

DSCIENCE

REVISTA ACADEMICA



24
06



Portada

Aurora Pinzón Arzola

Comité Editorial

Directora:

Aurora Pinzón Arzola

Integrantes:

Gemma Pérez Cuellar

César Solano Cabrera

Coordinadores

Sección Ciencia

Gemma Pérez Cuellar

Sección Varios

Katia Natalí Núñez Guía

Sección de Diseño

Aurora Pinzón Arzola

Medios y Comunicación

Aurora Pinzón Arzola



Staff

Aurora Pinzón Arzola

Gemma Elizabeth Pérez Cuellar

César Osvaldo Solano Cabrera

Katia Natalí Núñez Guía

Luis Alberto Torres Luna

Laura Judith Muñoz Arrona

Carlos Pinedo Guadarrama

María José García Padilla

Alejandra Ordoñez Mondragón

Sara Eugenia Camacho Miller

Lorena Michelle Botello Villanueva

Mariana Elizabeth Barajas Cerrillo

Angela Guadalupe García López

Lorena Michelle Botello Villanueva

Ana Valeria Arellano Rosales

DsClence

Es una publicación realizada por miembros de la comunidad de la División de Ciencias e Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, dedicada a reunir artículos y escritos de interés académico.

Publicamos textos basados en investigaciones, así como también sobre temas en torno a la divulgación científica, entretenimiento, proyectos artísticos y de cultura popular.



DsClence



@revistadci



@revistadscience



revista_dci@outlook.com

DSCIENCE

CONTENIDO

01. ¿Y lo Clásico?

Un análisis más minucioso permitirá al interesado comprender que la Teoría de la Relatividad, así como la Física Cuántica, coinciden con las formulaciones clásicas al considerar el límite clásico.

05. 100 Quantums Dijeron...

Acompáñanos a entender cómo los estudiantes de carreras STEM perciben la física cuántica, realizamos entrevistas a alumnos de diferentes niveles, desde el primer año hasta estudios avanzados.

08. Sobre la Naturaleza de la Luz. El Efecto Fotoeléctrico.

¿Qué es la luz? ¿Cuáles su naturaleza? ¿Cómo interactúa la radiación con la materia? Esta la historia sobre el comienzo de una nueva física, la física cuántica.

15. El Relámpago no Viaja en el Tiempo: La Ciencia tras Flash

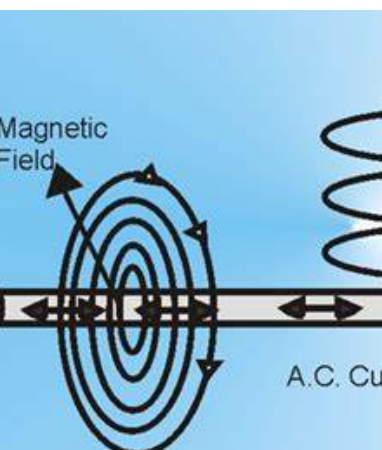
Flash es una película icónica para todos los fanáticos de los súperhéroes de DC comics, así que en este artículo se pondrá detrás del lente de la lupa de la física para a conocer la ciencia y la verdadera posibilidad detrás de los súper poderes que tiene.

24. La Revolución Médica a través de la Física de Partículas

Actualmente la investigación en física fundamental y la medicina forman una fructífera alianza que ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías y sus aplicaciones han revolucionado el tratamiento y diagnóstico de enfermedades complejas como el cáncer.

26. Interpretaciones de la Mecánica Cuántica

El extraordinario éxito de la mecánica cuántica en términos de sus predicciones es indiscutible, sin embargo, la búsqueda de una interpretación adecuada sigue siendo relevante, dado su impacto potencial en la formulación e interpretación de otras teorías contemporáneas como las teorías cuánticas de la gravedad o los modelos de partículas elementales.



30.

Estudios de Física Cuántica y Gravedad Cuántica en DCI

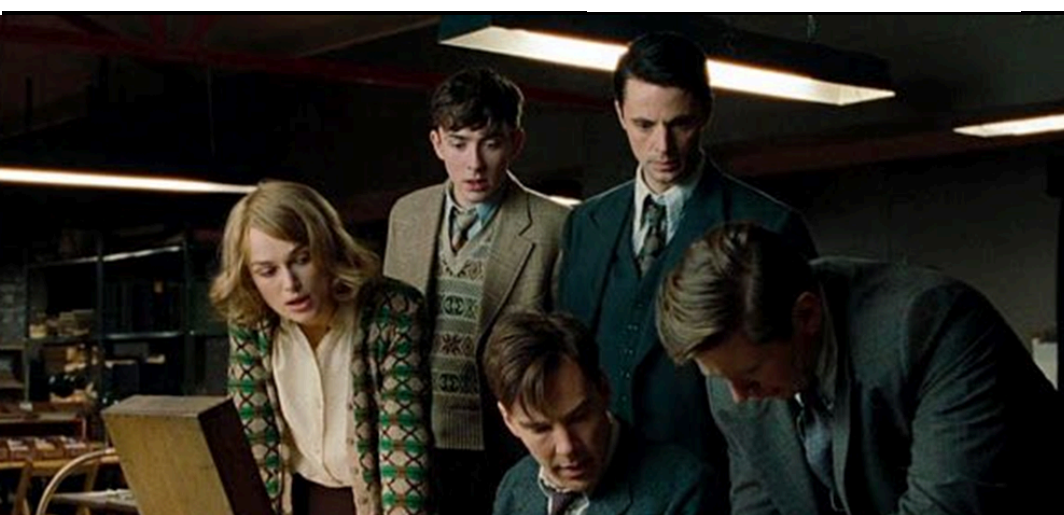
Algunos miembros de la comunidad estudiantil de la DCI nos comparten un poco sobre ellos y sobre su trabajo de investigación, orientado al área de física cuántica y estudios de gravedad cuántica.

39.

El Código Enigma: El Inicio de la Computación

El código Enigma es una película dirigida por Morten Tyldum, protagonizada por Benedict Cumberbatch como Alan Turing, el matemático británico que creó una máquina para descifrar los códigos nazis durante la Segunda Guerra Mundial.

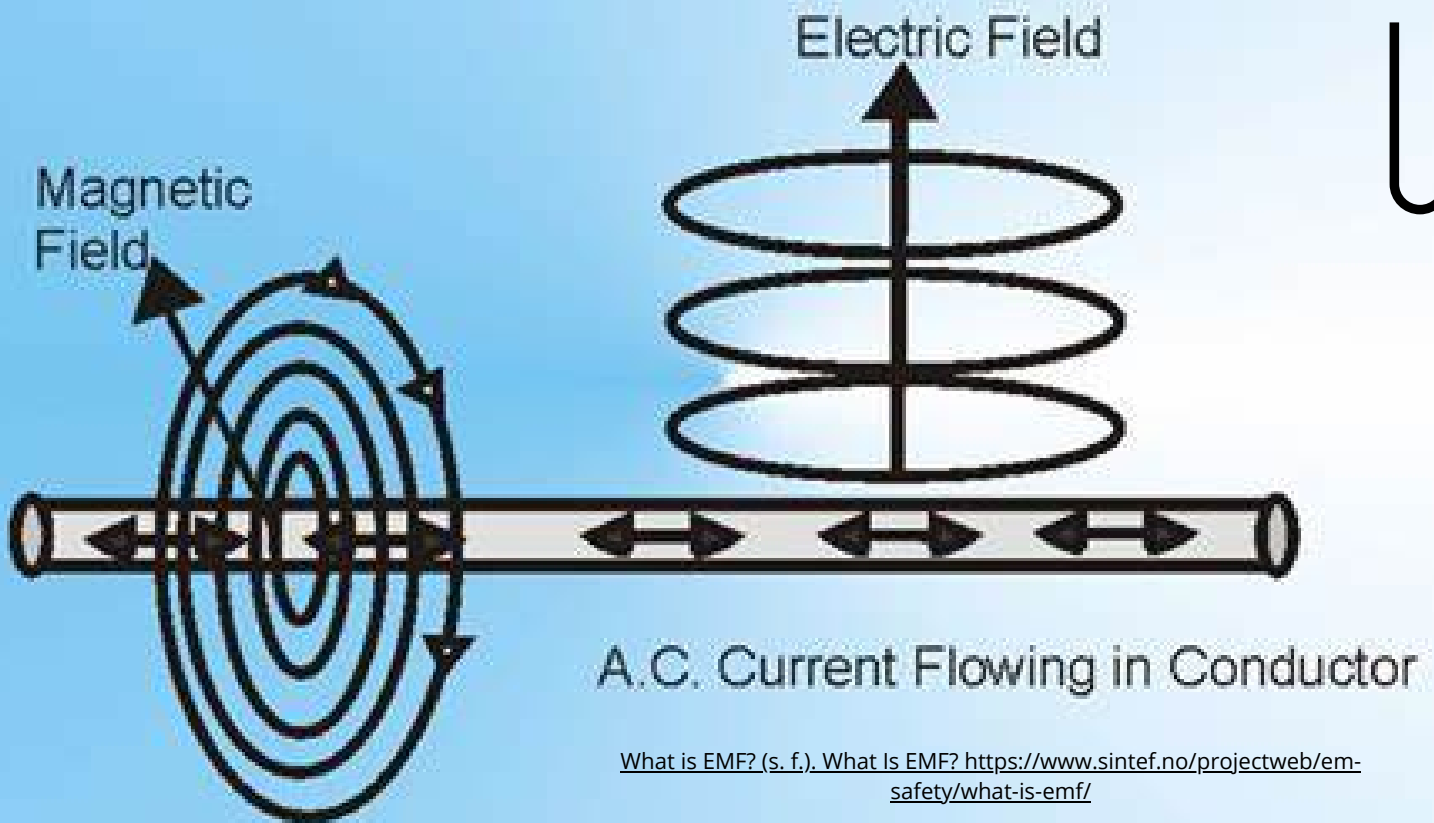
Aquí puedes consultar las referencias de cada artículo.



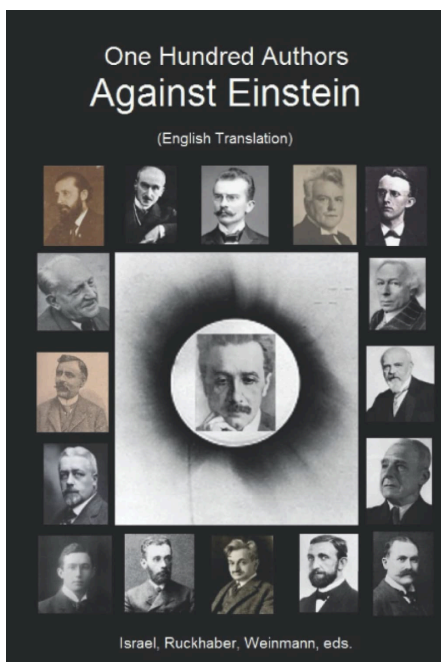


¿Y LO CLÁSICO?

Escrito por: César Solano



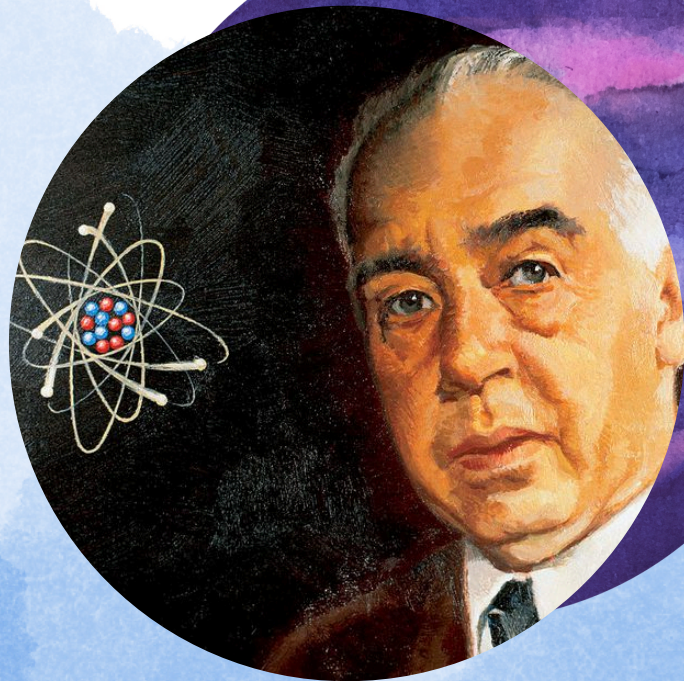
El siglo pasado fue una época de intenso desarrollo para la física. El surgimiento de la mecánica cuántica, así como de la teoría de la relatividad en sus formulaciones especial y general, parecían contradecir a la mecánica clásica, la cual hasta el momento describía con gran precisión una amplia variedad de fenómenos, y, de la mano con la Termodinámica y la Teoría Electromagnética, había impulsado los desarrollos tecnológicos.



One Hundred Authors against Einstein: (English translation... (s. f.). Goodreads.
<https://www.goodreads.com/book/show/60725844-one-hundred-authors-against-einstein>

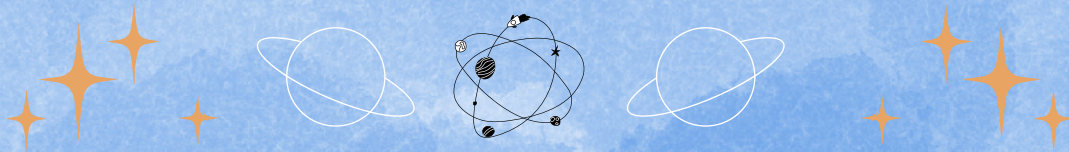
Ideas tan disruptivas como un espectro de energías discretizado, la deformación del espacio, la indeterminación de las magnitudes físicas, dilatación temporal, entre otras; no fueron aceptadas fácilmente por la comunidad científica de esa época. Ejemplos de esto son Hundert Autoren gegen Einstein (Cien autores contra Einstein) (Weber & Mendoza, 1980), el cual era una recopilación de textos que buscaban refutar la Teoría de la Relatividad; así como el famoso, pero inexacto “Dios no juega a los dados”, atribuido a Einstein respecto a la formulación probabilística de la Teoría Cuántica (Robinson, 2018).

