

Revista de Divulgación de la Coordinación de Divulgación
Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

Contenido

Cápsulas del tiempo

La proporción áurea

Nombres, deformaciones y estructuras

Sabías que ...

Nanoantenas Seebeck: ciencia diminuta para los sensores del futuro

El mito del reciclaje

Todo comenzó en las estrellas



Un reloj de 10,000 años

En 1986, Danny Hillis concibió la construcción de un reloj mecánico que pudiera durar 10,000 años.

Actualmente, este reloj se construye en la Cordillera del Diablo, en Texas.

Es fabricado con materiales resistentes a la corrosión como cerámica y acero inoxidable.

[The Long Now](#)

Cápsulas del tiempo

Memoria de la civilización

[Salvador A. Palomares S.](#)

El 22 de octubre de 2007, en el hemisferio de la torre oriente de la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México, fue encontrada una [caja que contenía](#) varios objetos del siglo XVIII relacionados con la construcción de las torres de la Catedral y tiene la fecha 14 de mayo de 1791, que corresponde al día en que se terminaron los trabajos realizados por el arquitecto José Damián Ortiz de Castro.

Está hecha de plomo y contenía cinco monedas de plata de la época, 23 monedas conmemorativas, once medallas religiosas, cinco grabados, cinco cruces de palma, un relicario, un dibujo y una oración contra los rayos, los temblores, la peste y las muertes repentinas. En la cantera de la esfera aparece el nombre del maestro cantero Tiburcio Cano, que trabajó en los remates.

En julio de 2008, se depositó, en el mismo lugar, una nueva caja, o cápsula, del tiempo con varios objetos, entre los que se encuentran la bandera de México, una copia de la Constitución mexicana; la Biblioteca Digital Mexicana; imágenes de los códices mexicanos de la Biblioteca Nacional de Antropología e Historia; y obras del Premio Nobel de Literatura, Octavio Paz. También contiene una tesis de [Mario Molina](#) sobre los daños a la capa de ozono; música, artes plásticas y escénicas mexicanas; una moneda de plata de acuñación especial denominada Calendario Azteca; y una colección de monedas de los estados del país.

Otros objetos son la película “Los Olvidados”, de Luis Buñuel, Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO; saludos en varias lenguas indígenas; periódicos mexicanos; una foto satelital del país; el genoma decodificado del maíz mexicano, y una foto del uniforme de México para las

Olimpiadas del año 2008 en Pekín son otros de los objetos contenidos.

Incluido está también el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, el informe de Gobierno 2007 de Felipe Calderón, el último censo estadístico del país, la lista del pasado Premio Nacional de Ciencias y Artes, las Metas del Milenio de la ONU, informes económicos, demográficos, sociales y ambientales de México, y una relación de las aportaciones del país al mundo.

Estas cajas pertenecen a las llamadas cápsulas del tiempo, o cajas de dedicación, que fueron y son depositadas dentro de algunas construcciones, o enterradas, para celebrar alguna fecha importante o simbólica. Las cajas contienen, usualmente, objetos relacionados con las construcciones donde se entierran y otros correspondientes a la época de deposición.

Cápsulas del tiempo modernas

En todo el mundo, y todas las épocas, han sido depositadas cápsulas del tiempo de forma voluntaria o involuntaria. Inspirado por los objetos encontrados en las pirámides de Egipto y por el descubrimiento de la tumba de los faraones y los reyes de Babilonia y Sumeria, Thornwell Jacobs propuso, en 1935, la construcción de la primera cápsula del tiempo moderna, en Atlanta, GA, en EE. UU.

La [Cripta de la Civilización](#), como fue nombrada la cápsula, contiene diferentes objetos, como textos religiosos, grabaciones de sonido, semillas, un radio, una caja registradora, una máquina de escribir y un generador eólico. También hay juguetes, reproducciones de esculturas famosas, un chupón, un radio, etc. y, en general, artículos que muestran el avance de la civilización en el momento de ser sellada.

Está planeado que esta cápsula sea abierta en el año 8113; esto es, 6,177 años contados a partir de 1936.

Otras cápsulas de tiempo son las que se encuentran en la ciudad de Amarillo, Texas, en los Estados Unidos de Norteamérica, que fueron enterradas, en 1968, para celebrar los cien años del descubrimiento del gas helio. La primera caja fue abierta en 1993; la segunda, en 2018; la tercera será abierta en 2068 y la última en 2968.

También existen proyectos de cajas del tiempo que serán abiertas después de períodos más largos que los anteriores, como el de las cajas llamadas Time Capsule I y Time Capsule II, preparadas por la compañía Westinghouse Electric & Manufacturing Company, enterradas en 1939 y 1964, respectivamente, y que está planeado, si antes no ocurre una catástrofe que borre de la memoria su existencia, que sean abiertas en el año 6939, cinco mil años después de que la primera cápsula fue enterrada.

Prácticamente, existen cajas del tiempo en todo el mundo, tanto particulares como las financiadas por instituciones educativas y empresas. En México, en San Luis Potosí, algunas universidades, como la Universidad Autónoma de México (UNAM), La Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), la Universidad Tecnológica de San Luis Potosí (UTSLP) y la Universidad Politécnica de San Luis Potosí (UPSLP), han construido cápsulas del tiempo. Estas cápsulas serán desenterradas en tiempos relativamente cortos, comparados con los anteriores: 50 años.

Si quiere construir su propia cápsula del tiempo, existen empresas que ofrecen los contenedores y, aunque no es necesario, puede registrarse en la [Sociedad Internacional de Cápsulas del Tiempo](#).

Sin embargo, el impacto es mayor cuando el descubrimiento y la apertura de estas cajas es un hecho no planeado que puede ocurrir ya sea dentro de cien, quinientos, mil o cinco mil años. Serían unas cápsulas del tiempo cuya existencia puede desaparecer de la memoria de los hombres, pero el legado permanecerá allí, esperando ser descubierto.

