

ISSN - 16652665

Revista del Instituto Politécnico Nacional

CONJUNTO

• Donde la ciencia se convierte en cultura •

No. 166, julio-agosto, 2024.



La Revolución Cuántica

Revista del Instituto Politécnico Nacional

conversus

• Donde la ciencia se convierte en cultura •

Queremos tu opinión para ser mejores



ESCANÉAME



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



Instituto Politécnico Nacional
"La Técnica al Servicio de la Patria"

Directorio Instituto Politécnico Nacional

Arturo Reyes Sandoval
Director General
Mauricio Igor Jasso Zaranda
Secretario General
Ismael Jaidar Monter
Secretario Académico
Ana Lilia Coria Páez
Secretaria de Investigación y Posgrado
Yessica Gasca Castillo
Secretaria de Innovación e Integración Social
Marco Antonio Sosa Palacios
Secretario de Servicios Educativos
Javier Tapia Santoyo
Secretario de Administración
Noel Miranda Mendoza
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación
y Fomento de Actividades Académicas
José Alejandro Camacho Sánchez
Secretario Ejecutivo del
Patronato de Obras e Instalaciones
Marx Yazalde Ortiz Correa
Abogado General
Modesto Cárdenas García
Presidente del Decanato
Orlando David Parada Vicente
Coordinador General de Planeación e
Información Institucional
Leonardo Rafael Sánchez Ferreiro
Coordinador General del Centro Nacional de Cálculo
Marco Antonio Ramírez Urbina
Coordinador de Imagen Institucional
Edmundo Omar Matamoros Hernández
Encargado de la Dirección de Difusión de
Ciencia y Tecnología

Conversus

Subdirectora de Planeación y Servicios de Apoyo
Ana Cristina Olvera Peláez
Jefe del Departamento Editorial y Audiovisual
Daniel de la Torre Guzmán
Diseño y diagramación
Tzi tziqi B. Lemus Flores
Jovan Campos Hernández
Nancy Casar Ulloa
Corrección de estilo
Lorena Tapia Chávez
Cindell Celaya Arvizu
David Guerrero González
Producción ConversusTV
Adriana Negrete Gutiérrez

Colaboraciones Especiales

Gerardo Herrera Corral, Ana María Cetto Kramis,
Luis de la Peña Auerbach, David F. Delgado,
Arturo Alejandro Arvizu Velázquez, Iliac Huerta Trujillo,
Jazziel Chacón Lavanderos, Yazmin Mariela
Hernández Rodríguez, Claudia Haydée González de
la Rosa, Oscar Eduardo Cigarroa Mayorga,
Miguel de Jesús Martínez Felipe, Jonathan Axel Cruz Vázquez,
César Castrejón Peralta, Luis Enrique Andrade Gorjoux,
Iliisbet Vega Ledesma, Irialys de la Caridad Calderón Morales,
Rolando Alberto Rodríguez Fonseca, Alberto Maldonado Romo,
Alejandro Monroy Azpeitia, Elizabeth López Lozada,
Mariana G. Sixtos, Guohua Sun.

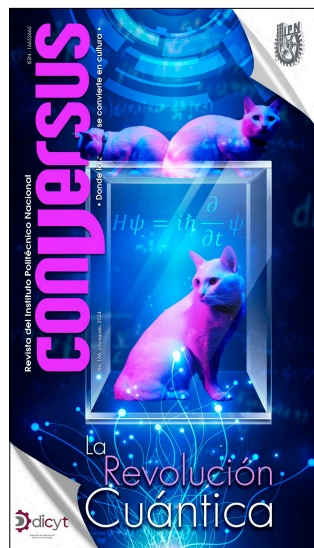
Comité Editorial

Julieta Fierro Gossman (IA-UNAM),
Juan Silvestre Aranda Barradas (URIB-IPN),
Julia Tagüena Parga (IER-UNAM),
Tonatiuh Matos Chassin (CINVESTAV-IPN),
Juan Tonda Mazón (ier-unam), Edilo Reguera Ruiz (CICATA-IPN),
Rolando Isita Tornell (Radio IPN),
Isaura Fuentes Carrera (estm-ipn), José Franco (IA-UNAM),
Hernani Yee Madeira (ESFM-IPN),
Elaine Reynoso Haynees (EGDC-UNAM)