Hoy en día, con el conocimiento que se ha acumulado por más de 100 años, la aceptación de estas dos teorías nos parece natural, sin embargo, en ese entonces, ante la falta de información experimental contundente, resultaba natural poner a tela de juicio estas dos formulaciones que parecían ser contrarias al entendimiento del mundo proporcionado por lo que hoy en día llamamos Física Clásica.



Helmenstine, T. (2018, 20 agosto). Bohr Atom Energy Change Example Problem. ThoughtCo.
<https://www.thoughtco.com/bohr-atom-energy-change-problem-609462>

En un acercamiento superficial podría parecer que la Mecánica Cuántica y la Física Relativista se oponen a la Física Clásica, sin embargo, un análisis más minucioso permitirá al interesado comprender que la Teoría de la Relatividad, así como la Física Cuántica, coinciden con las formulaciones clásicas al considerar el límite clásico, el cual hace referencia a una serie de consideraciones bajo las cuales las teorías físicas desarrolladas a principios del siglo pasado son coincidentes con las formulaciones previas.

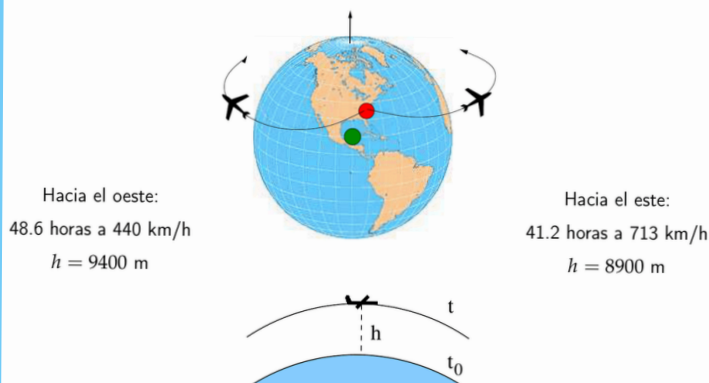


En lo referente a la Física Cuántica la equivalencia es propuesta a través del Principio de correspondencia, el cual fue paulatinamente introducido por **Niels Bohr** a principios de los años 20's. Una forma de entender este principio es que las dimensiones y energías con las que tratamos de manera cotidiana son inmensas comparadas con las resultantes al analizar sistemas atómicos, de modo que no somos capaces de observar los efectos cuánticos conduciendo a que los resultados coincidan con la formulación newtoniana. Para entender mejor esta aseveración consideremos que la energía del estado base del electrón de un átomo de hidrógeno es del orden de 13.6 eV, unos 2.2×10^{-18} Joules, mientras que un adulto de 70 kg trotando a 8 km/h cuenta con alrededor de 70 Joules de energía cinética, es decir, existe una diferencia de 19 órdenes de magnitud entre estas energías.

Por otro lado, los efectos relativistas son relevantes cuando las velocidades de un objeto son comparables a la velocidad de la luz en el vacío (aproximadamente $3 \times 10^8 \text{ m/s}$) o bien bajo el efecto de campos gravitacionales fuertes. Las velocidades relativistas no son accesibles para el ser humano, en la actualidad, según Melo (2024) el tren más rápido del mundo, el Maglev de Shanghái, alcanza velocidades de 460 km/h o 127 m/s ; una velocidad sin duda impresionante para una máquina terrestre, pero insignificante si se le compara con la velocidad de la luz en el vacío. Adicionalmente, hace poco más de 50 años, los resultados del experimento **Hafele-Keating (1972)**, permitieron conocer las variaciones temporales al usar aerolíneas comerciales; para ello fue necesario el uso de relojes atómicos, los cuales reportaron desviaciones de apenas unas centenas de nanosegundos respecto a los relojes de control colocados en Tierra, en cualquier caso, se trata de cantidades imperceptibles para cualquier ser humano.

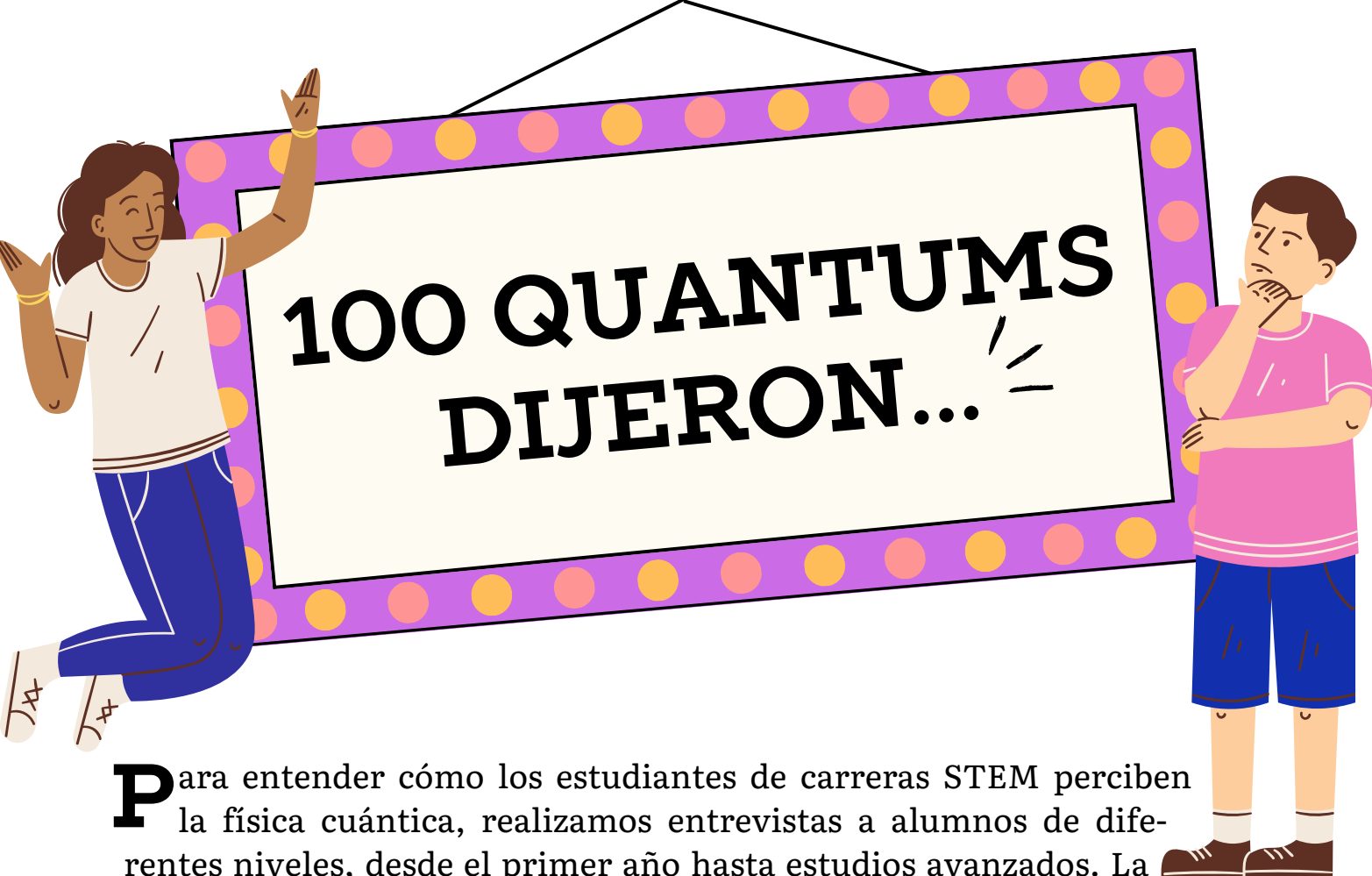
La capacidad de recuperar los resultados obtenidos por las formulaciones previas no es una característica única de la formulación temprana de la Mecánica Cuántica y la Física Relativista, sino que es un requisito fundamental para la aceptación de nuevos paradigmas científicos. La física es una ciencia en constante evolución y parte de esta evolución conlleva un proceso de autocorrección, el cual nos ayuda a dilucidar los alcances y capacidades de las teorías físicas.

Experimento de Hafele y Keating



Experimento de Hafele y Keating. (2017, 28 febrero). studylib.es.
<https://studylib.es/doc/6558078/experimento-de-hafele-y-keating>





Para entender cómo los estudiantes de carreras STEM perciben la física cuántica, realizamos entrevistas a alumnos de diferentes niveles, desde el primer año hasta estudios avanzados. La idea es recopilar sus definiciones sobre la cuántica y observar cómo cambia su percepción a lo largo de la carrera. La **física cuántica** se define como el estudio del mundo de lo muy pequeño, donde las reglas de la física clásica dejan de aplicarse. En este contexto, la energía se intercambia en unidades mínimas llamadas "**cuantos**", y las partículas, como electrones o fotones, pueden comportarse tanto como ondas como como partículas. Es un ámbito donde una partícula puede existir en múltiples estados simultáneamente hasta que es observada, y donde dos partículas pueden estar interconectadas sin importar la distancia. La cuántica desafía nuestras intuiciones, pero nos permite explicar fenómenos esenciales para la tecnología moderna. A continuación, presentamos algunas respuestas obtenidas en las entrevistas.

- ESTUDIANTE DE TERCER SEMESTRE DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

No ha recibido formación formal en física cuántica, define el concepto a partir de su exposición en medios populares: "**un mundo que no podemos percibir**, donde suceden muchas cosas de las que no nos damos cuenta." Su perspectiva refleja una comprensión inicial e intuitiva, probablemente influenciada por la cultura popular y la falta de un trasfondo técnico en el tema.

• DAVID, EGRESADO DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA

tiene una visión más técnica y estructurada. Describe la física cuántica como **"una rama de la física que aborda el estudio estadístico del comportamiento de las partículas."** Al preguntarle cómo se diferencia de la física clásica, David señala que la **física clásica** depende de posiciones y momentos exactos para describir partículas y masas, mientras que en **física cuántica** es imposible conocer ambos aspectos simultáneamente. Su respuesta muestra una comprensión más profunda, desarrollada a lo largo de su formación en física.



• ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA

Define la física cuántica como **"una rama que estudia las leyes físicas en escalas muy pequeñas."** Su respuesta es más técnica y refleja una comprensión basada en sus estudios, aunque aún de manera general. Esta perspectiva muestra cómo los estudios en física promueven una comprensión estructurada del tema, incluso en las primeras etapas de la carrera.



• SERGIO, ESTUDIANTE DE LA MAESTRÍA EN CIENCIAS APLICADAS



Nos ofrece una interpretación crítica sobre el famoso experimento mental del **gato de Schrödinger**. Señala que Schrödinger propuso esta paradoja como una crítica a la interpretación de Copenhague, cuestionando la idea de que una partícula pueda estar en dos estados opuestos simultáneamente. Sergio comenta: "Schrödinger utilizó esta paradoja para expresar su oposición a esta interpretación." Su respuesta muestra un conocimiento crítico y maduro, posiblemente derivado de sus estudios avanzados en ciencias.





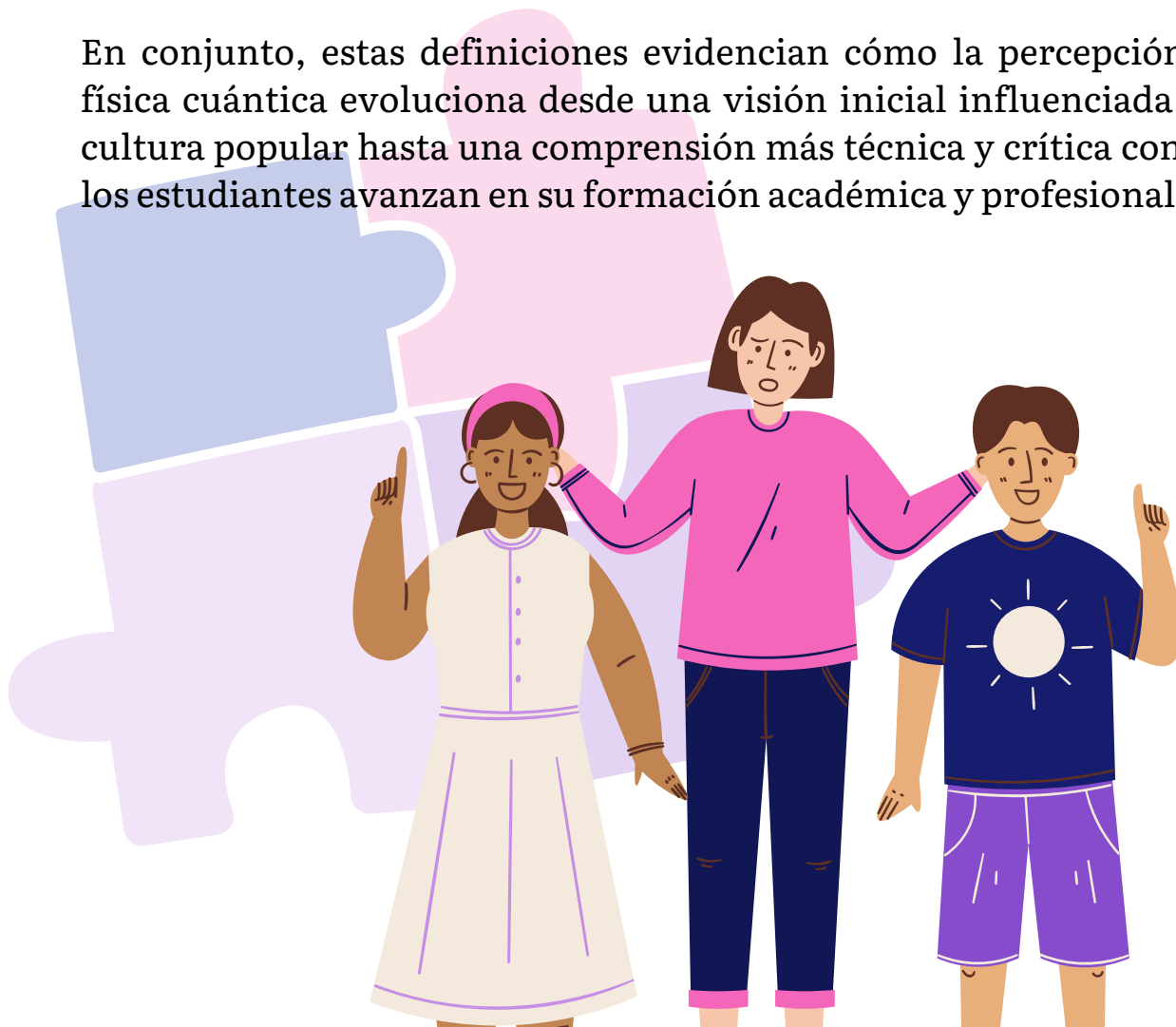
- ESTUDIANTE DE SÉPTIMO SEMESTRE DE LA LICENCIATURA EN FÍSICA



Brinda una definición matizada y compleja: "La física cuántica es una forma distinta de explicar el mundo, en contraste con la mecánica clásica. Aunque ambas buscan explicar el comportamiento del mundo a escalas pequeñas, lo hacen desde principios diferentes." Esta definición denota una comprensión avanzada del tema, que destaca tanto las diferencias como las similitudes entre la física cuántica y la clásica.