Cápsulas del tiempo extraterrestres

La nave espacial Lucy, lanzada en octubre de 2021, y diseñada para explorar los asteroides Troyanos, lleva una placa que contiene citas y poemas de diferentes autores. Después de completar su misión de 12 años, vagará durante cientos o miles de años, hasta que pueda ser recuperada por los seres humanos del futuro.

Las cápsulas del tiempo mencionadas contienen objetos e información dirigidas a los seres humanos; sin embargo, las naves

espaciales Pioneer 10, Pioneer 11, Voyager 1 y Voyager 2, llevan mensajes, imágenes y sonidos dirigidos a seres extraterrestres. En cierto modo, son cápsulas del tiempo que podrían navegar eternamente y que, por la inmensidad del espacio, existe la posibilidad de que nunca sean encontradas por alguna civilización extraterrestre.



Figura 1.

Dentro de esta categoría, se pueden agrupar también los restos de objetos espaciales que se encuentra en la Luna, Marte, Venus, etc. o, simplemente, vagando por el espacio.

El ámbar se puede también considerar como una cápsula del tiempo natural que preserva, con gran fidelidad, insectos, aire, agua y plantas que vivieron hace millones de años, Figura 1.

Finalmente, para información de las personas que quieren dejar su mensaje a los seres humanos que habitarían la tierra dentro de 50,000 años, aún hay oportunidad de que puedan participar en el proyecto KEO, con una caja de tiempo que será depositada, posiblemente, dentro de los próximos años, en órbita alrededor de la tierra.



La proporción áurea

Selina Ponce Castañeda

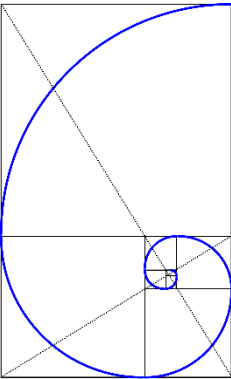
La proporción áurea, un número irracional representado por ϕ (phi), es, aproximadamente, igual a 1.618033. Aunque el símbolo que la representa se adoptó en el siglo XX, su descubrimiento se remonta a la Grecia clásica del siglo V a. C. Allí, era bien conocido y aplicado en diseños arquitectónicos, como el Partenón y en algunas esculturas. Los griegos, al estudiar la proporción y la medida geométrica de un segmento, descubrieron esta relación que consideraron fundamental. En términos algebraicos, al resolver la ecuación $x^2 - x - 1 = 0$, aparece ϕ como una de sus soluciones.

El canon humano

El cuerpo humano parece estar estructurado según los cánones de la proporción áurea. Esto se observa en la relación entre las falanges de los dedos, donde la longitud de cada falange mantiene esta proporción con la siguiente. De forma similar, la proporción entre la longitud y el ancho de la cabeza se aproxima a ϕ . Un ejemplo clásico, estudiado desde la antigüedad, es la división del cuerpo por el ombligo. En un adulto idealizado, la proporción entre la altura total y la distancia desde el ombligo hasta los pies se aproxima a 1.618. Si bien, no es una regla universal, esta recurrencia sugiere un patrón subyacente de crecimiento armonioso.

La conexión entre la geometría y el cuerpo fue explorada por el arquitecto romano Marco Vitruvio Polión (siglo I d. C.), quien observó que un hombre con los brazos extendidos puede inscribirse perfectamente dentro de un cuadrado y, con las piernas separadas, dentro de un círculo cuyo centro es el ombligo. Siglos después, Leonardo da Vinci immortalizó este concepto en su célebre Hombre de Vitruvio, un dibujo creado para ilustrar el tratado De Divina Proportione (1509) del matemático Luca Bartolomeo de Pacioli. Precisamente, fue Pacioli quien denominó a la proporción áurea la Proporción Divina debido a sus excepcionales propiedades matemáticas y su perfecta adaptación a las proporciones humanas, humanizando así el diseño y la arquitectura.

Geometría y la Espiral de la Vida



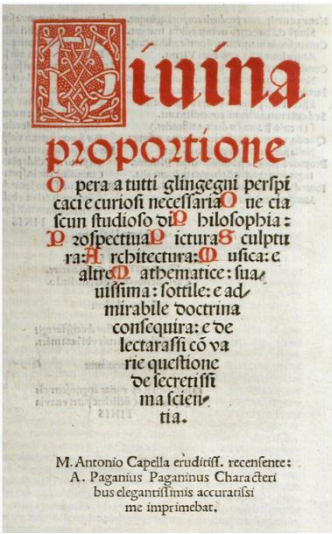
La propiedad de autosimilitud, que se repite a diferentes escalas, de la proporción áurea, se manifiesta en el rectángulo áureo. Cuando se remueve el cuadrado máximo posible de un rectángulo áureo, el remanente no es un rectángulo cualquiera, sino otro rectángulo áureo, más pequeño y girado 90°. Si se repite este proceso, se genera una secuencia infinita de rectángulos áureos anidados, cada uno una versión reducida y rotada con respecto al anterior.

Al conectar los vértices opuestos de estos cuadrados consecutivos, se traza una espiral logarítmica conocida como spira mirabilis.

Esta espiral, que fascinó al matemático Jakob Bernoulli hasta el punto de desear que figurara en su lápida con la frase Eadem mutata resurgo (Aunque transformado, resurgiré igual), es un patrón de crecimiento eficiente y armonioso que aparece en la concha del nautilo, en la cabeza de los girasoles y en la morfología de muchas galaxias.

La huella de Fibonacci en el reino vegetal

En botánica, la proporción áurea y su equivalente matemático, la secuencia de Fibonacci, rige la disposición de las hojas, brácteas o flores en el tallo de una planta, especialmente en patrones espirales para optimizar la exposición a la luz y al aire. La filotaxis, que estudia la disposición de las hojas en un tallo, sigue este principio. Si se traza una línea helicoidal desde una hoja basal hasta la siguiente hoja alineada verticalmente encima, el número de hojas (n) y el número de vueltas (m) alrededor del tallo suelen ser números consecutivos en la secuencia de Fibonacci.



