 1977). De la definición de Flavell podemos destacar el conocimiento de los procesos cognitivos y los productos o resultados cognitivos obtenidos al llevar a cabo la metacognición.

Una constante en las definiciones de metacognición es que se trata del conocimiento del propio conocimiento y de los procesos cognitivos que nos llevan a adquirir el conocimiento, de acuerdo a Brown (1978), Scardamalia y Bereiter (1985), citados por Allueva (2002) además del conocimiento de los propios procesos de pensamiento también es necesario tener ciertas habilidades cognitivas, que dado su empleo en la adquisición de conocimiento es más acertado denominarlas habilidades metacognitivas.

### Autorregulación del aprendizaje

La autorregulación incluye la puesta en acción de una serie de estrategias de pensamiento y comportamiento que agrupamos como disposicionales, cognitivas y metacognitivas, que posibilitan a la persona producir o construir su conocimiento. Así, la persona es capaz de regular su motivación por aprender, conoce los conocimientos y habilidades que posee, sabe qué debe hacer para aprender, y puede supervisar sus conductas de estudio y ajustarlas a las demandas de aprendizaje, además de ser capaz de regular intencionadamente todo el proceso (Pintrich, 2000a; 2004). Lo que caracteriza a los estudiantes como "autorreguladores" de sus aprendizajes no es tanto la utilización aislada de estrategias, sino su iniciativa personal, su perseverancia en la tarea y las competencias exhibidas, independientemente del contexto en el que ocurre el aprendizaje (Rosário et al., 2005c).

En pocas palabras, la autorregulación es un proceso donde el individuo es capaz de controlar su propia conducta mediante estímulos y reforzamientos inducidos por el mismo. Al fomentar estrategias de autorregulación del aprendizaje se aspira conseguir que el estudiante encuentre la mejor manera de aprender y sea capaz de mejorarla de manera continua y progresiva.

Ahora bien, aunque tal y como se definió anteriormente la autorregulación del aprendizaje es un proceso individual, éste no se logra de un día a otro y en muchas ocasiones ni siquiera se logra. Por este motivo es necesario instruir a los estudiantes con ciertas actividades o acciones para fomentar en ellos la autorregulación o en otras palabras enseñarles a aprender a aprender, enseñarles a ser autodidactas. Tal y como menciona Casellas y Jorba (1997, p.121) "en la autorregulación se pretende que los alumnos sean cada vez más autónomos, formándoles en la regulación de sus propios procesos de pensamiento y de aprendizaje, es decir, enseñándoles a aprender a aprender" siendo de vital importancia conceptos tales como autoevaluación y autorregulación del aprendizaje.

Aunque se trata de un proceso distinto en cada individuo, de acuerdo con Zimmerman (2000) se puede caracterizar a la autorregulación del aprendizaje con 3 etapas indispensables, como lo son; la planeación, la ejecución y la reflexión.

## Desarrollo

### Participantes y contexto

La primera encuesta, fue respondida por un total de 10 estudiantes, en ese momento, (a finales de 2021) todos ellos pertenecían al programa de la Licenciatura en Física y Matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas.

Un año y medio después, en marzo del 2023, se encuestó a un total de 10 estudiantes, 9 de ellos pertenecientes a la licenciatura en física y matemáticas de la Escuela Superior de Física y Matemáticas, perteneciente Instituto Politécnico Nacional. De los 9 encuestados que pertenecen a la Licenciatura en Física y Matemáticas, 6 tienen 19 años (66.7% de la muestra), 2 tienen 20 años (22.2% de la muestra) y 1 de ellos tiene 21 años (11.1% de la muestra). Cabe resaltar que solamente uno de los 10 estudiantes encuestados declaró ya no estar inscrito en el programa académico de la licenciatura en Física y Matemáticas, mismo que tiene 19 años, sin embargo esto no impide estudiar las estrategias de autorregulación que esté implementando.

Ambas encuestas fueron implementadas de manera virtual haciendo uso de la plataforma Google Forms.

### Instrumentos

El Inventario de Procesos de Autorregulación del Aprendizaje (IPAA) (Rosário et al., 2010), nos permite evaluar la aplicación de estrategias de autorregulación hechas por los encuestados durante las tres fases del proceso de autorregulación de Zimmerman (2002); planificación, ejecución y reflexión. El IPAA se conforma por doce preguntas, el cuestionario usa la escala de Likert de cuatro alternativas: nunca, algunas veces, la mayoría de las veces y siempre. El Alpha de Cronbach de la escala total es de 0.87 (antes y después, con una variación del 0.003). Al estudiante se le pide responda acorde a lo que hace, pensando en todas las asignaturas. La puntuación máxima para cada variable se obtiene de la media en cada ítem, obteniendo así un máximo de 4 y un mínimo de 1 para cada variable.

Dicho cuestionario fue implementado al final de la práctica educativa y también 18 meses después de la misma, con la finalidad de estudiar el proceso de autorregulación del aprendizaje aun cuando no se siguieron reforzando las estrategias de autorregulación por parte del mismo investigador.

De manera adicional se aplicó un cuestionario con 7 preguntas abiertas y una pregunta cerrada para analizar la trayectoria académica de los estudiantes encuestados.

### Procedimiento

En primer lugar, se obtuvo consentimiento informado por parte de los participantes, en el cual 10 de ellos estuvieron dispuestos a participar de manera continua.

Los cuestionarios se diseñaron y aplicaron haciendo uso de la plataforma de Google Forms y Google Classroom. El cuestionario IPAA se aplicó al finalizar el periodo escolar 2022-1 y se repitió 18 meses después.

Fue también en esta segunda etapa que se aplicó el segundo cuestionario de preguntas abiertas, además de preguntas de control como el nombre, situación académica y las edades se hicieron 3 preguntas abiertas:

1. ¿Actualmente aplicas alguna estrategia que hayas conocido en el curso de Laboratorio de Física I? ¿Cuál?
2. Menciona alguna cosa útil que hayas aprendido en el curso de laboratorio (además de la física)
3. ¿Qué recomendaciones le darías a tu yo del primer semestre?

Las dos primeras buscan que los estudiantes mencionen las estrategias aprendidas, aplicadas y compartidas durante la práctica educativa de 2021.

La tercera pregunta, tiene como objetivo que los estudiantes mencionen estrategias de autorregulación del aprendizaje que aplican actualmente, pero que no necesariamente desarrollaron en el curso, sino que, a base de experiencia y adaptación implementan dichas estrategias y las consideran en su proceso de aprendizaje.

Finalmente se hace una comparación entre los resultados obtenidos en el IPAA y las preguntas abiertas buscando triangular y analizar las estrategias de autorregulación que los estudiantes aprendieron durante la práctica educativa y aquellas estrategias que actualmente son aplicadas por los mismos.

### **Resultados**

En la tabla I se observan los ítems del Inventario de Procesos de Autorregulación del Aprendizaje 2023, mismo que fue adaptado para poder ser más entendible para los estudiantes en los que se aplicó, basándose en el IPPA de Bruna, D., Pérez, M.V, Bustos, C., Nuñez, J.C. (2017).

Tabla I. Dimensiones e ítems del Inventory de Procesos de Autorregulación del Aprendizaje (IPAA).

Dimensiones	Ítems
Planificación.	P1.-Hago un plan antes de comenzar una actividad académica. Pienso lo que voy a hacer y lo que necesito para conseguirlo P5.-Estoy seguro de que soy capaz de comprender lo que me van a enseñar y por eso creo que voy a tener buenas notas P9.-Establezco objetivos académicos concretos para cada asignatura P12.-Antes de comenzar a estudiar, compruebo si tengo todo o necesario; libros, lápices, cuadernos, calculadora, fotocopias, etc. para no estar interrumpiendo mi estudio
Ejecución.	P3.-Cuando estudio, intento comprender las materias, tomar apuntes, hacer resúmenes, resolver ejercicios, hacer preguntas sobre los contenidos P6.-Cumplio mis horarios de estudio, e introduzco pequeños cambios siempre que es necesario P8.-Mientras estoy en clase o estudiando, si me distraigo o pierdo el hilo, suelo hacer algo para volver a la tarea y alcanzar mis objetivos P10.-Busco un sitio tranquilo y donde pueda estar concentrado para estudiar
Reflexión.	P2.-Después de terminar un examen (parcial o final) lo reviso mentalmente para saber dónde tuve aciertos o errores y, hacerme una idea de la nota que obtendré P4.-Cuando recibo una calificación, suelo pensar en cosas concretas para mejorar mi calificación P7.-Guardo y analizo las correcciones de mis trabajos o exámenes, para ver dónde me equivoqué y saber qué tengo que cambiar para mejorar P11.-Comparo las notas que saco con los objetivos que me había marcado para esa asignatura

Basado en Bruna, D., Pérez, M.V, Bustos, C., Nuñez, J.C. (2017).

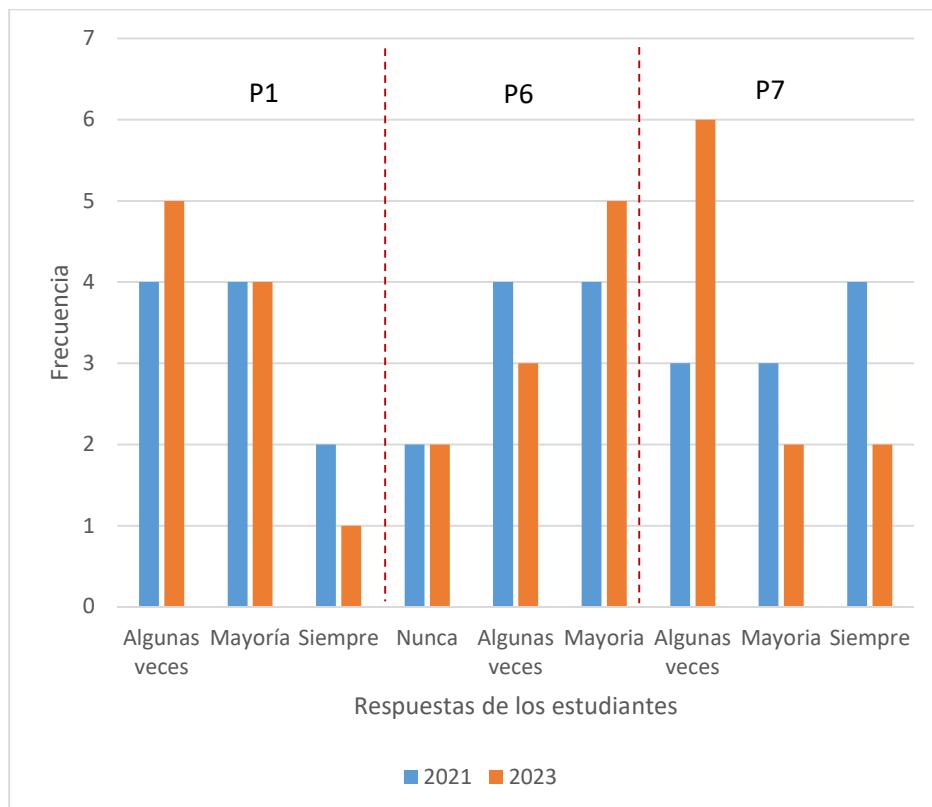
De estos doce ítems se eligieron 3, para poder estudiar la evolución de las etapas del proceso de autorregulación del aprendizaje. Siendo las preguntas P1, P6 y P7.

Es necesario hacer mención del formato del curso en el que se implementó la autorregulación del aprendizaje. En un curso ordinario de la asignatura de Laboratorio de Física I, se realizan cada semana mediciones experimentales, se entregan reportes sobre los mismos y se tratan temas de acercamiento al quehacer científico, así como tópicos que fomentan la divulgación científica. Lo distinto de la práctica educativa implementada radicó en que además de lo visto en un curso ordinario también se fomentaron de manera continua técnicas de autorregulación del aprendizaje, grupos de apoyo y discusiones guiadas de temas varios, no solo académicos sino también compartir experiencias estudiantiles y docentes para generar un espacio de confianza con la finalidad de que estudiantes y docente, se sintieran libres de expresar sus dudas y observaciones. Recordemos que el proceso de enseñanza aprendizaje no solo depende de los docentes o estudiantes, sino que es un trabajo colaborativo donde todos los participantes pueden emitir su opinión y

brindar soluciones a las dificultades que pudieran presentarse en el aula. (Migueles, H., 2023).

Las gráficas mostradas a continuación, en la figura I muestran los resultados obtenidos en IPAA 2021 y 2023, respectivamente.

Figura I. Evolución de estrategias de autorregulación del aprendizaje.



Esta clasificación corresponde a las tres etapas del proceso de autorregulación del aprendizaje; planificación, ejecución y la etapa de reflexión, siendo esta última, aquella donde se puso más atención durante la práctica educativa implementada en el ciclo escolar 2022-1, (Migueles, H., 2023).

La primera pregunta correspondiente a la etapa de planificación fue “Hago un plan antes de comenzar una actividad académica. Pienso lo que voy a hacer y lo que necesito para conseguirlo” Podemos observar en azul los resultados del 2021 y en naranja los resultados del 2023 (esto será una constante en las siguientes gráficas). En las respuestas podemos observar una ligera disminución en la aplicación de estrategias correspondientes a la etapa de planificación. Hay más estudiantes que solo algunas veces hacen un plan para sus actividades académicas.

En cuanto a la etapa de Ejecución, cuya pregunta fue “Cumplio mis horarios de estudio, e introduzco pequeños cambios siempre que es necesario” los estudiantes parecen tener una mejoría en la aplicación de dichas estrategias, sin embargo, permanecen dos estudiantes que no aplican estrategias en esta etapa.

Por otro lado, los resultados en la etapa de reflexión parecen poco alentadores. A pesar de ser esta la etapa en la que se puso mayor atención durante la práctica educativa es la que actualmente muestra los peores resultados. Para analizarla se eligió la pregunta “Guardo y analizo las correcciones de mis trabajos o exámenes, para ver dónde me equivoqué y saber qué tengo que cambiar para mejorar. Aunque no hay ningún “nunca” la disminución en el uso de estrategias en esta etapa es bastante clara.

A continuación, en la tabla II observamos los resultados obtenidos en el segundo cuestionario de preguntas abiertas, donde las respuestas se presentan tal cual las escribieron los estudiantes

Tabla II. Estrategias de aprendizaje utilizadas por los estudiantes

	<b>¿Actualmente aplicas alguna estrategia que hayas conocido en el curso de Laboratorio de Física I? ¿Cuál?</b>	<b>Menciona alguna cosa útil que hayas aprendido en el curso de Laboratorio (además de la física)</b>	<b>¿Qué recomendaciones le darías a tu yo del primer semestre?</b>
<b>Planificación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer algunos borradores de ciertas cosas antes de realizar el producto final.</li> <li>• Ir dividiendo mis tareas en segmentos y porciones más pequeñas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Métodos de estudio y organización.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haz un horario y síguelo.</li> <li>• Aprende a organizar mejor tu tiempo en cada materia y no dejar nada para el último</li> <li>• Sigue estrategias, planea objetivos y pon las manos al fuego.</li> </ul>
<b>Ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Escritura de los temas a mano para mejor comprensión</li> <li>• El trabajar en equipo no fue exclusivo del Laboratorio de Física I, pero considero ha sido muy importante para mí apoyarme en mis compañeros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La importancia de estudiar y repasar con algún equipo de trabajo y compañeros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hacer más ejercicios y no leer sólo teoría</li> <li>• Pregunta tus dudas en clases.</li> <li>• Duerme bien.</li> <li>• Dedicarle, aunque sea media hora diaria a cada materia.</li> </ul>
<b>Reflexión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La técnica de priorizar algunas materias y aprendizajes sobre otras según las circunstancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A darme cuenta de mis errores e intentar buscar alternativas que me favorezcan a entender cómo realizarlo mejor.</li> <li>• A evaluar mi proceso de aprendizaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuestiona todo y pide asesorías para revisar que lo que hiciste está bien o corregirlo</li> </ul>

Cabe mencionar que, a este punto, todos los estudiantes que declararon continuar en el programa de la Licenciatura en Física y Matemáticas (9 de los 10 encuestados) declararon cursar materias del 3er o 4to semestre, a excepción de un estudiante que cursa una materia de segundo semestre.

Al analizar las respuestas de las preguntas abiertas podemos ver que, respecto a la etapa de planificación, durante el curso, los estudiantes aprendieron algunos métodos de estudio y organización, así como asignar pequeñas metas para cumplir con sus objetivos. Lo cual parece una constante en 2023, donde destacan la organización y planeación de objetivos, de manera explícita se recomienda seguir estrategias, planear objetivos y poner las manos al fuego. Esto último puede referirse a no tener miedo a preguntar, a involucrarse en su proceso de aprendizaje.

De manera similar, en cuanto a la etapa de ejecución parece resaltar (en 2021), el trabajo en equipo, lo cual era de esperarse ya que una constante fue promover en todas las sesiones el trabajo colaborativo. En la actualidad las estrategias en la etapa de ejecución se enfocan más en hábitos de estudio y aprendizaje, incluyendo dormir bien y preguntar en cada clase, así como hacer más ejercicios y no solo leer teoría, ya que como es bien sabido en una carrera de ciencias es necesario practicar mucho.

Finalmente, para la etapa de reflexión, podemos observar que de manera explícita, los estudiantes declaran haber aprendido a evaluar su proceso de aprendizaje, a buscar alternativas y enfocar sus esfuerzos según las circunstancias, lo cual es la finalidad de la etapa de reflexión. En 2023, los encuestados declaran que pedir asesorías es una buena estrategia para poder evaluar su proceso de aprendizaje.

## Discusión

Indagando un poco en publicaciones actuales podemos observar lo siguiente:

Torres Espinosa (2023, p. 137) Menciona que los estudiantes muestran cierto desdén hacia las prácticas educativas implementadas por sus profesores que muchas veces, son centradas en perspectivas técnicas y se enfocan en una transmisión de conocimiento mecánica, sin tomar en cuenta los deseos y motivaciones de los estudiantes. Por otro lado, también nos cuenta que los estudiantes declaran que presentan mayores dificultades en el aprendizaje cuando no hay acompañamiento docente, existe temor o vergüenza al externar dudas o se tienen hábitos inadecuados de estudio.

Esto refuerza la idea del trabajo implementado en 2021. Es indispensable crear canales de comunicación dentro y fuera del aula haciéndola ver como un entorno seguro para el desarrollo académico es el primer paso para que los estudiantes puedan intercambiar ideas y resultados con sus iguales, así como poder externar sus dudas entre compañeros y con el docente sin el temor que implica el equivocarse o ser señalados por brindar respuestas erradas.

Es posible que la disminución en la aplicación de estrategias en la etapa de reflexión se deba a esto, no existe un seguimiento docente, los estudiantes conocen las

estrategias, pero no pueden aplicarlas si no tienen un punto de referencia, incluso me atrevería a decir que no pueden aplicarlas si no existe la confianza de externar dudas y preguntar a sus docentes sobre su desarrollo académico y su proceso de aprendizaje, además de que muchos docentes ni siquiera tienen formación pedagógica lo cual, complica bastante las cosas.

## Conclusiones

- Se puede observar que los estudiantes mantienen hábitos relacionados a las etapas de planificación y ejecución de la autorregulación del aprendizaje ya que como se observa en las gráficas, dichas etapas se mantienen en el mismo nivel.
- Referente a la etapa de reflexión, las estrategias que son implementadas por los estudiantes parecen haber disminuido, esto puede deberse a distintas razones como lo pueden ser, que el acompañamiento docente y la retroalimentación continua no sea una constante en todos sus cursos.

Para finalizar y responder a la pregunta ¿Implementar estrategias que fomentan la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de nuevo ingreso genera el desarrollo de las habilidades de autorregulación a largo plazo?, la respuesta corta es sí. Sin embargo, para lograr el desarrollo de habilidades de autorregulación a largo plazo también es necesario dar seguimiento de manera continua y en todas las asignaturas a estas habilidades.

## Referencias

- Allueva, P. (2002). Conceptos básicos sobre metacognición. En P. Allueva, *Desarrollo de habilidades metacognitivas: programa de intervención*. Zaragoza: Consejería de Educación y Ciencia. Diputación General. Recuperado el 09 de Agosto de 2021
- Bruna, D., Pérez, M. V., Bustos, C., & Núñez, J. C. (2017). Propiedades Psicométricas del Inventory de Procesos de Autorregulación del aprendizaje en estudiantes Chilenos. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación*, 2, 77-91. doi:<https://doi.org/10.21865/RIDEP44.2.07>
- Casellas, E., & Jorba, J. (1997). *Estratégias y técnicas para la gestión social del aula: la regulación y la autorregulación de los aprendizajes* (Vol. I). (E. C. Jaume Jorba, Ed.) Madrid: Síntesis S.A. Recuperado el 10 de 08 de 2021
- Flavell, J., & Wellman, H. (1977). Metamemory. *N.J. Hillsdale. Perspectives on Development of memory and cognition*, 3-33. Recuperado el 11 de Octubre de 2021, de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED115405.pdf>
- Migueles Bautista, H. A. (2023) *La etapa de reflexión en la autorregulación del aprendizaje en estudiantes de nuevo ingreso de la Licenciatura en Física y*

*Matemáticas.* [Tesis de Licenciatura]. Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional

Núñez, José , Paula Solano, Julio González-Pienda y Pedro Rosário (2006a), “Evaluación de los procesos de autorregulación mediante autoinforme”, Psicothema, vol. 18, núm. 3, pp. 353-358.

Núñez, José , Paula Solano, Julio González-Pienda y Pedro Rosário (2006b), “El aprendizaje autorregulado como medio y meta de la educación”, Papeles del Psicólogo, vol. 27, núm. 3, pp. 139-146.

Pintrich, Paul (2000a), “Multiple Goals, Multiple Pathways: The role of goal orientation in selfregulated learning and achievement”, Journal of Educational Review, vol. 92, núm. 3, pp. 544-555.

Rosário, Pedro , José Carlos Núñez , Julio González-Pienda , Leandro Almeida , Serafim Soares y Marta Rubio (2005c), “El aprendizaje escolar examinado desde la perspectiva del ‘Modelo 3P’ de J. Biggs”, Psicothema , vol. 17, núm. 1, pp. 20-30.

Bruna, Daniela & Pérez, María & Bustos, Claudio & Núñez, José. (2017). PROPIEDADES PSICOMÉTRICAS DEL INVENTARIO DE PROCESOS DE AUTORREGULACIÓN DEL APRENDIZAJE EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS CHILENOS. Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica. 44. 77-91.

Schunk, H. D. (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa* (Sexta ed.). (M. V. Pérez, Ed.) México: Pearson Educación. Recuperado el 09 de Octubre de 2021

Skinner, B. (1971). *Ciencia y conducta humana (una perspectiva científica)*. Barcelona. Recuperado el 09 de Octubre de 2021

Torres Espinosa, E. F. (2023) *Experiencias escolares significativas en el tema de fluidos desde una perspectiva afectiva*. [Tesis de Licenciatura]. Escuela Superior de Física y Matemáticas. Instituto Politécnico Nacional

Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective. En M. Boekaerts, P. Prinrich, & M. Zeidner, *Handbook of self-regulation* (págs. 13-39). Orlando Florida: Academic Press.

## **La enseñanza de la física en el laboratorio con un enfoque STEM: El aprovechamiento de la energía solar**

Ernesto Cyrulies

Instituto del Desarrollo Humano. Universidad Nacional de General Sarmiento. Argentina

[ecyruilie@campus.ungs.edu.ar](mailto:ecyruilie@campus.ungs.edu.ar)

### **Resumen**

Se presenta una secuencia de trabajo implementada en una materia del profesorado en Física de la Universidad Nacional de General Sarmiento que tomó como eje el aprovechamiento de la energía solar. En las actividades, desarrolladas en dos encuentros en el laboratorio, se propuso un modo de trabajo donde se problematizaron los contenidos con consignas de diferente apertura que involucraron tareas propias de las áreas de conocimiento del enfoque STEM. La secuencia incluyó la medición de magnitudes eléctricas en paneles fotovoltaicos en situaciones de modelización de la radiación que puede recibir en función de la trayectoria solar aparente. Para esto se construyeron con los estudiantes dispositivos móviles para reproducir, dentro del laboratorio, las condiciones de captación. El trabajo técnico descripto permitió contextualizar la enseñanza de la física en situaciones reales del campo de las energías renovables inscribiéndose a la vez en un marco más amplio con miras a la educación ambiental.

### **Objetivo**

Con la propuesta de trabajo que aquí se presenta se tuvo como propósito el estudio básico del aprovechamiento de la energía solar contextualizando conceptos específicos asociados a la energía a través de situaciones problemáticas en formación docente. La modelización como el diseño de dispositivos para resolver algunas de las situaciones le otorgó características de un ambiente de aprendizaje STEM.

### **Marco teórico**

La enseñanza de la física ha tenido una sostenida evolución, sobre todo en los últimos años. No sólo en aspectos didácticos específicos que invitan a reconsiderar las propuestas de clase, particularmente en la escuela secundaria actual que demanda una visión más amplia sobre el contenido disciplinar, contextualizándolo. También considerando que, sobre todo en dicho nivel, el trabajo docente debe contemplar que lo que se aprende adquiera mayor sentido para los estudiantes. Dentro de la física, uno de los principios más interesantes es el de la conservación

de la energía (Solbes y Tarín, 2004), uno de los ejes centrales en nuestro trabajo. Su adecuada comprensión permite entender muchos problemas físicos, que, de otro modo, resultaría más difícil. Así, un escenario adecuado para desarrollar la capacidad de razonamiento de los alumnos es el planteo de situaciones problemáticas (García Carmona, 2006); las que pueden resultar adecuadas para aquella construcción de sentido. Ciertos enfoques como el CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) o el STEM (del inglés, Science, Technology, Engineering and Mathematic) contribuyen a dicho propósito, considerando que incluyen herramientas tecnológicas y perspectivas pedagógicas específicas (Couso, 2017). Y, en particular, cuando se proponen determinadas actividades experimentales en la enseñanza de la física. Éstas son centrales en la formación de profesionales de su enseñanza (Cyrulies, 2021); pero actualmente en este campo también es importante construir una visión sustentable en los docentes atendiendo a los requerimientos curriculares. Acordamos con Gil Pérez y Vilches (2006) en la necesidad de hacerlos conscientes de las dificultades, junto a científicos y ciudadanos, decididos a contribuir a forjar las condiciones de un futuro sostenible. Problematizar la enseñanza de las ciencias en este marco puede ser una de las maneras de contribuir desde la educación formal a interpretar la complejidad de un mundo que requiere mayor conciencia ambiental ciudadana. La apropiación de los problemas y la disposición para la acción son factores claves que necesitan el desarrollo de capacidades o competencias que sirvan para canalizar las acciones (Prieto y España, 2010). Sostuvimos esta visión durante las actividades propuestas, en particular las de índole experimental, las que desarrollan capacidades específicas en relación a ciertos aspectos técnicos pertinentes en el estudio de la energía solar.