Al hablar sobre el principio de incertidumbre de Heisenberg, David añade que "es imposible conocer con precisión tanto el momento como la posición de una partícula a nivel cuántico," y explica que cualquier observación o medición afecta las propiedades del sistema. Su explicación refleja la comprensión de cómo la observación influye en el comportamiento cuántico, lo cual es fundamental para entender el impacto de la medición en la física moderna.

En conjunto, estas definiciones evidencian cómo la percepción de la física cuántica evoluciona desde una visión inicial influenciada por la cultura popular hasta una comprensión más técnica y crítica conforme los estudiantes avanzan en su formación académica y profesional.



Sobre la Naturaleza de la Luz.

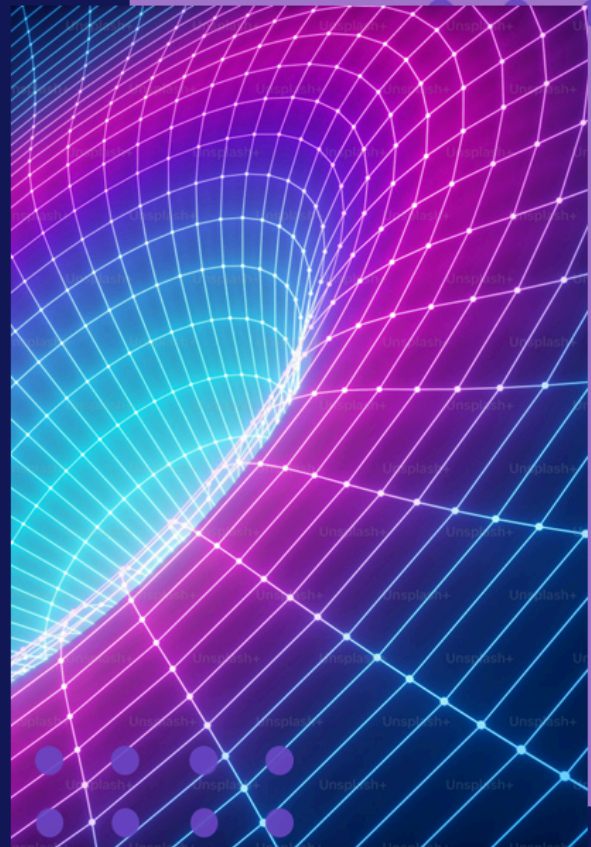
El Efecto Fotoeléctrico

Escrito por Luis Alberto Torres Luna

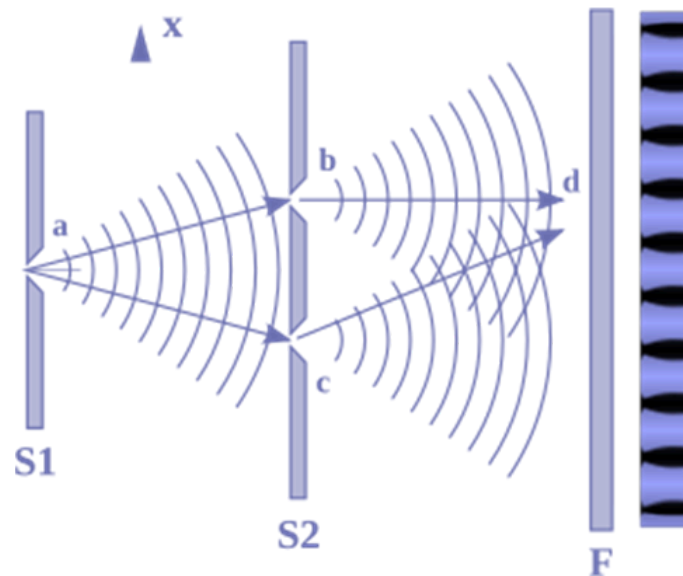
*¿Qué es la luz? ¿Cuál es su naturaleza?
¿Cómo interactúa la radiación con la
materia?*

En 1905, Albert Einstein propondría un mecanismo de interacción entre radiación y materia y toda una serie de fenómenos en su trabajo titulado “Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz” que pondría en jaque a la electrodinámica clásica de Maxwell y reforzaría una novedosa teoría propuesta por Max Planck en el año 1900. Se avecinaba una nueva física, la física cuántica.

Remontémonos a la segunda mitad del s. XVII, Isaac Newton había sentado las bases de su tratado sobre los fenómenos ópticos. Él pensaba que la luz era un conjunto de chorros de corpúsculos que viajaban por el medio, aunque anterior a Newton, científicos como Huygens y Hooke se oponían postulando que la luz era más bien una perturbación del medio, una onda. Entonces, ¿la luz es un corpúsculo o una onda? Los fenómenos ópticos de la difracción dejaban claro que la luz tenía comportamientos ondulatorios, el experimento de la doble rendija de Thomas Young a principios del s. XIX hacía ver cómo



la luz que pasaba por dos placas paralelas cada una con rendijas estrechas dejaba ver en una pantalla detrás de estas placas franjas brillantes u oscuras, como si la luz, al difractarse, se comportara como ondas que interferían constructiva y destructivamente, superponiéndose unas con otras en ciertos lugares del espacio.



Esquema del experimento de Young. Se bosquejan dos rendijas, como en el experimento moderno de la doble rendija.

Colaboradores de los proyectos Wikimedia. (2004, 27 de octubre). Experimento de la doble rendija - Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Experimento_de_la_doble_rendija

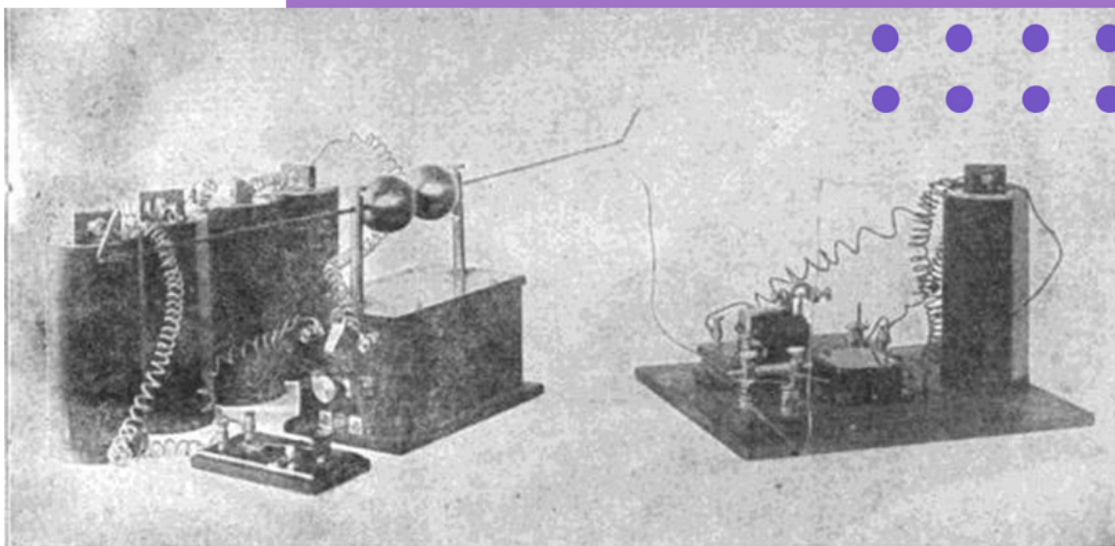
Años más tarde, en el estudio de la electricidad y el magnetismo, el trabajo de científicos como Ørsted, Ampère, Faraday, Ohm, Henry, Maxwell y Hertz, culminó en la conclusión de que se necesitaba de un medio de comunicación para los fenómenos electromagnéticos, se sabía que cuando los campos eléctrico o magnético cambian a lo largo del tiempo, uno afecta al otro y viceversa, como se relacionan en los principios de Ampère-Maxwell y de Faraday-Lenz. Por esto, Maxwell pensó que las perturbaciones mutuas entre los campos eléctricos y magnéticos a lo largo del tiempo generaban una perturbación combinada que se propagaría como una “reacción en cadena”, y al percatarse de que estos campos tenían comportamientos propios de una onda, la velocidad de propagación de estas ondas era una conocida, ¡la velocidad de la luz! Aproximadamente $2.9979 \times 10^8 \text{ m/s}$.



Una vez más se tenía un fuerte argumento para la postura de que la luz era una onda, esta vez la luz era radiación causada por campos eléctricos y magnéticos que se mueven y evolucionan a lo largo del tiempo como lo hace una onda en algún medio, en este caso, como una onda electromagnética.

El gran Heinrich Rudolf Hertz fue el primero en demostrar experimentalmente que las ondas electromagnéticas existen. Para esto, usó una bobina de rumbos, para producir una gran diferencia de potencial eléctrico, que conectó a un dispositivo formado por dos varillas de cobre cada una con una pequeña esfera en un extremo y una esfera de mayor tamaño en el lado contrario, que servían como condensadores para almacenar carga eléctrica.

En cierto momento, la diferencia de potencial eléctrico generaba un chispazo entre las esferas pequeñas, por lo que era evidente que se generaba un campo eléctrico variable en ese lugar, es decir, este dispositivo generaba ondas electromagnéticas, Hertz lo llamó oscilador. Luego, suponiendo que estas ondas electromagnéticas eran generadas y emitidas, construyó un receptor que colocó a cierta distancia del emisor. Cuando recibiera una onda electromagnética el receptor también tenía que generar un chispazo, lo hacía. Tanto los experimento como la teoría indicaban rotundamente que la luz tenía la misma naturaleza que la radiación electromagnética.



Dispositivo experimental de Hertz para la generación y detección de ondas electromagnéticas.
Victor H. Laughter (1909) *Operator's Wireless Telegraph and Telephone Handbook*, Frederick J. Drake C Co., Chicago, p. 103, fig. 56

Entonces, ¿la luz era definitivamente de carácter ondulatorio? Pues no, la disputa revivió cuando el mismo Hertz descubrió que la carga eléctrica de un objeto cambiaba cuando se irradiaba con luz ultravioleta y que este emitía electrones, esto es el **efecto fotoeléctrico**. ¿Por qué sucedía esto? ¿en qué afectaba esto al problema inicial sobre la naturaleza de la luz? En 1900, al estudiar el problema del cuerpo negro, Max Planck ya proponía que dentro del cuerpo negro los osciladores emitían y absorbían radiación de frecuencia ν en cada ocasión en que se saltaba de un estado energético a otro, y que cada pequeño paquete de energía de la radiación emitida o absorbida $h\nu$ es llamado **cuanto**, de modo que la energía de estas radiaciones estaba dada por $\varepsilon = nh\nu$, que solo puede tomar valores enteros del cuanto $h\nu$.

En ese entonces, la teoría clásica ya comenzaba a fallar, pues sus predicciones sobre el efecto fotoeléctrico no coincidían en absoluto con las observaciones experimentales. Se pensaba que la energía absorbida por los átomos del material irradiado por luz monocromática debía aumentar con la intensidad de la luz, y que la luz de cualquier frecuencia debía ser capaz de provocar la emisión de electrones. Además, según la teoría, los electrones absorbían la energía

de la luz continuamente sin hacer saltos entre niveles de energía, entonces el tiempo en el que se emitían electrones era mayor cuanto menor fuera la intensidad de la luz incidente y viceversa.

Posteriormente, en 1905, Albert Einstein retomaría el problema de Hertz y, casi como un tributo a Planck, daría la siguiente explicación sobre el efecto fotoeléctrico:

Al irradiar un objeto con luz monocromática, esta, como una onda, lleva cuantos de energía localizados puntualmente en el espacio que sólo pueden ser absorbidos o generados como un todo. Estos cuantos son capaces de excitar a los átomos de la superficie del objeto, de manera que si la energía del cuanto debida a la frecuencia de la luz, $h\nu$, era mayor al trabajo necesario ϕ para expulsar un electrón de su átomo y que lleve energía cinética máxima, entonces la radiación incidente causaría la emisión de electrones del objeto, llamados fotoelectrones, provocando la ionización de los átomos del objeto. Tiempo después, el cuanto de luz se llamaría **fotón**, del griego phōs.

Esta propuesta encajaría con la experimentación, coincidiendo en que la emisión de fotoelectrones no depende de la intensidad de la radiación incidente sobre el objeto, sino de su frecuencia, que no se emiten fotoelectrones si la frecuencia de la luz no supera un umbral llamado frecuencia de corte, una cantidad característica de cada material, y que el tiempo de emisión de fotoelectrones es casi instantáneo, del orden de 10^{-9} segundos (un segundo dividido en mil millones partes iguales). Y ahora, ¿la luz qué es, onda o partícula? Pues por raro que suene, es ambas, la luz como onda electromagnética transporta cuantos de energía, fotones, partículas.

La naturaleza terminó con nuestro conflicto y nos mostró que la luz tiene un comportamiento dual, esto es la **dualidad onda-partícula**. Cuando la luz presenta comportamientos ondulatorios no presenta corpusculares y viceversa.

Por el principio de la conservación de la energía, el efecto fotoeléctrico se describe por

$$h\nu = \phi + K_{m\acute{a}x} \quad K_{m\acute{a}x} = h\nu - \phi$$

La energía del fotón incidente se transforma en energía y trabajo para mover al electrón que incide.