La divergencia del tallo se expresa como la fracción m/n. Después de n hojas, la disposición completa m giros alrededor del tallo. Por ejemplo, si la divergencia es 2/5, después de cinco hojas se completan dos giros, como en el manzano o el roble. Recientemente, tras estudiar varios modelos posibles del crecimiento de colágeno, investigadores concluyeron que la explicación más probable es que las fibras se extienden desde su eje, a lo largo de un tallo, de forma similar a como crecen las flores de un girasol.

La proporción áurea: Un puente entre matemática, arte y naturaleza

Desde la época de Euclides, quien la definió como "la razón en extrema y media proporción", la proporción áurea ha trascendido el ámbito puramente matemático para revelar una profunda conexión entre la abstracción numérica, la creación artística y las formas naturales. Su huella, visible desde las proporciones del Hombre de Vitruvio de Da Vinci hasta la espiral logarítmica de un nautilus, da testimonio de una armonía universal, de un principio geométrico subyacente que ordena tanto el arte como la naturaleza, uniendo lo divino y lo terrenal.

Nombres, deformaciones y estructuras

Juan Guillermo Munguía Fernández

¿Qué tan creativo debe ser uno para nombrar objetos o fenómenos?

El desarrollo en cualquier área de la ciencia suele generar beneficios tecnológicos, un fenómeno que se repite con frecuencia. Sin embargo, es crucial reconocer que los avances tecnológicos también impulsan la innovación científica. La interacción entre la ciencia y la tecnología no sigue un único sentido, sino que constituye un vínculo bidireccional. La ciencia proporciona los fundamentos teóricos que posibilitan el desarrollo de nuevas tecnologías, mientras que los avances tecnológicos, a su vez, abren nuevas vías para investigar y comprender con mayor profundidad y precisión los fenómenos científicos.

Cuando estudiamos fenómenos, ya sean conocidos o desconocidos, partimos de [modelos teóricos](#) que hemos establecido durante la investigación. Este proceso puede conducir al desarrollo de nuevos dispositivos tecnológicos en los laboratorios, los cuales, a su vez, pueden revelar fenómenos adicionales o nuevos que no estaban previstos en nuestros modelos teóricos.

Este ciclo continuo de modelación científica, diseño y descubrimientos experimentales es conocido en las escuelas como el Método Científico.

En el párrafo anterior, se comentan temas que seguro se han debatido o platicado en las clases de Ciencias. Debemos mencionar que, en el desarrollo de temas de investigación novedosos y en los campos científicos emergentes, existen críticas positivas o comentarios sin trascendencia en la falta de creatividad al momento de poner nombre a algunos fenómenos físicos (se me viene a la mente Cien años de soledad: *El mundo era tan reciente, que muchas cosas carecían de nombre, y para mencionarlas había que señalarlas con el dedo...*). Algunos nombres tienen raíces etimológicas en palabras griegas o latinas; pero el problema es que, al no tener una forma ordenada, o un protocolo para nombrar las cosas, se genera terminología confusa.

Esta confusión complica la comunicación científica de diferentes temas, incluso para los propios científicos al momento de realizar artículos de investigación, divulgación o trabajos de difusión. En esta publicación nos centraremos en el área de la mecánica de materiales, en específico en los [metamateriales auxéticos](#), haciendo referencia a nombres poco creativos o confusos.

Empezando a deshebrar ideas...

La palabra metamateriales es una combinación de dos palabras, una griega *μετα*, que significa más allá y la palabra latina *materialis* (tratando de darle una construcción a la palabra), entonces esto significa más allá de los materiales.

La traducción parece que no da más información, pero la [definición](#) nos dice que “...son materiales macroscópicos compuestos que poseen una estructura tridimensional periódica artificial diseñada para producir una combinación óptima, no disponible en la naturaleza, de dos o más respuestas a estimulaciones físicas específicas”.

Dentro de los metamateriales, existen clasificaciones, dependiendo de las respuestas físicas que queremos estudiar; por ejemplo: las electromagnéticas, las ópticas, las acústicas, las mecánicas, etc. Aquí nos centraremos en los metamateriales mecánicos.

Un poco de contexto...

Imagina que tomamos un video en el momento que rebota una pelota en el suelo y, al ver la grabación cuadro por cuadro, se puede observar que la pelota se deforma al golpear el suelo; este mismo efecto ocurre cuando una pelota es golpeada por una raqueta de tenis o por un bat de beisbol, pero esta deformación es más notoria, Figura 1.



Figura 1.

Explicemos lo que ocurre: cuando la pelota recibe una fuerza que la comprime. Su forma se modifica: se aplana en la dirección de la fuerza, pero sus costados se expanden. Por otro lado, al observar las bandas de resistencia usadas en yoga, notamos que los esfuerzos que separan sus extremos generan una deformación de estiramiento, mientras que sus costados se contraen. Resumiendo estos dos escenarios: 1) al comprimir un objeto, sus costados se expanden y 2) al estirarlo, sus costados se contraen. Esta hipótesis parece cumplirse para todos los materiales que usamos a diario, hasta el punto de que podría considerarse sentido común.

Lo que se mencionó, en el párrafo anterior, fue analizado y plasmado por el físico y matemático [Siméon Denis Poisson](#) en el libro [Traité de mécanique](#), publicado en dos tomos, en 1811, y que es una publicación de consulta clásica en mecánica. Poisson nació en el pueblo de Pithiviers (Loiret, Francia), mostró ser un estudiante talentoso y sobresaliente en matemáticas; en 1798, ingresó a la prestigiosa École Polytechnique en Francia. Durante su vida como investigador desarrolló diferentes áreas de la física y las matemáticas, como son: electricidad, óptica,

estadística, mecánica, entre otras, y muchos de sus desarrollos o teorías tienen influencia en otras áreas en las que no incursionó, o quizás no existían en ese momento.