Nuestra propuesta de actividades se desarrolló en dos clases de 4 horas que se implementaron en una materia del profesorado de física de la Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). Dicha materia se denomina *Laboratorio para la Escuela Secundaria*. Lo que el presente trabajo describe contempla los aspectos citados más arriba; no se trata de un curso de energía solar. Sólo se toma a esta última para conformar un contexto técnico de trabajo de enseñanza de la física en un espacio que plantea objetivos didácticos en la formación docente. Se espera aportar a una problematización del contenido (energía en nuestro caso) en sintonía con la educación ambiental que promueva el uso de energías renovables. Sostenemos que el enfoque STEM está presente considerando el aspecto tecnológico de la propuesta, los modelos matemáticos involucrados y el trabajo de diseño solicitado a los estudiantes.

## Desarrollo

Para iniciar se presentó a la comisión la propuesta de trabajo con los propósitos de las dos clases. Se eligió un formato en el que, de alguna manera, quede

representado gráficamente un camino de la energía desde el Sol hasta el aprovechamiento en la superficie terrestre. Para esto se compartió, en primer lugar, la imagen mostrada en la figura 1 para su discusión sobre conceptos organizadores que se atribuyen a la energía. Luego se continuó con las actividades que se detallan.

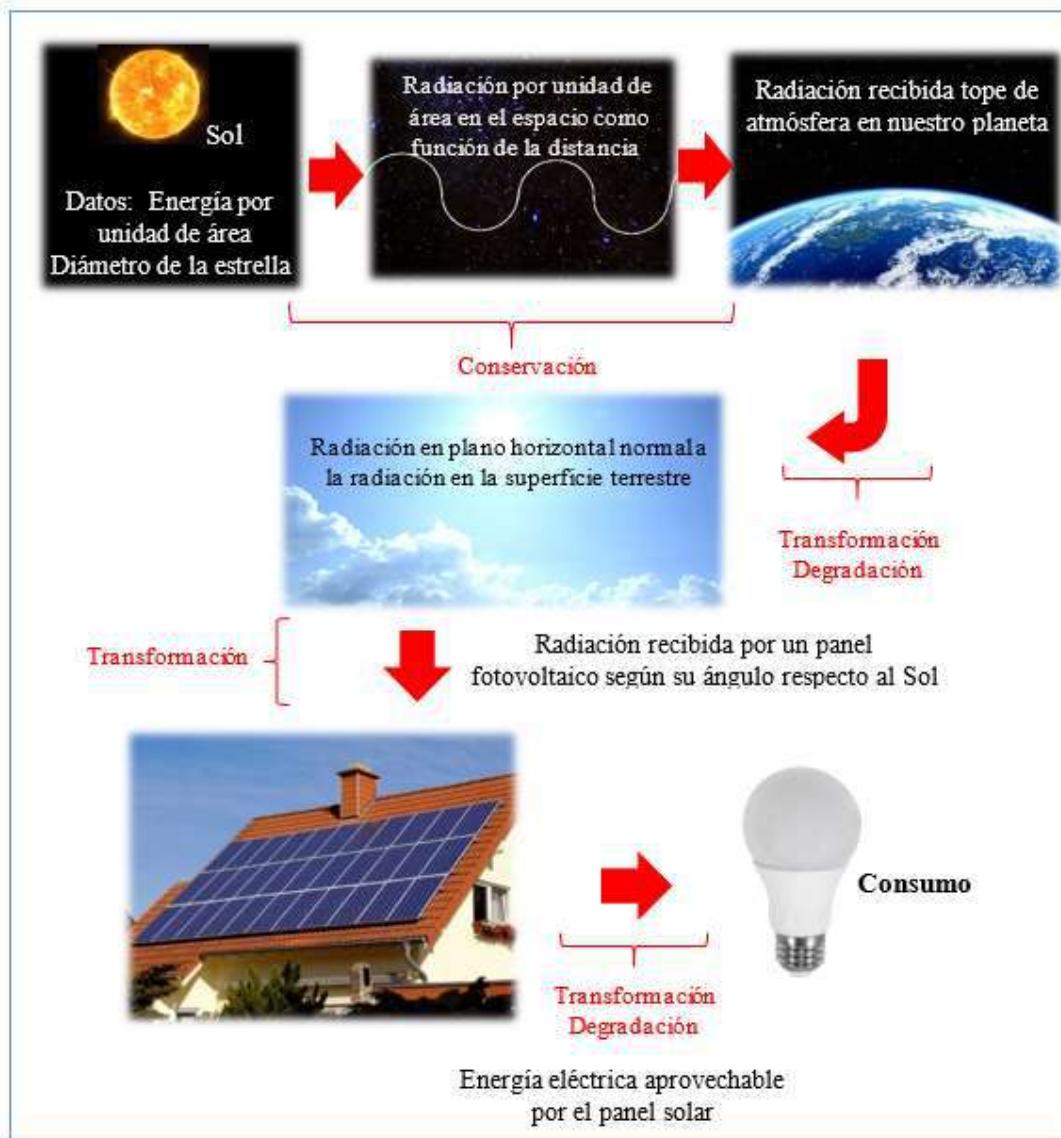
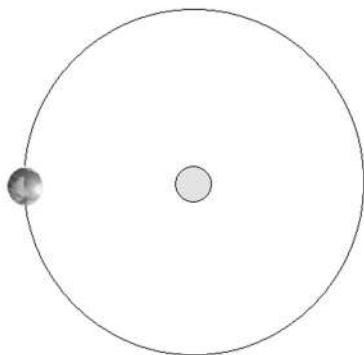


Figura 1: “Ruta energética” que grafica en forma esquemática el camino desarrollado en la secuencia.

### Actividad 1

Se entregó la siguiente consigna a los estudiantes:



*Conocemos la potencia que emite el Sol en su “superficie”, la que alcanza el sorprendente valor de 60 MW/m<sup>2</sup>. Con este valor puede calcularse la radiación solar que alcanza la Tierra haciendo uso de la conservación de la energía. Se propone realizar el cálculo y discutir en grupo la relevancia de esta etapa de la actividad considerando dicha conservación y de los contenidos de matemática como las características propias del modelo utilizado. Evalúen también como guiarían a los alumnos para que puedan realizarla (qué se les explica, qué material se les prepara, etc.)*

Aquí la estrategia fue considerar la potencia total que emite la estrella (como una esfera). La energía radiada avanza por el espacio interestelar en forma de radiación electromagnética. Para una esfera imaginaria de radio arbitrario en cuyo centro se ubique al Sol, recibirá la misma energía total en su superficie emitida inicialmente en un determinado tiempo (asumiendo que radia de manera isotrópica). Luego, se consideró una esfera de radio igual al de la órbita terrestre (medio) para calcular la densidad de energía que nos llega. Conocemos así la energía total en esa gran esfera imaginaria de superficie calculable, entonces se pudo determinar la potencia por unidad de área sobre la misma. El resultado aproximado es 1300 W/m<sup>2</sup>.

## Actividad 2 (experimental)

Consigna:

*Comprobar empíricamente el decrecimiento de la radiación por unidad de área con el inverso del cuadrado de la distancia a la fuente.*

Se dispuso de una lámpara incandescente cuya luz fue colimada a través de un tubo para que sea dirigida en un haz con un ángulo estrecho evitando así la reflexión en paredes. Se dispuso un pequeño panel fotovoltaico a diferentes distancias registrando corriente y tensión a resistencia fija. Mientras unos estudiantes midieron con multímetros otros registraron los valores en planilla de cálculo. Los resultados, al ser experimentales, naturalmente no ajustan con elevada precisión, no obstante, se pudo lograr una buena aproximación al modelo.

Consigna:

*¿A qué distancia de una lámpara incandescente debería colocarse un panel fotovoltaico para que reciba una radiación con potencia equivalente a la solar en la superficie terrestre (en W/m<sup>2</sup>)? Modelo implícito: la lámpara radia*

*isotrópicamente (aunque en la práctica estrictamente no es así ya que no es puntual)*

Tomando  $1000 \text{ W/m}^2$  y una lámpara de 200 W se calculó el radio de una esfera imaginaria con centro en la lámpara, con la condición de que en la superficie de la esfera se tenga aquella densidad de radiación. Con estos datos, el área de la esfera ( $\pi * d^2$ ) fue de  $1/5 \text{ m}^2$  con lo que la distancia del panel a la lámpara (radio de la esfera) resultó de 25,2 cm. Naturalmente, se tuvo en cuenta que la equivalencia la planteamos sólo en términos de potencia. El espectro de emisión es diferente.

El cálculo se repitió con una lámpara de espectro solar de 150 W con la que contábamos en la universidad. Esto permitió realizar pruebas de iluminación sobre el panel para comparar su generación con la del Sol directo. El montaje se realizó en mesa (figura 2)



Figura 2: Experiencias con lámpara de espectro solar. La iluminación obtenida sobre una superficie resulta la misma que la producida por el Sol en la Tierra (en espectro y también en potencia para una distancia dada).

### Actividad 3

*Sobre la energía que nos llega:*

En esta etapa tuvieron lugar explicaciones del docente en relación a la radiación solar que alcanza a nuestro planeta.

Se presentó el siguiente planteo:

*El valor calculado anteriormente corresponde a la que recibiría un plano normal al vector incidente que representa dicha radiación. Dicho de otra*

*manera, la que recibiría una superficie plana “que mira al Sol” ¿Pero es la que llega a la superficie terrestre?*

Con esto se discutió que la atmósfera actúa como un gran filtro de la radiación y de modo complejo. No fue un objetivo de la materia profundizar en los mecanismos atmosféricos involucrados, pero cualitativamente se abordaron los fenómenos principales lo que permitió conceptualizarlos. Se tuvieron consideraciones en cuanto al espectro solar (similar al de un cuerpo negro) y el registrado en superficie terrestre ya con la disminución de energía, particularmente acentuada para algunas frecuencias. Los diagramas utilizados en esta etapa se muestran en la figura 3:

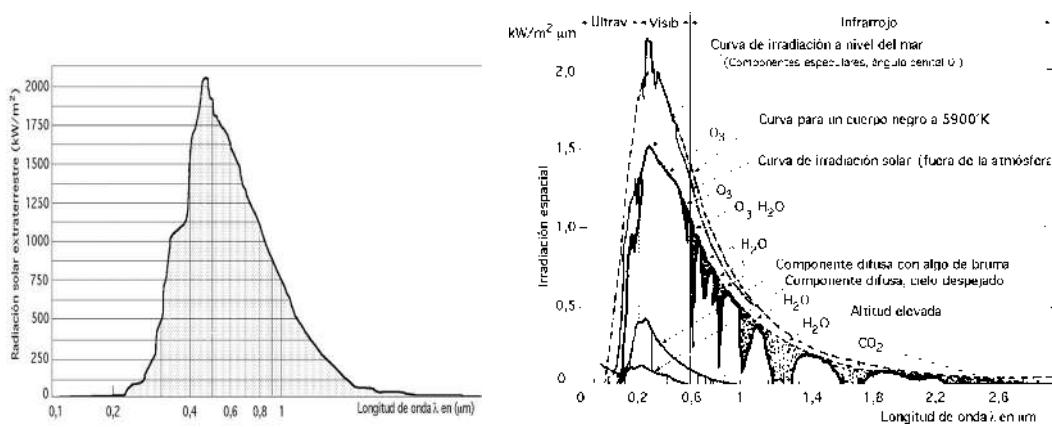


Figura 3: Diagrama donde se observa la distribución de energía en función de la longitud de onda correspondiente al espectro solar fuera de la atmósfera. Derecha: diagrama correspondiente al registro en superficie terrestre. Fuente de las imágenes: Fernández Diez, P. Procesos termosolares en baja, media y alta temperatura. Universidad de Cantabria.

Una cuestión interesante planteada durante el trabajo fue:

*Como futuros profesores de Física saben que la curva de cuerpo negro para una determinada temperatura tiene un pico (de derivada cero) que indica en qué frecuencia se tiene la máxima energía. La curva correspondiente al Sol, es semejante, donde el máximo cae en el visible, lo cual es el resultado de los 6000° C en su superficie ¿Es casualidad que justo sea en el visible, un rango tan estrecho?*

Esto permitió un debate en torno a la explicación de que nuestros ojos y la de muchos animales, como resultado de la evolución, están adaptados para ver en el rango de frecuencias donde más energía nos llega. Eso resulta muy conveniente para el registro del mundo físico que nos rodea, ya que lo interpretamos a partir de la luz reflejada por los objetos.

Las explicaciones continuaron con lo que se denomina radiación directa y difusa. Esta última es el resultado de la radiación solar que nos llega de todas direcciones del cielo por efecto de la reflexión y difusión en la atmósfera (vemos el cielo iluminado, no negro profundo) Aporta aproximadamente un 10 % de la directa. Ambas sumadas constituyen la radiación total. Estos fenómenos no se profundizaron, aunque dada su relevancia en los sistemas de energía solar, se tuvieron consideraciones básicas (figura 4)

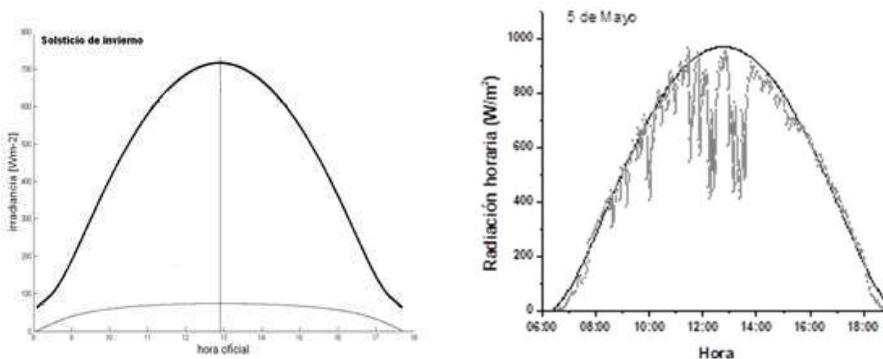


Figura 4: Curvas de radiación en función de la hora. Izq: en negro radiación total, en gris la difusa (construido con modelo matemático). Der: curva tomada en día nublado que muestra la disminución de energía recibida por efecto de nubes (se compara con el valor teórico en el mismo gráfico). Fuente: propia.

Por otro lado, se consideró en la clase la variación de la radiación con la altura del sol y se plantearon un par de ejemplos. Se tomó la siguiente expresión empírica que nos da, aproximadamente, la radiación media sobre plano horizontal.

$$\text{Rad total } [W] = 1080 * (\cos(90^\circ - \alpha))^{1,22}$$

$\alpha$ = altura solar en grados

Finalmente, se anticipó lo que sería trabajado en la clase siguiente, que incluiría un trabajo de diseño de un sistema de modelización para ser construido y utilizado en el encuentro.

## Clase 2

### Actividad 4

Inicialmente se presentó la consigna:

*Ya logramos calcular la energía sobre un plano horizontal con una radiación incidente para un cierto ángulo. En nuestra universidad nunca se tiene el Sol en el cenit, ¿por qué? Se pide calcular la altura máxima en los días de solsticios en el mediodía solar. (Sol en el meridiano local).*

La actividad, algo guiada, consistió en evaluar que la trayectoria aparente del Sol en el cielo durante el día no es única. La inclinación del eje terrestre hace que la altura del astro varíe a lo largo del año. Esta produce que la posición del Sol sea variable en el cielo, por lo tanto, un panel fotovoltaico que apunte a un lugar fijo en el cielo tendrá diferentes ángulos de incidencia de la radiación<sup>1</sup>. Se discutió con toda la comisión la situación- espacial- que debía analizarse para el estudio. Se recurrió a esquemas que permiten comprenderla, los que se muestran en la figura 5. Del esquema izquierdo se deduce cuál es la altura solar máxima y mínima del Sol para la ubicación en el medio día solar (ángulo respecto del horizonte). El esquema de la derecha representa las trayectorias observables para un observador en la Tierra en el hemisferio sur. Operando con los valores angulares (incluyendo la latitud) se obtuvo como resultado 79° y 32°, aproximadamente, para los solsticios en el mediodía solar. La pregunta explícita de la consigna se responde con el dato de la latitud local (sur), mayor al correspondiente al trópico de capricornio.

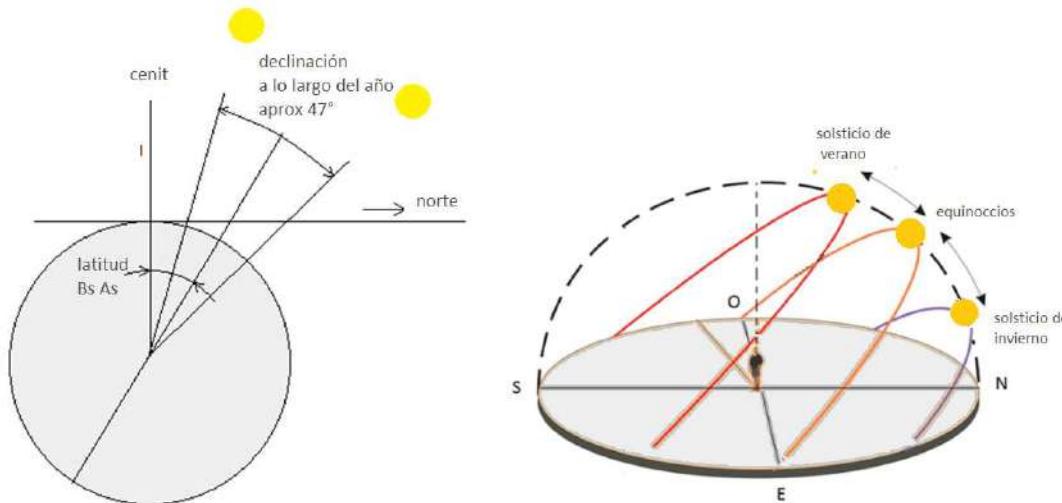


Figura 5: Esquemas utilizados. Izq: Visión espacial de la Tierra que muestra la declinación del Sol a lo largo del año. Der: Altura solar para la localización anterior en los momentos particulares asociados a los cambios de estación.

Con lo anterior se propuso comprobar cómo cambia la captación según el ángulo entre la radiación incidente y el plano de un panel fotovoltaico y dejar planteada la necesidad de un criterio para orientar el panel si el mismo será fijo. Para problematizar este aspecto se realizó el siguiente planteo. Éste fue el primer paso para realizar la actividad experimental.

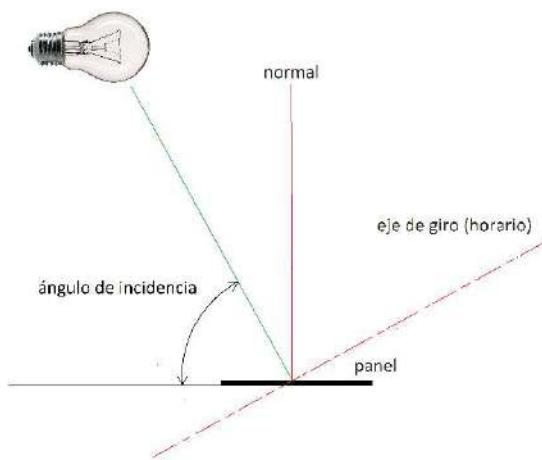
<sup>1</sup> La mayor captación, obviamente, se logrará con un sistema que “sigue” al Sol en su trayectoria aparente, como es el caso de muchos parques solares donde la potencia es de varios kW o incluso MW. Cuando se trata de pequeñas instalaciones se recurre a un equipo fijo, convenientemente orientado. En ese marco se problematiza la propuesta.

Consigna:

*¿Cambiar el ángulo del panel afectará el nivel de potencia eléctrica que puede generar? ¿De qué manera? (Consideren que la generación será proporcional a la componente normal)*

*Construir el dispositivo necesario con los elementos disponibles para modelizar la radiación obtenida a lo largo del día exponiendo un panel fotovoltaico a la luz (conectarle una carga e intercalarle un amperímetro) ¡evitar todo lo posible el reflejo en las paredes! ¿por qué?*

Luego de la discusión en grupo con la consigna anterior, donde surgió que la variación debería corresponderse con el seno del ángulo. Se consideraron algunas características del enfoque STEM en esto, donde abordar un diseño para un propósito específico se tomó como línea de trabajo. Se aclaró que la idea era armarlo con elementos comunes, adaptación de algún dispositivo, etc., con algunas pocas herramientas. Se elaboró un montaje que contaba con una lámpara incandescente fija (200 W) y un panel fotovoltaico libre de girar en un eje que a su vez podía inclinarse. Un transportador escolar permitió determinar el cambio de radiación con la hora del día (una hora corresponde a 15° de giro). Se optó por girar el sistema de captación respecto a la fuente de luz (es lo que realmente ocurre por la rotación terrestre) y no al revés. Cuando el eje es perpendicular a la recta que se dirige del panel a la lámpara, modeliza el seguimiento en un equinoccio (estando dicho eje alineado al terrestre). Además, se contó con la posibilidad de inclinar el panel respecto de aquella recta. (figura 6). Cabe aclarar que se dispuso de componentes pre armados para disminuir los tiempos y simplificar la tarea. De esta manera, el trabajo de diseño consistió esencialmente en la adecuada elección de componentes, entre varios disponibles, y en unas pocas operaciones sencillas de taller. Puede entenderse que la disposición descripta modeliza con precisión la situación real de un panel en la Tierra.



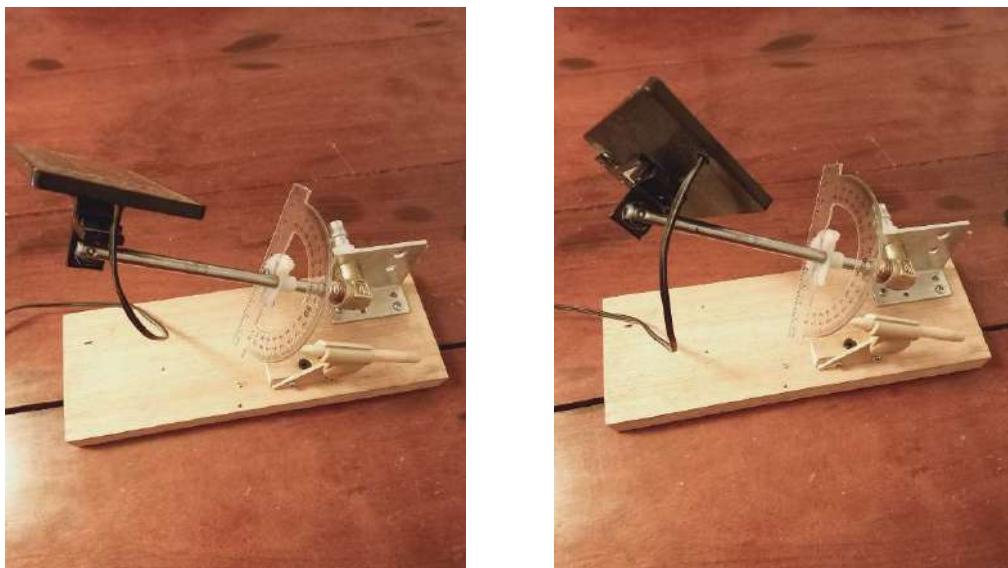


Figura 6: Arriba izq: Modelización de la trayectoria solar. Arriba der: Disposición de elementos. Abajo: Dos posiciones angulares del dispositivo rotante (el eje horario estaría paralelo al eje de la Tierra) La diferencia entre ambas fotos radica en la inclinación del panel respecto del eje. En la izquierda apuntaría al ecuador celeste.

Finalmente, dentro de esta actividad se discutió con los estudiantes sobre la orientación óptima de un equipo fijo. Resulta evidente que es conveniente dirigirlo hacia el norte (en el hemisferio sur). Luego, para la determinación teórica del ángulo respecto a la superficie horizontal, dependerá de las necesidades energéticas para diferentes momentos del año. Los cálculos para posibles situaciones no se abordaron, aunque se plantearon cualitativamente (como regla práctica se elige un valor para aquel ángulo igual a la latitud local más 10°). Cabe aclarar también que con el dispositivo modelizador de la figura 6 es posible determinarlo empíricamente (a partir del levantamiento de las curvas correspondientes rotándolo a diferentes ángulos)

## Actividad 5

### Determinación del rendimiento de un panel solar

Como actividad final del recorrido propuesto planteamos caracterizar un panel solar de 20 W para determinar cuáles son sus condiciones eléctricas de mayor rendimiento. La pregunta disparadora fue la siguiente:

*¿Qué variables que podamos medir definen la potencia eléctrica de un circuito?*

La actividad demandó explicaciones sobre la técnica requerida y se discutió la experimentación necesaria. La práctica consistió en exponer el panel frente a un

reflector de 500 W, registrando las variables eléctricas permitió levantar la curva característica de este tipo de paneles (figura 7). Con varios pares de datos ( $V$  e  $I$ ) se calculó, a través de planilla de cálculo, el punto donde se tiene la carga óptima para la cual el panel entrega su mayor potencia identificando el denominado factor de llenado FF (Fill Factor). Se determinó también la corriente de cortocircuito y el voltaje a circuito abierto. La disposición de elementos y el armado del circuito estuvieron a cargo de los estudiantes con orientación docente. Se procuró dar lugar a mayores acuerdos y decisiones por parte de los estudiantes en virtud de los propósitos de una enseñanza STEM.

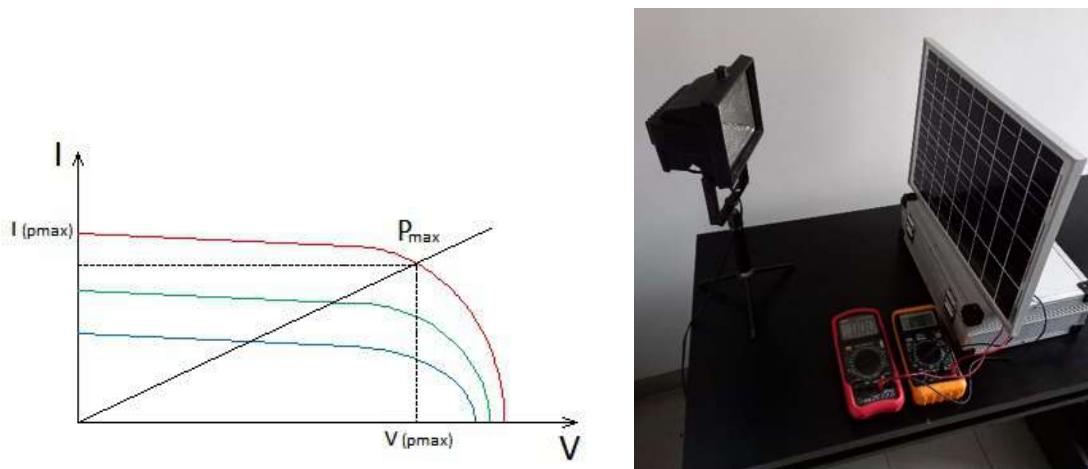


Figura 7: Izq: Curvas características para diferentes corrientes. La máxima potencia  $P_{\text{max}}$  está dada por el mayor valor que surge de multiplicar la tensión por la intensidad a circuito cerrado. Der: equipo utilizado.