Donde $h\nu$ es la energía del fotón que incide con un electrón, ϕ es la llamada función de trabajo del material, que es la cantidad de trabajo necesaria para emitir el electrón incidido y $K_{m\acute{a}x}$ es la energía cinética máxima que puede adquirir el electrón incidido.

Actualmente, la nomenclatura para el efecto fotoeléctrico distingue entre efecto fotoeléctrico interno y externo, pues según la energía del fotón incidente sobre un electrón del material irradiado, sucederá uno u otro fenómeno. El efecto fotoeléctrico interno es cuando la radiación electromagnética incidente sobre la superficie del objeto irradiado excita a los electrones de la banda de valencia y estos se elevan a la banda de conducción, provocando un cambio en la conductividad eléctrica del material sin emisión de fotoelectrones. Este fenómeno natural es llamado fotoconductividad. Por otra parte, es de mayor interés el efecto fotoeléctrico externo, cuando la onda electromagnética incidente tiene una frecuencia ν por encima del umbral de la frecuencia de corte ν_c de modo que el electrón con el que incide adquiere una energía

cinética $K_{\text{máx}} > 0$ y es emitido. Cuando el electrón no adquiere energía cinética significa que la frecuencia de la luz ν es igual a la frecuencia de corte ν_c , entonces $h\nu_c - \phi = 0$ y la frecuencia de corte es $\nu_c = \phi/h$. Para la emisión de fotoelectrones, la frecuencia de la luz debe superar esta frecuencia de corte. Además, es posible medir experimentalmente la energía cinética máxima, pues sabiendo que el trabajo realizado sobre un electrón con carga eléctrica $|e|$ debido a una diferencia de potencial eléctrico V es $W = e\Delta V$ y este trabajo, debido al teorema del trabajo-energía, es igual al cambio de energía cinética de una partícula. Si se construye un dispositivo experimental en el que se suministre una diferencia de potencial que frene completamente a la corriente eléctrica del dispositivo, de modo que cuando se alcance esta diferencia de potencial de frenado V_f , la energía disipada es igual a la energía cinética máxima de los electrones en movimiento, entonces $K_{\text{máx}} = eV_f$. Con esto, obtenemos la ecuación experimental que describe al efecto fotoeléctrico

$$eV_f = h\nu - \phi$$

Finalmente, la luz tiene comportamientos corpusculares y ondulatorios ¡problema resuelto! ¿o no? Siempre hay que tomar una postura falsacionista respecto a nuestras hipótesis, incluso sobre aquello de lo que tengamos “certeza”. ¿Cómo puede ser la luz una partícula y una onda? ¿No es acaso paradójico? Pues por paradójico que parezca, funciona. Es lo que la naturaleza nos ha hecho entender. Los esfuerzos por entender al universo nos han llevado a fuertes teorías como la teoría cuántica de campos (QFT, por sus siglas en inglés), un marco de trabajo que reúne a la física relativista con la mecánica cuántica para describir de manera más precisa lo que, a hombros de gigantes, Newton y el resto de grandes científicos intentaron durante siglos.

La física cuántica fue un gran cambio de paradigma; superconductores, computación cuántica, puntos cuánticos, el láser, la resonancia magnética, el microscopio electrónico... Todo eso y más se puede hacer entendiendo y observando a la naturaleza.

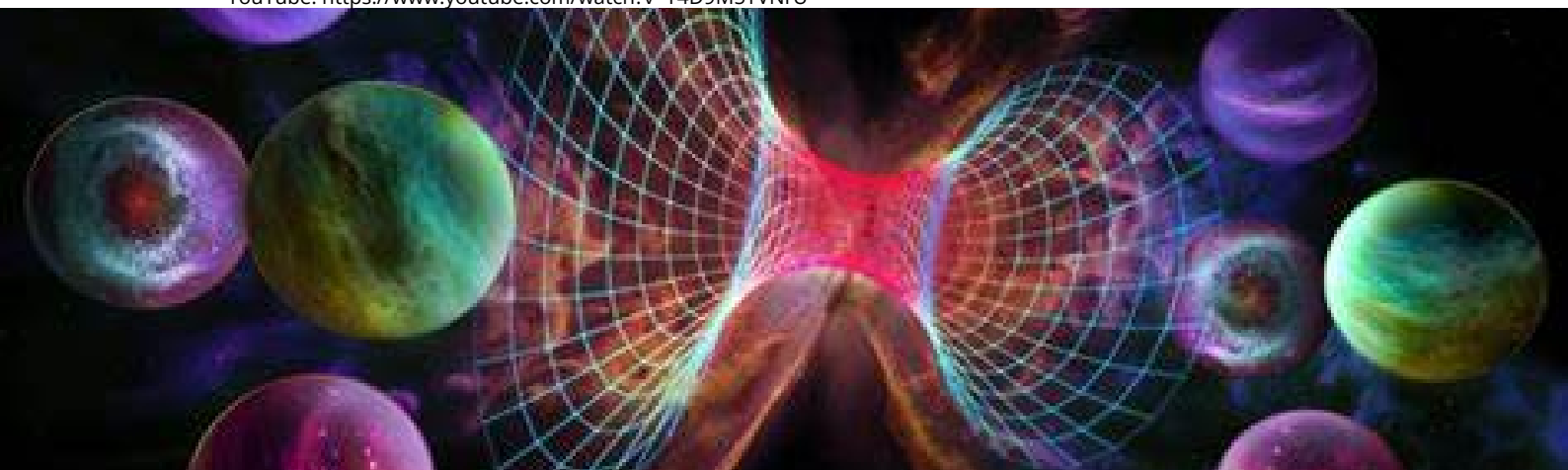


EL RELÁMPAGO NO VIAJA EN EL TIEMPO: LA CIENCIA TRAS FLASH

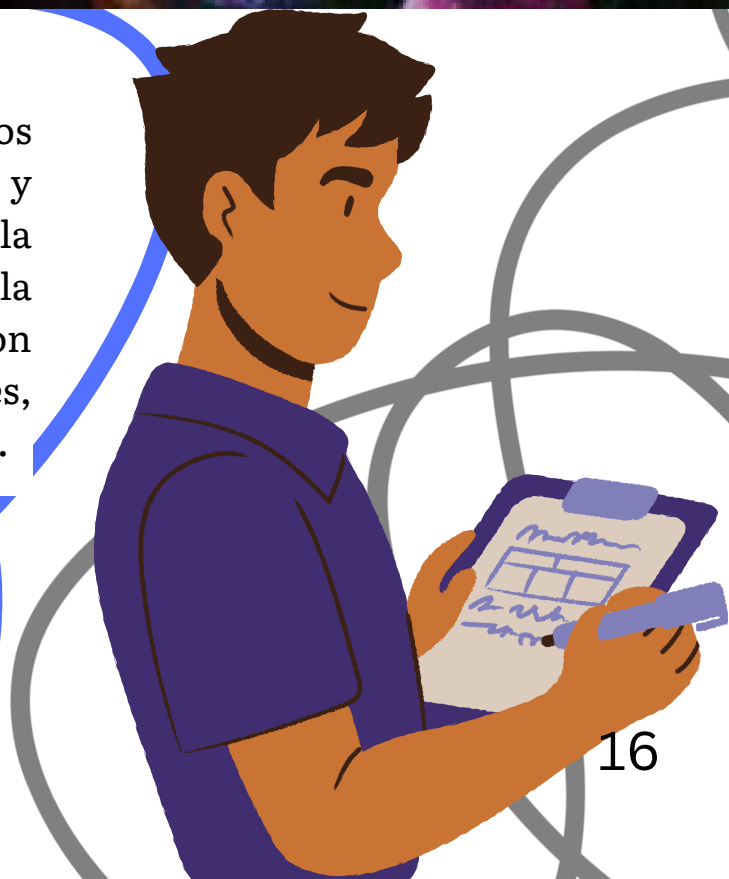
*Escrito por: María José García Padilla
y Katia Natali Núñez*

Desde que somos niños los superhéroes nos han acompañado en cada etapa de nuestra vida, nos han cautivado con hazañas impresionantes y habilidades que desafían las leyes de la física tal y como las conocemos, dándonos un mundo ficticio lleno de grandes aventuras junto a seres con súper fuerza, que pueden volar y que siempre están dispuestos a dar todo de sí mismos para ayudar a la humanidad. Flash, el superhéroe más veloz de DC comics, ha llevado estas fantasías a otro nivel al utilizar su increíble velocidad para viajar a través del tiempo, crear universos paralelos y desafiar la realidad, se ha convertido en uno de los superhéroes más queridos por los amantes de este género de la ficción, pero ¿qué tan real es todo lo que sucede dentro de la pantalla grande? ¿es posible que, según la ciencia, alguien en el mundo en el que vivimos logre realizar tales hazañas?

Dorbeen. (2024, 20 mayo). Parallel Worlds Probably Exist. Here's Why | The Astonishing Possibility of Parallel Universes [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Y4D9M5YVNrU>



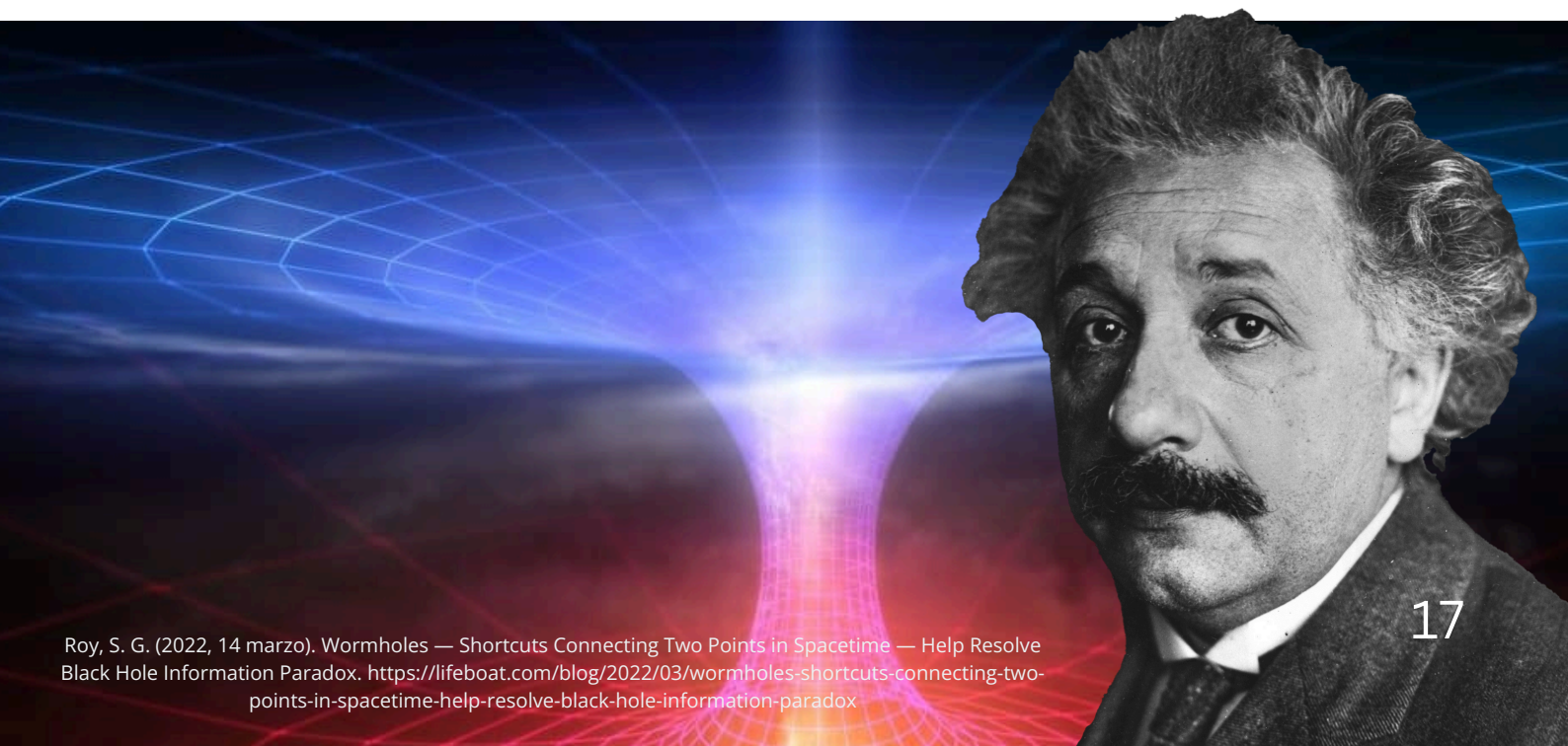
En este artículo, analizaremos algunos de los súper poderes más icónicos y alabados de la película de Flash, bajo la lupa de la física cuántica, donde la velocidad, el tiempo y el espacio son mucho más complejos, e interesantes, que lo que los cómics nos hacen creer.



La película Flash, de 2023, protagonizada por Ezra Miller, es una de las más aclamadas por los fanáticos de este superhéroe, teniendo una calificación en sitios web que ronda entre las 3.4 y 3.9 estrellas como calificación media, con una duración de 2 horas con 25 minutos. La película nos cuenta la vida de Barry Allen, cuya identidad secreta es Flash, un superhéroe con la habilidad de realizar actividades cotidianas que cualquier persona haría en su día a día, pero a la velocidad de la luz. Probablemente si Einstein hubiese podido leer o ver las películas donde aparece Flash, hubiese tenido una muy interesante opinión al respecto, debido a que la película juega con la idea de viajes en el tiempo, realidades alternas y acciones que se desarrollan a velocidad luz; temas que están relacionados con teorías propuestas por Einstein, aunque de manera muy simplificada y fantasiosa.



colaboradores de Wikipedia. (2024, 3 octubre). Ezra Miller. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Ezra_Miller



VIAJANDO A LA VELOCIDAD DE LA LUZ

Einstein vs Galileo

Para Einstein, el que un objeto con una masa definida logre viajar a una velocidad comparada a la de la luz, era imposible. Esta idea proviene de su teoría especial de la relatividad, publicada en 1905, y que complementa la teoría general de la relatividad en donde plantea que tanto el espacio como el tiempo no son tanto un espacio absoluto ni un tiempo universal, sino una variable y ambos son afectados, en una nueva conjunción espacio-tiempo, por la velocidad.