Poisson, en su obra, aborda un principio fundamental de la mecánica: cuando un cuerpo es sometido a un esfuerzo, su forma o tamaño se modifica, es decir, experimenta una deformación. Esta observación, aunque sencilla, revela un comportamiento de los materiales ante fuerzas externas.

A partir de este fenómeno, y siguiendo la tendencia humana a cuantificar los fenómenos naturales (El Principito: “yo puedo llegar a ser como las personas mayores, que sólo se interesan por las cifras...”), surge la necesidad de expresar dicha relación mediante una fórmula.

Poisson propuso una ecuación que describe este comportamiento, al comparar la deformación en la dirección del esfuerzo aplicado con la deformación perpendicular a él. Este cociente, que caracteriza la respuesta de los materiales, suele adoptar valores positivos comprendidos entre 0.0 y 0.5, Figura 2.

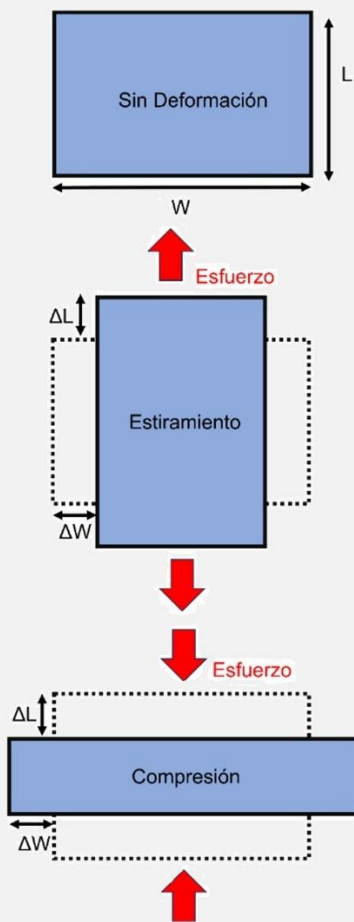


Figura 2.

En el estudio de los materiales se reconocen dos grandes categorías: los materiales convencionales, o estándar, y los metamateriales auxéticos. Un lector crítico, al abordar esta clasificación desde la perspectiva de la mecánica, podría comenzar cuestionando qué se entiende por material en este contexto. Al profundizar mediante una búsqueda informada, inevitablemente se encontrará con referencias a la ecuación de Poisson, que

describe cómo los materiales se deforman ante la aplicación de esfuerzos.

El [coeficiente de Poisson](#) se encuentra acotado dentro de límites numéricos bien definidos, los cuales reflejan las propiedades mecánicas de cada material: desde los más incompresibles hasta los más extensibles, y desde líquidos o sólidos blandos hasta los más rígidos. Esta magnitud ofrece una herramienta universal de contrastar el rendimiento estructural de los materiales reales y brinda inspiración para crear nuevos sólidos y líquidos, sin olvidar que existen desafíos para comprender y mejorar los ya existentes (relación ciencia y tecnología).

Uno de los primeros materiales auxéticos, producidos artificialmente, fue la estructura RFS (estructura plegada en diamante), que fue inventada en 1978 por el investigador berlinés K. E. Pietsch, Figura 3.. Si bien no usó el término auxético, sí lo reportó por primera vez, por lo que fue considerado el inventor de la red auxética. Todo muy bien, pero a todo esto, ¿qué es un metamaterial auxético? Como ya se mencionó, los metamateriales son materiales diseñados artificialmente y que exhiben respuestas que no tendría un material estándar.

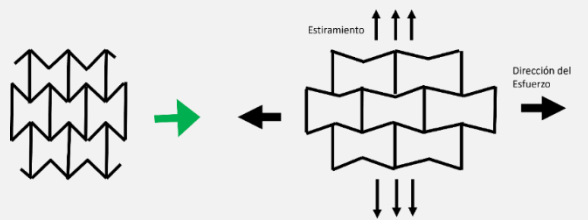


Figura 3.

Entonces, basados en la información que hemos proporcionado, los valores que tiene un metamaterial auxético en la relación de Poisson estarían fuera del rango de 0.0-0.5, y no lo hemos interpretado mal, sólo que no son cantidades mayores que 0.5, si no que son valores negativos

Entonces, ¿qué está pasando físicamente? Lo que ocurre es lo siguiente: 1) cuando se comprime un material estándar, sus costados se expanden, mientras que en un material auxético se contraen; y 2) si se estira un material estándar, sus costados se contraen, mientras que en un material auxético se expanden. Así, el sentido común deja de ser tan común.

Si usted busca en internet [poliedros de Tachi-Miura](#), encontrará videos que ilustran lo que aquí se describe. Estas estructuras, elaboradas mediante técnicas de origami, sirven como fuente de inspiración para el diseño de metamateriales auxéticos. A partir de ellas, es posible fabricar materiales con geometrías diversas, útiles para la investigación y el análisis de sus propiedades mecánicas.

Esta exploración revela que distintos materiales responden de manera muy diferente a la tensión, un hecho observable en la vida cotidiana: al doblar, estirar o comprimir objetos, notamos que algunos se deforman fácilmente mientras que otros resisten o se comportan de forma inesperada. Esta variabilidad en la respuesta mecánica es precisamente lo que permite caracterizar y

clasificar los materiales según sus propiedades estructurales Figura 4. La existencia de materiales auxéticos se reconoce desde hace más de un siglo, aunque los ejemplos naturales son escasos. En 1882 se documentó la presencia de monocristales de pirita de hierro con comportamiento auxético, a partir de experimentos de torsión y flexión en varillas minerales. Este estudio fue el primero en evidenciar este tipo de respuesta mecánica en la naturaleza, estimando un coeficiente de Poisson cercano a $-1/7$. Desde entonces, se han identificado otros casos, como siliconas polimórficas, zeolitas y ciertos silicatos.