### Aprendizajes esperados

Las actividades propuestas estuvieron planteadas dentro de una progresión que inicia con consideraciones energéticas en el mismo Sol, continuó con la posibilidad de aprovechar la energía que nos llega y como optimizar la captación atendiendo a conceptos organizadores. Se procuró construir una visión, en los estudiantes de profesorado, que refuerce la valoración de las energías renovables en su futura práctica en la enseñanza de la física. Pero construyendo también una visión algo más técnica, problematizando situaciones que invitan a la participación evitando una enseñanza descriptiva. Con la elaboración de dispositivos simples se intentó estimular el armado de material para las clases experimentales, acción conveniente sobre todo cuando en las instituciones escolares escasean los equipos de laboratorio. Aun desarrollando aparatos elementales, el trabajo de diseño y construcción contemplando modelos matemáticos se enmarcó en un enfoque STEM, con lo que se espera que contribuya al diseño de propuestas de aula de secundaria que lo consideren. Se asume que la problematización de contenidos en un trabajo de integración como el propuesto, puede enriquecer la práctica docente favoreciendo el aprendizaje y promoviendo formas de trabajo que, aunque escolares, son propias de las metodologías en ciencias y en la ingeniería.

## Referencias

- Cousó D. (2017) ¿Perquè estem a STEM? Definint l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors", Ciències. 34, 21-29.
- Cyrulies, E. (2021) Experiencias de laboratorio sobre el calor con un artefacto hogareño en la formación del profesorado de física. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 18, nº 2.
- García Carmona A. (2006) Una propuesta de situaciones problemáticas en la enseñanza del principio de conservación de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 3(3), pp. 496-506.
- Pérez- Landazábal C. y Varela-Nieto P. (2006) Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 3(2), pp. 237-250.
- Prieto T. y España E. (2010) Educar para la sostenibilidad. un problema del que podemos hacernos cargo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7, Nº Extraordinario, pp. 216-229.
- Solbes, j. y Tarín, F. (2004). La conservación de la energía: un principio de toda la Física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), pp.185-194.

# **La separación de la neutralidad de la materia y su comparación con grandes escalas**

Estefanía Pensado Palacios, Daniel Vértiz Romero y José M Rivera Rebollo

Departamento de Física, ESFM-IPN, Ciudad de México, México  
[jriverare@ipn.mx](mailto:jriverare@ipn.mx), [riverareb7@gmail.com](mailto:riverareb7@gmail.com)

## **Resumen**

Cuando se trata de entender de una manera más realista y convincente la enorme dificultad de separar de una porción pequeña de materia (como podría ser por ejemplo el de una moneda metálica) la carga positiva total o nuclear de la negativa total o electrónica, nos encontramos con que los valores arrojados para los trabajos correspondientes a ciertos intervalos de distancia dados, son abrumadoramente grandes en orden de magnitud aun si se consideran las escalas macroscópicas. Aquí presentamos los resultados de tales estimaciones, siendo el objetivo principal el de ubicar al estudiante en escalas humanamente inalcanzables, asociándolas incluso con dimensiones planetarias.

## **Objetivo**

Encontrar la energía necesaria para la hipotética separación a diferentes distancias de las cargas totales positiva y negativa en una moneda de Cu, y confrontarla con las energías cinéticas de traslación y gravitatoria en el sistema Tierra-Luna.

## **Marco teórico**

Tratando un ejemplo muy sencillo como es el de una moneda de cobre (Halliday, 2010), en este trabajo lo que pretendemos es el hacer más concretos los valores resultantes para las fuerzas y los trabajos de la hipotética separación de sus cargas negativas y positivas, conectándolos con los asociados a sistemas mucho mayores; para ello, las cantidades obtenidas son comparadas con otras escalas, por ejemplo las energías cinética de traslación del sistema Tierra-Luna, y la potencial gravitatoria Luna-Tierra, con números cercanos a los primeros. El objetivo principal que se persigue es de facilitar la asimilación de estas ideas a través del estudio paralelo de sistemas de escalas menores que la humana y de otros mayores como el planetario.

Otras referencias donde se pueden consultar estos temas son, por ejemplo, (Shortley, 1956), y (Sears, 2009).

## Desarrollo

Sean

$$\text{número de Avogadro} = N_0 = 6\alpha, \text{ átomos por mol}, \alpha = 10^{23} \quad (1)$$

y

$$\text{carga del electrón} = -\text{carga del protón} = e = 1.6 \times 10^{-19} C, \quad (2)$$

$$\Rightarrow N_0 e \approx 10^5 C, \quad (3)$$

Sea moneda de cobre, con

$$m = 3.1 g, \quad y \quad Z = 29, \quad (4-5)$$

$$|q^+| = |q^-| = |q^a| \approx 30 e, \quad a = \text{atómica}, \quad (6)$$

$$\Rightarrow 1 \text{ mol de } C_u \approx 64 g, \quad cf. 63.54 g, \quad (7)$$

Entonces, con

$$N_{mon}^a = \text{num. de átomos en moneda de } C_u, \quad (8)$$

se tiene de (4) y (7):

$$\frac{3.1 g}{N_{mon}^a} \approx \frac{64 g}{N_0}, \quad \Rightarrow N_{mon}^a \approx 0.05 N_0 = 3 \times 10^{22} \text{ átomos en moneda}, \quad (9)$$

De aquí:

$$|Q_{mon}| = N_{mon}^a |q^a| \approx 0.05 N_0 (30 e) = 1.5 N_0 e \approx 9 \alpha e \approx 1.5 \times 10^5 C, \quad (10)$$

Así:

$$|Q_{mon}| \approx 1.5 \times 10^5 C, \quad (11)$$

Sean ahora las cargas  $q^{+-}$  separadas una distancia  $d$  tal que la fuerza necesaria para separarlas es de

$$F = 4.5 N, \quad (12)$$

Entonces,  $d$  está dada de la ley de Coulomb por:

$$d^2 = k \frac{|Q_{mon}|^2}{F} = 9 \times 10^9 \frac{|Q_{mon}|^2}{4.5} = 20 \times 10^8 (1.5 \times 10^5)^2, \quad (13)$$

$$\therefore d \approx 4.5 \times 10^4 \times 1.5 \times 10^5 = 6.75 \times 10^9 m \approx 6.75 \times 10^6 km \approx 17 d_{T-L}, \quad (14)$$

en donde hemos trabajado en el sistema MKS y expresado la distancia obtenida en términos de la distancia Tierra (T)-Luna (L). Es decir, es necesaria una fuerza

de  $4.5 N$  para mantener separadas las cargas  $\pm|Q_{mon}|$  una distancia aproximada de 17 veces la distancia Tierra-Luna.

Para  $d = 1 m$  se tiene de (13), en el mismo sistema de unidades:

$$F = \frac{9x 10^9}{1} (2.25 x 10^{10}) \approx 2 x 10^{20} N \gg 1, \quad (15)$$

equivalente a un peso aproximado de unas  $10^{16}$  tons.

De (15) podemos escribir:

$$k|Q_{mon}|^2 \approx 2 x 10^{20} j x m, \quad (16)$$

Siguiendo el mismo procedimiento, los valores que se obtienen para distancias aún menores son los siguientes:

$$d = (1cm, 1mm) \Rightarrow F = (10^{23}, 10^{25}) kg, \quad (17 - 18)$$

tal que para una separación de las cargas de  $1mm$  la fuerza necesaria es del orden del “peso” de la Tierra. Para estos dos últimos casos, los trabajos de separación correspondientes son:

$$dW = F(r)dr, W_{a \rightarrow b} = k|Q_{mon}|^2 I, \quad (19)$$

donde  $I$  es la integral:

$$I = \int_a^b \frac{dr}{r^2} = \frac{1}{a} - \frac{1}{b}, \quad (20)$$

y evaluándola entre los valores de (19) nos da:

$$I_{1mm \rightarrow 1cm} = \frac{1}{1mm} - \frac{1}{10mm} = 0.9 (mm)^{-1} = 0.9x 10^{+3} m^{-1}, \quad (21)$$

es decir,

$$I_{1mm \rightarrow 1cm} = 0.9x 10^{+3} m^{-1}, \quad (22)$$

Y similarmente,

$$I_{1mm \rightarrow 1m} = 0.999x 10^{+3} m^{-1}, \quad (23)$$

Con estos valores y de (16) obtenemos para los trabajos respectivos:

$$W_{1mm \rightarrow 1cm} \approx 1.8 x 10^{23} j \quad y \quad W_{1mm \rightarrow 1m} \approx 2x 10^{23} j, \quad (24)$$

Si incluimos el caso de una separación de  $1 A^0 = 10^{-10} m$ , obtenemos de manera análoga:

$$I_{1A^0 \rightarrow 1mm} = \frac{1}{10^{-7}mm} - \frac{1}{1mm} \approx 10^{+7} (mm)^{-1} = 10^{+10} m^{-1}, \quad (25)$$

$$I_{1A^0 \rightarrow 1mm} \approx 10^{+10} \text{ m}^{-1}, \quad (26)$$

y

$$W_{1A^0 \rightarrow 1mm} \approx 10^{+30} j, \quad (27)$$

el cual es comparable a la energía cinética de traslación Tierra-Luna, que en el sistema MKS es, con

$$m_T = 6 \times 10^{24} \text{ kg}, \quad v_{T-L} = 1 \frac{\text{km}}{\text{s}}, \quad (28 - 29)$$

resulta

$$K_{T \rightarrow L} = \frac{1}{2} m_T v_{T \rightarrow L}^2 = \frac{1}{2} (6 \times 10^{24}) (10^6) = 3 \times 10^{30}, \quad (30)$$

$$K_{T \rightarrow L} = 3 \times 10^{30} j, \quad (31)$$

o bien, dos órdenes de magnitud mayor que la energía potencial gravitatoria Luna-Tierra, que en el mismo sistema es:

$$U = G \frac{m_L m_T}{d_{T-L}} \approx 6.7 \times \frac{10^{-11} (10^{22}) (6 \times 10^{24})}{4 \times 10^8} \approx 10^{28} (j), \quad (32)$$

## Aprendizajes esperados

En esta exposición hemos intentado de relacionar cantidades que en las unidades convencionales tienen valores muy grandes, con otras derivadas de sistemas mucho mayores, en este caso, con la energía cinética de traslación de la Tierra alrededor de la Luna, asumiendo un sistema de referencia fijo en ésta, y la energía potencial gravitatoria Luna-Tierra, encontrándose que sus órdenes de magnitud son parecidos a los de las cantidades mencionadas. Así pues, lo que se desea es hacer el conocimiento más accesible, y por ende, más tangible, por medio de ejemplos ilustrativos que estén interconectados y que nos muestren la concreción de estas ideas.

## Referencias

1. Halliday, D., Resnick, R., y Krane, K. (2010). *Physics*. (5a ed., Vol. 2). John Wiley & Sons, Inc.
2. Shortley, G., y Williams, D. (1956). *Elements of Physics for Students of Science and Engineering*. (2a. ed.). Englewood Cliff, N. J.: Prentice-Hall.
3. Sears, F. W., Zemansky, Young, H. D. y Freedman, R. A. (2009). *Física Universitaria*, (12a. ed., vol. 1), Addison-Wesley, Pearson Education.

# Propuesta didáctica de uso de sistemas embebidos durante el proceso de formación para su integración en investigación experimental

Ian Antonio Hernández Morales

Facultad de ingeniería en Sistemas y Ciencias de la Computación, Universidad Galileo,  
Ciudad de Guatemala, Guatemala

[ian.morales@galileo.edu](mailto:ian.morales@galileo.edu)

## Resumen

Se busca describir algunas propuestas didácticas utilizando plataformas de sistemas empotrados o embebidos y hardware a integrar en metodologías de enseñanza para diferentes proyectos de física experimental que le den a los estudiantes, catedráticos e investigadores las habilidades para utilizar estas herramientas para diseñar, ejecutar y analizar proyectos de investigación al darles a conocer alternativas actuales, sus capacidades y usos como recursos didácticos.

## Objetivo

Este trabajo busca ser un breve catálogo de propuestas didácticas para la enseñanza al integrar elementos de sistemas embebidos o empotrados a estudios de física experimental a partir de la presentación de desarrollos experimentales propuestos como material didáctico con hardware accesible hasta algunos realizados en laboratorios internacionales de física experimental clasificando una serie de plataformas que pueden tomarse como referencia para establecer criterios y sugerencias considerando dos propuestas de ejemplo para cursos de mecánica y electromagnetismo.

## Marco teórico

La Organización Internacional de Estandarización define a los sistemas embebidos o empotrados como un “sistema computacional que es parte de un gran sistema y desempeñan algunos de los requerimientos de dicho sistema”. (Organización Internacional de Estandarización, 2017) En el cual se integra elementos de hardware y software que buscan garantizar el funcionamiento y eficiencia.

De manera general podemos considerar 4 subsistemas o elementos que los conforman: memoria, periféricos, alimentación eléctrica y unidades de procesamiento.

Elementos de memoria, en dependencia de la arquitectura interna del sistema puede ser la memoria de almacenamiento de datos y programación implementada en el mismo elemento o diferentes elementos. En este es donde se almacenan los resultados de cálculos realizados, mediciones obtenidas por los periféricos o información adicional necesaria en el sistema. De forma general podemos especificar tres diferentes memorias dentro del sistema que se describen a partir de la siguiente jerarquía de memoria clasificada según su proximidad con respecto a la unidad de procesamiento. Estos elementos incluyen la distinción entre los tipos de memorias:

Memoria de Trabajo o Caché    Memoria de Acceso Aleatorio o RAM, Memoria de Solo Lectura o ROM Memoria de Almacenamiento (Patterson y Hennessy, 2009)

También es necesario destacar que se reconoce como periférico a los sensores y actuadores que conforman el sistema. Los sensores siendo los elementos en los que obtenemos las mediciones de interés en el experimento. Los actuadores siendo elementos donde podemos visualizar los datos obtenidos o elementos que pueden alterar el medio o parte de las variables a considerar en el desarrollo experimental.

Actualmente existen múltiples tecnologías para implementar los elementos de control o procesamiento, (Malinowsky y Yu, 2011), (Hernández, 2023) Entre los más utilizados se encuentran

- ASIC: Circuito Integrado de Propósito Específico (Application Specific Integrated Circuit) (IEEE, 2000)
- Microcontroladores: Como alternativa de poder computacional limitado se presenta con relativa baja resolución de bits por calculo, muy accesible por su gran volumen de producción y bajo costo con una velocidad configurable que puede ser utilizada por un sistema propio o externo con limitación en frecuencia permiten tener un sistema dedicado. (Organización Internacional de Estandarización, 2017)
- Microprocesadores: Cuentan con múltiples tecnologías incluidas que son de gran beneficio en la implementación ya que facilita interfaces de comunicación y ofrecen la capacidad de adaptarlo por software basado en los componentes internos que poseen. (ISO e IEC, 1993)
- FPGA: Matriz de arreglos programables (Field Programmable Gate Array en inglés) en campo como un arreglo de compuertas que contienen celdas lógicas de múltiples tecnologías que varían en dependencia de los fabricantes y las herramientas de sintetización. (Gonzalez-Arjona et al., 2023)
- PLD: Dispositivo Lógico Programable Simple o Complejo (Simple or Complex Programmable Logic Device en inglés) que cuenta con un nivel de integración de mayor optimización al implementar arquitecturas basadas en

operadores lógicos básicos que toman como fundamento la implementación de la lógica combinacional y otras expresiones que se encuentran implementadas en una celda de programación. (Cofer y Harding, 2006)

- Sistemas Híbridos: También conocido en algunos casos como aceleración por hardware es una combinación de múltiples tecnologías previamente mencionadas que pueden configurarse para trabajar de manera independiente o integrada. Generalmente pueden estar conformados por una combinación de diferentes microprocesadores, microprocesador y FPGA o microprocesador y microcontrolador. (Hernández, 2023)

Algunos ejemplos por destacar de forma breve en entornos de física experimental donde se han utilizado sistemas embebidos para la obtención de resultados de investigación científica podemos mencionar:

Colaboración MINERvA del Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab)

De las siglas en inglés Main Injector Experiment to study the ν-A. Busca realizar los primeros pasos para los experimentos actuales y futuros para la espectroscopia e interacción de partículas subatómicas. Es un esfuerzo de 19 universidades de alrededor de 6 países, tres laboratorios nacionales y más de 80 colaboradores.

Se reutilizaron múltiples desarrollos tomando como base algunos diseños relacionados con el hardware utilizado en la colaboración D0 como los ASIC TriP Chips, realizando importantes mejoras para su adaptación para los objetivos de medición, identificación y reconocimiento de patrones para el decaimiento de las partículas de interés. Esto permitió el ahorro de 10 Millones de dólares del presupuesto asignado para diseño y construcción de la electrónica necesaria.

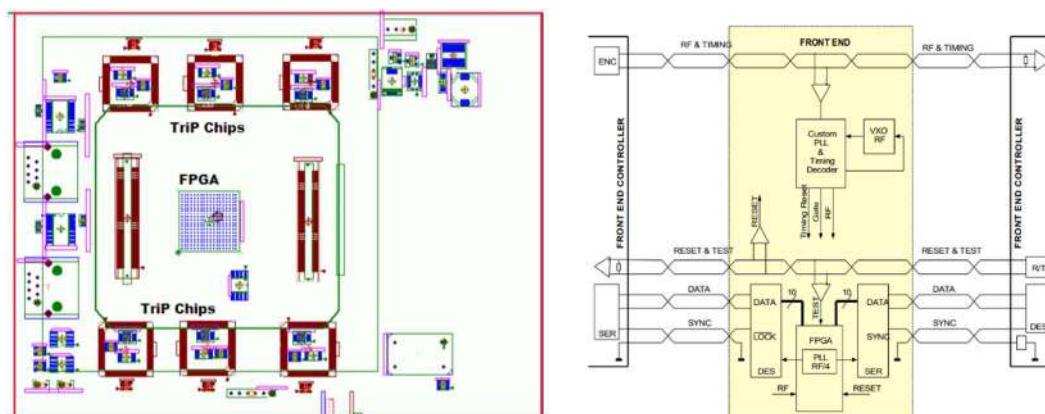


Figura 1. Esquema simplificado de una de las placas electrónicas principales del experimento MINERvA (Izquierda) Recuperado: (Fermilab, 2006), Diagrama del sistema de adquisición de datos a gran escala visualizando su conexión con los módulos VME para la comunicación con las placas del esquema simplificado (Derecha) Recuperado: (Baldin, 2010)

Esta placa puede ser clasificada como un sistema heterogéneo donde se combina el uso de FPGA y ASICs para la función adecuada del sistema además de incorporar convertidores analogico-digital donde la integración necesaria era de 10 a 12 $\mu$ s y una resolución de 5ns de medición de datos. Es necesario destacar que únicamente es una de las múltiples placas utilizadas en este experimento cada una con un propósito específico como la interconexión al sistema de adquisición de datos, la generación de datos o la comunicación entre las diferentes placas siendo un sistema extenso y modular para mejorar la detección de fallos y la capacidad de reemplazo de cada uno de los elementos en caso de ser necesario.

Colaboración DUNE del Fermi National Accelerator Laboratory (Fermilab) y Sanford Underground Research Facility siendo el Deep Underground Neutrino Experiment el principal esfuerzo para la investigación de las interacciones de neutrinos bajo tierra con dos detectores independientes.

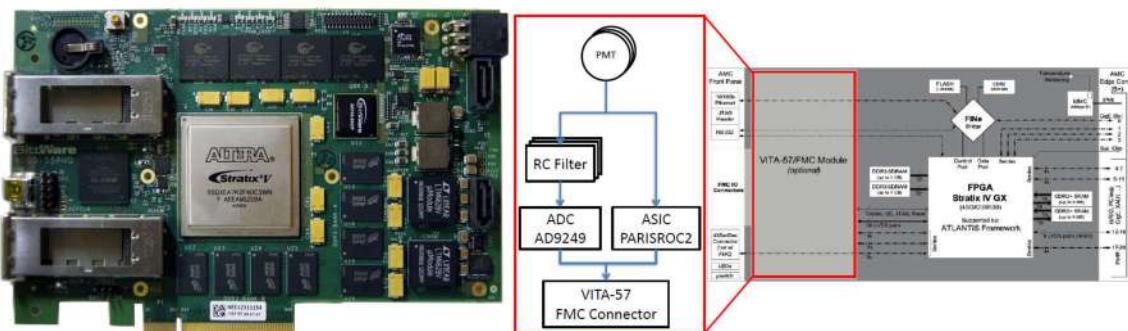


Figura 2. Fotografía de la placa de procesamiento utilizando un FPGA Intel Altera Stratix V utilizada para la integración electrónica y reconstrucción de eventos (Izquierda), Diagrama de bloques simplificado de los componentes necesarios para la adquisición de datos y los componentes para el preprocesamiento y transmisión de los mismos (Derecha),

Recuperado: (DUNE Collaboration, 2016)

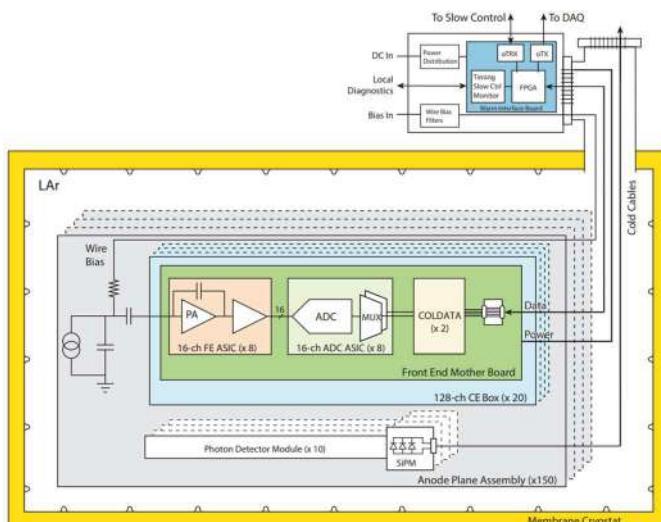


Figura 3. Diagrama de la arquitectura de referencia necesaria para la electrónica del detector de partículas en una cámara de gas o líquido sensible para la recreación de la trayectoria de la partícula al interactuar con su medio. Se requieren 128 canales interactuando con las placas anteriormente mostradas. Recuperado: (DUNE Collaboration, 2020)

## Desarrollo

Como propuesta didáctica, se necesita que los estudiantes se familiaricen con nuevas tecnologías que utilizarán desde la posibilidad de utilizar microcontroladores (Arduino) o elementos más sofisticados para realizar tareas específicas (FPGAs). Los componentes de hardware necesarios para estas propuestas buscan ser accesibles en general para que la disponibilidad de cualquier elemento, el más costoso siendo de entre 20 dólares estadounidenses y con costos de transporte a los 1500 pesos mexicanos de forma aproximada. En muchos casos se requiere el uso de una computadora o teléfono. De manera general podemos encontrar una guía de paso a paso que puede ser consultadas tanto en recursos escritos como multimedia ya que estos elementos se han utilizado para la enseñanza en cursos de programación, electricidad, electrónica y muchos otros. En este caso nos interesa la implementación de estas tecnologías como recursos didácticos en cursos de física.

- Para experimentos de cinemática

Para una propuesta de desarrollo utilizando sistemas embebidos o empotrados podemos utilizar los siguientes elementos:

Unidad de Control: Microcontrolador o microprocesador en dependencia de la resolución deseada y requerida por los sensores a utilizar,

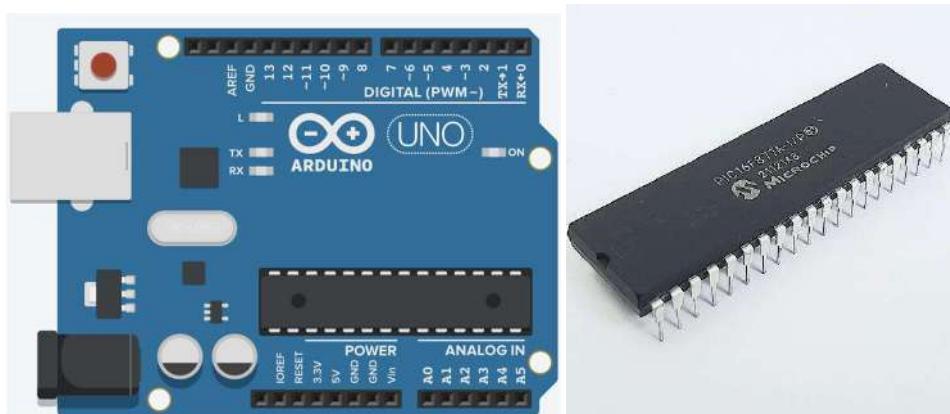


Figura 4. Unidades de procesamiento populares, Arduino UNO (Izquierda) Recuperado: [tinkercad.com](https://tinkercad.com), PIC16F877A-I/P (Derecha) Recuperado: [microchip.com/en-us/product/PIC16F877A](https://microchip.com/en-us/product/PIC16F877A)

Memoria de almacenamiento de datos:

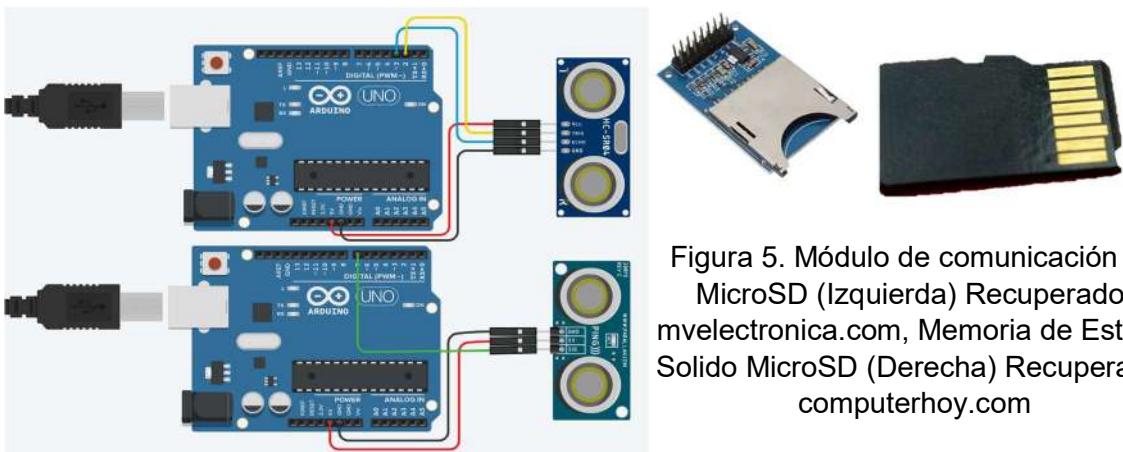


Figura 5. Módulo de comunicación de MicroSD (Izquierda) Recuperado: [mvelectronica.com](http://mvelectronica.com), Memoria de Estado Sólido MicroSD (Derecha) Recuperado: [computerhoy.com](http://computerhoy.com)

Sensores: acelerómetro, ultrasónico u otros elementos capaces de realizar mediciones de fuerzas o distancias.