Esta declaración puede resultar poco intuitiva, pues se nos ha enseñado que las leyes de la física son las mismas para los observadores en todos los marcos de referencia inerciales*. Sin embargo, según Einstein, la velocidad de la luz en el vacío es la misma para cualquier observador, y dependiendo de donde se coloque el sistema de referencia, pueden variar las distancias y tiempos en los que ocurre cualquier fenómeno físico.



Alma. (s.f.). Cohete. La Invención de Aviones, Autos, Locomotoras y Navíos. <https://avances-cientificos-notables.blogspot.com/2010/08/cohete.html>

Transformaciones de Galileo >>

Para visualizar lo anterior de una manera más sencilla, supongamos que, en un cierto sistema de referencia, dos sucesos ocurren en el mismo lugar en un intervalo de tiempo t , mientras que en otro sistema de referencia que viaja a una velocidad V , el tiempo de los sucesos es de t' . Para que se puedan relacionar estos dos tiempos, sea c la velocidad de la luz en el vacío, se representa con la expresión matemática:

$$t' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$



Aquí es fácil observar que cuando la velocidad V es muy pequeña comparada a la de la luz, la diferencia entre t' y t es mínima, pero, mientras más se acerca V a la velocidad de la luz, t' comienza a ser mayor que t por mucho. Dado que la distancia que vemos que recorre un objeto depende del tiempo (siendo que la distancia es igual a la velocidad por el tiempo), es necesario tener una manera de que los cálculos físicos coincidan cuando la velocidad es cercana a c ; para esto se utilizan las transformaciones de Lorentz.

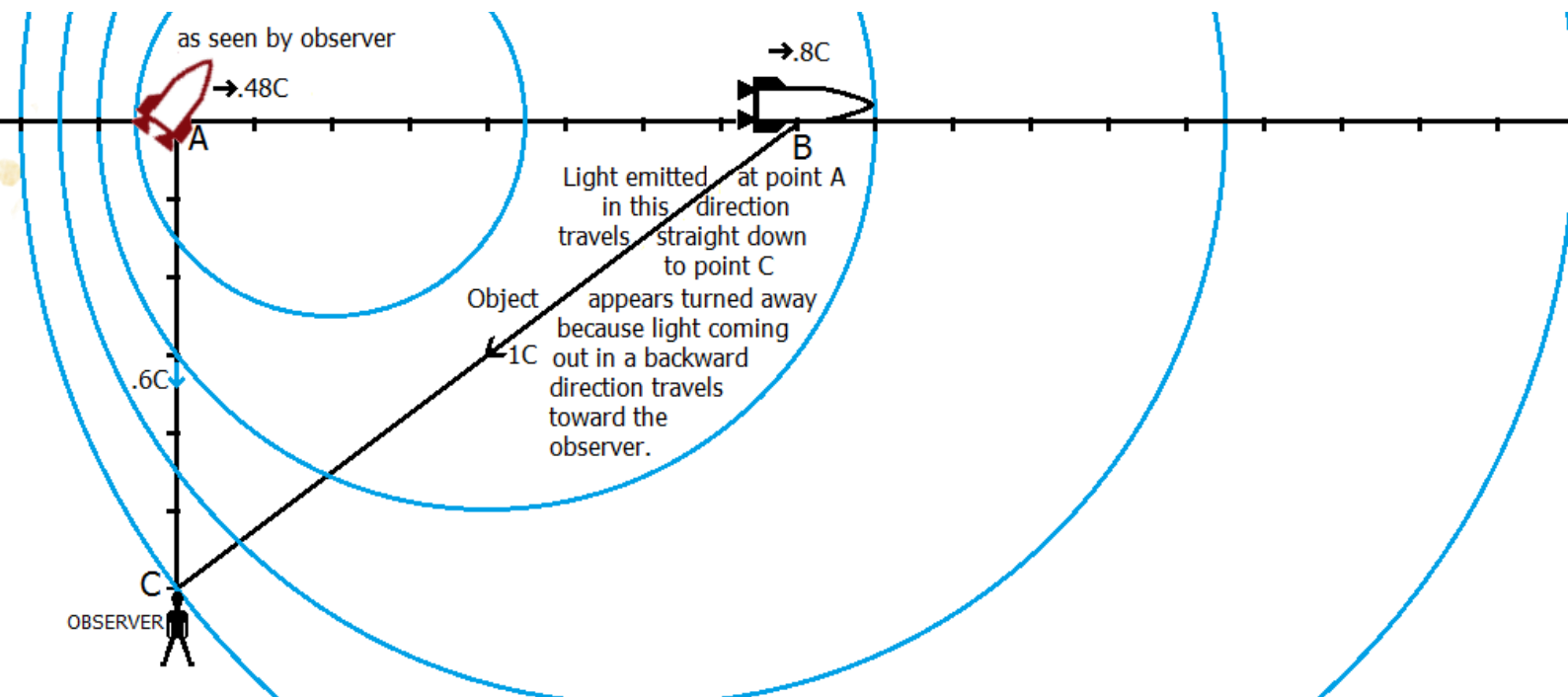
Las transformaciones de Lorentz son las fórmulas de transformación para rotación en el espacio-tiempo cuatridimensional (Fisicotronica, 2023) que nos dicen cómo cambiar de sistema de referencia, es decir, cambiar de observador con un movimiento relativo, con una velocidad relativa, la expresión para esto es:

$$x' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} (x - vt)$$

$$t' = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \left(t - \frac{v}{c} x \right)$$

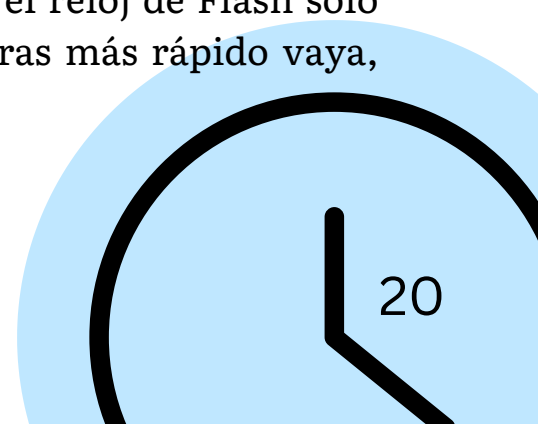


Debido a las transformaciones de Lorentz, bajo las cuales las leyes de la naturaleza son las mismas, es posible deducir dos fenómenos que Flash utiliza: la contracción espacial y dilatación temporal.



La dilatación temporal se refiere a que un suceso parece tardar más tiempo en ocurrir si se observa externamente comparándolo con si se observa el suceso desde donde está ocurriendo (ti). Por ejemplo, si Flash viaja a una velocidad relativista** con su reloj y nosotros medimos que tarda dos minutos en dar la vuelta al mundo, para el reloj de Flash solo habrán pasado, por ejemplo 30 segundos. Y mientras más rápido vaya, comparado al reloj

** Velocidad cercana a la velocidad de la luz

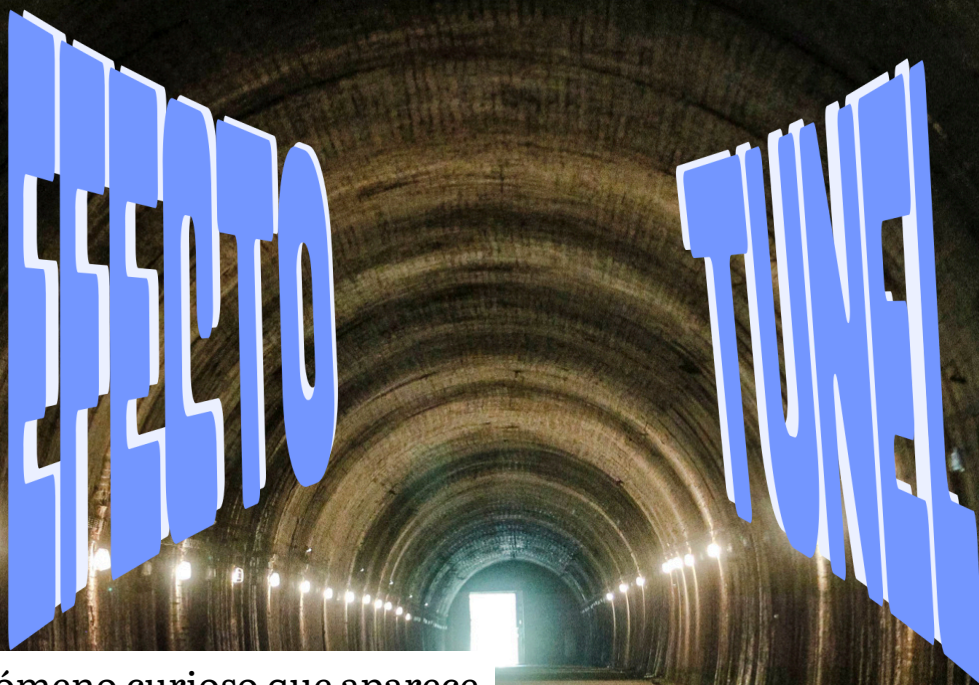


de Flash con el reloj con el que medimos su tiempo, nuestro tiempo siempre va a ser más largo que el tiempo de Flash. Es decir, que el tiempo se dilata desde la perspectiva de Flash.

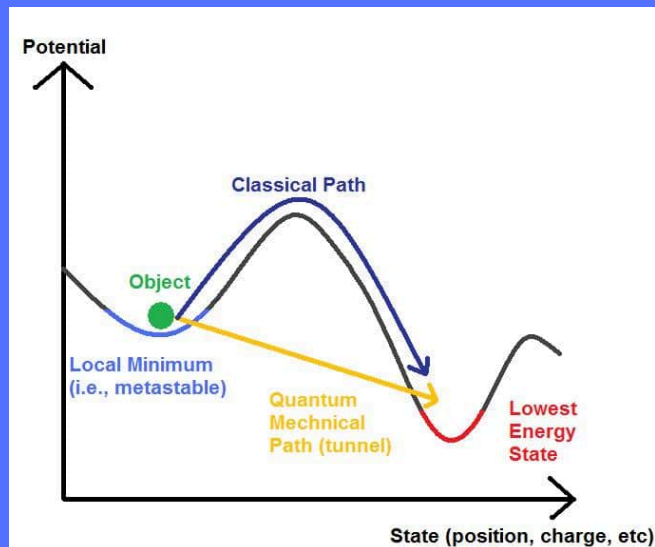
En el caso de la contracción espacial, dado que la distancia que vemos que recorre un objeto está afectada por su velocidad y el tiempo y para velocidades relativistas el tiempo también es relativo, las distancias también se vuelven relativas, tal que, quien observe el suceso externamente verá que la distancia recorrida (longitud propia) es más larga a si se mide la distancia del suceso desde donde ocurre. Siguiendo el ejemplo anterior, tanto para Flash como para nosotros, él iba a una cierta velocidad, sin embargo, tomamos tiempos diferentes. Para que la velocidad que él llevaba se cumpla, para ambas partes, la distancia que recorrió Flash parecerá menor a la distancia que nosotros medimos.

Por las altas velocidades que alcanza Flash y por lo explicado anteriormente, puede deducirse que un intervalo de tiempo será mayor según sea la velocidad a la que se mueva, desde la perspectiva de alguien en reposo, esto podría explicar su capacidad para reaccionar rápidamente a estímulos mientras corre a velocidades extremas. Caso contrario con la longitud, la cual sería más corta. Así también notamos, que el espacio y el tiempo forman a ser coordenadas que se mezclan, tal como se ven en las transformaciones de Lorenz, de algo llamado espacio-tiempo. De esta manera al viajar a la velocidad de la luz, estas coordenadas son indistinguibles, es decir para Flash viajando a la velocidad de la luz, espacio y tiempo es lo mismo.





Otro fenómeno curioso que aparece en la película y se ha vuelto muy común al mencionar a Flash, aunque no lo parezca, es el efecto túnel. Cuando Flash comienza a moverse a velocidad luz, todo lo que rodea se deforma de tal manera que, pareciera que ha entrado en un túnel rodeado por luces, a este fenómeno, dentro de la física cuántica, se le conoce como “efecto túnel” (término acuñado por el físico Friedrich Hund en 1927).



Boros, C., & Boros, C. (2018, 24 febrero). Quantum Tunneling explained- A way to time travel - your time travel experience. Your Time Travel Experience | Books, Movies And Articles About Time Travel. <https://yourtimetravelexperience.com/quantum-tunneling-explained>

El efecto túnel cuántico es un fenómeno en el que una partícula cuántica puede atravesar barreras de energía que, desde una perspectiva clásica, parecerían insuperables, él necesitaría una energía adicional a la que tiene para propulsarlo. En un sentido clásico, si Flash intentara atravesar una pared sólida no debería ser capaz de hacerlo, pero el efecto túnel cuántico permite que una partícula "salte" instantáneamente a través de una barrera sin necesidad de atravesar físicamente el espacio intermedio.

Sin necesidad de tener la energía suficiente para superarlas según las leyes de la física clásica (Freire, N. 2024), pero como Flash es un súper humano de tamaño y dimensiones reales y no una partícula subatómica como quisiéramos esto sería totalmente imposible, debido a que este efecto es únicamente válido en el gran mundo subatómico.

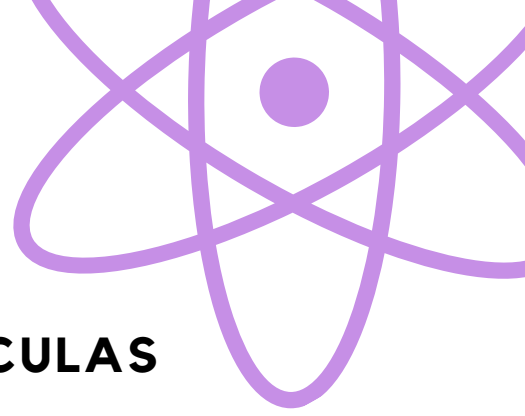
En resumen, si Einstein viera "Flash", probablemente admiraría la creatividad, pero reafirmaría que, al menos en la física real, viajar más rápido que la luz sigue siendo una imposibilidad teórica, sin importar cuán rápido corran los superhéroes en la pantalla.