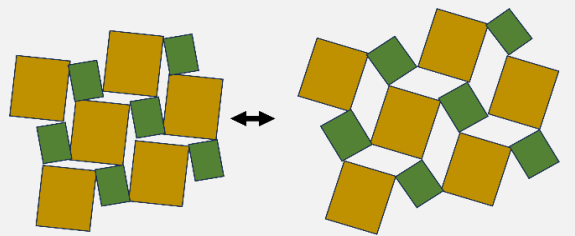


Figura 4.

En conclusión...

Aunque los metamateriales auxéticos aún no tienen aplicaciones masivas, existe un creciente interés en diseñar geometrías innovadoras mediante técnicas creativas. Este enfoque permite orientar el desarrollo hacia respuestas mecánicas específicas, útiles en la construcción de estructuras y objetos, así como en la optimización de recursos para crear dispositivos tecnológicos con propiedades físicas ajustadas a necesidades concretas.

Sabías que ...

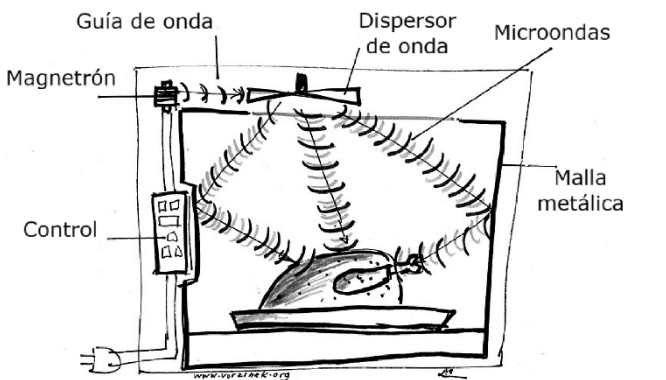
[El horno de microondas](#) es un electrodoméstico que, desde 1947, revolucionó la preparación de alimentos. Su funcionamiento se basa en un principio físico fundamental: la generación de [ondas electromagnéticas](#). Esta tecnología se derivó de la aplicada en la producción de ondas de radar. Su inventor fue [Percy LaBaron Spencer](#) (1894-1970), quien era jefe del área de bulbos de potencia en la empresa Raytheon.

En el interior del [aparato](#), el magnetrón convierte la energía eléctrica en microondas. La frecuencia de estas ondas es de alrededor de 2.4 GHz y son dirigidas hacia la cavidad del horno, donde son reflejadas por las paredes metálicas para distribuirse de manera uniforme.

La clave de la cocción reside en la interacción de estas ondas con las moléculas de agua, grasas y azúcares presentes en los alimentos. Las microondas poseen una frecuencia específica que hace que las [moléculas polares](#), especialmente las de agua, roten millones de veces por segundo. Esta rotación rápida y forzada genera fricción intermolecular, que produce el calor que cocina la comida desde el interior, donde se encuentra estas moléculas ligadas a los alimentos, hacia el exterior.

Este sistema aprovecha la energía de manera óptima, ya que calienta directamente la comida y no el recipiente o el aire circundante. Sin embargo, algunos materiales, como el metal, reflejan las ondas y pueden causar chispas, mientras que el vidrio o el plástico son transparentes a ellas, permitiendo que la energía llegue a los alimentos de manera segura.

Este método de calentamiento es altamente selectivo, ya que la energía es absorbida directamente por los alimentos ricos en agua, azúcares o grasas. Los materiales [dieléctricos](#), como el vidrio o ciertos plásticos, son transparentes a las microondas y no se calientan significativamente. El recipiente que contiene los alimentos se calienta por medio de la [conducción de calor](#).



Nanoantenas Seebeck: ciencia diminuta para los sensores del futuro

Juan R. Moreno G., Fernando S. Chiwo, Francisco J. González.

Las [nanoantenas Seebeck](#) son diminutas estructuras capaces de transformar el calor en electricidad. Su diseño combina principios de [física de antenas](#) con el efecto Seebeck, lo que les permite convertir la radiación infrarroja en señales eléctricas útiles. Mediante simulaciones por computadora se ha demostrado que, al organizar estas nanoantenas en pequeños arreglos, pueden funcionar como píxeles para futuros sensores. Gracias a ellos, se vislumbra aplicaciones que van desde la medicina y la seguridad hasta la exploración espacial y la eficiencia energética. Este artículo muestra cómo la ciencia, en la escala más pequeña, puede generar avances con un impacto enorme en nuestra vida cotidiana.

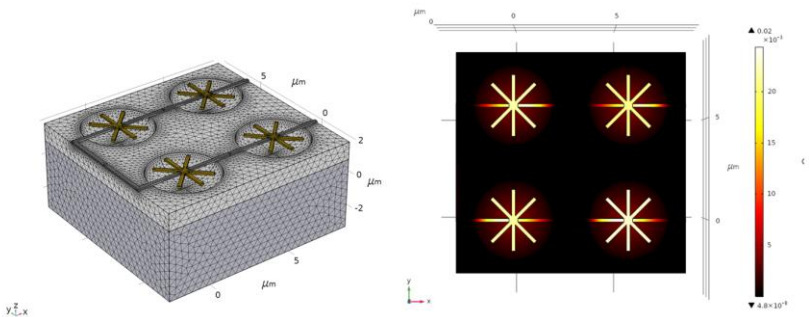


Figura 1. Simulación de un arreglo 2x2 de nanoantenas Seebeck. A la izquierda se observa el modelo tridimensional, y a la derecha la distribución de temperatura generada por la radiación incidente. Los colores indican la intensidad del calentamiento: las zonas amarillas corresponden a mayor temperatura y las zonas en rojo a menor temperatura relativa.