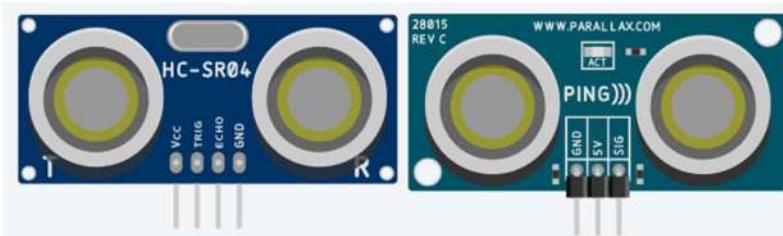


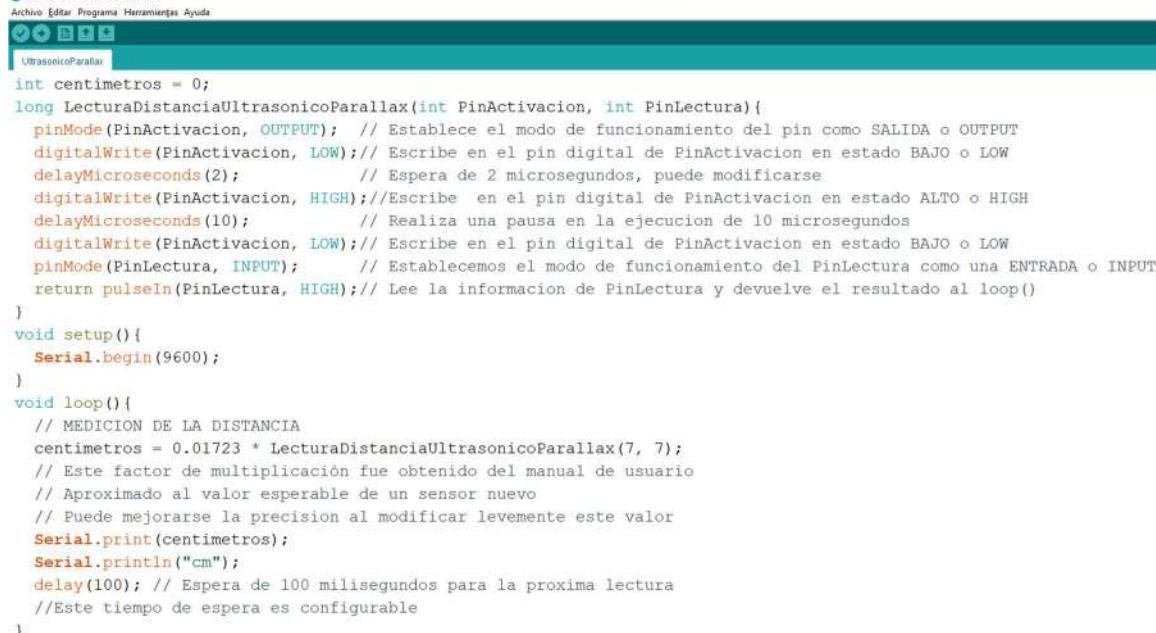
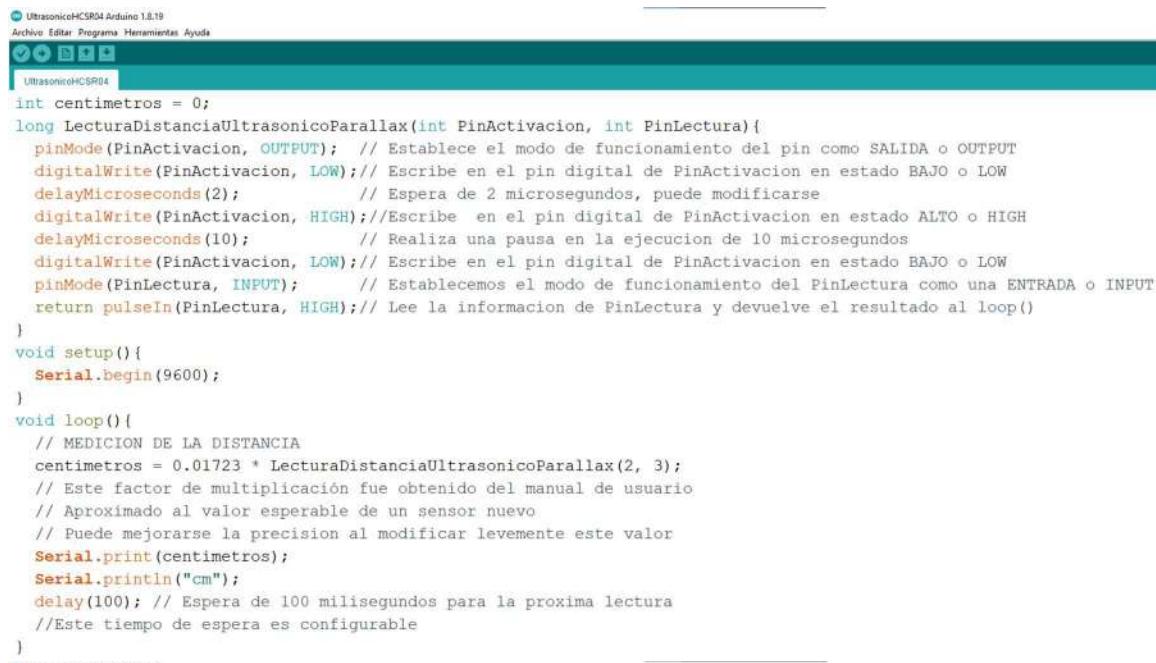
Figura 6. Sensor Ultrasónico HC-SR04 (Izquierda), Sensor Ultrasónico Parallax 28015 Rev C (Derecha)

Existen otras alternativas comerciales disponibles en el mercado que deben ser caracterizadas a partir del manual de usuario para comprender como implementarlas con las unidades de procesamiento a utilizar e integrarlas en el diseño.

A continuación, se observarán algunos diagramas asociados a los circuitos propuestos

Figura 7. Implementación de circuito propuesto con la placa de desarrollo Arduino con sensores HC-SR04 (Superior), Parallax 28015 Rev C (Inferior)

## JORNADAS ACADÉMICAS DE DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS 2023



```
UltrasonicoHCsr04 Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
UltrasonicoHCsr04
int centimetros = 0;
long LecturaDistanciaUltrasonicoParallax(int PinActivacion, int PinLectura){
    pinMode(PinActivacion, OUTPUT); // Establece el modo de funcionamiento del pin como SALIDA o OUTPUT
    digitalWrite(PinActivacion, LOW); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado BAJO o LOW
    delayMicroseconds(2); // Espera de 2 microsegundos, puede modificarse
    digitalWrite(PinActivacion, HIGH); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado ALTO o HIGH
    delayMicroseconds(10); // Realiza una pausa en la ejecucion de 10 microsegundos
    digitalWrite(PinActivacion, LOW); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado BAJO o LOW
    pinMode(PinLectura, INPUT); // Establecemos el modo de funcionamiento del PinLectura como una ENTRADA o INPUT
    return pulseIn(PinLectura, HIGH); // Lee la informacion de PinLectura y devuelve el resultado al loop()
}
void setup(){
    Serial.begin(9600);
}
void loop(){
    // MEDICION DE LA DISTANCIA
    centimetros = 0.01723 * LecturaDistanciaUltrasonicoParallax(2, 3);
    // Este factor de multiplicación fue obtenido del manual de usuario
    // Aproximado al valor esperable de un sensor nuevo
    // Puede mejorarse la precision al modificar levemente este valor
    Serial.print(centimetros);
    Serial.println("cm");
    delay(100); // Espera de 100 milisegundos para la proxima lectura
    //Este tiempo de espera es configurable
}

UltrasonicoParallax Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
UltrasonicoParallax
int centimetros = 0;
long LecturaDistanciaUltrasonicoParallax(int PinActivacion, int PinLectura){
    pinMode(PinActivacion, OUTPUT); // Establece el modo de funcionamiento del pin como SALIDA o OUTPUT
    digitalWrite(PinActivacion, LOW); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado BAJO o LOW
    delayMicroseconds(2); // Espera de 2 microsegundos, puede modificarse
    digitalWrite(PinActivacion, HIGH); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado ALTO o HIGH
    delayMicroseconds(10); // Realiza una pausa en la ejecucion de 10 microsegundos
    digitalWrite(PinActivacion, LOW); // Escribe en el pin digital de PinActivacion en estado BAJO o LOW
    pinMode(PinLectura, INPUT); // Establecemos el modo de funcionamiento del PinLectura como una ENTRADA o INPUT
    return pulseIn(PinLectura, HIGH); // Lee la informacion de PinLectura y devuelve el resultado al loop()
}
void setup(){
    Serial.begin(9600);
}
void loop(){
    // MEDICION DE LA DISTANCIA
    centimetros = 0.01723 * LecturaDistanciaUltrasonicoParallax(7, 7);
    // Este factor de multiplicación fue obtenido del manual de usuario
    // Aproximado al valor esperable de un sensor nuevo
    // Puede mejorarse la precision al modificar levemente este valor
    Serial.print(centimetros);
    Serial.println("cm");
    delay(100); // Espera de 100 milisegundos para la proxima lectura
    //Este tiempo de espera es configurable
}
```

Figura 8. Implementación de software basado en los circuitos propuestos con la placa de desarrollo Arduino con sensores HC-SR04 (Superior), Parallax 28015 Rev C (Inferior)

Puede utilizarse para diferentes objetivos como determinar la fuerza gravitatoria, constante elástica, coeficientes de fricción, determinación de velocidad de un objeto entre muchos otros. Esto permite realizar la adquisición de datos de manera automática para su análisis posterior, gráfica o uso en herramientas especializadas para la comparación de resultados.

Adicionalmente se puede sugerir una alternativa sin elaboración de Hardware.

En estos casos pueden ser desarrollados utilizando únicamente el acceso a los sensores ya integrados en los teléfonos celulares. Sin embargo, necesitamos considerar que en muchas de estas alternativas no podemos calibrar ni modificar muchos de los parámetros necesarios podemos obtener una medición relativamente sencilla de recrear en cursos introductorios.

Utilizando un teléfono con Acelerómetro podemos recolectar los datos por medio de una aplicación con acceso y que sea capaz de almacenar estos datos.

Algunas aplicaciones que pueden mencionarse son: Arduino Scientific Journal, Physics Toolbox Acelerómetro o Sensor Suite entre muchas otras.

Las configuraciones pueden realizarse de diferentes maneras en dependencia de los objetivos del experimento y la metodología de adquisición de datos.

- Para experimentos electrodinámica y electroestática

Se puede utilizar la misma unidad de microcontrolador mencionada anteriormente mencionados

Sensores: al cambiar la naturaleza de nuestras variables a medir, deben ser capaces de obtener información asociada al experimento. En este caso puede sugerirse sensores de Efecto Hall, voltímetros, convertidores analógico-digital, o magnetómetros entre otros sensores similares.

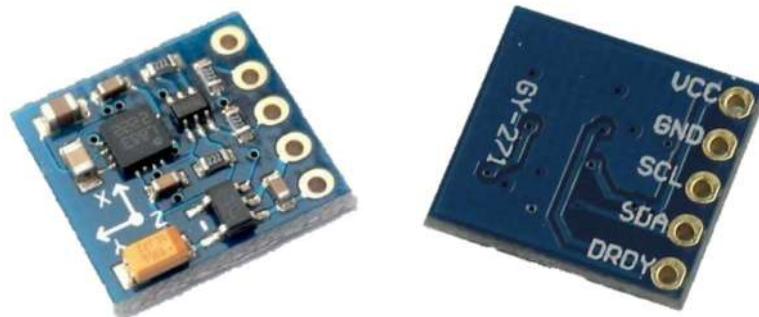


Figura 9. Sensor Magnetómetro Brújula Implementación de software basado en los circuitos propuestos con la placa de desarrollo Arduino con sensores GY-271 o HMC5883L, Frente (Izquierda), Posterior (Derecha)

A continuación, se observa el diagrama asociado al circuito propuesto

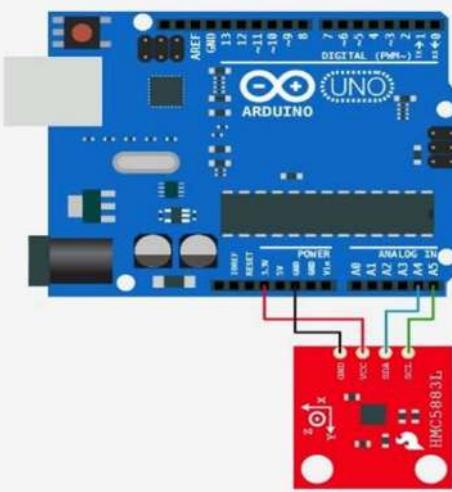


Figura 10. Implementación de circuito propuesto con la placa de desarrollo Arduino con sensores HC-SR04 (Superior), Parallax 28015 Rev C (Inferior)

Es necesario remarcar que la terminal DRDY no debe conectarse



```

MagnetometroBrujula Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
MagnetometroBrujula
#include <QMC5883LCompass.h>      //Agregar la libreria para el uso del sensor
QMC5883LCompass brujula;           //instanciamos el objeto brujula para utilizar su código
void setup() {                      //En la inicialización
  Serial.begin(9600);               //Iniciamos la comunicación serial para mostrar medidas
  brujula.init();                  //Iniciamos el objeto brujula para usarlo posteriormente
}
void loop() {                        //En el ciclo de repetición del programa
  int x, y, z, a, r;                //Iniciamos variables donde se almacenaran las medidas
  char Arreglo[3];                 //y valores de la posición
  brujula.read();                  //Realizamos la medición de los sensores
  x = brujula.getx();              //Guardamos la medida del eje X
  y = brujula.gety();              //Guardamos la medida del eje Y
  z = brujula.getz();              //Guardamos la medida del eje Z
  a = brujula.getAzimuth();        //Guardamos la medida de Azimuth
  r = brujula.getBearing(a);       //Guardamos la medida de Rumbo
  brujula.getDirection(Arreglo, a); //Obtenemos la dirección dado el valor de Azimuth
  Serial.print("X: ");             //Desplegamos X
  Serial.print(x);                 //Desplegamos la medida del eje X
  Serial.print(" Y: ");             //Desplegamos Y
  Serial.print(y);                 //Desplegamos la medida del eje Y
  Serial.print(" Z: ");             //Desplegamos Z
  Serial.print(z);                 //Desplegamos la medida del eje Z
  Serial.print(" Azimuth: ");       //Desplegamos Azimuth
  Serial.print(a);                 //Desplegamos la medida de Azimuth
  Serial.print(" Rumbo: ");         //Desplegamos Rumbo
  Serial.print(r);                 //Desplegamos la medida de Rumbo
  Serial.print(" Dirección: ");     //Desplegamos Dirección
  Serial.print(Arreglo[0]);          //Desplegamos la primera posicion del arreglo de Dirección
  Serial.print(Arreglo[1]);          //Desplegamos la segunda posicion del arreglo de Dirección
  Serial.print(Arreglo[2]);          //Desplegamos la tercera posicion del arreglo de Dirección
  Serial.println();
  delay(250);
}

```

Figura 11. Implementación de circuito propuesto con la placa de desarrollo Arduino con Magnetómetro.

Es necesario mencionar que es necesario considerar que en la propuesta didáctica del proceso completo debe incluirse la introducción y desarrollo de estas tecnologías para que los estudiantes estén en la capacidad y familiaridad para conocer que detalles deben de ser revisados durante la experimentación al desarrollar fuertes habilidades técnicas en elementos relacionados. Adicionalmente debe de existir espacios para la retroalimentación con los estudiantes durante todas las experiencias para que tanto docentes y estudiantes puedan aprender mutuamente para abordar estas tecnologías presentes en la vida cotidiana.

Estas experiencias didácticas han sido comprobadas en cursos de Didáctica de la Física, Mecánica y Electromagnetismo en Universidad Galileo y la Universidad de San Carlos de Guatemala además de en diversidad de talleres, cursos y actividades dirigidas en la Universidad de Guanajuato con estudiantes a nivel de licenciatura.

### Aprendizajes esperados

Este trabajo se explica de forma breve una propuesta didáctica de elementos y algunos ejemplos de la integración de sistemas embebidos o empotrados a estudios de física experimental en el proceso de formación de investigadores y profesionales.

Se proponen algunos desarrollos para utilizar en diferentes condiciones la selección de sensores y plataformas que pueden tomarse como referencia para establecer criterios y sugerencias.

Se presentan diferentes tecnologías disponibles para el diseño y construcción de sistemas empotrados que pueden ser fácilmente usados por estudiantes, investigadores y catedráticos durante los procesos de aprendizaje y desarrollar trabajos de física experimental integrando las habilidades tecnológicas y científicas.

### Referencias

Organización Internacional de Estandarización. (2017). *ISO/IEC/IEEE 24765:2017(en)*. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec-ieee:24765:ed-2:v1:en>

Patterson D. A. & Hennessy J. L. (2009). *Computer organization and design : the hardware* (Fourth). Morgan Kaufmann.

IEEE. (2000, 21 septiembre). *IEEE Standard VITAL ASIC (Application Specific Integrated Circuit) Modeling Specification*. standards.ieee.org. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://standards.ieee.org/ieee/61691-5/3647/1076.4/1616/>

Malinowski A. y Yu H., Comparison of Embedded System Design for Industrial Applications. (2011, 1 mayo). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5755132>

Hernandez Morales Ian, Brief overview of embedded systems for Industry 4.0 Applications and Networks. (2023, 11 marzo). IEEE Integrated STEM Education Conference | IEEE-ISEC. <https://www.ieee-isec.info/day/1/track/Works%20in%20Progress>

ISO, IEC. (1993). ISO/IEC 2382:2015(en) Vocabulario. ISO. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:2382:ed-1:v2:en>

Gonzalez-Arjona D., Pesce, Colagrossi, A., & Silvestrini, S. (2023, 10 enero). *Modern Spacecraft Guidance, Navigation, and Control: Chapter Thirteen - On-board implementation.* doi.org. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90916-7.00013-5>.

Cofer, R.C., Harding, B. F., Rapid System Prototyping with FPGAs: Accelerating the design process A volume in Embedded Technology. (2006). doi.org. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://doi.org/10.1016/B978-075067866-7/50003-2>

Fermi National Accelerator Laboratory. (2006). *MINERvA Technical Design Report: The MINERvA Collaboration.* Recuperado 23 de marzo de 2023, de <https://inspirehep.net/literature/740200>

Baldin, B. (2010, enero). VME Data Acquisition Modules for MINERvA Experiment (FERMILAB-TM--2458-PPD). Recuperado de doi.org de <https://www.osti.gov/biblio/972363>

DUNE Collaboration. (2016, 12 enero). *Long-Baseline Neutrino Facility (LBNF) and Deep Underground*. . . arXiv.org. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://arxiv.org/abs/1601.02984>

DUNE Collaboration. (2020). Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), Far Detector Technical Design Report, Volume IV: Far Detector Single-phase Technology. doi.org. Recuperado 27 de marzo de 2023, de <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.03010>

# Utilización de una historieta narrada como estrategia para el desarrollo de la competencia de resolución de problemas en el aula de Física

Javier Viau, Alejandra Tintori, Natalia Bartels

Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata,  
Argentina

[grupodidacticadelaciencia@gmail.com](mailto:grupodidacticadelaciencia@gmail.com)

## Resumen

La experiencia cotidiana en los cursos de Física y las investigaciones sobre la resolución de problemas evidencian que los estudiantes tienen una visión equivocada de los fundamentos de la física, considerando que solo es necesario conocer la fórmula a utilizar y, una vez encontrada, proceder a aplicarla en el problema en cuestión. En consecuencia, recurren a las fórmulas y las utilizan en función de los datos del problema, resolviéndolos de manera mecánica, sin reflexionar o realizar un análisis racional de la situación planteada en el problema.

Con el propósito de contribuir a desarrollar la competencia de resolución de problemas y favorecer la comprensión de los conceptos, leyes y teorías, se diseñó una propuesta didáctica para ser implementada en la asignatura Física 1 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata. La innovación consistió en diseñar una historieta, en formato de animación narrada, sobre los conceptos de trabajo, energía y potencia, que en su argumento incorpora un problema con características similares a las que suelen enfrentarse los ingenieros en el campo profesional. Las actividades a desarrollar están orientadas a que los estudiantes logren poner en práctica los conocimientos físicos y su formación como ingeniero, bajo la guía del profesor.

## Palabras claves

Enseñanza de Física, Innovación didáctica, historieta animada, trabajo, energía y potencia

## Objetivo

Presentar una propuesta de enseñanza para promover, en los estudiantes, el desarrollo gradual y paulatino de las habilidades de resolución de problemas ingenieriles, mediante la utilización didáctica de una historieta y el trabajo cooperativo.

## Marco teórico

En el área de la enseñanza de la ingeniería hay un acuerdo generalizado sobre la resolución de problemas como una actividad valiosa para generar aprendizajes significativos y promover el desarrollo de diferentes capacidades.

La experiencia cotidiana en los cursos de Física revela que los estudiantes tienen una visión equivocada sobre los fundamentos de la Física, considerando que para entenderla se debe aprender varias fórmulas y luego aplicarlas en la calculadora, (Malavé Carrera, Flores, Flores Nicolalde, 2016). Como consecuencia, recurren a las fórmulas y las utilizan en función de los datos del problema, resolviéndolos de manera mecánica, sin reflexionar o realizar un análisis racional de la situación planteada en el problema.

Por otro lado, la escasa motivación por aprender contenidos de la asignatura, se percibe como una de las problemáticas para la enseñanza de la Física, particularmente en el ciclo básico de las carreras de ingeniería, (Perales, García, Huertas y Gómez-Robledo, 2013). Los estudiantes no alcanzan a valorar las herramientas que se les brinda para su desempeño como futuro profesional, tanto por una enseñanza que no lo hace explícito como por tener apenas una idea vaga del tipo de trabajo que realizarán como Ingenieros.

Desde nuestra perspectiva, superar esta situación requiere de la indagación, elaboración e implementación de estrategias y materiales educativos innovadores que propicien experiencias didácticas centradas en el estudiante y promuevan el desarrollo de habilidades de resolución de problemas que atiendan a situaciones y contextos relacionados con el futuro profesional del estudiante.

En tal sentido, las animaciones narradas permiten elaborar materiales didácticos que respalden la enseñanza, así como enriquecer los entornos de aprendizaje, despertando el interés de los estudiantes por el aprendizaje, ampliando las oportunidades de acceso al conocimiento y, en particular mejorar la práctica docente, (Romero-García, 2021).

Es importante destacar que la motivación hacia la resolución de problemas depende en gran medida de la forma en que se presentan los problemas, (Guisasola, Ceberio, Almudí y Zubimendi 2011) y en que se faciliten estrategias y habilidades que posibiliten a los estudiantes resolverlos.

Involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas con características similares a las que suelen enfrentarse los ingenieros, mediante el uso de una historieta animada que presenta una trama dinámica y rasgos humorísticos, permite favorecer la motivación, promover el desarrollo de competencias de resolución de problemas, así como la construcción de conocimientos disciplinares relevantes, a través de una enseñanza centrada en el estudiante, (Viau, Tintori y Bartels, 2022).

## Desarrollo

La propuesta se diseña con una trama atractiva, que conlleve una aventura y logre generar una discusión sobre los fenómenos físicos implicados.

Las estrategias de enseñanza se centran en una serie de actividades de aprendizaje orientadas a favorecer la comprensión, reflexión y análisis de los conceptos objeto de estudio, así como el desarrollo de la capacidad de resolución de problemas.

En cuanto al contenido, surgió la necesidad de delimitar el trabajo hacia un tema específico. Se seleccionaron los conceptos de energía, trabajo y potencia debido a que presentan un problema en cuanto a su proceso de aprendizaje.

## Diseño del material educativo

### **Etapa 1: Diseño del problema a plantear en el aula**

En el contexto de este trabajo, Física 1 del ciclo básico de las carreras de ingeniería, se buscó que el problema incluya una situación que sucede o que podría desarrollarse en un contexto físicamente existente, familiar para los estudiantes y relacionada con su futuro perfil profesional. A su vez que la problemática admitiera una solución pertinente a la que los estudiantes puedan arribar utilizando en forma racional los conceptos, leyes, modelos y teorías abordados en la asignatura, así como las competencias de resolución de problemas que poseen debido a su formación previa y las que desarrolleen conforme resuelvan el problema.

En su diseño, el problema describe una historia verosímil, que incluye objetos y eventos que pueden ser subsumidos en conceptos y principios físicos, el cual se presenta en el siguiente apartado.

### **Etapa 2. Elaboración de la animación narrada**

Se decidió utilizar como estrategia didáctica para presentar el problema elaborado en la etapa 1, la animación narrada. Para ello, se emplea el VideoScribe, que es un programa de animación conocida como pizarra blanca. Es una herramienta multimedia que permiten realizar presentaciones exportables en formato de video, con agradables efectos visuales, siendo el más destacado que el texto es escrito por una mano y las imágenes dibujadas de igual forma, creando la sensación de estar frente a una pizarra.

En el guion (cuadro 1) se describe el enunciado del problema y muestra cómo el personaje de la historieta comete errores en la búsqueda de una solución; la falta de conocimiento y racionalización del problema lo conduce a desaciertos, aunque el procedimiento que lleva a cabo para dar respuesta al problema está planteado de manera adecuada. El material elaborado está disponible en <https://youtu.be/Vx58uW3p20>

El hecho de que se incluyan errores en la historieta motiva a los estudiantes a buscarlos, localizarlos, discutirlos y conocerlos. Esta estrategia se basa principalmente en ver el error como una oportunidad, un camino que lleve a descubrir la evidencia científica y que durante este proceso se afiancen los conocimientos y el desarrollo de competencia asociadas al trabajo en equipo y el pensamiento reflexivo y crítico.

Cuadro 1. Sinopsis de la historieta animada

**Sinopsis de la historieta**

Un estudiante de ingeniería llega a su casa y encuentra a su padre malhumorado, que le comenta que el tanque de agua está vacío porque no llega el agua desde la calle, y que el plomero le ha dicho que necesita colocar un nuevo motor que bombee el agua. El mayor descontento del padre se debe al costo que requiere solucionar el problema, principalmente porque el plomero le cobra un dineral para realizar el cálculo del motor que se necesita para poder transportar el agua desde la calle hasta el tanque.

Ante esta situación, el padre le pide a su hijo que utilice sus conocimientos como estudiante de ingeniería para realizar los cálculos y de esa forma ahorrarse ese dinero. El hijo accede al pedido, y comienza a desarrollar cálculos y mediciones en la casa. Pasado un tiempo, el padre llama por teléfono al plomero y le pasa el dato de los cálculos realizados por su ahora mas valorado hijo, que es quasi un ingeniero. En el dialogo el padre nota una duda en el plomero, sobre los valores que le transmite, pero, creyendo fielmente en el cálculo realizado por su hijo, insiste sobre el mismo y solicita que además el precio del motor sea el menor posible.