Conversus, Año 2024, número 166, julio - agosto 2024, es una publicación bimestral editada por el Instituto Politécnico Nacional (IPN), a través de la Dirección de Difusión de Ciencia y Tecnología (DDICYT) de la Secretaría de Servicios Educativos. Av. Zempoaltecas s/n, esq. Manuel Salazar, Col. Ex Hacienda el Rosario, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México, C.P. 02420. Teléfono: 57 29 60 00, extensión 64810, conversus@ipn.mx. Editora Responsable: Ana Cristina Olvera Peláez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2001-100510055600-102, ISSN: 1665-2665, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Certificado de Licitud de Título No. 11836, Certificado de Licitud de Contenido No. 8437, ambos otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Los artículos firmados son responsabilidad exclusiva de su autor, por lo que no reflejan necesariamente el punto de vista del IPN. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando se cite explícitamente la fuente y se solicite vía correo electrónico la autorización correspondiente.



ÍNDICE DE REVISTAS MEXICANAS
DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Realización: Tzi tziqi B. Lemus Flores

Epicentro

P3

Saltando a la era cuántica



CINVESTAV en su tinta

P4

El vino, México y
los dinosaurios



Escáner

P5

La física cayó en la
madriguera del conejo

P9

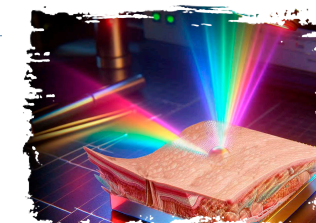
Inteligencia artificial impulsada
por la computación cuántica



ConCiencia

P11

La resonancia de plasmón superficial
de fenómeno cuántico a herramienta
contra el cáncer



#HechoEnelipn

P13

El sueño de Feynman
computadoras cuánticas

P16

¡Terremotos **de cúbits!**

P18

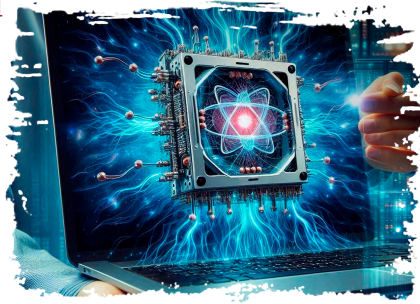
El salto cuántico hacia una
nueva era financiera

P22

Computadoras cuánticas imaginan
nuevas medicinas

P25

Decisiones, ¿computadoras
clásicas o cuánticas?



#ElPolitécnicoDesdeAdentro

P28

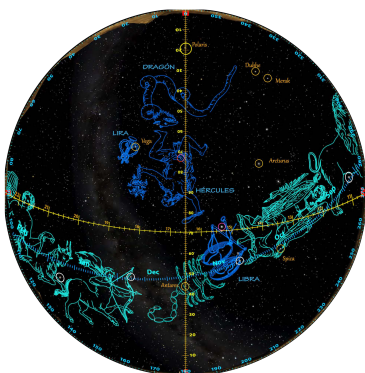
ESFM, parados en **hombros de gigantes**



Zona Plee

P30

Cielos de septiembre
y octubre 2024



¿Te gustaría escribir en
Conversus? Consulta los
lineamientos en:
[https://www.ipn.mx/ddicy/
sección Conversus](https://www.ipn.mx/ddicy/sección%20Conversus)



La resonancia de plasmón superficial: de fenómeno cuántico a herramienta contra el cáncer