El calor es una forma de energía presente en todos los aspectos de nuestra vida. Aunque nuestros ojos no lo perciben directamente, cada objeto o ser vivo emiten radiación en el espectro infrarrojo. Con tecnología como la utilizada en las cámaras térmicas es posible visualizar este mundo invisible y aprovecharlo en áreas tan diversas como la medicina, la seguridad, la industria o la investigación científica.

La detección del calor se ha vuelto parte de nuestra vida diaria de maneras que muchas veces pasan desapercibidas. En aeropuertos internacionales, por ejemplo, las cámaras infrarrojas se usan para identificar pasajeros con fiebre y controlar brotes epidemiológicos. En el deporte, permiten monitorear el esfuerzo físico y la recuperación de los atletas. En la industria de la construcción, se emplean para detectar fugas de energía en viviendas y edificios, ayudando a diseñar espacios más eficientes. Incluso, en la cultura popular, las películas y videojuegos han popularizado la idea de la visión nocturna, basada en la detección infrarroja. Todo ello es posible gracias a la capacidad de convertir lo invisible en información útil.

Los [detectores infrarrojos](#) más comunes, llamados microbolómetros, han servido durante décadas para estas tareas, pero en la medida en que la ciencia busca píxeles cada vez más pequeños y sensores más compactos, su eficiencia y sensibilidad se han visto limitadas. Surge, entonces, la necesidad de imaginar alternativas más innovadoras que permitan superar estas fronteras.

En este contexto aparecen las nanoantenas Seebeck, que son estructuras miles de veces más pequeñas que el grosor de un cabello humano pero con longitudes de apenas unas micras.

Su funcionamiento combina dos principios fundamentales. Por un lado, el de las antenas: dispositivos capaces de recibir ondas electromagnéticas y transformarlas en señales eléctricas. Por otro lado, el [efecto Seebeck](#), descubierto en 1821 por el físico alemán [Thomas Johann Seebeck](#), quien observó que, al unir dos metales distintos y generar una diferencia de temperatura entre ellos, aparecía un voltaje eléctrico. Este fenómeno, aparentemente sencillo, se convirtió en la base de los termopares, que hoy se usan en hornos, refrigeradores y sistemas de control de temperatura.

La unión de ambas ideas permite que una nanoantena diseñada con materiales diferentes no sólo capte radiación infrarroja, sino que también convierta directamente ese calor en electricidad. Lo fascinante de estas nanoestructuras es que no trabajan solas. Puede organizarse en arreglos o matrices, como si fueran piezas de un mosaico, para formar pequeños píxeles que generan señales más intensas y útiles. De esta forma, cada píxel de un detector infrarrojo podría estar compuesto por decena o cientos de nanoantenas Seebeck, actuando como diminutos *ojos térmicos* capaces de captar con precisión la energía que nuestros sentidos no pueden ver.

Antes de construir físicamente dispositivos de este tipo, la ciencia moderna permite visualizar su desempeño a través de simulaciones. Con ayuda de modelos computacionales es posible recrear cómo una nanoantena respondería a la radiación infrarroja. Los resultados son sorprendentes: aunque los aumentos de temperatura son extremadamente pequeños, e imperceptibles para nosotros, el efecto se traduce en voltajes eléctricos medibles.

Más aún, al aumentar el número de nanoantenas en un arreglo, la señal se multiplica y se vuelve mucho más clara. Estas simulaciones también muestran que las nanoantenas multipolares pueden responder de manera estable a diferentes ángulos de radiación, lo que las convierte en estructuras versátiles y robustas frente a condiciones cambiantes. Gracias a estas herramientas digitales, Podemos asomarnos al futuro y comprender cómo lo diminuto puede convertirse en una tecnología transformadora.

El potencial de las nanoantenas Seebeck se extiende a numerosos campos. En la medicina podría servir para diagnósticos no invasivos, detectando variaciones mínimas de temperatura en la piel, asociados con procesos inflamatorios o alteraciones metabólicas. Las cámaras basadas en esta tecnología podrían convertirse en herramientas útiles para la telemedicina, donde los médicos y pacientes interactúan a distancia. En seguridad y defensa, permitirían cámaras infrarrojas más ligeras y sensibles, útiles en rescates, vigilancia o navegación en condiciones de baja visibilidad. En la industria, serían valiosas para optimizar procesos energéticos, detectar fugas de calor en fábricas y aprovechar el calor residual de máquinas para generar electricidad adicional. Y en la astronomía, abrirían nuevas ventanas de observación del universo, ya que muchos fenómenos cósmicos emiten radiación infrarroja que nuestros ojos no pueden captar. Un ejemplo inspirador es el telescopio espacial [James Webb](#), que observa en este rango y que ha revolucionado nuestra visión del cosmos.

Estas aplicaciones no solo demuestran la utilidad de las nanoantenas Seebeck, sino también la manera en que la ciencia, a escala nanométrica, puede tener un impacto macroscópico en la sociedad. Lo que parece un experimento diminuto en un laboratorio puede, con el tiempo, transformarse en una herramienta esencial en hospitales, fábricas, observatorios o sistemas de seguridad. Además del impacto tecnológico, este tipo de investigaciones tiene un valor educativo y social. Permiten mostrar a estudiantes y jóvenes que la física, la ingeniería y la ciencia de materiales no son disciplinas abstractas, sino áreas que pueden mejorar la vida cotidiana de las personas. Inspirar a nuevas generaciones a interesarse por la ciencia es sin duda, uno de los aportes más valiosos de proyectos como éste.	Las nanoantenas Seebeck nos recuerda que la innovación no siempre se mide en tamaño, sino en capacidad de transformar el mundo. Al convertir directamente el calor en electricidad, representan una apuesta por sensores más sensibles, compactos y versátiles. Su desarrollo refleja cómo la ciencia en la escala más diminuta puede tener un impacto enorme en nuestra vida cotidiana y nuestro entendimiento del universo. En lo invisible, estas estructuras diminutas nos enseñan que es el camino hacia los sensores del futuro.
---	--