El plomero sabiendo que cualquier máquina que se adquiera va a poder entregar la energía calculada por el hijo de su cliente, aprovecha el error y compra un ridículo motorcito de juguete de modo de gastar el menor monto posible.

El padre recibe al plomero, con el motor adquirido, y advierte que, si bien va a lograr llenar el tanque de agua, le llevará unos cuantos meses poder darse un baño.

**Implementación de la propuesta de enseñanza.**

La aplicación en el aula se puede resumir en las siguientes instancias que ponen de manifiesto el empleo pedagógico de la historieta narrada, y los distintos aspectos metodológicos:

*Planteo del problema.* Se presenta una situación problemática (cuadro 2), que supone un desafío para los estudiantes en cuanto a los conocimientos que han adquirido durante las clases de Física 1.

Cuadro 2. Situación problemática que se presenta en la Clase

### **Problema del plomero**

Considere que, como estudiante de ingeniería se le plantea la siguiente situación:

Tras una prolongada mañana de estudio en la universidad, llega a su casa, y encuentra a su padre, malhumorado, sin afeitar y diríamos literalmente sucio. Al notarlo de esta manera, le pregunta, ¿papá qué te sucede que estás con esa cara? El padre le comenta que tiene un problema técnico en el hogar, que el tanque de agua está vacío debido a que no llega agua desde la calle y, por lo tanto, la casa está totalmente sin agua. Asimismo, le comenta que el plomero ha dicho que se requiere instalar un motor que bombee el agua que llega a nivel de la calle y que este trabajo le costará aproximadamente 6000 dólares sin incluir en el precio la provisión de la bomba. El plomero ha estimado este importe de la siguiente forma: 1000 dólares de mano de obra de instalación de la bomba y accesorios y 5000 dólares para el cálculo del motor que se necesita para transportar el agua desde la calle hasta el tanque.

Vuestro padre, ofuscado, le informa al plomero que su hijo, habiendo cursado Física en la Universidad podría realizar dicho cálculo, tras lo cual el plomero le pide que una vez realizado, le informe del mismo y que él se encargará de adquirir un motor que responda al cálculo efectuado por su hijo, tratando de realizar el menor gasto posible dentro de los requerimientos.

*Interpretación de la situación e identificación de datos necesarios.* Después de la lectura del problema, se invita a los estudiantes a que sean partícipes de la situación y propongan una solución a la problemática planteada.

La resolución de problema requiere de una serie de acciones por parte de los estudiantes:

- Representar mediante un boceto la situación planteada en el problema.
- Identificar el objetivo del problema: cálculo del motor que se necesita para transportar el agua desde la calle hasta el tanque
- Buscar las variables asociadas al problema, tales como: la localización del tanque de agua en una casa, la altura a la cual se encuentra el tanque, la capacidad en litros, la ubicación de la bomba, el tiempo de llenado de un tanque
- Seleccionar la metodología de resolución más adecuada para resolver el problema.
- Evaluar el resultado

En esta instancia, el profesor asume el papel de guía, supervisa el trabajo de los diferentes grupos, los orienta con preguntas, promueve procesos de reflexión, ayuda a analizar los datos y a identificar regularidades en el comportamiento de las variables involucradas, y mantiene un diálogo continuo con los estudiantes para discutir las ideas propuestas.

*Introducción de la historieta animada.* Con el propósito de que los estudiantes desarrollen su capacidad analítica y de visualización de imágenes con contenidos científicos, se presenta la historieta en formato animado.

Cabe señalar que, en la historieta el personaje comete errores al buscar una solución al problema. En el aula, se pretende reforzar los mecanismos del aprendizaje mediante la búsqueda de esos errores y, de esta forma, incrementar la motivación, la colaboración entre pares y la discusión en la clase.

En la figura 1 muestra algunas de las imágenes que se encuentran en el material educativo.



Figura 1. Parte de las escenas que se presentan en la historieta animada.

*Interpretación del contenido de la historieta.* Habiendo trabajado con la historieta que ilustra una posible solución, en la clase se pueden extraer algunas conclusiones junto con los estudiantes, tales como que:

- El personaje de la historieta toma buen partido del problema ya que trata de encontrar una solución realizando mediciones básicas que son necesarias para poder ejecutar y ponderar cualquier planteo matemático en busca de una resolución.
- Si bien los cálculos energéticos del personaje son correctos, incurre en un error conceptual: toda máquina entrega energía realizando un trabajo durante su vida útil. Incluso podríamos decir que la energía (el trabajo) que cualquier máquina entrega puede ser muy grande, dependiendo esto desde ya de la vida útil de la misma.
- El cálculo del trabajo a realizar no alcanza, ya que cualquier máquina va a ser capaz de realizar el trabajo que resulte. Lo importante no es solo determinar el trabajo, sino también considerar el tiempo en que es necesario realizar dicho trabajo, en nuestro caso, el tiempo que estimamos debe llevarle al motor llenar el tanque.
- En su vida útil, un motor va a realizar un trabajo prácticamente infinito. Cuando se adquiere un motor, no se lo hace por el trabajo que realizará, sino por el trabajo por unidad de tiempo que va a entregar. A esta nueva magnitud se la denomina potencia, un nuevo concepto que debe ser analizado en detalle para poder racionalizarlo y así comprenderlo.

*Análisis de las producciones de los estudiantes.* El profesor coordina una puesta en común sobre la metodología utilizada al resolver el problema y se realiza un análisis de los resultados obtenidos.

*Cierre de la clase.* Se realiza una indagación sobre lo que han aprendido los estudiantes, cuales fueron los cambios en sus puntos de vista, que estrategias de resolución de problemas han adquirido y cuales han profundizado. Se pretende que los estudiantes adquieran actitudes críticas sobre su proceso de aprendizaje, analizando qué aprendieron y cómo aprendieron, así como exponer las habilidades que podrán seguir usando para continuar aprendiendo.

### Aprendizajes esperados

Las actividades propuestas constituyen un ejemplo de cómo es posible utilizar una animación narrada para contribuir al desarrollo de habilidades de resolución de problema. En tal sentido, se espera que los estudiantes logren:

- Identificar el objetivo de la situación problemática, evaluar el contexto del problema y a su vez obtener los datos necesarios (no dados explícitamente) y establecer relaciones entre los conceptos de energía, trabajo y potencia y las variables involucradas en el problema.
- Planificar una estrategia de resolución (Formulación de manera clara y precisa) y analizar en forma crítica los resultados, a la luz de las leyes y teorías relacionadas con la temática.
- Desarrollar gradualmente habilidades de comunicación, trabajo en equipo y de resolución de problemas ingenieriles.

- Adquirir actitudes críticas sobre su proceso de aprendizaje, analizando qué aprendieron y cómo aprendieron, y logren identificar las habilidades que podrán seguir usando para continuar aprendiendo.

## Referencias

- Guisasola J., Ceberio M., Almudí J., Zubimendi J. (2011). La resolución de problemas basada en el desarrollo de investigaciones guiadas en cursos introductorios de Física". *Enseñanza de las Ciencias*, 29, (3), 439-452.
- Malavé Carrera, C., Flores Nicolalde, B., Flores Nicolalde, F. (2016). Análisis descriptivo de las dificultades que afrontan estudiantes de Ingeniería en el aprendizaje de Física de una Universidad ecuatoriana. *Latin-American Journal of Physics Education*, 10, (4), 4322-1- 4322-8.
- Perales, F. J., García, J. A., Huertas, R. y Gómez-Robledo, L. (2013). Imagen de la Física universitaria: el punto de vista del profesor y del alumno. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 27, 131-153.
- Romero-García, D. (2021). El video animado como experiencia de clase invertida en una asignatura de ciencias. En REDINE (Coord.), *Medios digitales y metodologías docentes: Mejorar la educación desde un abordaje integral*, 133-143. España: Adaya Press.
- Viau, J., Tintori, M.A. y Bartels, N. (2022). La utilización de VideoScribe como estrategia evaluativa en el aula de Física 1. *Revista de Enseñanza de la Física*, 34, 363-370.

## Estrategia para la enseñanza de la estadística en un área de ciencias sociales

Laura Patricia Peñalva Rosales

Departamento de Producción Económica, Universidad Autónoma Metropolitana

prlp7108@correo.xoc.uam.mx

### Resumen

Ante la pregunta frecuente de ¿para qué estudiar matemáticas en las áreas de ciencias sociales?, las explicaciones deben surgir de la propia experiencia de aprendizaje que, además de significativo, proporcione los elementos de desarrollo del pensamiento lógico y crítico señalados por Piaget (1950) cuando refiere la importancia de la acción entre sujeto cognoscente y objeto de aprendizaje.

Al impartir cursos de matemáticas en las licenciaturas en Ciencias Sociales, nos encontramos con sujetos cuya área de estudio, en la mayoría de los casos, fue elegida por no tener “demasiadas” matemáticas; esto es, con sujetos a los que no les gustan los contenidos matemáticos ni tienen una motivación para su aprendizaje.

El presente trabajo muestra una estrategia para contender con esta situación en la Licenciatura en Administración, no sólo para enseñar técnicas y procesos que serán útiles para la vida profesional del administrador, sino que se plantea como objetivo que el estudiante aprecie lo que las matemáticas aportan a la formación de su razonamiento.

### Objetivo

Compartir una estrategia educativa para presentar, en la Licenciatura en Administración, un curso de estadística cuyo contenido es la creación de modelos de análisis de regresión, con base en los señalado por estudiosos de los procesos de aprendizaje y cognitivos como son Flavell (1984), Vygotsky (1986), Fromm (1974), Canfield (1980), Lane (2000), Lefevre (1980).

### Marco teórico

El logro de aprendizajes significativos requiere establecer una estrategia educativa, que se traduce en actividades específicas a considerar en la impartición de los cursos, con base en los resultados de las investigaciones realizadas no sólo por estudiosos de la educación, particularmente de las formas en que aprendemos, sino por los que han investigado el desarrollo de los procesos cognitivos en los individuos, entre ellos particularmente nos referiremos a los que estudian los procesos cognitivos que se presentan durante el aprendizaje de las matemáticas. Ya en 1950, en su libro *Introducción a la epistemología genética. 1. El pensamiento matemático*, Piaget presentó una profunda disertación de la importancia de la acción

entre sujeto cognoscente y objeto de aprendizaje, para que el primero logre conocer al segundo de manera más clara y profunda.

Más tarde, en 1974, Fromm analiza que, a diferencia de los estímulos simples que “produce una pulsión, un impulso”, el estímulo activante invita a la persona a responder, y relacionarse e “interesarse activamente, a ver y descubrir aspectos siempre nuevos en ‘su’ objeto” produciendo así un afán y un esfuerzo activo por lograr un fin, lo cual hace al aprendizaje “un proceso activo y alentador y una condición del desarrollo humano”. (p.244 y 245)

Por su parte, en 1980 Lefevre apunta a no perder de vista que en la percepción del mundo y en desarrollo de nuestro conocimiento nos movemos en una lógica de tipo dialéctico, donde los términos verdadero-falso, concreto-abstracto, deductivo-inductivo, entre otros; no son conceptos contrarios sino polos entre los cuales se mueve nuestro pensamiento para acrecentar nuestros conocimiento y percepción del mundo.

Ha sido importante también revisar lo dicho por Canfield (1980) y Lane (2000) sobre los diferentes estilos de aprendizaje que tienen los individuos, los cuales deben ser atendidos en todo esfuerzo de enseñanza de cualquier disciplina.

Sin embargo, el concepto central de referencia que tomamos para este trabajo es el de metacognición, el cual consideramos que aglutina, tanto por su definición como por las formas en que se desarrollan las capacidades que propone, los propósitos que todo proceso de enseñanza-aprendizaje debe lograr.

A finales de los años 70, Flavell presenta el concepto de metacognición, para significar “cognición sobre el fenómeno cognitivo”, o más simplemente “pensamiento acerca del pensamiento” (Flavell, 1979, p. 906). La definición se ha amplificado y abarca ahora la relación de estados afectivos con la cognición y la habilidad para, consciente y deliberadamente, monitorear y regular los propios procesos cognitivos.

La aportación de este concepto es que señala la importancia de reflexionar sobre el propio aprendizaje, para darnos cuenta de cómo aprendemos; de cuáles son las limitaciones, propias y del entorno, en este proceso; de cuáles son las estrategias, del docente y del estudiante, para lograr los aprendizajes; de cuál es la forma en que planificamos estos aprendizajes.

También se reconoce la utilidad de lo que este concepto señala para lograr la autonomía en el aprendizaje; así como una actitud crítica sobre el conocimiento y sobre las estrategias de aprendizaje propias. Esto permite alcanzar un aprendizaje significativo, que cobra sentido para el que aprende; crea conciencia sobre el aprendizaje: qué se quiere aprender, por qué, para qué, cómo; lo que va a costar en tiempo y esfuerzo; qué estrategias se pueden seguir para lograrlo.

Aunado al desarrollo de la autorregulación de los aprendizajes, se logra de esta manera alcanzar la independencia de pensamiento; desarrollar la habilidad de transferir el aprendizaje a otros campos y a otras situaciones y, de esta manera, poder realizar otros aprendizajes de forma autónoma en el futuro.

Sin embargo, se debe considerar que en el desarrollo de los aprendizajes también influye el contexto social del alumno y la cultura en que se desenvuelve, el modelo educativo de la institución y las modalidades de conducción, para el proceso de enseñanza-aprendizaje, definidas en planes y programas de estudio. Dentro de estas modalidades es que se presentan sugerencias explícitas para un caso específico, el del curso de estadística ya mencionado.

### *Qué es la metacognición*

Flavell (1976, citado en Thenmozhi, 2019) señala que el conocimiento sobre la cognición consiste de variables personales, como el conocimiento sobre uno mismo; variables de tarea, las que permiten reconocer la diferencia entre tareas y requisitos del conocimiento que demandan estas tareas; y variables de estrategia, que señalan cuáles son las actividades para mejorar el aprendizaje y el rendimiento del estudiante.

Ann Brown (1987, citada por Papaleontiou-Louca, 2003), distinguió entre conocimiento sobre la cognición, que puede ser estable pero falible y permanece relativamente consistente dentro de los individuos; y la regulación de la cognición, que puede ser relativamente inestable y puede verse afectada por patrones de excitación (ansiedad, miedo al interés) y autoconcepto del estudiante.

Lai (2011), con base en diversos autores cuyo trabajo revisa, parafrasea esto indicando: "La metacognición se define más simplemente como "pensar sobre el pensamiento" y consta "de dos componentes: conocimiento y regulación. El conocimiento metacognitivo incluye el conocimiento sobre uno mismo como aprendiz y los factores que podrían afectar el rendimiento, el conocimiento sobre estrategias y el conocimiento sobre cuándo y por qué usar estrategias" (p.2). La regulación metacognitiva, o los aspectos de control y regulación del proceso de aprendizaje, incluye actividades de planificación, monitoreo, conciencia de lo que se comprende y de cuál es el objetivo y el desempeño en las tareas, además de la autoevaluación de la eficacia de los procesos y estrategias de monitoreo" (Lai, 2011; Pennequin et al., 2010, citados por García et al.).

Sin embargo, la misma autora señala la dificultad de poder evaluar la metacognición debido a que, entre otras cosas, es un constructo complejo, no es directamente observable y puede confundirse con diversas capacidades. Sugerimos además que influye su contextualización y análisis situacional, pues ya algunos autores, como Veenman (2011 citado por Thenmozhi, 2019), sostienen que "las habilidades metacognitivas deben evaluarse empleando medidas en tiempo real, o concurrentes con la ejecución". Por otra parte, que Kuhn y Dean (2004, citados por Lai, 2011), explican a su vez que es justo la metacognición "lo que permite a un estudiante al

que se le ha enseñado una estrategia particular en un contexto problemático particular recuperar y desplegar esa estrategia en un contexto similar pero nuevo" (p.5).

García et al. (2015) corroboran que en estudios recientes se ha mostrado que la relación entre la autorregulación en el aprendizaje y los enfoques de aprendizaje asumidos por los estudiantes, esto es la intención expresada en las estrategias y procesos de aprendizaje, predice el rendimiento académico.

Por su parte, estos mismos autores señalan que Biggs (1987) y Kizilgunes, Tekkaya, y Sungur (2009) distinguen tres enfoques de aprendizaje: enfoque profundo donde se intenta integrar la nueva información con los conocimiento previos , pretendiendo llegar al significado de lo que se aprende; enfoque superficial que no es sino la memorización mecánica de la información; y enfoque de logro, donde el estudiante únicamente trataría de hacer uso efectivo del espacio y el tiempo con el que cuenta para maximizar los resultados del aprendizaje.

Los profesores, no sólo de matemáticas, pretendemos se logre el empleo de un enfoque de aprendizaje profundo, y por ello, seguimos algunas sugerencias propuestas que surgen de lo indicado, por ejemplo, por Biggs (1987, citado por García et al., 2015): fomentar procesos como la lectura comprensiva del problema o de la información y reflexionar acerca de lo leído.

Puesto que otro objetivo que se persigue particularmente con la enseñanza de las matemáticas es el desarrollo de pensamiento crítico, llama la atención la definición de lo que es el pensamiento crítico según Martínez (2006, citado por Lai, 2011): "evaluar ideas por su calidad, especialmente juzgar si tienen sentido o no". Además, esta autora refiere que "Kuhn (1999) equipara el pensamiento crítico con la metacognición" así como "Hennessey (1999) "identifica una lista de habilidades metacognitivas que son bastante similares a las habilidades comúnmente incluidas en las definiciones de pensamiento crítico"

Algunas actividades específicas que autores como Roque et al. (2018) y Papaleontiou\_Louca (2003) han sugerido se realicen dentro del aula para el desarrollo de la metacognición, y por ende del pensamiento crítico, son: proponer actividades que fomenten la reflexión sobre el aprendizaje; utilizar metodologías y técnicas de aprendizaje activo; promover debates entre compañeros; promover la co-enseñanza y co-aprendizaje; plantear métodos de autoevaluación y coevaluación; dotar de estrategias y recursos para que el estudiante se conozca a sí mismo, sus características como aprendiz y sus posibilidades de desarrollo autónomo; así como, informar a los alumnos de la intención de cada tarea y actividad dentro del aula.

Sugerencias más específicas para la dinámica de clase son: hacer muchas preguntas y pedir que se respondan de viva voz; no dar respuesta inmediata a las preguntas que surjan sino aprovechar las mismas para hacer preguntas que los dirijan a que ellos mismos respondan; emplear actividades variadas y

ofrecer diferentes itinerarios; pedir a los alumnos que expliquen los procesos por los que llegaron a la solución de un problema o a la respuesta de una pregunta; emplear herramientas como portafolios o diarios de aprendizaje para que sean conscientes de todo su proceso de aprendizaje; pausar el ritmo del aula: dar tiempo a los alumnos para pensar y reflexionar.

Un autor que no podemos ignorar, debido a sus importantes aportaciones en el campo educativo, es Vygotsky (1986), quien, considerando la influencia del entorno social y cultural del alumno para lograr el aprendizaje, refiere lo importante que es reconocer el papel que juega el lenguaje en el desarrollo del pensamiento, en la mediación y la dirección de los esfuerzos cognitivos del individuo.; como también reconocer que la interacción social es la base sociocultural de la autorregulación, pues la interrogación y la regulación que se experimentan inicialmente en los entornos sociales con el tiempo se internalizan. En cuanto a la cuestión de cómo el individuo finalmente alcanza tanto la conciencia reflexiva (conocimiento sobre la cognición) como el control deliberado de su propia cognición (regulación de la cognición), este autor centra nuestra atención en la importancia de lograr que se desarrolle la auto - observación verbalizada, esto es la introspección.

## Desarrollo

Al impartir cursos de matemáticas en las disciplinas del área de Ciencias Sociales, nos encontramos con sujetos cuya área de estudio, en la mayoría de los casos, fue elegida por no tener “demasiadas” matemáticas; esto es, con sujetos a los que no les gustan los contenidos matemáticos ni tienen una motivación para su aprendizaje.

Esto genera diversos disfuncionamientos en el aprendizaje: preferencia de operación sobre el concepto, preferencia de práctica sobre la teoría y falta de dialéctica y pensamiento crítico; los más visibles. Esto se visibiliza con algunos indicadores como son: la copia de trabajos, tareas y exámenes; memorización de soluciones; alta reprobación de alumnos a diferentes niveles; y menos profesionistas de las áreas de ciencias sociales que aplican estas herramientas, o que las aplican, pero de manera incorrecta, en su quehacer profesional.

Como profesores de matemáticas, nuestra intención se concentra en cuatro objetivos específicos:

- a) Que los conceptos y la herramienta matemática sean comprendidos.
- b) Que las matemáticas sean usadas correctamente en el ámbito de las ciencias sociales.
- c) Que los aprendizajes alcanzados en esta disciplina sean significativos, esto es con sentido para el alumnado.
- d) Que, a partir de los aprendizajes comprendidos, utilizados y con significado para el estudiante, logre el desarrollo de pensamiento lógico y crítico.

## Estrategia aplicada

Antes de presentar la estrategia educativa aplicada, en este punto debemos señalar que el modelo educativo de la institución donde se ha implantado esta estrategia tiene un modelo educativo diferente al de la gran mayoría de las instituciones de educación superior. El llamado sistema modular establece programas académicos que se desarrollan en trimestres lectivos (11 semanas) y que, en el caso particular de la Licenciatura en Administración, constan de 4 partes que configuran un “módulo”. Las primeras tres partes son teoría administrativa, técnicas administrativas y matemáticas, cuyos contenidos deben confluir en la cuarta parte del módulo que consta de una investigación desarrollada en organizaciones reales. La estrategia que se establece para la enseñanza de las matemáticas debe entonces también considerar las necesidades marcadas por esta confluencia y el tiempo del trimestre lectivo.

Una ventaja con la que se cuenta en esta institución es el apoyo de una plataforma llamada Entorno Virtual de aprendizaje (ENVIA, actualmente en su versión 3.0) donde se han construido diversas aulas virtuales, que corresponden a las diferentes partes de cada módulo y las cuales no sólo constituyen repositorios de contenidos, sino espacios de trabajo donde se establecen actividades que permiten desarrollar de manera dinámica e interactiva cada módulo del plan de estudios.

En cuanto a los contenidos del programa de estudio referido a un segundo curso de Estadística, el cual forma parte del Módulo VII de la Licenciatura en Administración titulado “Gestión y control de organizaciones”, son básicamente 3 grandes temas los que se deben cubrir: 1) pruebas de hipótesis (de medias, proporciones, varianzas, de diferencia entre dos o más de cada una de estas medidas); 2) modelos de análisis de regresión simple y múltiple, y 3) modelos (básicos) de pronóstico con series de tiempo. Estos contenidos coinciden en su tiempo de presentación con el desarrollo de un plan y modelo de negocios para la creación de una nueva empresa, en la parte teórica del módulo, y con el estudio de contabilidad, en la parte de técnicas administrativas. La parte de investigación justo se refiere a todas las indagaciones y desarrollo de procesos relacionados con la creación de una nueva empresa.

Al asociar los contenidos matemáticos a este tipo de investigación, el interés se dirige a conocer el tamaño y características del mercado; conocer a la competencia; medir la aceptación del producto; pronosticar el precio de insumos, las ventas y los costos de producción; así como validar algunas pruebas de rentabilidad del negocio.

*Dinámica de clase:*

Inicia con la presentación del tema, motivado las más de las veces por un problema concreto al que se enfrentan los administradores al tomar decisiones. La intención es mostrar los conceptos antes que los procesos u operaciones. No se hacen demostraciones matemáticas, pero sí se apela a la comprensión de los conceptos, y de lo que significan los métodos y técnicas por aplicar, utilizando ejemplos del contexto administrativo o económico lo mismo que de la vida diaria. Este tipo de

ejemplos serán los que se plantean para confirmar la correcta aplicación del concepto, métodos y técnicas matemáticos, insistiendo en la interpretación no sólo de los datos para el planteamiento del modelo matemático, sino de los resultados generados por tal modelo en el contexto específico planteado.

Atendiendo a lo sugerido por los diversos autores, se incluyen en la dinámica de clases para promover el desarrollo de la metacognición: hacer muchas preguntas, si surgen preguntas de los estudiantes, dirigirlos a que ellos mismos encuentren la respuesta al hacerles más preguntas; generar actividades variadas y diferentes itinerarios; pedir que los alumnos expliquen los procesos por los que llegaron a la solución; invitar a que reflexionen sobre qué y cómo aprendieron; pausar el ritmo del aula; promover que el alumno comprenda el por qué cada tema se explica en cierta forma (Flavell, 1984; Vygotsky, 1986).

Se da importancia a la acción (Piaget, 1950) mediante la búsqueda de datos asociados con la investigación modular en curso, la elaboración de un trabajo de investigación individual sobre datos de interés propio, y la elaboración de un trabajo de investigación grupal para generar un reporte que sea útil a su investigación.

Los estímulos activantes (Fromm, 1974) que se proponen son presentar preguntas sobre situaciones de interés actual o hipotéticas sobre desarrollos futuros, pidiendo a los estudiantes opinen o propongan las preguntas y procesos factibles para generar respuestas al respecto, desde los conocimientos que están adquiriendo, pero para cuya respuesta deben buscar más información. Se agregan además algunos estímulos simples como: otorgar décimas de punto por su participación en clase; establecer algunas tareas no obligatorias pero que cuentan; premiar la participación y el compromiso adicional

Los diferentes estilos de aprendizaje (Canfield, 1980; Lane, 2000) se atienden con materiales y actividades de apoyo al estudio diversos.

Siguiendo las ideas de lo que propone Lefevre (1980) sobre lo que es la lógica dialéctica: siempre se llevan las técnicas y métodos matemáticos a la aplicación. Se empieza planteando un problema de la realidad o de investigación en el área administrativa y, de acuerdo con su análisis, se identifican los elementos primordiales que constituyen la situación, sus relaciones, y se eligen la metodología y técnicas matemáticas que pueden auxiliar en el modelado y análisis. Una vez trabajada matemáticamente la resolución del problema, se concluye dando interpretación de los resultados en el contexto específico que dio origen al planteamiento del problema a resolver. Esto es, se viaja de lo concreto a lo abstracto, de lo deductivo a lo inductivo; de lo práctico a lo teórico; de la realidad a la teoría; y viceversa, en un viaje continuo y repetido entre dos polos que provoca que surja el conocimiento y se fortalezca en cada prueba lógica, en cada constatación.

Sobre las formas de evaluación de los aprendizajes, se consideran exámenes con problemas puestos en contexto económico-administrativo, tareas, resolución en

clase de problemas, de manera individual pero también colectiva, cuestionarios sobre conceptos, participación, generación de materiales didácticos alternativos.

Los siguientes esquemas resumen lo dicho antes identificando el objetivo de las acciones y subrayando el proceso cíclico para lograrlo.