Aunque este artículo se tratase de darle un sentido más real a los súper poderes de Flash, no cuesta nada soñar que algún día el ser humano logre superar sus habilidades a tal punto de que los súper héroes no sean solamente de ciencia ficción.



Reid, J. (2013, 22 mayo). DC Histories: The DC Challenge. iFanboy.
<https://ifanboy.com/articles/dc-histories-the-dc-challenge/>

LA REVOLUCIÓN MÉDICA A TRAVÉS DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS



ESCRITO POR ANA VALERIA
ARELLANO ROSALES

La física de partículas es un campo de estudio vasto y complejo, con aplicaciones diversas y fascinantes. Gracias a la investigación exhaustiva en este ámbito, se ha desarrollado tecnología esencial como los aceleradores de partículas, los cuales no solo han permitido avanzar en la comprensión de la física fundamental, sino que también han abierto puertas a innovaciones en áreas como la creación de radiofármacos, el tratamiento de enfermedades, la preservación de alimentos, el monitoreo ambiental, el

estudio de materiales e incluso la resolución de delitos.

Actualmente, la investigación en física fundamental y la medicina están profundamente interrelacionadas, formando una fructífera alianza que ha impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías. Desde el descubrimiento de los rayos X y la radiactividad, sus aplicaciones han revolucionado el tratamiento y diagnóstico de enfermedades complejas, como el cáncer.

Desde hace más de cien años, el uso de radiaciones ionizantes ha sido fundamental en el tratamiento de tumores, utilizando haces de radiación dirigidos hacia las áreas afectadas con el fin de eliminarlos o reducir el daño al tejido sano. Este método, conocido como **radioterapia**, se basa en la aplicación de fotones.

Con el tiempo y el avance en el estudio de la física fundamental, se ha desarrollado el tratamiento con partículas pesadas, lo que ha



resultado en una aplicación directa de los aceleradores de partículas.

En este contexto, surgen los **aceleradores médicos lineales**, conocidos como **LINAC** (por sus siglas en inglés), que personalizan rayos X de alta energía o electrones para adaptarse a la forma de los tumores y destruir las células cancerosas sin dañar el tejido circundante. Estos equipos utilizan tecnología de microondas para acelerar electrones, que luego chocan contra un objetivo de metal pesado, produciendo rayos X de alta energía. Posteriormente, estos rayos son moldeados por un colimador multihoja, diseñado específicamente para cada paciente, que se integra en la cabeza del dispositivo para formar un haz adaptado a la forma del tumor.

A lo largo de estos cien años desde el descubrimiento de los rayos X, las investigaciones han permitido transformaciones radicales en las técnicas médicas. Centros de investigación y laboratorios de física de partículas, como ISOLDE, un destacado experimento del CERN con más de 50 años de historia, albergan a cerca de 500 científicos de todo el mundo. Este laboratorio es pionero en la investigación de núcleos exóticos y se enfoca en la producción de nuevos isótopos para el diagnóstico y tratamiento del cáncer, con el objetivo de utilizar un mismo elemento químico tanto para el diagnóstico como para la terapia.

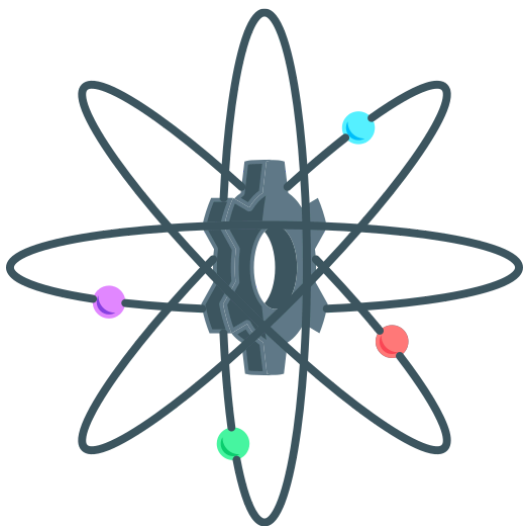


Interpretaciones de la Mecánica cuántica

Escrito por Alejandro Silva García

Aunque el desarrollo de la mecánica cuántica a principios del siglo XX cambió radicalmente nuestra manera de ver el mundo y permitió el detonamiento de innumerables aplicaciones en ciencia y tecnología, todavía hoy el comportamiento de la materia y la energía a escalas muy pequeñas es un profundo misterio. Esto se debe a que el mundo subatómico funciona de una forma completamente distinta al microscópico y nuestra intuición sobre la realidad poco o nada sirve para entender los fenómenos cuánticos (Feynman, 1965). La observación de este tipo de sistemas nos revela que las partículas cuánticas, como los electrones y fotones, poseen propiedades tanto de onda como de partícula y que los sistemas cuánticos admiten[CC2] valores discretos, “cuantizados”, de sus cantidades físicas como la energía, el momento, etc., a diferencia de los sistemas clásicos, donde las mismas cantidades físicas tienen valores continuos.





Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Según la teoría de la mecánica cuántica, consolidada con las ideas de Niels Bohr, Erwin Schrödinger, Werner Heisenberg, entre otros, un sistema cuántico es descrito por una función de onda gobernada por la ecuación de Schrödinger.

$$i\hbar \frac{\partial \psi(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \psi(\mathbf{r}, t)$$

Dicha función de onda contiene la información sobre las probabilidades de que una cantidad física tome cierto valor tras realizar una medición sobre el sistema. Bajo esta descripción, la *mecánica cuántica* es no determinista y, además, establece límites sobre la precisión con la que se pueden medir simultáneamente dos magnitudes físicas (**principio de incertidumbre**). Un aspecto importante de esta teoría es que el acto de realizar una medición afecta irreversiblemente al sistema provocando el colapso de la función de onda a un estado determinado del sistema. Estas son algunas de las concepciones que forman parte de la interpretación ortodoxa de la mecánica cuántica, mejor conocida como la **Interpretación de Copenhague**. La interpretación de Copenhague fue severamente cuestionada por la naturaleza ambigua de sus prescripciones.

Niels Bohr



colaboradores de Wikipedia. (s. f.). Archivo:Niels Bohr Date Unverified LOC.jpg - Wikipedia, la enciclopedia libre. https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Niels_Bohr_Date_Unverified_LOC.jpg

Schrödinger



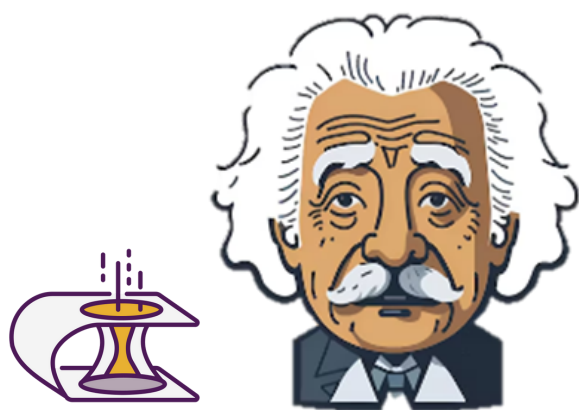
colaboradores de Wikipedia. (2024, 5 noviembre). Erwin Schrödinger. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger

Heisenberg



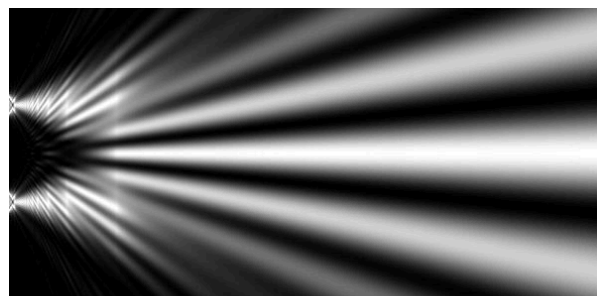
colaboradores de Wikipedia. (2024, 5 noviembre). Erwin Schrödinger. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/Erwin_Schr%C3%B6dinger

La naturaleza no determinista de la mecánica cuántica que describe esta interpretación, el significado del colapso de la función de onda y el papel de la medición sobre los sistemas observados, entre otras implicaciones, generaron gran desconcierto dentro de la comunidad científica y fueron motivo de muchos debates.



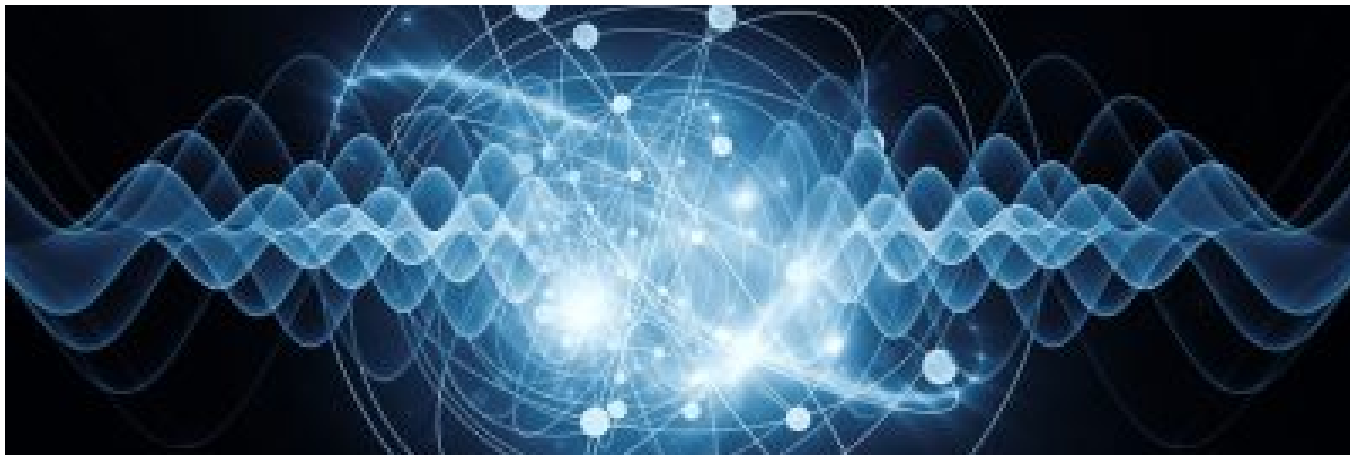
Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Albert Einstein, por ejemplo, consideraba que la mecánica cuántica, aunque conduce a predicciones correctas, era una teoría incompleta y estaba inconforme con su naturaleza indeterminista y no local (Einstein et al., 1935). Estos debates dieron lugar a la formulación de múltiples interpretaciones alternativas que buscaban subsanar los aspectos más controversiales de la interpretación de Copenhague o dar una explicación más natural.



Flaticon. (s. f.). Flaticon. <https://www.flaticon.es/resultados?word=matematicas&color=color&color=violet>

Una interpretación alterna sugiere que una versión determinista de la mecánica cuántica podría describirse en términos de variables ocultas en adición a la función de onda, de modo que el comportamiento preciso de un sistema cuántico estaría completamente determinado. Un ejemplo de esta clase de interpretación es la teoría onda-piloto presentada por Louis de Broglie y extendida por David Bohm (1952). En esta teoría, las variables ocultas son las posiciones de las partículas que conforman el sistema, y cuyas velocidades están determinadas completamente por la función de onda, regida por la ecuación de Schrödinger. Aunque se plantea como una descripción determinista, los resultados de mediciones en términos de probabilidades, comparables a los obtenidos en la interpretación estándar, están relacionados con la imposibili -



Efe. (2021, 5 diciembre). En el mundo cuántico el tiempo no fluye como se podría esperar. www.elsiglodetorreon.com.mx.
<https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/2021/en-el-mundo-cuatico-el-tiempo-no-fluye-como-se-podria-esperar.html>

dad de especificar con precisión las posiciones iniciales del sistema de partículas. La interpretación de Múltiples-Mundos, propuesta por Hugh Everett (1957), sugiere que la función de onda determina completamente el estado del sistema, pero el colapso de la función de onda no ocurre. En lugar de ello, todos los resultados posibles tras realizar una medición sobre el sistema realmente suceden, pero en diferentes ramas del universo. Cada resultado posible corresponde a un universo separado y aislado.



Aunque esta visión es determinista, local y logra evadir el problema de la medición presente en la interpretación de Copenhague, la idea de un universo que se ramifica constantemente no ha tenido una recepción del todo favorable. Otra clase de interpretaciones son los modelos de Colapso Espontáneo, en los que se propone que el colapso de la función de onda es un proceso físico real, que puede ocurrir incluso en ausencia de una medición. La primera interpretación de esta clase fue expuesta por Ghirardi, Rimini y Weber (1986b). Según esta teoría la probabilidad de un colapso espontáneo se incrementa con el número de partículas de un sistema. Esta propiedad provee una transición natural entre el régimen cuántico y el clásico.

Coorc. (2017, 4 septiembre). Hugh Everett III (1930 – 1982). GPET Física.
<https://www3.unicentro.br/petfisica/2017/09/04/hugh-everett-iii-1930-1982/>



Estudios de Física Cuántica y Gravedad Cuántica *en DCI*

*“Entropía de enredamiento a nivel
Cosmológico y Gravitacional”*

*José de Jesús Ríos Padilla
Doctorado en Física*

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

El enredamiento es un concepto propio de la mecánica cuántica que establece la correlación entre los estados propios del sistema. El enredamiento es un fenómeno en el cual, el estado de una o más partículas no pueden ser inferidos de manera independiente.

Lo anterior puede ser ejemplificado de la manera siguiente: "Suponga que tiene dos electrones idénticos uno de ellos ubicado en nuestra galaxia y el otro ubicado en la galaxia de Andrómeda. Si el electrón que se encuentra en la galaxia Andrómeda es perturbado por un agente externo, el electrón que se encuentra en nuestra galaxia experimentará una reacción, por ejemplo; cambiando su estado intrínseco de spin". Este efecto a distancia ha sido medido en varios experimentos que involucran fotones (luz) y electrones.

La medida por excelencia, que se utiliza para cuantificar el grado de enredamiento es la entropía de Von Neumann introducida en 1930. Esta entropía es una generalización de la entropía de Boltzmann-Gibbs que usualmente se ve en los cursos de mecánica estadística. La principal diferencia entre ambas (a parte del régimen de validez), es la definición de una medida de temperatura.