El mito del reciclaje

Salvador Antonio Palomares Sánchez En el año de 1971, se lanzó una campaña, transmitida en televisión, para trasladar la responsabilidad de la contaminación del medio ambiente de las empresas a los consumidores. Y, durante décadas, las compañías petroleras y de plásticos han continuado con esta sofisticada campaña. Esta estrategia, bien financiada y meticulosamente diseñada, busca eximir a la industria de sus obligaciones y ralentizar la acción regulatoria mientras continúa inundando el planeta con productos desechables.  La piedra angular de esta campaña es la narrativa del mal consumidor. Mediante campañas publicitarias e iniciativas de responsabilidad social corporativa (RSC), que tratan de convencernos de que somos parte de la solución: usar bolsas reutilizables, comprar productos verdes, separar los residuos, reducir, reutilizar y reciclar (RRR), etc. y el mensaje es claro: es tu culpa si no separas correctamente la basura, no reutilizas tus bolsas o no reciclas tus botellas. De esto se encargan los cabilderos del plástico, liderados por organizaciones como la Alianza para Acabar con los Residuos Plásticos o Keep America Beautiful cuyas campañas están financiadas por grandes empresas.	Esta narrativa transforma un problema integral de diseño y sobreproducción de productos en una falta moral personal, eximiendo así a las corporaciones de cualquier confrontación con la raíz del problema: la producción masiva de plásticos desechables innecesarios y no reciclables. El segundo pilar de esta estrategia es la promoción del mito del reciclaje. Desde la década de 1970, la industria sabe que el reciclaje a gran escala nunca sería económicamente viable. Sin embargo, invirtió millones en campañas de concienciación ambiental, creando la ilusión de una economía circular. Esto también trasladó la carga financiera y logística de la gestión de residuos a los gobiernos y los gobernados.  En realidad, solo se recicla alrededor del 9 % de todo el plástico producido. El resto contamina océanos, ríos y suelos, pero la industria puede eludir su responsabilidad argumentando que brindó la oportunidad para el reciclaje y que los consumidores fuimos quienes fallamos.	Finalmente, estas corporaciones rechazan vehementemente cualquier legislación que busque soluciones reales, como la responsabilidad extendida del productor o la prohibición de los productos desechables. Argumentan que tales medidas perjudican la economía y restringen la libertad de elección del consumidor. Al hacerlo, presentan la regulación como un ataque a la libertad individual, en lugar de una respuesta necesaria a la crisis ambiental que ellos mismos han creado. Las industrias del plástico y del petróleo han empleado tácticas similares a las de la industria tabacalera pues niegan los hallazgos científicos, siembran confusión y culpan a los consumidores finales. Su objetivo no es combatir la contaminación, sino mantener un modelo de negocio basado en productos de un solo uso y la sobreproducción. De esta manera, aseguran sus ganancias a costa del medio ambiente y la salud pública, mientras nos convencen de que la culpa —y la solución— recae sobre nosotros, los consumidores.  Pero aún hay esperanzas.
--	--	--



Todo comenzó en las estrellas

Roberto Bartali Marchetti

Hace 4600 millones de años todavía no existía el Sol, la Tierra y todo el [Sistema Solar](#) no eran más que un disco de gas y polvo que orbitaba lentamente alrededor de lo que sería nuestra estrella: el Sol. Poco a poco se formaban grumos de microscópicos granos de polvo cuyo contenido era muy simple: hierro, calcio, silicio, aluminio, magnesio y carbono que se rodeaban de gases y moléculas formados principalmente de hidrógeno, helio y nitrógeno. Esos terrones crecían en tamaño y se destruían chocando unos con otros. Finalmente logran adquirir suficiente material para formar a cuerpos de tamaño planetario. Pero su existencia no estaba garantizada, el caos en el interior de ese disco iba en aumento y las colisiones se hacían cada vez más frecuentes y catastróficas. Miles de planetas competían para establecerse en una órbita estable, pero el Universo estaba jugando billar con ellos.

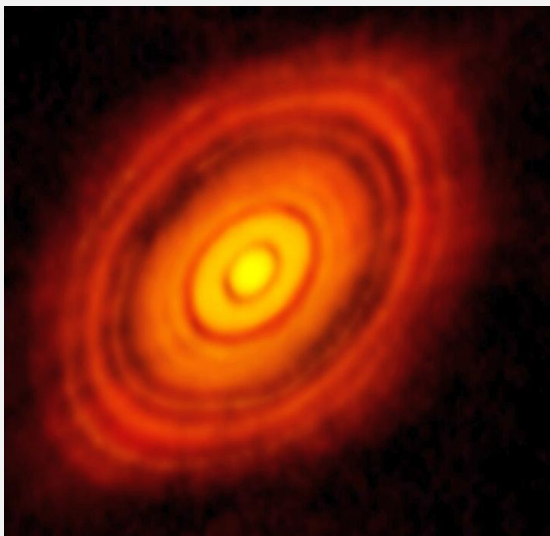


Figura 1. Disco de gas y polvo alrededor de la estrella HL TAU en la constelación de Tauro. En pocos millones de años se convertirá en un sistema planetario similar al Sistema Solar. [Cortesía de: European Southern Observatory ALMA.](#)

Después de unos quinientos millones de años, quedaban ocho bolas sobre la mesa: los planetas actuales: Mercurio, Venus, Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

Muchos fragmentos quedaban todavía en el camino, pero las órbitas ya estaban establecidas así que había miles de cuerpos rocosos estorbando y entorpeciendo el recorrido de los planetas. Durante otros 300 o 400 millones de años las mega colisiones eran muy frecuentes. Algunos planetas sufrieron más que otros y, por ejemplo, Venus se volteó de cabeza, Urano quedó rotando de lado y la Tierra por poco desaparece cuando un cuerpo de 6000 km se impacta con ella. En cuestión de minutos se formó un anillo similar a los que actualmente resplandecen alrededor de Saturno.