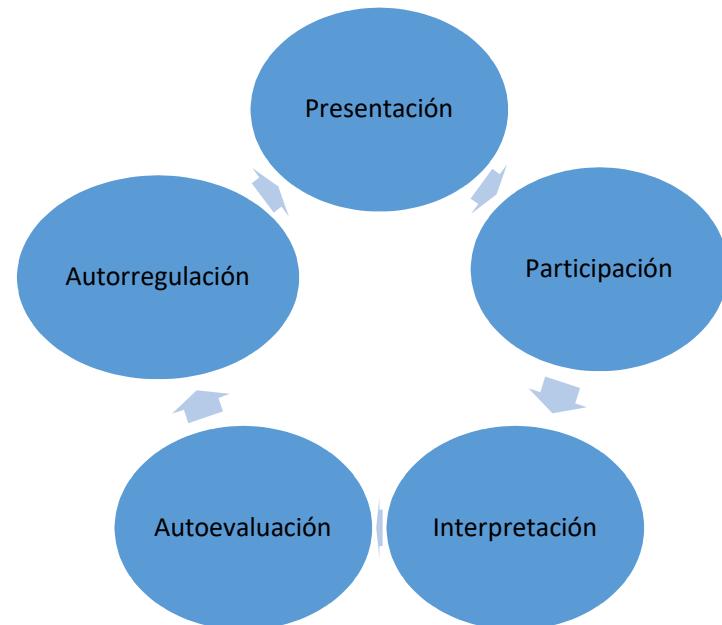


Figura 1.- Generación de un lenguaje propio



Figura 2.- Desarrollo de pensamiento crítico

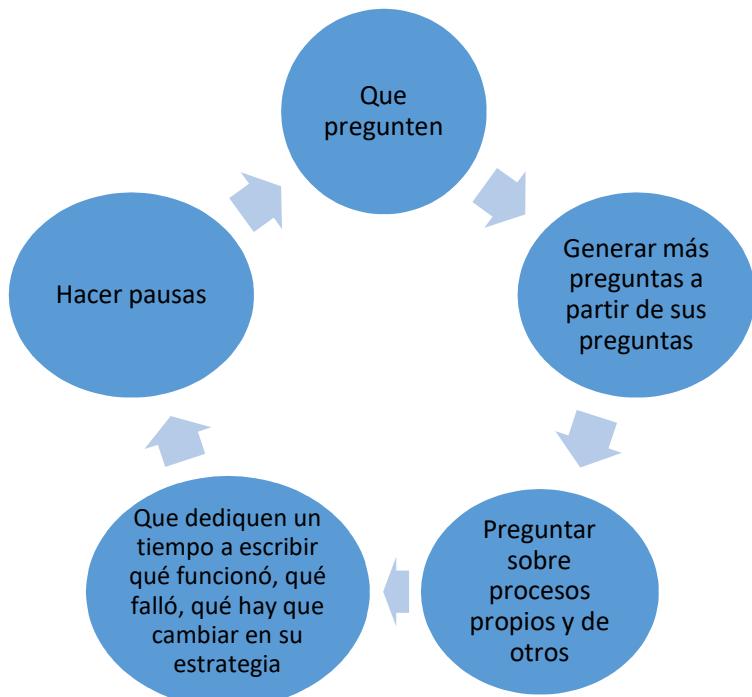


Figura 3.- Promover la reflexión

### Aprendizajes esperados

Como profesores de matemáticas, nuestra intención se concentra en cuatro objetivos específicos:

- 1) Que los conceptos y la herramienta matemática sean comprendidos.
- 2) Que las matemáticas sean usadas correctamente en el ámbito de las Ciencias Sociales.
- 3) Que los aprendizajes alcanzados en esta disciplina sean significativos, esto es con sentido para el estudiante.
- 4) Que, a partir de los aprendizajes comprendidos, utilizados y con significado para el estudiante, logre el desarrollo de pensamiento lógico.

Estos dos últimos, relacionados directamente con la estrategia propuesta.

## Resultados

Una reflexión final sobre el curso y el desempeño propio, que se solicita después de entregadas las calificaciones, así como posteriores charlas con los estudiantes que ya cursaron el módulo, dan cuenta de los resultados alcanzados con esta forma de impartir el curso de matemáticas a grupos de alumnos de la Licenciatura en Administración.

Algunos resultados observados y referidos por el mismo estudiante son: el autodescubrimiento de intereses y fortalezas; una mayor autoestima; la identificación de los aprendizajes, estrategias y compromiso propios; la valoración de las matemáticas por su relación con problemas del mundo real; el descubrir el gusto por las matemáticas.

Estos resultados nos permiten afirmar que el camino estratégico elegido es el correcto, aunque los resultados serían más firmes y se mantendrían a largo plazo si la estrategia se repitiera en los cursos posteriores, y también se estableciera desde cursos previos de matemáticas, no sólo a nivel superior sino desde la educación media superior.

## Referencias

- Burón, Javier. (s.f.) *Enseñar a aprender; Introducción a la metacognición.* / 7<sup>a</sup>. Edición / Universidad de Deusto. Instituto de Ciencias de la Educación. Ediciones Mensajero, S.A.U. Bilbao. (Recursos en Instrumentos Psico-pedagógicos).
- Colot Villarreal, Alicia (enero 2005). "Metacognición y educación". En *Revista de Filosofía*. Universidad Veracruzana. Colección Temas Selectos. ERGO, Nueva España. Xalapa-Veracruz, México.
- Fromm, Erich. (1975) *Anatomía de la destructividad humana*. Siglo XXI editores. ISBN: 978-968-23-0667-9
- García, Trinidad; Marisol Cueli, Celestino Rodríguez, Jennifer Krawec y Paloma González-Castro (2015) "Conocimiento y habilidades metacognitivas en estudiantes con un enfoque profundo de aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemáticos". En *Revista de Psicodidáctica*, 2015, 20(2), 209-226 ISSN: 1136-1034
- Lai, Emily R. (April 2011) *Metacognition: A Literature Review Research Report* Always Learning, Pearson.
- Lefebvre, Henri (1977). *Lógica formal. Lógica Dialéctica.* / 6<sup>a</sup>. Edición /Siglo XXI editores, S.A. México. 346 p.

- Mosquera G. Ingrid (2019) “Metacognición: promover el aprendizaje autónomo de los estudiantes” En *Educación* 28/10/2019
- Papaleontiou\_Louca, Eleonora (2003) “The Concept and Instruction of Metacognition”. En *Teacher Development*. ISSN 1366-4530. Volume 7 Number 1 2003, p.9 Editorial, 5
- Piaget, Jean (1950) *Introducción a la epistemología genética. 1. El pensamiento matemático*. Siglo XXI editores. México, D.F. ISBN: 978-968-23.00667-9
- Roque H. Yosbany, Pedro Ángel Valdivia Moral, Santiago Alonso García, María Luisa Zagalaz Sánchez (2018) “Metacognition and autonomous learning in higher Education” En *Educación Médica Superior*. 2018;32(4)
- Thenmozhi, C. “Models of Metacognition.” *Shanlax International Journal of Education*, vol. 7, no. 2, 2019, pp. 1-4

# Opinión de los alumnos de la carrera de Técnico en Energía Sustentable en cuanto a la educación híbrida y a distancia

Roríguez-Angeles María Guadalupe, César Hernández Cruz, Marco Antonio Cacerez Jimenez, Ilhui Montserrat Mireles Iglesias, Miriam Nájera Arellano, Daniela Martínez Ríos Academia de Química. CECYT11IPN. Ciudad de México, México.

## Resumen

La carrera de Técnico en Energía Sustentable (TES), es de reciente creación y su primera generación se encuentra cursando el sexto semestre. Esta generación de alumnos aprendió en la modalidad híbrida y no presencial o a distancia, durante la emergencia sanitaria debida a SARS-COV2, desde marzo del 2020, que llevó a la población al confinamiento, dando lugar a cambios en las modalidades educativas. El objetivo fue conocer la opinión de alumnos de sexto semestre de bachillerato de la carrera técnica de Energía Sustentable, del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No 11 Wilfrido Massieu (CECYT11) del IPN, sobre la educación no presencial e híbrida. Se encuestaron 35 alumnos de la carrera. El cuestionario fue de 30 preguntas: 29 de opción múltiple y 1 pregunta abierta. La modalidad no presencial es cómoda, ahorran tiempo y dinero, requieren retroalimentación por los maestros, algunos no disponen de computadora e internet óptimo. En la modalidad híbrida los alumnos e institución necesitan tener red de internet, tecnología y organización. En el IPN se busca que la educación le permita al estudiante desarrollar sus habilidades prácticas, mediante sesiones de laboratorio y talleres, en donde los alumnos pueden interactuar, formar equipos colaborativos de trabajo y aplicar sus conocimientos. En conclusión, por las razones antes citadas, los alumnos prefieren la educación presencial porque consideran aprenden mejor e interactúan con jóvenes de su edad. Proyecto SIP 20231909.

## Palabras clave

Palabras clave: e-learning, b-learning, educación a distancia, educación híbrida

## Introducción

La opinión de los alumnos es importante para la mejora continua de la calidad educativa y siendo la carrera de Técnico en Energía Sustentable de reciente creación, es importante conocer su opinión sobre los modelos educativos que la pandemia por COVID19, que el sistema educativo del país implementó para continuar las clases en México.

La carrera de TES surgió como una necesidad actual de obtener energía, sin contaminar el ambiente, a partir de la luz solar, entre otras energías limpias. Para ello es necesario contar con personal calificado para la operación, diseño y mantenimiento de parques ecológicos fotovoltaicos.

La primera generación de esta carrera técnica está por finalizar su preparación, que iniciaron en la pandemia, por ello experimentaron la educación no presencial e híbrida, al cual representó un reto para alumnos y maestros, por las condiciones del confinamiento, que trajo diversas emociones, dificultades técnicas y académicas para el aprendizaje y la enseñanza. Entre ellas los diferentes recursos para impartir y recibir clase, conectividad a internet, el conocimiento de las herramientas digitales, tanto por parte de profesores, como de los estudiantes, diferentes modalidades educativas, plataformas para enseñanza, comunicación y búsqueda de información. Por todo lo anterior era necesario conocer la opinión de los alumnos al respecto.

## Marco Teórico

Actualmente diversos países entre ellos México, están preocupados por los cambios ambientales, que se observan debidos al deterioro ambiental que la actividad cotidiana del hombre ha causado. Entre ellos gases de efecto invernadero (GEI) generados entre otras razones a la producción y uso de hidrocarburos como fuente de energía, por ello es necesario buscar otras alternativas que brinda la naturaleza. Por la situación geográfica de México, el país cuenta con diversas opciones de abastecimiento eléctrico, no sólo con el petróleo como fuente de energía. Las energías limpias como la eólica, solar, biomasa, hidráulica, mareomotriz, geotérmica, entre otras pueden ser desarrolladas mediante proyectos realizados en las comunidades en donde se requiere suministro eléctrico que no se interrumpa constantemente. Las empresas del país o extranjeras y el gobierno mexicano, pueden desarrollarlas y establecer parques ecológicos en donde se obtenga energía, se ayude al medio ambiente y permitan mitigar la producción GEI, además de fortalecer el derecho universal a la energía eléctrica, que representa un bien y servicio necesario para la sociedad y la economía del país (Salazar, et al. 2021).

El IPN es una institución rectora en ciencia y tecnología, que forma a la juventud para que propongan y participe en proyectos, entre ellos de abasto de energía, por ello, se creó la carrera de Técnico en Energía Sustentable (TES). Sus egresados deben estar preparados para la instalación, operación y mantenimiento de sistemas que generan, transforman y aprovechan las energías limpias, de fuentes naturales. Para ello, es necesario que apliquen sus conocimientos sobre eficiencia energética, que permite el incremento de la competitividad del sector público y privado del país. Esto se logra mediante la formación de profesionales que trabajen de manera interdisciplinaria tomando como referencia la normatividad ambiental y el desarrollo tecnológico de México y el mundo (CECYT11, s/f). La primera generación de TES ingresó al CECYT 11 en agosto del 2020, iniciando su educación técnica en la modalidad no presencial debido a la pandemia causada por COVID-19, posteriormente en enero de 2022 cuando principalmente, ya la población adulta y

jóvenes estaban vacunados, se retornó a las aulas bajo el modelo de educación híbrida. Por estas razones, la opinión de los alumnos es valiosa para contestar la pregunta ¿La educación no presencia e híbrida tuvieron ventajas o desventajas para los alumnos?

En la educación no presencial o a distancia, se requiere el uso de internet y se le llama e-learning, en esta modalidad educativa, el proceso de aprendizaje-enseñanza del alumno, la comunicación e interacción con los maestros y entre los alumnos, se realiza empleando diversas herramientas tecnológicas, como las plataformas educativas específicas y diversos medios, como video conferencias por medio de Zoom o Microsoft Teams, chat, correo electrónico, foros, redes sociales como Facebook, Twitter, WhatsApp, Instagram, por mencionar algunas. Para la educación no presencial se necesita tener conocimientos tecnológicos y de pedagógicas, además de conocer la disciplina, esto representa un reto para el docente. La educación no presencial requiere de material didáctico digital, que tiene impacto ambiental ni económico para los estudiantes; la conectividad a internet es importante para tener acceso a la información proporcionada por el profesor o para buscar información adicional en la red, dese una computadora, teléfono móvil o tableta; debe haber flexibilidad de número de usuarios y horario ya que puede ser trabajo asincrónico o síncrono; los alumnos pueden organizar mejor su tiempo para hacer trabajos, tareas o estudiar; esta modalidad educativa permite que personas que se encuentran lejos puedan trabajar en forma colaborativa formando equipos, comunicarse e interactuar (Gros, 2018; García, 2021).

En la experiencia de educación no presencial vivida en la pandemia, se identificó como necesidad para el proceso de enseñanza aprendizaje la creación de materiales dinámicos e interactivos para los alumnos o saber usar los que están disponibles en la red, porque el maestro debe tener presente que los alumnos conocen las nuevas tecnologías. Si bien antes de la pandemia los maestros habían recibido capacitación en el uso de las TIC, la pandemia dejó al descubierto que es necesario actualizarse en este tema o bien estar en capacitación continua, ya que la información y el desarrollo de las TIC avanza constantemente (Bárcena y Uribe, 2020).

Para la educación no presencial, los estudiantes deben saber buscar información en diversas fuentes, páginas de internet, libros, revistas, blogs, videos, procesar esta información, resumirla, transmitirla por diferentes medios a personas que se encuentran lejanas para trabajar en equipo de forma colaborativa, esto es poder gestionar la información.

Una vez desarrollado el esquema de vacunación de SARS-COV2 en los años 2021 y 2022, para la población mexicana y ya que se desarrolló la inmunidad, se estuvo en condiciones de retornar a las escuelas en un modelo educativo híbrido, conocido como b-learning, que combina la enseñanza presencial impartida por el profesor en el aula y las actividades de aprendizaje en línea, como tareas, revisión de videos, lecturas, entre otras (Lagos y Ceballos, 2020). La modalidad híbrida para el

aprendizaje tiene dos momentos, uno sincrónico y otro asincrónico, en el que los maestros deben incorporar las herramientas tecnológicas para reforzar y facilitar el aprendizaje de los alumnos.

### **Objetivo**

Conocer la opinión de los alumnos de sexto semestre de bachillerato de la primera generación de la carrera técnica de Energía Sustentable, del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No 11 Wilfrido Massieu (CECYT11) del IPN, sobre la educación no presencial e híbrida.

### **Metodología**

Se realizó una encuesta de opinión a 35 alumnos del nivel medio superior del sexto semestre del CECYT11, de la carrera de TES, del ciclo escolar 2022-2023.

El cuestionario fue de 30 preguntas: 29 de opción múltiple y 1 pregunta abierta. El cuestionario incluyó preguntas como: edad, género, dispositivo para comunicarse y para la clase, la conectividad a internet, medio más usado para comunicarse en el aprendizaje no presencial e híbrido. Para elaborar el cuestionario se consideraron algunas habilidades requeridas para la educación 4.0, el uso de la tecnología para el aprendizaje, así como los recursos y medios disponibles para el alumno. Se indagó la preferencia de los estudiantes para trabajar, individualmente o en equipo. Además, se preguntó si les agrada gestionar la información que requieren para su aprendizaje. Se investigó si sabían usar los medios digitales de comunicación para el aprendizaje. Las respuestas se resumen en tablas.

### **Resultados**

Los resultados mostraron que, de los alumnos encuestados 9 (25%) son hombres y 26 (75%) mujeres, cuya edad principalmente fue de 17 a 18 años.

De los alumnos encuestados 29 (83%) tuvieron computadora para su uso personal, 5 la compartían con toda la familia y uno no tenía computadora.

En cuanto a la conectividad de internet 21 (60%) dijeron tener buena conectividad en su casa, mientras que 22 (63%) expresaron que en la escuela el internet sólo algunas veces funciona.

La tabla 1 muestra las diferentes emociones que los estudiantes experimentaron en las modalidades de aprendizaje no presencial e híbrida.

Tabla 1. Emociones de los alumnos en las modalidades no presencial e híbrida.

<b>Emoción</b>	<b>Modalidad educativa</b>
Tristeza	No presencial
Aburrimiento	No presencial
Preocupación	No presencial
Desesperación	No presencial /híbrida
Alegría	Híbrida
Miedo	Híbrida
Frustración	Híbrida

En la modalidad no presencial sintieron tristeza, aburrimiento, preocupación y desesperación debido al confinamiento, sentirse solos, sin poder salir y socializar con jóvenes de su edad. La modalidad híbrida les causó alegría, por volver a socializar y convivir con jóvenes de su edad, pero a la vez desesperación, miedo y frustración porque desconocían esta modalidad de aprendizaje y además estaban conscientes de que no tenían suficientes conocimientos del curso anterior, para las diferentes materias que cursaron en la modalidad no presencial.

El tiempo que los alumnos encuestados dedicaron de lunes a viernes, a estudiar, hacer tareas y lectura, fue de 1-5 horas en promedio.

La tabla 2 indica los recursos tecnológicos usados por los estudiantes para su aprendizaje, aunque les cuesta trabajo, los logran usar.

Tabla 2. Recursos tecnológicos usados por los estudiantes en su aprendizaje.

Recurso tecnológico	Número de alumnos n = 35
WhatsApp	17
Facebook	9
Correo electrónico	4
Microsoft Teams	2
Videoconferencia	2
Classroom	1

En cuanto al dominio de los recursos tecnológicos usados por los alumnos para su aprendizaje, la tabla 2 muestra que principalmente fueron el WhatsApp, Facebook y correo electrónico, y no la videoconferencia, Classroom y Teams como se

esperaría, esto porque en el momento eran recursos nuevos de comunicación y enseñanza que se estaban empezando a conocer.

Las tablas 3 y 4 muestran lo que les agrado y desagrado en cada modalidad a los alumnos.

Tabla 3. Aspectos que agradan a los alumnos, en cada modalidad.

<b>No presencial</b>	<b>Híbrida</b>
Ahorro económico y de tiempo	El tiempo libre de una semana
Mayor comodidad	Ahorro de pasajes
Mejor manejo del tiempo	Asistir a laboratorios y talleres
Poder dormir	Conocer a maestros y compañeros de clase

Esta tabla indica que los aspectos que agradaron a los alumnos de la educación no presencial, fueron: el ahorro de tiempo y dinero, la comodidad y seguridad que representa el estar en casa, poder disponer de su tiempo para actividades escolares, personales y familiares, así como poder dormir más tiempo.

Mientras que la modalidad híbrida les gustó la semana de tiempo libre, al parecer no estuvieron conscientes que en esta semana debían estudiar, hacer tarea, leer y prepararse para las siguientes clases.

También les agrado el ahorro de dinero en los pasajes, asistir y aprender en laboratorios y talleres para conocer el material y equipo, así como adquirir habilidades y destrezas para su manejo, así como conocer e interactuar con los maestros y con jóvenes de su edad.

Tabla 4. Aspectos que desagradan a los alumnos, en cada modalidad.

<b>No presencial</b>	<b>Híbrida</b>
No pongo atención	Desorganización
Fallas de internet	Abandono de la sección que estaba a distancia
Falta responder dudas	Fallas de internet
Aburrimiento	No siempre se ve lo mismo

En la modalidad no presencial les desagradó que no ponían atención porque tenían diversos distractores en casa, las fallas en internet en su casa o en el equipo del maestro, insuficiente atención para resolver dudas por parte del maestro o porque tenían que esperar hasta la siguiente sesión, así como aburrimiento por estar aislados en el confinamiento.

Por otra parte, en la modalidad híbrida, percibieron desorganización en la escuela, falta de atención en la sección que estaba a distancia, esto debido a fallas en internet principalmente de la escuela, esto causó que no siempre se viera simultáneamente lo mismo en las dos secciones en que se dividió al grupo.

Entre las propuestas de mejora de los estudiantes, está la mayor organización de la escuela para la modalidad híbrida, capacitación de maestros y alumnos en las modalidades no presencial e híbrida, debido a que las consideran nuevas. Así como contar con internet más robusto en la escuela y grupos más pequeños.

## Conclusiones

Según la opinión de los alumnos, hay ventajas en la educación no presencial e híbrida, aún cuando prefieren la modalidad presencial.

Se fortaleció el aprendizaje autónomo en la modalidad no presencial.

Aprendieron nuevas herramientas de las TIC, también a gestionar e investigar más información en internet, en las modalidades no presencial e híbrida.

Contrario a lo que se cree, para algunos estudiantes sigue siendo difícil el manejo de las herramientas tecnológicas, para aplicarlas en su aprendizaje.

Por otra parte, los maestros deben de mejorar sus estrategias de enseñanza en las dos modalidades y diseñar materiales didácticos interactivos, que motiven e interesen a los alumnos, para que participen activamente en las clases.

## Referencias

Bárcena, A. y Uribe, C. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19. Informe CEPAL/OREALC -UNESCO. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45904/1/S2000510_es.pdf)

García, L. (2021). COVID-19 y educación a distancia digital: preconfinamiento, confinamiento y posconfinamiento. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 09-32.

Gros, B. (2018). La evolución del e-learning: del aula virtual a la red. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 69-82.

Programa académico/Técnico en Energía Sustentable. CECYT11. (s/f). Disponible en: <https://www.cecyt11.ipn.mx/oferta-educativa/ver-carrera.html?lg=es&id=54&nOMBRE=T%C3%A9cnico-en-Energ%C3%ADa-Sustentable>

Salazar, A., Rodríguez, J., Tejado, M., González, P., Soria, R. y Zagal, R. (2021). Guía para el fomento de las energías limpias. *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*. Ciudad de México.

# O Ensino sobre volatilidade, temperatura de ebulação e pressão de vapor, com a utilização da Ferramenta Metodológica Scratch para alunos com Transtorno do Espectro Autista

*Ricardo Henrique dos Reis Nascimento, Bianca Estrela Montemor Abdalla França Camargo, Alexssandro Ferreira da Silva, Ana Paula Kawabe de Lima Ferreira*

IFSP- Campus Jacareí, Jacareí, SP, Brasil

*[ricardo.h@aluno.ifsp.edu.br](mailto:ricardo.h@aluno.ifsp.edu.br), [bianca.montemor@aluno.ifsp.edu.br](mailto:bianca.montemor@aluno.ifsp.edu.br),  
[alexssandro.ferreira@ifsp.edu.br](mailto:alexssandro.ferreira@ifsp.edu.br), [ana.kawabe@ifsp.edu.br](mailto:ana.kawabe@ifsp.edu.br)*

## Resumen

A Inclusão de alunos com necessidades específicas nas salas regulares de ensino mostra que o trabalho a partir das diferenças, promove equidade educacional e conscientiza os alunos para uma formação cidadã. Apesar deste ser um direito de alunos neuroatípicos, seu processo de implementação ainda é muito deficitário. Para que esta inserção possa ser possível, é necessário que haja conscientização, capacitação, envolvimento de toda a comunidade escolar e o uso adequado de metodologias inovadoras, como, por exemplo, as metodologias computacionais. Tendo em consideração os fatos citados e o potencial da Ferramenta Scratch, o presente trabalho foi desenvolvido com o intuito de ensinar conceitos sobre volatilidade, temperatura de ebulação e pressão de vapor, aplicados aos conceitos abordados em Propriedades Coligativas, para alunos com Transtorno do Espectro Autista. Para o seu desenvolvimento utilizou-se programa gráfico para a construção de cenários externos e posteriormente houve a inserção de atores internos do próprio programa. Os conceitos foram ensinados com desenhos de frascos abertos e fechados, com ou sem manômetros, relacionando, primeiramente, a temperatura de ebulação de três líquidos, pertencentes ao cotidiano da aluna. Depois fez-se a inserção e relação entre a temperatura de ebulação e a volatilidade, posteriormente a relação entre a pressão máxima de vapor e a volatilidade, e por fim as três propriedades físico químicas foram analisadas conjuntamente. Toda a parte gráfica teórica e parte gráfica interativa foram animadas através da programação em blocos da plataforma Scratch. Posteriormente foram gravados os áudios explicativos, que facilitaram o processo de organização de ideias da aluna com Transtorno do Espectro Autista. Foram inseridas mensagens de incentivo à continuidade, sem reforçar palavras negativas como “erro”, até que fossem atingidos os objetivos propostos e frases positivas de comemoração com os acertos, que se mostraram

fatores essenciais para o aprendizado da aluna. O programa possui uma trava para que a aluna só prossiga no projeto, se acertar as questões propostas. A aluna foi capaz de compreender a relação entre os conceitos físico químicos citados anteriormente para o óleo, a água e a acetona. Após a compreensão destes conceitos foram gravados áudios pela aluna, mostrando sua interação e participação no projeto. Desta forma, o software se mostra uma ferramenta promissora para elaboração de materiais adaptados e aprimoramento de processos educacionais inclusivos.

### **Palabras clave**

Propriedades Coligativas. Transtorno do Espectro Autista. Ensino de Química. Scratch.

### **Introducción**

O Transtorno do Espectro Autista (TEA) possui uma gama de condições específicas, singularidades e diferentes níveis de presença nos indivíduos com TEA, portanto, não pode ser definido de forma única nem com uma única pessoa, é necessário levantar dados sobre as características predominantes em cada Indivíduo.

Como cada indivíduo com TEA possui características singulares, este projeto foi motivado pela reflexão sobre o atendimento especializado para uma aluna de nossa instituição. Como docente de um curso de Nível Médio, integrado ao Ensino Técnico em Informática, e percebendo que a metodologia de aulas remotas não atingia os objetivos esperados para essa aluna, iniciamos aulas individualizadas no Campus, para os alunos com necessidades específicas.

A ideia para a elaboração de material adaptado para alunos com TEA surgiu no ano de 2021, durante a pandemia de COVID-19, em uma dessas aulas individualizadas. Percebeu-se que as Tecnologias Computacionais facilitavam o aprendizado desta aluna, assim, em 2022 elaborou-se um projeto de Extensão que pudesse auxiliá-la na compreensão de conteúdos da disciplina de Química de forma lúdica e também propiciar oportunidade para um aluno do Curso Técnico Integrado em Informática, de nossa Instituição, aprimorar seus conhecimentos na área de programação, através do uso da plataforma Scratch.