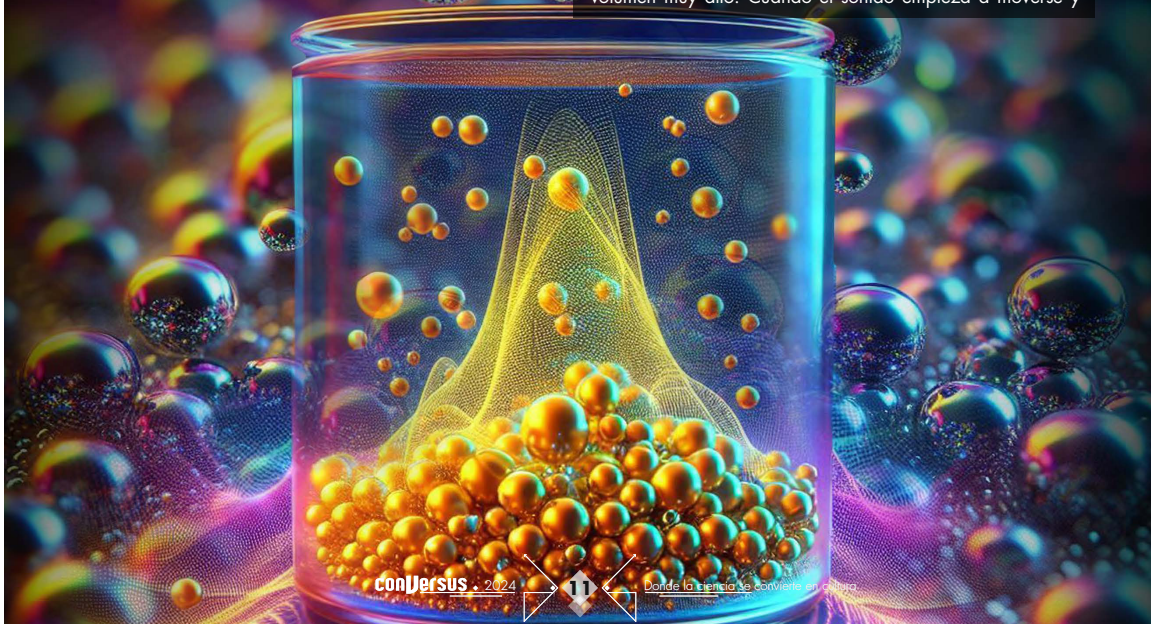
Cuando era estudiante el profesor de física nos preguntó un día: ¿Por qué los metales son el único tipo de material cuya superficie se ve brillante? Y es que si lo comparamos con madera, plástico o algún metal oxidado, notaremos que efectivamente los metales cuentan con un brillo característico que nos permite identificarlos de cualquier otro tipo de material con mucha facilidad.

En ese momento ninguno de los estudiantes supimos darle al profesor una respuesta a su interrogante. Él nos comentó que existe un mundo muy pequeño en todos los materiales donde hay diferentes tipos de partículas, partículas que llegan a ser hasta ocho mil millones de veces más pequeñas que el grosor de un cabello. Nos comentó también que la forma en cómo interactúan estas pequeñas partículas entre sí, en ocasiones se puede ver reflejada en el mundo macroscópico, en este caso en el brillo de un metal. El estudio de la interacción de estas pequeñas partículas pertenece a un campo de la física llamada física cuántica y las interacciones de las partículas junto con los efectos son conocidos fenómenos cuánticos.

Años después (al estudiar el doctorado) retomé la reflexión acerca de aquel cuestionamiento por parte del profesor, investigué que la razón de que los metales sean el único tipo de material que presenta una apariencia brillante se debe a los plasmones. Pero... ¿qué son los plasmones?