Pero el gusto duró poco, una parte de los escombros contenidos en el anillo se cayeron a la Tierra y lo que quedó se juntó y consolidó para formar la Luna y todo eso tardó solo unos cuantos meses o mucho menos. A pesar de tanto desastre, la vida ya había empezado a desarrollarse, seres extremadamente pequeños y muy simples empezaron a poblar los mares rodeados de volcanes activos. Hoy en día todavía podemos encontrar rocas ricas en esos

microscópicos seres: los [estromatolitos](#). Regresó la calma. La vida microbiana siguió su desarrollo y durante más de 3,000 millones de años dominó a los mares y la superficie del planeta. Sin embargo, muy lejos, entre Marte y Júpiter, se estaba tramando otro ataque masivo de asteroides. Silenciosamente un enorme grupo se estaba acercando, iban en la dirección correcta para estrellarse en contra de la Tierra. Una catástrofe estaba a punto de suceder, pero contrariamente a cuanto uno se podría imaginar, en lugar que eliminar todo rastro de vida de la faz del planeta ocurrió lo contrario.

Hace poco más de 500 millones de años en un periodo que llamamos Cámbrico, de repente y casi de la nada, la vida se desarrolla de manera acelerada, aparecen la mayor parte de las especies complejas, plantas y animales invertebrados que llegaría, a través de varias adaptaciones y mutaciones a nuestros días. ¿Podrían esas colisiones haber modificado la química del planeta, disparado mutaciones o traído los ingredientes que faltaban para que la vida pudiera desarrollarse? Hoy en día sabemos que los ingredientes necesarios para la vida se encuentran comúnmente en el espacio, hemos encontrado las cinco moléculas básicas que constituyen el ADN (adenina, guanina, citosina, timina y uracilo) en los meteoritos.

Faltaba todavía mucho para que se desarrollara una especie que, a la larga, dominaría a todas las demás y tuviera la capacidad de entender al Universo y descubrir su pasado. Se requirieron otras cinco extinciones masivas, tres de las cuales causadas por eventos de origen espacial.

Hace 445 millones de años, una estrella mucho más masiva y caliente que el Sol, terminó su vida en una explosión cataclísmica. La radiación gamma emitida alcanzó a nuestro pequeño planeta y bastaron solo 10 segundos para que se destruyera la capa de ozono. Sin ella la radiación ultravioleta del Sol llega al suelo modificando la química atmosférica y esterilizando todo lo que alcance. El resultado fue una pérdida del 85 % de las especies vivas.

Sólo 200 millones de años después, la vida de todo el planeta corrió un gravísimo peligro. Otro impacto (o varios) de asteroide logró cambiar, en cuestión de meses, las condiciones climáticas y químicas provocando la desaparición del 96 % de todo ser vivo. Por poco y el único lugar en el Universo en donde no hay duda de la existencia de la vida iba a quedar completamente estéril. Estas tremendas colisiones son catastróficas, pero al mismo

tiempo beneficiosas, ¡Algo malo se convierte en algo bueno! tiempo beneficiosas, ¡Algo malo se convierte en algo bueno! Poco después del impacto se desarrolla la megafauna, los dinosaurios iniciaron su dominio del planeta que perduraría unos 150 millones de años.

El juego de billar cósmico no se detiene, en cada momento se disparan proyectiles hacia todas direcciones, y uno de ellos se estrelló hace 66 millones de años en Yucatán, en la sección norte de la península, muy cerca de Mérida, para ser precisos en donde hoy es el [puerto de Chicxulub](#). Incendios forestales a nivel continental, temblores apocalípticos, tsunamis con olas de 300 m de altura, polvo que quedó suspendido en la atmósfera, lluvias ácidas y tóxicas además de un cráter de 180 km de diámetro con una profundidad inicial de más de 30 km, fueron razones más que suficientes para que el 75 % de todas las especies vivas no solo murieran, sino que nunca más se volvieran a reproducir. Actualmente el cráter está perfectamente conservado, pero está sepultado por casi 1,500 m de sedimento. Los estudios más recientes muestran que es muy parecido al cráter Schrödinger en la Luna (Figura 2). Fue la última extinción masiva conocida. ¿Cuándo ocurrirá otra? Nadie sabe, pero ¡no fue la última!

Los únicos seres vivos que pudieron aguantar las condiciones posteriores al impacto fueron los pequeños mamíferos de menos de 8 kg. Con el paso del tiempo, algunas de esas especies se adaptaron y evolucionaron y, finalmente, hace unos 2 millones de años, formaron una nueva rama del árbol de la vida. Los descendientes directos de esa especie somos nosotros, los únicos seres conocidos en la inmensidad del Universo que tienen la capacidad de preguntarse de dónde vienen y de encontrar las respuestas en las estrellas.

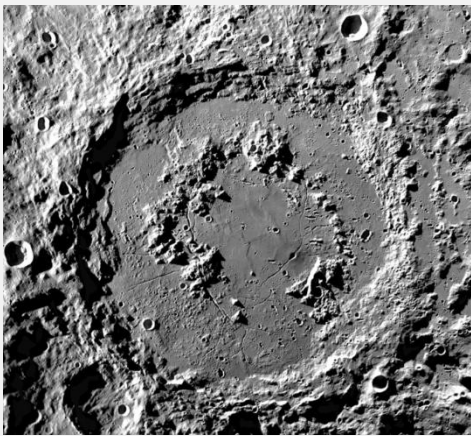


Figura 2. Fotografía del cráter Schrödinger en la Luna tomada por la nave [Lunar Reconnaissance Orbiter de la NASA.](#)