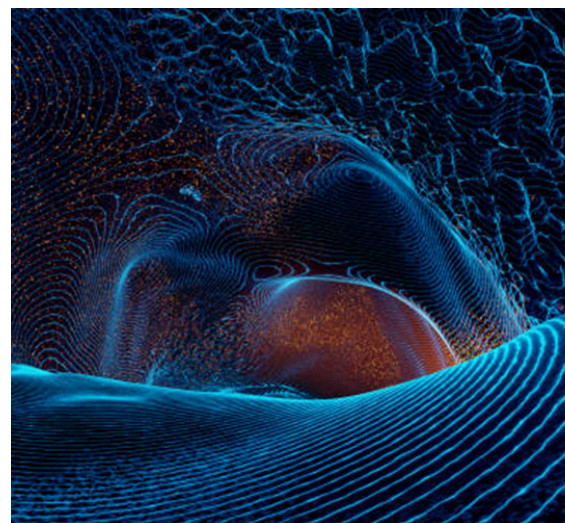
Milo, A. (2023, 10 abril). Agujeros negros: 5 datos sobre estos enigmáticos objetos del cosmos. National Geographic En Español. <https://www.ngenespanol.com/el-espacio/agujeros-negros-5-datos-sobre-estos-enigmaticos-objetos-del-cosmos/>

Por el contrario, cuando la interacción entre ambos agujeros negros se vuelve relevante, la entropía de enredamiento crece. En el contexto cosmológico se analiza la posibilidad de que cuando nuestro universo nació, lo hizo enredado con un universo con características similares o totalmente diferentes al nuestro. Los resultados recién obtenidos, muestran que *cuando se considera un par de universos homogéneos e isotrópicos, la entropía de enredamiento posee máximos localizados como función de los factores de escalamiento de cada universo.*



Univision. (s. f.). Científicos encontraron una forma de viajar por los agujeros negros y es mejor que una película. Univision. <https://www.univision.com/explora/cientificos-encontraron-una-forma-de-viajar-por-los-agujeros-negros-y-es-mejor-que-una-pelicula>

En el departamento de física, hemos comenzado a utilizar los conceptos de *entropía de enredamiento* para establecer el grado de correlación entre sistemas que subyacen en el régimen cuántico como: Agujeros negros y universos homogéneos e isotrópicos. Un primer resultado interesante obtenido en el contexto de los agujeros negros es que cuando se considera un par de estos bichos, la entropía de enredamiento escala con el área superficial del agujero negro, en el límite de baja interacción.



Koto_Feja. (s. f.). Gravity wave - 3d rendered image. Hologram view, physical process. . . . iStock. <https://www.istockphoto.com/es/foto/fondo-de-onda-de-gravedad-abstracta-gm1171587100-324637002>

En este sentido, estos máximos dictan el tamaño que deberían poseer ambos universos. Sin embargo, los tamaños subyacen en un régimen de energía y longitud totalmente inaccesible. Se explora, además, la posibilidad de si existe algún remanente de este enredamiento en el universo observable que hoy pueda ser detectado mediante experimentos actuales.

2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Me gusta la lectura en general, caminatas al aire libre y pasear en auto.

3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

Lo que amo de la física es que no siempre es exacta y siempre se mejora así misma.

“Uso de haces vectoriales complejos en aplicaciones de comunicación cuántica”.

Barush Michelle Rueda Muñoz
Licenciatura en Física

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

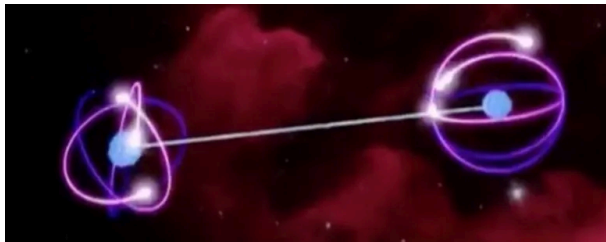
Uno de los objetivos del laboratorio de aplicaciones cuánticas se centra en *desarrollar técnicas de comunicación más seguras mediante el uso de la luz*. Los fotones, como partículas cuánticas, tienen varios grados de libertad donde podemos almacenar información. Estamos en proceso de generar un protocolo de distribución cuántica de claves (QKD), que utiliza los principios de la mecánica cuántica, como la no clonación de fotones y la incertidumbre, lo que hace que cualquier intento de interceptar la información sea detectable.

Además de la polarización, estamos utilizando las *propiedades espaciales de la luz para crear modos vectoriales complejos*, que tienen una distribución única de fase, amplitud y polarización.

Esta combinación genera lo que llamamos "entrelazamiento clásico" ya que existe un acoplamiento no separable entre el grado de libertad espacial y el de polarización, esto nos permite crear un protocolo de alta dimensión (HDQKD) con mayor capacidad informativa por fotón.



Para generar estos estados, empleamos un DMD, un dispositivo óptico programable que utiliza una matriz de espejos para manipular la luz de manera controlada.



Belandria, S., & Belandria, S. (2020, 23 diciembre). ¡Inédito! Científicos logran teletransportación cuántica sostenida y a larga distancia. El Ciudadano. <https://www.elciudadano.com/actualidad/inedito-cientificos-logran-teletransportacion-cuantica-sostenida-y-a-larga-distancia/12/23/>

2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Patinar en skateboard.

3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

Tratar o lograr entender el funcionamiento de los procesos que se presentan a mi alrededor día a día, desde el funcionamiento de dispositivos electrónicos, hasta los mecanismos que mantienen unidos a los protones y neutrones en los núcleos atómicos. *Buscar un entendimiento profundo* mediante las matemáticas que luego me permita generar aplicaciones y así impactar en los avances hacia una mejor sociedad.

“Efectos del principio de incertidumbre generalizado en cosmología”
Oscar López Aguayo
Doctorado en Física

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

En colaboración con el Dr. Oscar Miguel Sabido Moreno y el Dr. Julio Cesar López Domínguez, estudiamos los *efectos del principio de incertidumbre generalizada (GUP) en cosmología*. Comenzamos con el modelo Friedmann-Robertson-Walker (FRW) dotado de un campo escalar. Después de introducir la modificación GUP al modelo, resolvemos los casos cuántico y clásico. Finalmente encontramos las ecuaciones de Friedmann modificadas. El modelo cosmológico (Λ CDM) construido a partir de la Relatividad General (RG) con el modelo estándar de partículas es la mejor descripción fenomenológica del Universo observado. Aunque el modelo Λ CDM es compatible con las observaciones, al ser un modelo fenomenológico, no sorprende que persistan varios aspectos teóricos.

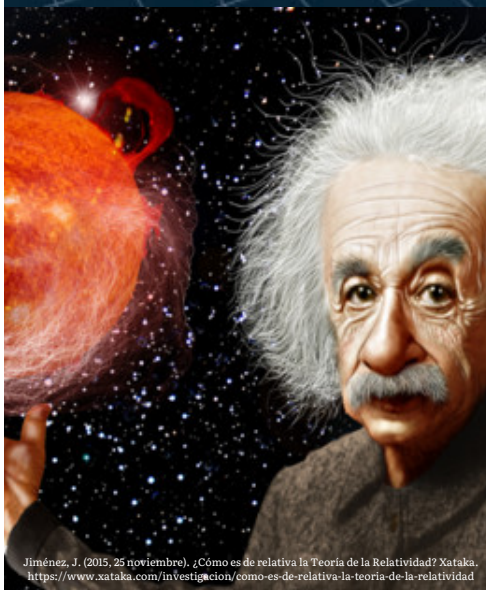
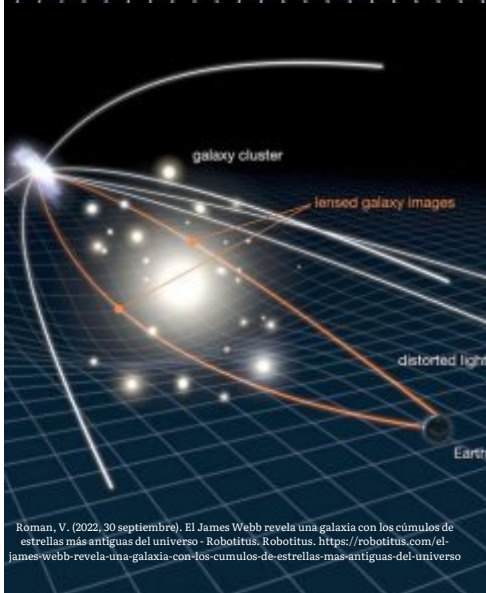
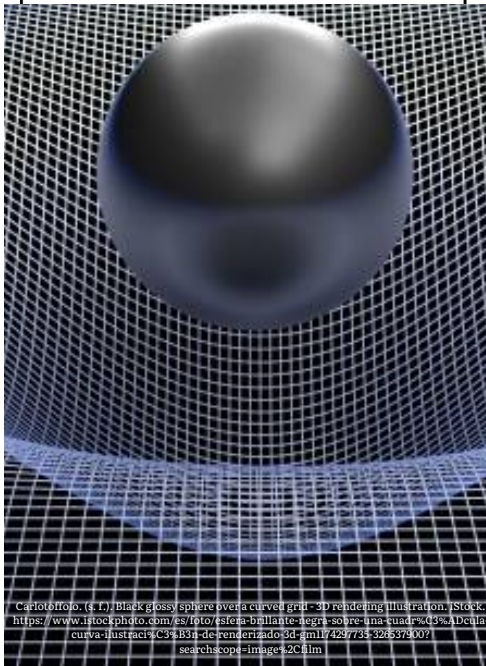
“Gravedad Modificada”
Gemma Elizabeth Pérez Cuéllar
Doctorado en Física

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

Mi trabajo de investigación se enfoca en *estudiar propuestas de gravedad en el régimen de altas energías y observar sus implicaciones a bajas energías*, en las cuales se puede contrastar con mediciones. Preguntas como

¿Qué significa que toda la energía del universo provenga de un punto (Big Bang)? y ¿Qué es el espacio-tiempo?

Evidencian la necesidad de un tratamiento cuántico de la gravedad. Entre la gran variedad de enfoques que hay, he trabajado con Gravedad Entrópica, la cual propone a la gravedad como un efecto emergente, causado por grados de libertad cuánticos, y con Ungravity, una teoría de materia exótica. Ambas teorías implican términos de corrección a la Relatividad General y mi trabajo ha sido estudiar efectos semiclásicos (pruebas clásicas de la Relatividad General) para fijar los parámetros libres de dichas teorías. También me interesa utilizar técnicas como la no conmutatividad y la supersimetría para estudiar modificaciones a la gravedad junto con sus efectos en la evolución del universo.



2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Me gusta andar en bici e ir al cine.

3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

Que a través de ella podemos describir con precisión algunos fenómenos de la naturaleza, nos permite descubrir nuevos y fascinantes fenómenos del universo, al igual que nos reta a explotar la creatividad, explorar todo un mundo de ideas nuevas y formar comunidades para responder preguntas, hasta ahora sin explicación.

“Machine Learning implementation in optics and photonic devices”
Daniel Rodríguez Guillén
Doctorado en Física

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

La fotónica es la rama de la física que estudia la implementación, generación, manipulación, y detección de fotones. La generación de fotones (entrelazados o no) se obtienen mediante fenómenos físicos no lineales. Actualmente, es posible generar, manipular, y detectar la luz mediante dispositivos fotónicos (circuitos fotónicos integrados, diodos, guías de onda, etc.) que, en conjunto con fenómenos no lineales, es posible obtener fotones entrelazados en diversos grados de libertad, cuyas aplicaciones recaen en, por ejemplo, comunicaciones cuánticas, microscopía, computación cuántica, sensado, entre otras. Para diseñar estos dispositivos es necesario desarrollar métodos numéricos; conocidos como *electromagnetismo computacional*, que simulan el comportamiento de la luz a nivel clásico y cuántico, representando un grado alto de complejidad en el diseño de estos dispositivos, para solucionar esto, se han implementado técnicas de 'machine learning' que permiten diseñar y optimizar sistemas fotónicos, así como sus potenciales aplicaciones. Mi trabajo de doctorado consiste en *desarrollar estos métodos numéricos, diseñar dispositivos fotónicos, y generar potenciales aplicaciones, todo esto acompañado de técnicas de 'machine learning'*.

2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Disfruto mucho salir a caminar con mis perros, es una actividad que en su mayoría suele relajarme, otra actividad que me gusta es ir al cine.

3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

En palabras muy breves, me apasiona el desarrollo de tecnologías, específicamente la implementación de la física en problemas de frontera que da pie al desarrollo de nuevas tecnologías.

“Generalización categórica de la teoría bf acoplada a gravedad”

*Angel David Lopez Hernández
Doctorado en Física*

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

Los *principios de simetría* han jugado un papel fundamental en la construcción de teorías físicas. El primer ejemplo de una teoría de campos de norma que combinó con éxito la mecánica cuántica y la relatividad especial es la electrodinámica cuántica (QED), la cual es una teoría de norma que utiliza como fundamento la simetría bajo un grupo unitario.

Este grupo se puede representar como un círculo y sus rotaciones. La QED describe las interacciones entre fotones, electrones y positrones. Esta teoría forma parte de la teoría de Yang-Mills, teoría que también incluye otras dos fuerzas fundamentales: la fuerza débil y la fuerte. Sin embargo, la gravedad como tal no puede ser expresada dentro de estas teorías en el sentido tradicional, lo que lleva a problemas relacionados con expresar la teoría de la gravedad como una teoría cuántica.

Otros enfoques como el de la teoría *"Categorical generalization of BF theory coupled to gravity"* se han tomado para intentar solucionar el problema. Esta utiliza herramientas de la llamada teoría topológica de campos y de la teoría de categorías.

Este enfoque intenta, además de escribir la teoría de la gravedad como "una teoría de norma", resolver otros aspectos, como el problema de la constante cosmológica.

2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Me gusta el ciclismo de montaña, la música y la aviación.