Bien, cuando escuchamos palabras como "cuántica", "plasmón", "dualidad onda-partícula" o "principio de incertidumbre" creemos que son conceptos que solo los científicos de las películas o series pueden comprender y que solo se ven aplicados en tecnologías futuristas de las novelas de ciencia ficción. Pero la realidad es que estos fenómenos están presentes en todo lo que nos rodea, como en los metales.

Los plasmones realmente son una manifestación de energía en los materiales donde intervienen los electrones. A pesar de que todos los materiales tienen plasmones, en los metales estos se encuentran en abundancia. Para comprender mejor el concepto de plasmón, me gustaría que imaginaras que estás en una fiesta dentro de un departamento con muchas habitaciones y de pronto alguien enciende una grabadora desde una esquina, de forma que comienza a sonar música en un volumen muy alto. Cuando el sonido empieza a moverse y



cruza por todas las habitaciones todos los invitados comienzan a bailar al ritmo de la música. Los plasmones son un poco como esa música en la fiesta, pero en vez de moverse por el aire, se mueven por los materiales, en este caso los metales y las personas que se ponen a bailar serían los átomos en el material. Así bien, en un contexto más físico, los plasmones son pequeñas olas de electrones que se forman cuando la energía es transmitida a un material, por ejemplo, mediante calor o luz en su superficie. Debido a la naturaleza del enlace en los metales el calor que se tiene a temperatura ambiente es suficiente energía para provocar una gran cantidad de plasmones en la superficie de estos materiales, y este movimiento masivo y constante de electrones en la superficie de los metales provoca que su apariencia sea del brillo característico del que hablábamos.

Y... ¿cómo es el movimiento que caracteriza a los plasmones?

Los plasmones que reflejan la energía del movimiento de los electrones pueden moverse de forma armónica, como si fueran bailarines en un escenario danzando todos con una coreografía al mismo ritmo de la música. De esta forma la luz puede ser empleada para provocar movimientos coordinados de los electrones en la superficie de un material. Cuando la luz, que es como la música, llega al material, hace que los electrones en él comiencen a moverse juntos de manera coordinada. Este movimiento coordinado de los electrones se parece a un baile en el que todos los bailarines se mueven al mismo ritmo. Este “baile” coordinado de los electrones se llama resonancia de plasmón.

La aplicación tecnológica de la resonancia de plasmón se puede ver en el efecto SERS (siglas en inglés que en español significan: “Dispersión Raman Intensificada por Superficie”). Este efecto permite que la energía de la resonancia de plasmón sea transmitida a las moléculas que están cercanas al material, lo que permite que en un número pequeño de moléculas se puedan captar señales grandes de energía. El producto de este fenómeno es que a partir del uso de equipos especializados podemos detectar una cantidad pequeña de moléculas gracias a la resonancia de plasmón.

La cuántica contra el cáncer

Actualmente el Instituto Politécnico Nacional en colaboración con la Universidad Autónoma Metropolitana desarrollan el proyecto “Plataforma adaptable basada en arreglos de nanoestructuras metálicas para la detección de biomarcadores de cáncer”, con el que se busca crear una herramienta innovadora para detectar el cáncer de manera rápida y precisa. Usamos materiales diminutos (mucho más pequeños que un grano de arena) llamados nanopartículas metálicas, cuyas propiedades especiales permiten encontrar señales minúsculas en el cuerpo, llamadas biomarcadores. Estos biomarcadores son como pistas que el cuerpo deja cuando algo no está bien, como en el caso del cáncer. Para lograrlo aprovechamos los fenómenos cuánticos como la resonancia de plasmón.

Una de las metas más importantes del proyecto es crear un prototipo de plataforma que funcione bien en el laboratorio y luego probarlo en condiciones reales. Si todo sale bien, en el futuro podríamos usar esta tecnología para detectar otros tipos de cáncer también. El objetivo final es que nuestra plataforma pueda ser utilizada en hospitales y clínicas de todo el país logrando que la detección temprana del cáncer sea más accesible para todos a partir de medir únicamente una gota de sangre. **U**