O projeto foi iniciado em abril de 2022 com um aluno que desenvolvia a parte de programação e a aluna que mostrava as adaptações necessárias para seu aprendizado, além de possibilidades de adaptações para alunos com necessidades específicas semelhantes. Foram desenvolvidos, no ano de 2022, 4 projetos adaptados para alunos com TEA, envolvendo conceitos de Termoquímica, disponibilizados através do link: <https://scratch.mit.edu/studios/32785958>.

Devido aos ganhos educacionais com os projetos desenvolvidos, e divulgados nos meios científicos, sobre a temática Termoquímica, iniciou-se o

desenvolvimento de novos projetos para os conceitos envolvidos em propriedades coligativas. O primeiro projeto sobre propriedades coligativas, nomeado internamente de “PPD1”, está descrito neste trabalho.

Para o desenvolvimento do “PPD1” utilizamos o chemsketch para montagem dos desenhos das vidrarias, um programa gráfico para elaboração dos cenários e o programa Scratch para a montagem da programação, deixando assim o aprendizado lúdico e adaptado para alunos com TEA.

Esta aluna desenvolve toda a parte adaptativa e pesquisas sobre a Temática de Inclusão, assim, suas sugestões de adaptações são fundamentais para que o projeto tenha poucos estímulos visuais, um ensino paulatino de conteúdos, áudios adequados para a compreensão do conteúdo, ferramentas que propiciam a temporização, pois cada aluno tem seu tempo de aprendizado, dentre outras funcionalidades. Desta forma, o projeto tem alto potencial para diminuição das desigualdades sociais e formas de avanço na inclusão educacional.

### **Marco Teórico**

O processo de Inclusão educacional ainda é um processo muito deficitário. Segundo a pesquisa de Cruz (2022), para verificar a perspectiva do ensino de química para alunos com TEA, foi feita a busca por trabalhos científicos cuja temática envolvia o ensino de química e alunos com essa necessidade específica. Tendo como fatores de exclusão teses e dissertações e trabalhos que não relacionassem com o processo de ensino aprendizagem para alunos autistas com a química. A autora relata o estudo de apenas 5 trabalhos, sendo de 2016 a 2020, ou seja, além de deficitário, a inclusão é um processo recente em termos de pesquisa científica.

Segundo Araújo *et al.* (2016) foi realizado um estudo com um estudante autista e traçadas estratégias para seu aprendizado no que tange os conceitos de química. Os autores relatam a importância da experimentação no processo de ensino aprendizagem para esse aluno e a supervisão de licenciandos em química auxiliando neste processo. Estes licenciandos desenvolveram também, atividades pedagógicas sobre ligações químicas, separação de misturas, funções inorgânicas e soluções. Foi observado que nessas atividades o aluno demonstrou maior interesse, habilidade e participação, comparado às aulas expositivas.

Segundo Schenemann *et al.* (2016), foi analisada a ficha de um aluno autista por estudantes do PIBID e desenvolvida uma adaptação no plano de aula da componente curricular de química. Como estratégias metodológicas os autores utilizaram a contação de histórias relacionando ambientes poluídos e não poluídos. A adaptação do plano de aula permitiu que os licenciandos conhecessem as dificuldades e desafios para o processo de inclusão nas aulas de Química.

Cunha e Assis (2020) abordaram a temática “alimentos” para desenvolver os conceitos sobre transformações da matéria, relacionadas aos 5 sentidos. Abordaram assuntos como: tipos de alimentos e suas características, formas de conservação e preparação, aulas práticas, produção de adubo orgânico. Este trabalho mostrou a importância de atividades sensoriais e sua relação com os conceitos científicos para alunos com TEA.

Silva *et al.* (2020) propuseram a construção de uma tabela periódica adaptada, utilizando EVAs coloridos e abordando as cores com relações específicas do aprendizado (laranja e amarelo, para promoção de sociabilidade; azul, para a promoção da comunicação verbal; branco para elementos com baixa atividade). As autoras relatam que a tabela periódica desenvolvida sobre conceitos adaptativos ainda não foi utilizada por nenhum aluno com TEA.

Segundo Cavalcante e Oliveira (2020) a inclusão ainda é pouco discutida no espaço educacional, portanto, torna-se algo urgente a ser trabalhado, e em se tratando do TEA, há muito alunos com essa necessidade específica e um setor despreparado para receber esse público. A química é um ramo da ciência com poucas publicações envolvendo estudos para alunos com TEA, evidenciando a falta de corpo docente preparado para lidar com esse público. Desta forma há duas necessidades urgentes: adaptar o ensino e capacitar os profissionais envolvidos neste processo. A autora ainda relata que métodos que podem ser utilizados para tal fim é o desenvolvimento de materiais didáticos, como os jogos.

Um dos meios para obter êxito nesse processo pode ser o uso de ferramentas computacionais que proporcionem um aprendizado significativo, neste sentido, a pesquisa de Bezerra (2021) mostra que o scratch é uma ferramenta potencial, pois apresenta os conteúdos de forma divertida, mas para isso é necessário que a escola busque novas metodologias de ensino, incentive e propicie a capacitação profissional.

Assim, o presente projeto aliou a necessidade de inclusão de uma aluna autista do campus, ao processo de ensino aprendizagem na disciplina de química. A participação de um aluno desenvolvendo a programação dos jogos e desta aluna no projeto de Extensão e Ensino, contribui para a comunidade com o desenvolvimento de materiais adaptados sobre o ensino de química, para alunos autistas e para o processo de ensino aprendizagem da aluna.

## **Metodología**

Os cenários foram desenvolvidos em programa gráfico e as figuras das vidrarias utilizadas foram obtidas a partir do programa chemsketch. Posteriormente estes cenários foram inseridos no programa Scratch e animados através da programação em blocos.

Foram criados 1 cenário e 22 atores, com suas respectivas fantasias: slides, botão próximo, botão anterior, possibilidades de resposta, ícone de som e 3 avatares (professora, aluna e aluno).

Para gravação dos áudios foi elaborado um roteiro de falas dos avatares, e posteriormente a programação em blocos, tornando o projeto um jogo interativo e pedagógico, para o ensino de conceitos físico químicos, envolvendo propriedades coligativas. O projeto foi adaptado por uma aluna com TEA, nível de suporte 1 e essas adaptações foram inseridas no projeto e visualizadas pela aluna novamente, tal processo foi repetido até que o projeto estivesse o mais adaptado possível.

## Resultados

O projeto trabalha com a parte inicial do ensino das propriedades coligativas, através da utilização da plataforma scratch. Nele estão descritas as variáveis volatilidade, temperatura de ebulição, pressão máxima de vapor e suas relações.

A Figura 1 apresenta uma demonstração de pressão máxima de vapor, de três líquidos diferentes, contidas em bêqueres fechados. Esses líquidos evaporam com o decorrer do tempo, gerando um vapor que exerce pressão sobre o líquido e sobre as paredes dos frascos. A pressão máxima de vapor das substâncias pode ser medida através dos manômetros que são ilustrados na imagem. A variação de tempo é indicada na figura pelo relógio disposto ao lado esquerdo dos bêqueres, e a variação do líquido e formação de vapor é indicada pela variação do volume nos frascos antes, à esquerda e depois, à direita. Uma das adaptações sugeridas pela aluna com TEA foi a inserção da legenda “DIREITA” e “ESQUERDA” para fazer referência às citações feitas na explicação auditiva do slide (“bêqueres da esquerda” e “bêqueres da direita”).

Outra solicitação de adaptação da aluna foi a temporização da parte explicativa e da parte de desenvolvimento, assim o exercício só aparece após toda a explicação ser concluída e compreendida pela aluna. Este processo auxilia a aluna a focar nas partes importantes, no seu devido tempo. A Figura 1a) contém a parte explicativa do conteúdo e à figura 1b) foi adicionado o exercício através do clique no botão próximo.

Na figura 1b) a parte explicativa foi mantida para servir como base de análise para o desenvolvimento do exercício. O enunciado foi colocado bem abaixo da explicação, para demonstrar a distinção dos elementos. Abaixo do enunciado há três opções de respostas, essa delimitação de possibilidades auxilia o processo cognitivo de alunos com TEA. As opções de respostas são as substâncias contidas nos bêqueres, mantendo-se, portanto, a mesma sequência e cores das substâncias.

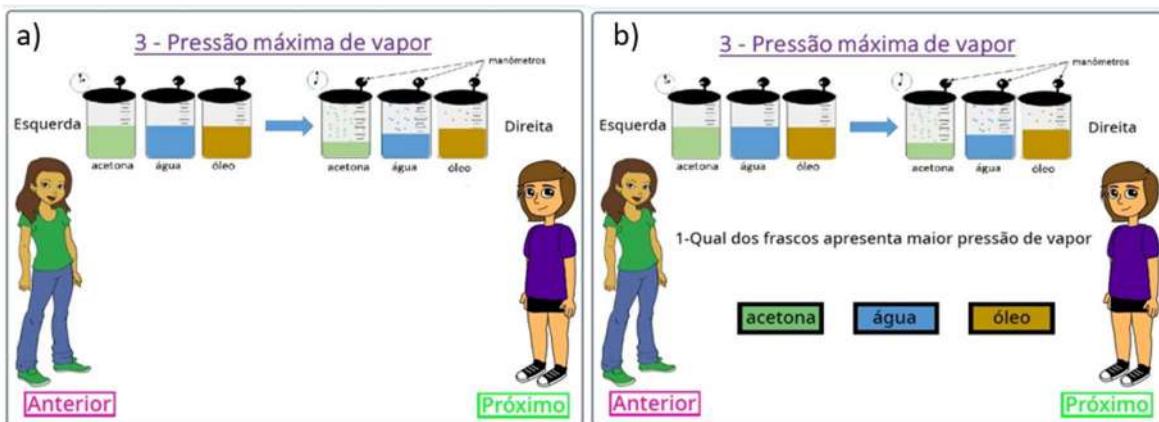


Figura 1. Explanação do conceito Pressão Máxima de Vapor a) explanação b) explanação e desenvolvimento.

Todas as opções funcionam como botões, e ao serem clicadas sua cor escurece indicando que aquela opção está selecionada. Após fazer a seleção o usuário precisa clicar no botão “próximo”, para enviar a avaliação. Se acertar o exercício, poderá prosseguir, caso contrário, precisará fazer nova tentativa. Se o usuário desejar, também poderá clicar no botão anterior e ouvir novamente a explanação do conteúdo e da questão.

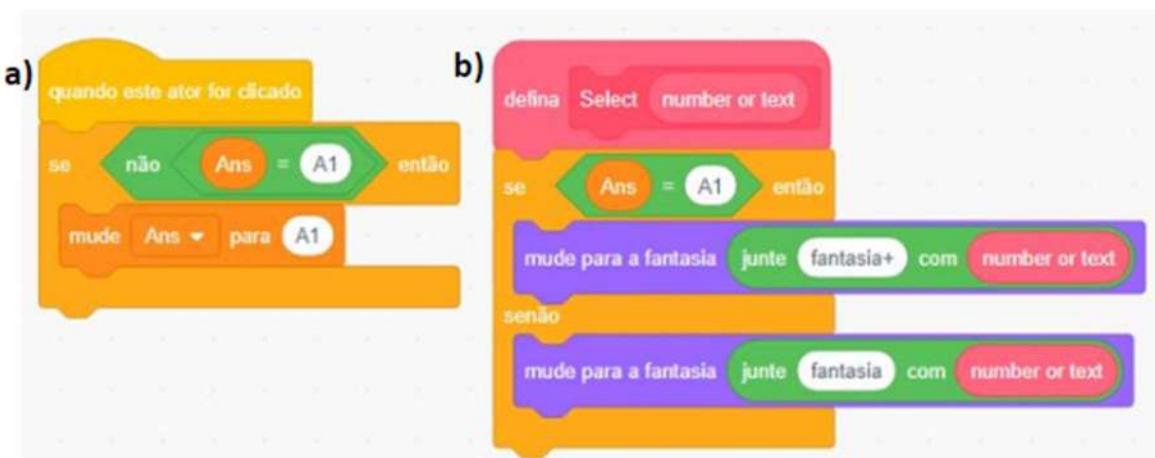


Figura 2. Codificação das opções de resposta. a) código para identificação da resposta do usuário b) alteração da cor da opção escolhida como resposta

A Figura 2 apresenta a codificação em blocos desenvolvida para as opções de resposta em exercícios de múltipla escolha. Para esta análise foi utilizada a primeira opção dos exercícios, porém as outras opções seguem o mesmo padrão, modificando apenas o “A1”, para “A2”, “A3” e assim por diante. Na Figura 2a) é apresentado o código que faz a alteração da resposta do usuário. Quando o usuário clicar no ator “resposta 1”, caso esta resposta não esteja selecionada, a codificação

indicará sua seleção. Na figura 2b) está representada a codificação que escurece a opção escolhida, indicando ao usuário qual foi sua seleção, antes de enviar a resposta final para avaliação. Esta funcionalidade auxilia a aluna com TEA, indicando qual resposta está selecionada.

Como forma de adaptação inclusiva, as telas contendo exercícios avaliativos foram divididas em três estágios diferentes. Os cenários eram compostos por parte explicativa do conceito, enunciado de uma questão e as possibilidades de respostas. Assim, para cada estágio havia uma programação específica.

Na Figura 3 está apresentado o primeiro estágio. A Figura 3a) mostra a interface visual e a figura 3b) a codificação. Na figura 3b) primeiramente é indicado na codificação que o primeiro estágio não é uma questão, em qual slide o usuário se encontra (“PaginaAtual”) e em qual cenário o usuário se encontra (“N\_Quest”). Posteriormente é transmitido o “Enunciado”, que explica o conceito “líquidos diferentes”. Enquanto o usuário ouve o áudio explicativo pode analisar a figura, que contém seis bêqueres; à esquerda o estado inicial e à direita o estado final, que por estarem abertos, tiveram seus volumes de líquidos diminuídos pelo processo de evaporação.

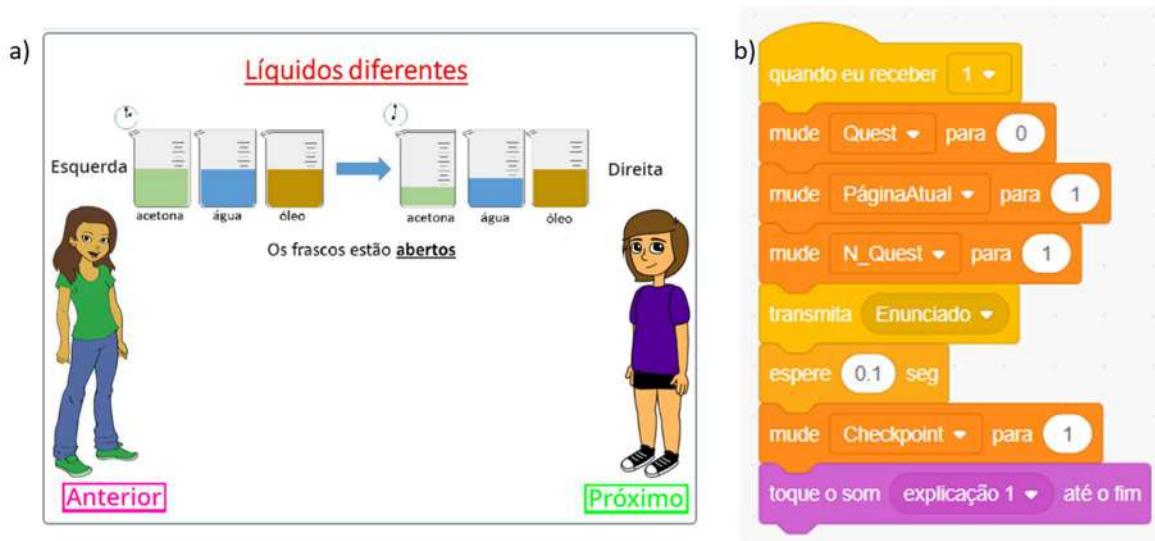


Figura 3. Primeiro estágio do cenário contendo questão avaliativa a) imagem b) codificação.

Na Figura 4 está apresentado o segundo estágio. A Figura 4a) mostra a interface visual, onde ocorreu o acréscimo do enunciado da questão e das suas possibilidades de respostas, e a figura 4b) a codificação. Neste estágio é explanado o enunciado e as opções de respostas através de um áudio. Na parte inicial da codificação é indicado que o segundo estágio não é uma questão, em qual slide o usuário se encontra (“PaginaAtual”) e em qual cenário o usuário se encontra (“N\_Quest”). Ao transmitir “próximo” o programa vai para o 3º estágio, onde é possível responder à questão avaliativa.

```

when I receive [2]
  change [Quest v] to [0]
  change [PáginaAtual v] to [2]
  change [N_Quest v] to [1]
  broadcast [Enunciado v]
  wait [0.1] seconds
  change [Checkpoint v] to [1]
  play sound [questão 1 v] until end
  broadcast [Próximo v]
end

```

Figura 4. Segundo estágio do cenário contendo questão avaliativa a) imagem b) codificação.

Na Figura 5 está apresentado o terceiro estágio. A Figura 5a), idêntica à figura 4a), mostra a interface visual deste estágio, e a figura 5b) a codificação. Neste estágio o usuário pode escolher uma das opções de resposta. Na parte inicial da codificação é indicado que o terceiro estágio é uma questão, em qual slide o usuário se encontra (“PaginaAtual”) e em qual cenário o usuário se encontra (“N\_Quest”).

```

when I receive [3]
  change [Quest v] to [1]
  change [PáginaAtual v] to [3]
  change [N_Quest v] to [1]
  broadcast [Enunciado v]
  wait [0.1] seconds
  change [Checkpoint v] to [1]
end

```

Figura 5. Terceiro estágio do cenário contendo questão avaliativa a) imagem b) codificação.

O projeto inclui também cenários explanando os conceitos: evaporação de líquidos diferentes, temperatura de ebulação, volatilidade e pressão máxima de vapor e como todas essas variáveis estão relacionados com o processo de

evaporação. Cada um dos conceitos é explanado de forma separada e cada cenário que o usuário avança, é inserida a relação com o conceito anterior. Ao final, todos os conceitos estão relacionados conjuntamente, através de uma tabela, que será abordada em um próximo trabalho.

## Conclusiones

Durante a execução das atividades, as interações da aluna com TEA demonstraram que o projeto foi adaptado para atender suas necessidades.

A delimitação das possibilidades de resposta para os exercícios direciona o pensamento da aluna, pois disponibiliza apenas três “atores” para identificar um como verdadeiro, impedindo o pensamento evasivo, que pode gerar a desconcentração da aluna.

A divisão dos cenários em três estágios ajuda a direcionar o foco apenas ao que está mostrado no slide, para o entendimento da explicação, para o enunciado e só no 3º estágio a aluna pode escolher uma das opções.

A presença dos botões próximo e anterior auxiliam na temporização, assim qualquer usuário pode desenvolver o projeto no seu tempo específico, retornando os slides quando achar necessário, ou progredindo ao compreender a tela em questão.

A participação da aluna com essa necessidade específica no projeto foi de fundamental importância para realização das adaptações, tornando-o promissor para auxiliar outras pessoas com necessidades específicas semelhantes, além de propiciar um processo educacional inclusivo, podendo ser utilizado de forma efetiva para alunos neurotípicos ou neurodivergentes, difundindo valores sociais e a criação de meios efetivos para combater a discriminação.

Assim, o Scrath se mostrou uma ferramenta metodológica promissora para o auxílio do processo de ensino aprendizagem da aluna com TEA, atendendo suas necessidades específicas, através de um projeto adaptado e utilização de uma ferramenta metodológica computacional. Permitindo assim o desenvolvimento de outros materiais com o objetivo de atender a demanda de inclusão na sociedade.

## Referencias

Araújo, A. C. F., de Oliveira Félix, M. E., da Silva, E. S., de Medeiros, I. G., e de Carvalho, C. M. A. (2016, novembro). Intervenção do PIBID /QUÍMICA/UEPB/CAPES no estudo da Química em um educando com TEA. In: II CINTED – Congresso Internacional de Educação Inclusiva e II Jornada Chilena Brasileira de educação Inclusiva. (p. 1-6), Campina Grande, PB, Brasil. Disponível

em:

[https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO\\_EV060\\_MD4\\_SA16\\_ID1739\\_13102016150046.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/cintedi/2016/TRABALHO_EV060_MD4_SA16_ID1739_13102016150046.pdf) Acesso em 05 abril 2023.

Bezerra, C. L. (2021). Revisão de literatura sobre o uso do scratch no ensino de Química. (Monografia de Pós-graduação). Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina, PE, Brasil. Disponível em: <https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/860> Acesso em 14 abril 2023.

Cavalcante, F. I. P.; Oliveira, R.S. (2019). O ensino de química para alunos com autismo. In Anais VI CONEDU (p. 1-5), Campina Grande, PB, Brasil. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61370> Acesso em: 21 abril 2023

Cruz, W. F. da. (2022). Perspectiva inclusiva no ensino de química para alunos com Transtorno do Espectro Autista: desafios e possibilidades. (Trabalho de Conclusão do Curso - Licenciatura em Química). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Anápolis, GO, Brasil. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/1454> Acesso em: 12 abr. 2023.

Cunha, M. B. M., Assis, I. A. (2020). Ensino de Conceitos Científicos para inclusão de estudantes autistas. In Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco). (p. 1), Recife, PE, Brasil. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/245339.pdf> Acesso em: 12 abril 2023

Schenemann, G., Freiberger, M.T., Zahrebelnei, F., Oliveira, J.R.D. Mocelim, T. F. C., Souza, L.B.P., Maciel, J.M. (2016, julho). Inclusão de alunos autistas: Adaptação de Plano de Aula de Química. In XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). (p. 1), Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0586-1.pdf> Acesso em: 12 abril 2023

Silva, M. L. Da; Silva, M. T. S.; Oliveira, I. T. de. (2020) Ensino Inclusivo de Química: Uma Proposta da Tabela Periódica para os autistas. In Anais do 20º Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ Pernambuco). (p. 1), Recife, PE, Brasil. Disponível em: <https://even3.blob.core.windows.net/anais/240628.pdf> Acesso em: 12 abril 2023

# Una propuesta para el análisis del contenido de diarios de clases durante la Formación Docente Inicial

*Tatiana Pujol-Cols<sup>1</sup>, Guillermo Cutrera<sup>1</sup> y María Basilisa García<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Departamento de Educación Científica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales,

Universidad Nacional de Mar del Plata

*tati.pccls@gmail.com*

## Resumen

En este trabajo se ejemplifica la evaluación del análisis del contenido de los diarios de clase elaborados por un futuro profesor de química utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD). Se realizó un estudio de tipo cualitativo e interpretativo centrado en el análisis de tres diarios correspondientes a diferentes instancias durante la planificación e implementación de un simulacro de clase. En el caso analizado la mayor cantidad de vías de cambios fueron identificadas en uno de los diarios cuyas consignas habían sido pensadas en función del modelo. Por otra parte, en su análisis, el residente privilegió, con frecuencias diferentes, diferentes instancias de mediación entre dominios. Los resultados encontrados reflejan que el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente representa un dispositivo potencialmente relevante para el análisis del contenido de los diarios de clases. Finalmente se discuten las proyecciones de este estudio para la formación docente inicial.

**PALABRAS CLAVE:** Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente; Diario de Clases, Formación docente inicial.

## Objetivo

Ejemplificar una propuesta para el análisis de la escritura de diarios de clase durante la instancia de Residencia Docente utilizando el Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente.

## Marco teórico

La escritura es tanto producto cultural posee tiene dos dimensiones (Ahmed and Karunakaran, 2013). La primera dimensión considera la escritura como un sistema de almacenamiento de información y conocimiento para ser recuperado. La

escritura, en cuanto a la segunda dimensión, es un instrumento para pensar. De acuerdo con esta última dimensión, la escritura es un proceso de pensamiento en el cual se aúnan palabras para transmitir las ideas y emociones de la persona.

La escritura reflexiva, a diferencia de otros tipos de escritura, es más abierta, cuestionadora y exploratoria; plantea preguntas en lugar de responderlas y permite la exploración de conexiones entre las ideas encontradas en el curso y la experiencia del escritor (Crème 2005). Varios estudios han demostrado la importancia de emplear la reflexión en el proceso de aprendizaje para brindar a los estudiantes la oportunidad de pensar profundamente (Bruno & Dell'Aversana, 2017; Cheng & Chan, 2019). En particular, durante la formación docente inicial, al alentar a los estudiantes a pensar profundamente sobre sus propias acciones y experiencias y las de sus compañeros, la escritura reflexiva puede ayudar a desarrollar a los estudiantes tanto personal como profesionalmente (Schön, 1983). En este sentido, consideramos que la escritura como mediación en la formación docente puede constituir una oportunidad para activar la sistematización de una actitud reflexiva sobre las propias vivencias de las prácticas.

El presente trabajo se inscribe en la importancia de promover, en futuros profesores, instancias formativas tendientes a sistematizar prácticas reflexivas. En este contexto, adquiere importancia la evaluación del contenido de los análisis realizados por los practicantes como parte del proceso a efectos de retroalimentar instancias que favorezcan prácticas reflexivas sobre las prácticas de enseñanza (Hirmas Ready, 2014). En este estudio exploramos la escritura como mediación en la formación docente inicial, centrando la atención en una modalidad para su evaluación en términos de favorecer prácticas de retroalimentaciones futuras a los futuros profesores. Recuperamos un modelo de desarrollo profesional -Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente – como dispositivo para evaluar el contenido del análisis de un futuro profesor sobre su práctica, durante el inicio de su Residencia Docente.

### **Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente**

El Modelo Interconectado de Crecimiento Profesional Docente (MICPD), diseñado por Clarke y Hoolingsworth (2002) ha sido empleado en diversas investigaciones, pero se conoce poco de los detalles de su aplicación y de cómo implementarlo concretamente para el caso de estudiantes que cursan asignaturas del profesorado. En el presente trabajo recurrimos al MICPD para analizar el contenido de los diarios de clases elaborados por un estudiante durante la instancia formativa correspondiente a la primera parte de la Residencia Docente. El modelo describe el universo docente mediante cuatro dominios que interactúan entre sí: el Dominio Personal (DP), conformado por los conocimientos, creencias y actitudes de los docentes; el Dominio Externo (DE) conformado por una fuente externa de información o estímulo; el Dominio de la Práctica (DPr), que involucra la

experimentación profesional y el Dominio de la Consecuencia (DC), conformado por resultados destacados relacionados con la práctica en el aula.

El modelo presentado es un instrumento que permite describir y analizar el crecimiento profesional de los docentes en términos de vías de cambio dentro de los dominios descritos a través de dos mecanismos específicos: la promulgación y la reflexión. El modelo considera que se produce una vía de cambio cuando un cambio en un dominio produce un cambio en otro mediante un proceso de promulgación o reflexión.