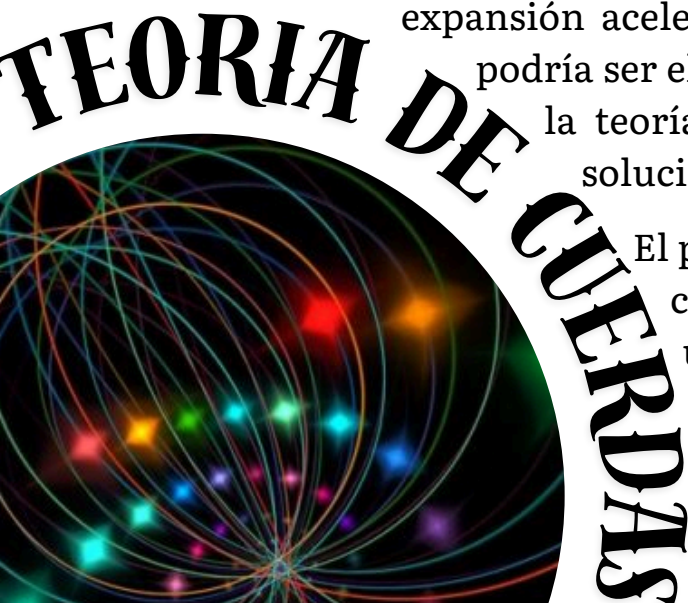
3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

Me encanta el lenguaje de la física, aprender más sobre este y las diversas ramas de la matemática. También me apasiona cuan bella es la física y todo su alcance.

"Conjeturas del pantano de la Teoría de Cuerdas"
José de Jesús Pérez Lona
 Doctorado en Física

1. ¿En qué consiste tú trabajo de investigación?

La *teoría de cuerdas* (TC) es una propuesta para una teoría de gravedad cuántica que permite explorar aspectos fundamentales del universo. Uno de los problemas abiertos en la física actual es entender el origen de la constante cosmológica, Λ , que es pequeña y positiva, reflejando la expansión acelerada del universo. La TC sugiere que Λ podría ser el mínimo de un potencial escalar, aunque la teoría ofrece un número masivo de posibles soluciones, estimado en alrededor de 10^{500} .



El programa del "Swampland" de la teoría de cuerdas busca identificar los criterios que una teoría efectiva debe cumplir para ser consistente con la gravedad cuántica. Si no cumple estos criterios, se dice que la teoría pertenece al "pantano". Dentro de sus implicaciones, este programa ha

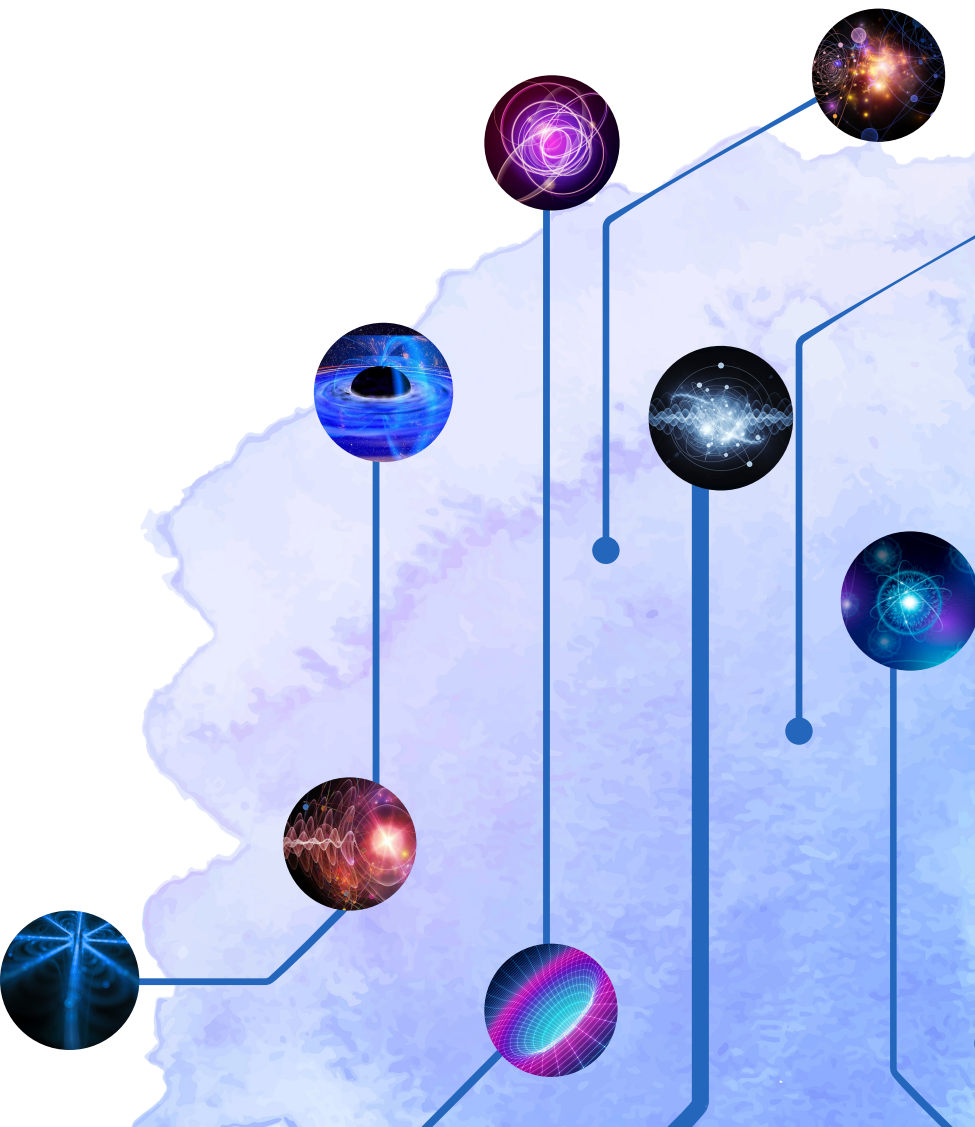
ayudado a restringir el número de posibles universos que pueden ser descritos por la teoría de cuerdas.

2. Compártenos algún hobby o interés extracurricular que tengas

Disfruto mucho el dibujo con pluma. Me fascina la cocina. Recientemente, he puesto empeño por profundizar en el tema del café de especialidad.

3. ¿Qué es lo que más te apasiona de la física?

La facultad que nos brinda al revelar la elegancia de la naturaleza, oculta bajo el velo de nuestra ignorancia





EL CÓDIGO ENIGMA

El inicio de la computación

Film Fashions - The Imitation Game. (s.f.). The Butterfly Balcony.
<http://www.butterflybalcony.com/2016/02/film-fashions-imitation-game.html#more>

Escrito por Lorena Michelle Botello Villanueva

“El código enigma” es una película dirigida por Morten Tyldum estrenada el 14 de noviembre del 2014, protagonizada por Benedict Cumberbatch, quien da vida al genio matemático británico Alan Turing, conocido por ser el padre de la computación moderna.

La película narra la vida de Alan Turing, iniciamos la historia con un oficial de policía sospechando del profesor Alan Turing, pues este asegura que no le han robado nada, aunque horas antes se reportó un robo en su hogar. El policía impulsado por su instinto decide investigar el perfil del profesor, para darse cuenta de que su archivo militar es clasificado, despertando aún más alarmas en su mente. Sin embargo, sus esfuerzos no concluyen en el desenlace que él esperaba, sus compañeros de trabajo toman su investigación deduciendo que Alan Turing es un homosexual y por ello, es arrestado por perversión e indecencia. Pero este no puede ser el secreto que Turing escondía, era demasiado simple, no justificaba la eliminación

de su historial militar. Es así que él mismo va a interrogarlo, y para su sorpresa, Turing no ejerce resistencia, está más que dispuesto a responder sus preguntas.

Es la segunda guerra mundial, los nazis continúan su avance por Europa a pasos agigantados y los Aliados tienen las manos atadas. En Inglaterra, la población muere de hambre pues los nazis hunden barco tras barco enviado por los Estados Unidos, barcos cargados de toneladas de alimento. Para los Aliados, los movimientos de los alemanes eran impredecibles, era sencillo interceptar sus mensajes, pero la intención de los alemanes no era que no pudieran acceder a sus comunicaciones, pues verás, que ese detalle es irrelevante cuando tus enemigos no tienen ni idea de lo que escribiste.



Crítica. (s.f.). Los Interrogantes.
<https://losinterrogantes.com/cine/criticas/critica-the-imitation-game-cine-con-mayusculas>

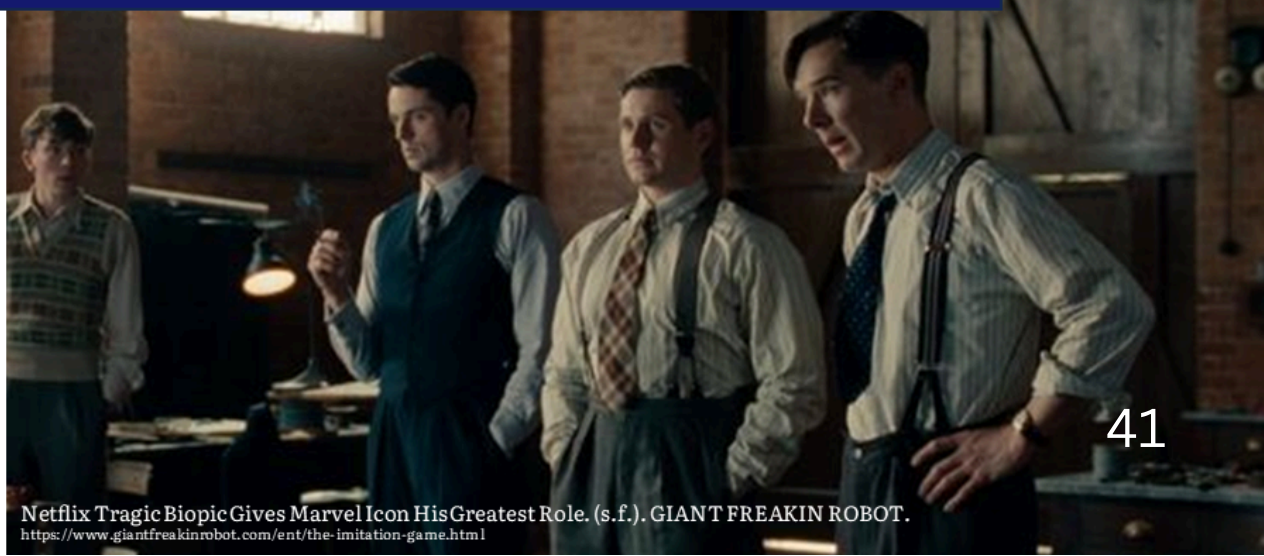
A ojos de una persona normal, los mensajes no tenían ningún tipo de sentido, pero para los alemanes, eran sus próximas estrategias y ataques. Los nazis se comunicaban a través de códigos encriptados enviados por una máquina llamada Enigma. La máquina enigma es similar a una máquina de escribir, con la diferencia de que mientras tú escribes tu mensaje, la máquina se encarga de cifrarlo en código al momento y la única manera

de descifrar el mensaje es tener otra máquina Enigma y conocer la configuración usada. Ahora, la inteligencia británica tenía uno de estos dos requisitos, pues gracias a los polacos, lograron hacerse de una de estas máquinas, robada directamente de manos alemanas, solo hacía falta averiguar la configuración usada. Sin embargo, la máquina enigma contaba con la humilde cantidad de 159 millones de millones de millones de configuraciones.

Si un equipo de 10 personas expertas en criptografía se reuniese para probar cada una de los millones de millones de posibilidades diariamente, verificando una configuración por minuto las 24 horas del día, se necesitarían 20 millones de años para revisarlas todas. Pero el equipo de inteligencia británica no contaba con un equipo de 10 personas, y por supuesto tampoco tenían 20 millones de años, es más, ni siquiera contaban con 24 horas para lograr esta hazaña. Los alemanes cambiaban la configuración de enigma usada cada día, emitiendo el primer mensaje a las 6:00 am, lo que quiere decir que, solo contaban con 18 horas para descifrar el código antes de que todos sus esfuerzos fueran en vano y tuvieran que partir de cero.

ENIGMA ERA INDESCIFRABLE, UN CÓDIGO IMPOSIBLE.

Es entonces que un hombre logra lo inimaginable.



Alan Turing rápidamente se dio cuenta de lo imposible que era la tarea cuando fue reclutado para este equipo selecto de genios encargados de descifrar el código enigma. Había llegado a la conclusión de que un humano no sería capaz de vencer a una máquina. Pero otra máquina sí. Turing había teorizado sobre máquinas capaces de funcionar como un cerebro humano, las llamadas máquinas Turing, capaces de resolver cualquier problema que pudiera describirse por un algoritmo, pero no fue sino hasta este momento que sus teorías se volvieron una realidad.



Inchaustegui, J. (2023, 29 de abril). La Trampa de Turing. LinkedIn: inicio de sesión o registro.
<https://es.linkedin.com/pulse/la-trampa-de-turing-juan-inchaustegui>

Es así como Turing crea la máquina “Christopher”, cuyo nombre en la vida real es “Bombe”. La Bombe fue capaz de descifrar dos mensajes de Enigma por minuto. Turing le dio un giro completo a la guerra, pues de acuerdo con historiadores y expertos, su máquina recortó dos a cuatro años de guerra, salvando alrededor de 14 millones de vidas. Pero la película también nos cuenta lo trágico que fue el final de este genio responsable de salvar a tantas vidas.

Tras contarle su trabajo durante la guerra al oficial de policía, Turing es llevado a juicio donde el juez le ofrece dos opciones, pasar un año en la cárcel o someterse a un tratamiento hormonal que “lo cure de sus preferencias homosexuales”. Negado a abandonar su trabajo, Turing opta por la segunda opción. El tratamiento al que fue sometido lo deterioró en cuerpo y mente, llevándolo a terminar con su vida pocos meses después con solo 41 años de edad. El reconocimiento que merecía no llegaría hasta 50 años más tarde, cuando la reina Isabel II le concedió el indulto real y reconoció su trabajo. Hoy en día conocemos a las máquinas Turing como computadoras. Sus contribuciones nos dejan un legado que hoy en día sigue influenciando la computación y la inteligencia artificial.



Irvine, A. (s.f.). 10 Facts About Enigma Codebreaker Alan Turing. History Hit.
<https://www.historyhit.com/facts-about-alan-turing/#:-:text=Alan%20Turing%20was%20a%20pioneering,Allied%20victory%20over%20Nazi%20Germany.>