La reflexión se refiere al conjunto de actividades mentales realizadas para construir o reconstruir experiencias, problemas, conocimientos o percepciones (van Woerkom, 2003). La promulgación es la puesta en acción de una idea, creencia o práctica y refiere a algo que un docente hace o dice como resultado de lo que el docente sabe, cree o ha experimentado (Clarke & Hollingsworth, 2002). En este contexto recuperamos la importancia del diario de clase para explicitar instancias de promulgación y/o reflexión. Concebido como un documento personal y autobiográfico el diario es un dispositivo formativo que favorece la indagación sobre el pensamiento del docente permitiendo la valoración de las acciones mediante el análisis de las prácticas (Zabalza, 1991).

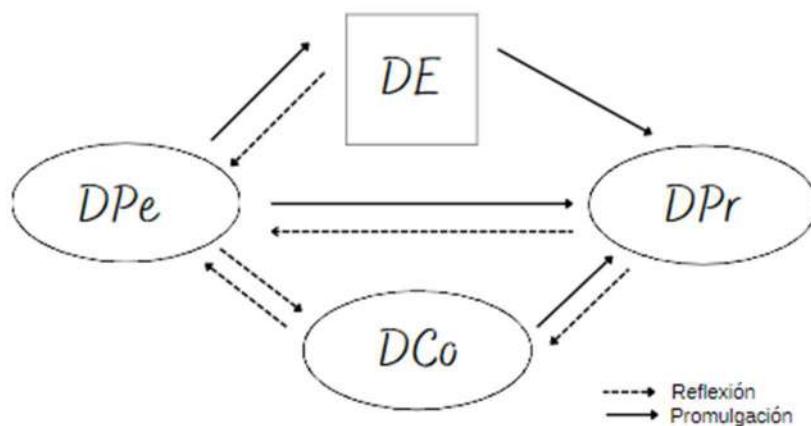


Figura 1. Dominios propuestos por el modelo interconectado de desarrollo profesional docente y relaciones entre ellos. Referencias: DPe: Dominio Personal, DE: Dominio Externo, DPr: Dominio de la Práctica, DCo: Dominio de la Consecuencia. Fuente: adaptado de Clarke y Hollinsworth (2002).

### **El simulacro de clases y su relevancia en la formación docente inicial**

En este contexto, referiremos como ‘simulacro de clases’ en forma análoga a lo que Anijovich (2009) entiende por ‘microclase’, es decir, a un procedimiento de entrenamiento cuyo objetivo es que el profesor observe, en una situación controlada, su modo de actuar. En otras palabras, se trata de una práctica de enseñanza desarrollada durante la formación inicial llevada a cabo en un tiempo breve, con un pequeño grupo de alumnos (en una situación de laboratorio, en

general con sus propios compañeros en el rol de alumnos), con el fin de desarrollar habilidades específicas (también llamadas microelementos), como, por ejemplo, aprender a usar el pizarrón de manera organizada acompañando la exposición, conducir un interrogatorio didáctico (Anijovich et al., 2009, p. 120). Con respecto a la relevancia de la implementación de simulacros en la formación profesional, el simulacro se propone como un dispositivo que posibilita construir instancias formativas superadoras de aquellas que tradicionalmente ha prevalecido en la formación docente (Fabbi, Lescano & Palacios, 2013); su importancia se ha recuperado en términos de promover el desarrollo de prácticas reflexivas sobre las acciones de enseñanza y en tal sentido, como un espacio formativo que anticipa el desempeño docente en el contexto de la residencia propiamente dicha (Guirado, Laudadío y Mazzitelli, 2016).

## **Desarrollo**

### **Metodología**

Desde un enfoque cualitativo, se realizó un estudio de caso descriptivo en un estudiante que se encontraba cursando la primera parte de la residencia docente en un Profesorado Universitario en Química en la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Durante esta instancia formativa, el futuro profesor desarrolla una aproximación a las prácticas de aula propiamente dichas, ante pares y profesores, sosteniendo así, en forma gradual y acompañada, la inserción en el escenario de la práctica.

Entre las actividades desarrolladas en esta asignatura, los estudiantes realizan simulacros de clase y diarios de clase, respondiendo una serie de preguntas orientadoras.

Para el presente análisis se seleccionaron tres diarios de clases, elaborados por un futuro profesor y correspondientes a tres etapas distintas de la elaboración del simulacro de clase

- Diario 1: planificación inicial del simulacro de clase
- Diario 2: Adaptación de la planificación del simulacro de clase para las características de un curso real específico
- Diario 3: Reflexiones del estudiante posterior a la implementación del simulacro de clase.

La elaboración de cada uno de estos diarios fue guiada por preguntas orientadoras proporcionadas por los docentes de la asignatura. La pretensión de estas preguntas fue guiar a los estudiantes en el contenido de sus análisis sin circunscribir a ellas el alcance de los mismos.

Siguiendo la propuesta de otros investigadores, como Wongsopawiro, Zwart y van Driel (2016), subdividimos los dominios del MICPD según nuestro interés de estudio, considerando las creencias, conocimiento y actitudes propias del estudiante como pertenecientes al Dominio Personal, la planificación e implementación de una

microclase como perteneciente al Dominio de la Práctica y los materiales aportados por la cátedra como perteneciente al Dominio Externo.

En la tabla I se detallan las vinculaciones posibles entre los dominios tenidos en cuenta, para cada una de ellas, los criterios establecidos para considerar la relación que se evidencia. Tales criterios fueron traducidos y adaptados de la propuesta de Justi y van Driel (2006).

<b>Dominios involucrados</b>	<b>Reflexión (R) o Promulgación (P)</b>	<b>Criterio considerado para evidenciar la relación</b>
DPe al DE	P	Cuando un aspecto específico de las concepciones o conocimientos iniciales del estudiante influenció en lo que dijo o hizo durante las actividades de aprendizaje que participó. Cuando el estudiante manifiesta algo en consecuencia de una actividad específica.
DPe al DPr	P	Cuando un aspecto específico de la cognición o concepciones del estudiante influenció en algo que ocurrió durante una práctica de enseñanza
DE al DPr	P	Cuando algo que sucedió durante las actividades de aprendizaje influenció en lo que ocurrió en la práctica de enseñanza del estudiante
DC al DPr	P	Cuando un resultado específico en la práctica de enseñanza del estudiante hizo que considere cómo la modificaría en el futuro o en el momento mismo de la práctica
DE al DPe	R	Cuando sucedió algo durante las actividades de aprendizaje que modificó las concepciones o conocimientos iniciales del estudiante.
DPr al DPe	R	Cuando algo que el estudiante hizo en una práctica de enseñanza produjo una modificación en su cognición o concepciones, previo a los resultados en el aula
DPr al DC	R	Cuando el estudiante advirtió y reflexionó sobre algo que hizo o que sucedió durante una práctica de enseñanza que produjo resultados específicos, por ejemplo: aprendizaje logrado, gestión de aula, motivación en alumnos, evolución de los alumnos
DC al DPe	R	Cuando el estudiante reflexionó sobre un resultado específico durante una práctica de enseñanza, lo cual produjo un cambio en algún aspecto específico de sus conocimientos o concepciones iniciales, o cuando una reflexión evaluativa sobre los resultados llevó a un cambio en la cognición
DPe al DC	R	Cuando un aspecto específico de la cognición del estudiante le ayudó a reflexionar al analizar un resultado específico obtenido en una práctica de enseñanza

Tabla I. Criterios para establecer las relaciones entre los Dominios. Fuente: adaptado de Justi y van Driel, 2006.

## Resultados:

El análisis de los datos permitió reconocer promulgaciones y reflexiones entre los dominios del MICPD para los tres diarios de clases analizados e identificados como diario 1 (D1), diario 2 (D2) y diario 3 (D3). Las frecuencias de citas para cada una de las relaciones entre Dominios presentaron diferencias entre cada uno de los Diarios elaborados. En el primero de estos diarios el análisis del practicante solo vincula los Dominios Personal y Externo; en el segundo diario, en su análisis, solamente vincula los Dominios Externo y de la pre-Práctica, mientras en que el tercer diario, relaciona el Dominio Personal con el Dominios de las Consecuencias y con el Dominio de la Práctica; el Dominio de la Práctica con el Dominio de los resultados esperados (Dominio de las Consecuencias) y el Dominio Externo con el Dominio de la Práctica. Por otra parte, las mediaciones entre los Dominios relacionados incluyeron, en términos generales, tanto promulgaciones como reflexiones –para las relaciones entre Dominios que admiten ambas mediaciones. Una primera lectura nos indica la mayor cantidad de vías de cambio se evidenciaron en el D3, correspondiente a la instancia reflexiva posterior a la realización del simulacro de clase frente a sus docentes y pares. Por otro lado, es notoriamente escasa la aparición de vías de cambio en los D1 y D2. Estas diferentes frecuencias de codificación para las vías de cambio se expresan, además, en las diferencias entre las frecuencias asociadas a las reflexiones ( $n= 7$ ) y promulgaciones ( $n=18$ ). En la Tabla II se pueden observar algunos ejemplos de las promulgaciones y reflexiones identificadas.

Tipo de relación y Dominios involucrados	Reflexión (R) o Promulgación (P)	Ejemplo de relación identificada	Diario
DE-DPe	R	"Intentaría realizar modificaciones para acercarse a un modelo de cambio conceptual. Trabajaría sobre el contexto histórico y también sobre cómo afecta lo desarrollado en la clase en cuestiones prácticas de la actualidad para que los estudiantes puedan contextualizarlo".	1
DPe-DE	P	"Mi rol como docente en las actividades que planteé sería como una Instrucción dirigida".	1
DPe-DE	P	"Para corroborar si los estudiantes están aprendiendo en un inciso solicité que realicen un texto acerca de las cosas que trabajaron durante la clase y también que den respuestas antes y después de la visualización de un video para que puedan contrastar sus respuestas".	1

DE-DPr	P	"A partir de esta observación modificaría la actividad en la que tienen que utilizar una tic por la conectividad a wifi dentro del aula. Por lo que observé tienen una buena predisposición a las actividades lúdicas".	2
DE-DPr	P	A partir de lo trabajado en clase podría buscar distintas alternativas de respuestas a la pregunta inicial además de la que voy a utilizar como iniciador para trabajar sobre la desnaturalización de proteínas.	2
DE-DPr	P	"Para implementarlo utilice la indagación de ideas previas, el uso de textos, un juego mediante una TIC y la recomendación de mis compañeras en el foro".	3
DC-DPr	P	"Modificaría la actividad número 1 de indagación de ideas previas ya que llevó demasiado tiempo realizar".	3
DPr-DC	R	"Respecto a la transposición didáctica para fundamentar mejor la estructura del pelo debería utilizar el pizarrón para graficar los enlaces que se dan entre las moléculas".	3
DC-DPe	R	"Lo que más dudas me generó luego del simulacro es la utilización del pizarrón y la manera de que los estudiantes puedan asentar en sus actividades y en la carpeta los temas que se trabajaron de manera oral".	3
DPe-DC	R	"Considero que los estudiantes al plantear distintas respuestas, realizan un trabajo cognitivo que favorece el aprendizaje significativo".	3

Tabla II. Algunos ejemplos de las vías de cambio identificadas en los Diarios 1, 2 y 3. Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

La propuesta de análisis de los diarios de clase presentada en este trabajo permite avanzar en una lectura de las potencialidades, escasamente indagadas de este dispositivo, al identificar vías de cambio desde diferentes dominios que pueden interpelar al conocimiento personal. Por un lado, el MICPD, al explicitar dominios de actuación, permite diferenciar entre contextos potencialmente relacionados con el conocimiento personal. Por otra parte, y explicitados estos contextos, permite reconocer vías de cambios que involucran al conocimiento personal de los estudiantes. Pensar este modelo para analizar la trayectoria de estudiantes en las instancias formativas pertenecientes a la Residencia Docente, exige de adaptaciones a las especificidades propias de cada uno de los contextos en los que se desarrolla. En el caso de este trabajo, en particular, requirió un ajuste en las relaciones de la promulgación DE-DPr al incorporarse la etapa de planificación del simulacro de clase.

Al posibilitar un análisis de las mediaciones entre diferentes dominios, desde los cuales tal conocimiento puede ser interpelado, esta lectura permite a los formadores

diseñar dispositivos que promuevan la escritura reflexiva involucrando los diferentes Dominios que se vinculan al personal. Bajo la hipótesis de que las vías de cambio entre dominios pueden promover el desarrollo del conocimiento profesional este análisis, por ejemplo, puede ser utilizado para desarrollar un dispositivo formativo que aumente las vías de cambios presentes hacia el conocimiento personal, y/o pensar alternativas que promuevan la incorporación de vías no trabajadas. Los resultados presentados en este trabajo evidencian que la falta de diversidad –tanto en cantidad como en variedad- de relaciones entre dominios y tipos de mediación podrían ser mejoradas guiando la escritura del diario a partir de criterios que la promuevan. La prevalencia de promulgaciones es un indicador de una modalidad de escritura no reflexiva que, si bien posee relevancia en las instancias de análisis de las prácticas, debería ser ampliada a través de la presencia de modalidades reflexivas. Así, sería esperable que las frecuencias de estas últimas fueran predominantes en el contenido de los diarios y, en esta demanda, se inscribe el desafío para los formadores durante la Residencia. Considerando las dificultades encontradas, en diferentes investigaciones, para la elaboración de reflexiones de parte de futuros profesores (Zulfikar y Mujiburrahman, 2018; Lindroth, 2015) se impone la relevancia de guiar la elaboración del análisis en los textos escritos. En este trabajo, las preguntas propuestas permitieron evidenciar las diferentes modalidades de mediación entre Dominios; sin embargo, en la medida en el que el estudiante privilegió centrar su análisis en estas preguntas, limitó la frecuencia de relaciones entre Dominios. Aumentar estas frecuencias permitiría avanzar en una mayor extensión del análisis, al introducir diferentes temáticas vinculadas al trabajo didáctico durante el simulacro. La formulación de una guía, a través de preguntas, tiene la pretensión de andamiar a los estudiantes en la elaboración de sus análisis que, conforme avancen en la elaboración de sus diarios, sea gradualmente retirado.

## Referencias

- Anijovich, R., Capelletti, G., Mora, S. y Sabelli, M. J. (2009). *Transitar la formación pedagógica. Dispositivos y estrategias*. Buenos Aires, Argentina: Paidós.
- Ahmed, Z., & Karanajaran, T. (2013). Teaching writing: An analysis if the writing tasks used at East West University in Bangkadesh Language in India, 13 (3). 103-117.
- Bruno, A., & Dell'Aversana, G. (2017). Reflective practice for psychology students: The use of reflective journal feedback in higher education. *Psychology Learning and Teaching*, 16(2), 248–260.
- Cheng, M. W. T., & Chan, C. K. Y. (2019). An experimental test: Using rubrics for reflective writing to develop reflection. *Studies in Educational Evaluation*, 61, 176–182.
- Crème, P. (2005). Should student learning journals be Assessed ? *Assessment and Evaluation in higher education*, 30(3), 287-296

- Clarke, D. y Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18, 947-967.
- Fabbi, M. V., Lescano, M. y Palacios, A. (2013). Una aproximación a la microclase como dispositivo para la formación de profesores. V Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología XX Jornadas de Investigación Noveno Encuentro de Investigadores en Psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Guirado, A. M., Laudadio, M. J. y Mazzitelli, C. A. (2016). Reflexión sobre la autopercepción y de Química para mejorar su práctica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 28, 39-47
- Hirmas Ready, C. (2014). Tensiones y desafíos para pensar el cambio en la formación práctica de futuros profesores. *Estudios Pedagógicos* (Valdivia), 40(ESPECIAL), 127-143.
- Lindroth, J. T. (2015). "Reflective journals: A review of the literature." *Update: Applications of Research in Music Education* 34(1): 66-72.
- Schön, D. A. (1983). *The reflective practitioner*. New York,
- Van Driel, J. H. y Berry, A. (2012). Teacher Professional Development Focusing on Pedagogical Content Knowledge. *Educational Researcher*, 41(1), 26-28.
- Van Woerkom, M. (2003). Critical reflection at work: bridging individual and organizational learning. University of Twente.
- Wongsopawiro, D. S., Zwart, R. C., y van Driel, J. H. (2016). Identifying pathways of teachers' PCK development. *Teachers and Teaching*, 23(2), 191-210.
- Zabalza M. A. (1991). Los diarios de clase. Documento para estudiar cualitativamente los dilemas prácticos de los profesores. PPU: Barcelona.
- Zulfikar, T. y Mujiburrahman (2018). "Understanding own teaching: becoming reflective teachers through reflective journals." *Reflective Practice* 19(1): 1-13.

# Exploración del concepto de convergencia en probabilidad

Ramón Sebastián Salat Figols<sup>1</sup>

Departamento de Matemáticas, ESFM-IPN, Ciudad de México, México

[rssalat@ipn.mx](mailto:rssalat@ipn.mx)

<sup>1</sup> Becario de EDD y SIBE de COFAA.

## Resumen

El objetivo del trabajo es evaluar el uso de diferentes representaciones por parte del alumno, para explorar el concepto de convergencia en probabilidad. Se aplicó un cuestionario sobre dicho concepto para observar las dificultades que tienen los alumnos, para trabajar con diferentes representaciones, para pasar de una representación a otra y para realizar transformaciones dentro de una representación. El concepto de convergencia en probabilidad es fundamental para interpretar los resultados en procesos de simulación de Montecarlo y el uso de diferentes representaciones es indispensable para la adquisición del concepto.

## Palabras clave

Registros de representación, convergencia en probabilidad, simulación de Montecarlo.

## Introducción

En Simulación de Montecarlo el concepto de aproximación es diferente al que se utiliza, por ejemplo, en Análisis Numérico. En Análisis Numérico, se pretende aproximarse a algún valor  $a$ , a través de una sucesión de números  $a_1, a_2, a_3, \dots$ , obtenidos por medio de algún algoritmo; para caracterizar la aproximación se usa el concepto de convergencia de sucesiones tal y como se enseña en los cursos de Cálculo. En Simulación de Montecarlo, se pretende estimar el valor esperado de alguna variable aleatoria  $X$ , a partir de los valores de una sucesión de variables aleatorias  $X_1, X_2, X_3, \dots$ ; en este caso, el concepto de aproximación es que la probabilidad de que  $|X_n - E(X)| > \varepsilon$  converge a cero cuando  $n$  tiende a infinito, para cualquier  $\varepsilon$  positivo.

El uso de la representación gráfica es muy útil para distinguir la diferencia entre ambos conceptos. Dado que los estudiantes del curso de Simulación I, que se imparte en la Escuela Superior de Física y Matemáticas, se encuentran en el séptimo semestre, se espera que hayan desarrollado habilidades para realizar operaciones de transformación y conversión en registros de representación. El

objetivo de este trabajo es realizar una evaluación preliminar acerca de hasta qué punto han desarrollado dichas habilidades. Este objetivo es importante porque en el curso de Simulación I, es indispensable entender el concepto de convergencia en probabilidad y porque el uso de registros de representación es una condición indispensable para entender dicho concepto.

Para lograr el objetivo, se diseñó un cuestionario para evaluar el uso de registros de representación por parte del alumno en torno al concepto de convergencia en probabilidad y se analizan los resultados.

## Marco Teórico

Para empezar a explicar el marco teórico se cita una párrafo de Raymond Duval: *"The analysis of knowledge should not only consider the nature of objects studied, but also the way the objects are presented to us and how we can access them on our own"* (Duval, 2017). No es suficiente en el aula, presentar los conceptos matemáticos a través de definiciones y teoremas que justifiquen la verosimilitud de las afirmaciones desde un punto de vista lógico, sino que es necesario analizar las formas en que este conocimiento se presentan, desde un punto de vista psicológico.

El marco teórico de este trabajo se basa en la teoría de representaciones de Raymond Duval (Duval, 2017). A diferencia de otras ramas del conocimiento, en matemáticas, los objetos de estudio solo existen en la mente del hombre; por esta razón, para acceder a ellos, es necesario el uso de representaciones. Pero el concepto matemático, debe trascender a las mismas representaciones para que no se confunda con alguna de ellas. Por lo tanto, es indispensable utilizar varias representaciones del objeto. Durante los procesos cognitivos será necesario modificar una representación, mediante operaciones de transformación, que sigan las reglas que le son propias al registro de representación. Y también serán necesarias operaciones de conversión, entre registros de representación.

Es a través de estas acciones que los conceptos adquieren significado para el estudiante. En este sentido, la teoría de la actividad dentro de un contexto socio cultural, juega un papel importante en la explicación de los procesos cognitivos (Vygotsky, 1995; Cole, 1999).

Algunas representaciones pueden ser más afortunadas que otras para acceder a ciertos conceptos específicos. Por ejemplo, se ha estudiado cuáles son las representaciones más apropiadas para enseñar conceptos de Probabilidad y Estadística a nivel elemental (Milinković y Radanović, 2021).

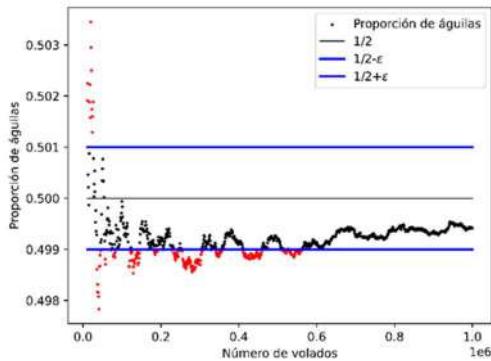
El paso de una representación a otra, o sea, la realización de operaciones de conversión, es importante en la formación del estudiante (Mainali, 2021).

## Metodología

Se aplicó un cuestionario de 8 preguntas a un grupo de 35 alumnos del curso de Simulación I, que se imparte en la Escuela Superior de Física y Matemáticas en la carrera de Ingeniería Matemática, con la finalidad de evaluar actividades de transformación y conversión sobre registros de representación. El cuestionario se aplicó el primer día de clase, con una explicación previa de una gráfica, alrededor de la cual, giran las preguntas. El objetivo de aplicar el cuestionario es el de obtener información acerca de hasta qué punto los estudiantes usan las operaciones de transformación y conversión de registros de representación.

## Cuestionario

La siguiente figura muestra una gráfica de la proporción de águilas que se obtienen al lanzar una moneda al aire contra el número de lanzamientos (observe que el número de lanzamientos que aparecen en el eje X debe multiplicarse por  $10^6$ ).



Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Qué ocurre con la gráfica cuando el número de volados es grande, en relación con la franja?
2. La afirmación, “Para un número de volados suficientemente grande, siempre puede lograrse que la gráfica quede dentro de la franja” Es verdadera o falsa.
3. Sus respuestas a 1 y 2, ¿Cambian al cambiar el valor de épsilon?
4. Describa analíticamente la condición para que un punto  $(x, y)$  pertenezca a la franja de la gráfica que está entre las rectas  $y = 0.5 - \varepsilon$  y  $y = 0.5 + \varepsilon$ .
5. Considere a la variable aleatoria  $X_i = \begin{cases} 1 & \text{si el } i\text{-ésimo volado es águila} \\ 0 & \text{si el } i\text{-ésimo volado es sol} \end{cases}$  y suponga que la probabilidad de obtener águila es  $1/2$ . Calcule el valor esperado y la varianza de  $X_i$ .

6. Considere a la variable aleatoria  $\bar{X}_n = \frac{x_1+x_2+\dots+x_n}{n}$ . Exprese en palabras que significa la variable  $\bar{X}_n$ . ¿Qué distribución de probabilidad tiene  $\bar{X}_n$  para  $n$  grande? ¿Con qué media y con qué desviación estándar?
7. Suponga que se realizan 1000 volados. ¿Cuál es la probabilidad de que el punto caiga fuera de la franja?
8. Responda la pregunta anterior si se realizan 1000,000 de volados.

## Resultados

En la tabla I se muestra el número de respuestas correctas, así como el porcentaje respectivo, para cada uno de los reactivos.

Tabla I. Respuestas al cuestionario.

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8
Número de respuestas correctas	33	14	23	19	8	10	1	1
Porcentaje de respuestas correctas	94	40	66	54	23	29	3	3

A continuación, Figura 1, se muestra una representación gráfica de la tabla I.

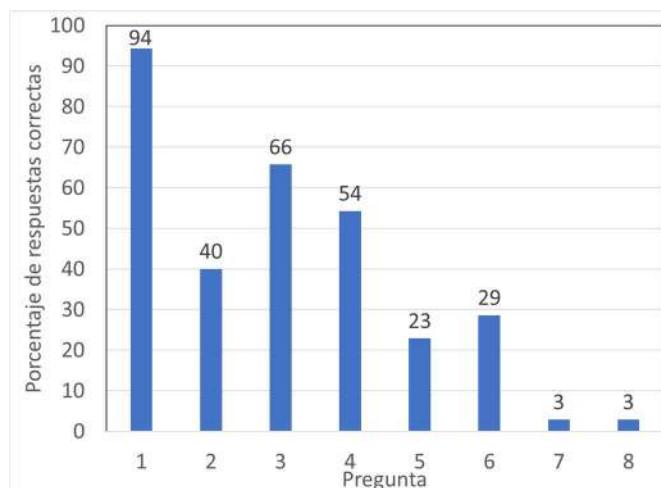


Figura 1. Porcentajes de respuesta a los reactivos del cuestionario.

La pregunta 1 resultó sencilla para los estudiantes, dado que, en la representación gráfica, es más o menos obvia la respuesta.

La pregunta 2 resultó difícil para los estudiantes, porque la representación gráfica no es una representación idónea para responder a la pregunta.

La pregunta 4 fue respondida correctamente por alrededor de la mitad de alumnos, lo cual refleja dificultades en la realización de operaciones de conversión entre las representaciones gráfica y analítica.

Las preguntas 5, 6 ,7 y 8 tuvieron una tasa baja de respuesta correcta por dificultades en operaciones de transformación dentro del registro analítico; en parte esta dificultad se debe a la falta de conocimientos de Probabilidad y Estadística y a dificultades en las operaciones de transformación en el registro analítico.

## Conclusiones

Es necesario fortalecer el uso de diferentes representaciones durante el proceso de formación del estudiante, así como las operaciones de transformación y conversión dentro y entre los registros de representación.

Durante el uso de diferentes registros de representación hay que considerar la idoneidad de cada uno de ellos con respecto a propósitos específicos.

Es necesario fortalecer la formación de los estudiantes en los conceptos básicos de Probabilidad y Estadística, promoviendo su uso (necesario) en diversas materias.

Se constató que los estudiantes tienen dificultades para entender argumentos que usen lenguaje natural.

## Referencias

- Raymond Duval, R. (2017). *Understanding the Mathematical Way of Thinking – The Registers of Semiotic Representation*. Springer.
- Vygotsky, Lev. (1995). *Pensamiento y lenguaje*. Barcelona: Paidós, 1995.
- Cole, Michael (1999). *Psicología cultural*. Madrid: Morata.
- Milinković, Jamina; Radanović, Ivica (2021). Probability and Statistics—Teaching Driven by representation. *The Teaching of Mathematics*, 24(1), 12-35.
- Mainali, B. (2021). Representation in teaching and learning mathematics. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 9(1), 1-21. <https://doi.org/10.46328/ijemst.1111>.



**Del 25 al 27 de abril de 2023**

## **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](http://www.esfm.ipn.mx)