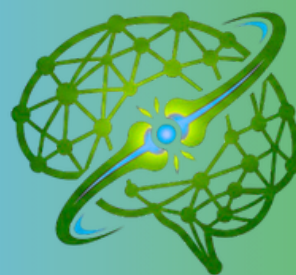


SINÁPSIS

Donde el conocimiento hace conexión

CENTRO DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES



Realidad: entre lo que medimos, interpretamos y creemos

Recursos
cuánticos: cuando
la realidad se
vuelve una ventaja

Dra Isabel Sainz Abascal y
Dr José Luis Romero
Ibarra

**FÍSICA FORENSE:
RECONSTRUIR LA
REALIDAD A
PARTIR DE SUS
HUELLAS**

EQUIPO CENEXP

**COMIC CIENTIFICO
EPR: LA PARADOJA
QUE PUSO EN DUDA
LA REALIDAD**

VER PARA CREER

¿FRÍO, CALIENTE O
RELATIVO?

Y MUCHO MÁS...



Septiembre 2026. Edición No. 2



TABLA DE Contenidos

5

RECURSOS CUÁNTICOS CUANDO LA REALIDAD SE VUELVE UNA VENTAJA

Dra Isabel Sainz
Abascal y Dr José Luis
Romero Ibarra

13

ACERTIJO CIENTÍFICO

Las tres cajas mal
etiquetadas

14

DESMINTIENDO EL MITO

“Ver para creer”

15

FÍSICA FORENSE: RECONSTRUIR LA REALIDAD A PARTIR DE SUS HUELLAS

Equipo CENEXP

21

CENEXP PREGUNTAS

¿Cómo sabemos que
algo existe si no
podemos verlo?

22

EXPERIMENTO EN CASA

¿Frío, caliente o
relativo?

23

COMIC CIENTIFICO

EPR: la paradoja que
puso en duda la
realidad

27

LA IDEA DEL MES

Modelado de la
realidad

28

CIENCIA EN EL ENTRETENIMIENTO

Materia oscura



CARTA DE NUESTRO EDITOR

La realidad parece algo evidente. Creemos que está frente a nosotros, que basta con mirar para entenderla, que los hechos hablan por sí solos y que nuestros sentidos nos muestran el mundo tal como es. Sin embargo, la ciencia nos ha enseñado algo más profundo: lo real no siempre se presenta de manera directa. A veces hay que medirlo, reconstruirlo, interpretarlo y ponerlo a prueba.

En esta segunda edición de SINAPSIS, revista mensual de divulgación científica del Centro de Estudios Experimentales, hemos elegido como tema central “Realidad: entre lo que medimos, interpretamos y creemos”. Después de dedicar nuestro primer número a la curiosidad como origen de la ciencia, ahora queremos dar un paso más: preguntarnos cómo distinguimos entre apariencia, interpretación y conocimiento confiable.

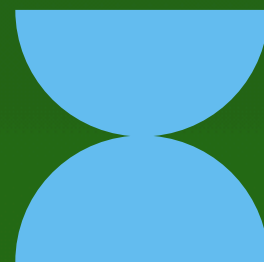
En este número recorreremos distintos caminos hacia la realidad. Desde la física forense, donde los datos, las huellas y los indicios ayudan a reconstruir hechos en los juzgados, hasta la física cuántica, donde conceptos como la paradoja EPR y los recursos cuánticos nos obligan a cuestionar nuestra intuición sobre el mundo. También exploraremos cómo nuestros sentidos pueden engañarnos, por qué no todo lo visible es verdadero y cómo la ciencia construye modelos para acercarse a aquello que no siempre podemos observar directamente.

La realidad no es solo lo que creemos ver. También está en los datos que analizamos, en las mediciones que repetimos, en los modelos que construimos y en las preguntas que nos atrevemos a formular cuando algo no encaja con nuestra primera impresión.

SINAPSIS busca seguir siendo un punto de encuentro entre la ciencia y la vida cotidiana, entre la duda y la evidencia, entre la imaginación y el pensamiento crítico. Porque comprender la realidad no significa poseerla por completo, sino aprender a mirarla con más cuidado.

Que esta edición sea una invitación a observar más allá de la superficie. Porque lo real no siempre es evidente; por eso existe la ciencia.

JOSÉ ALEJANDRO SAUCEDO AYALA
DIRECTOR EDITORIAL



**“Lo real no
siempre es
evidente; por eso
existe la ciencia”**

ANÚNCIATE EN SINAPSIS

Tu marca puede conectar con una comunidad curiosa, crítica y apasionada por aprender.



ALCANCE EDUCATIVO

Llega a estudiantes, docentes y divulgadores.



IMAGEN DE INNOVACIÓN

Asocia tu marca con ciencia, creatividad y futuro.



ESPACIO PREMIUM

Destaca en una revista visualmente poderosa y de alta calidad.

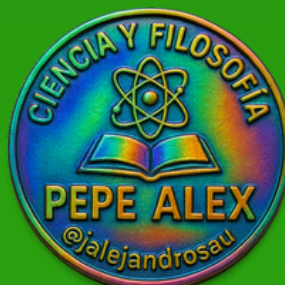


RESERVA TU ESPACIO

Publicidad para proyectos educativos, tecnología, librerías, laboratorios, cursos y servicios.



CIENCIA • EDUCACIÓN • INNOVACIÓN



Recursos cuánticos: cuando la realidad se vuelve una ventaja

Una mirada a la teoría de recursos cuánticos y a las ideas que desafían nuestra intuición sobre lo real.

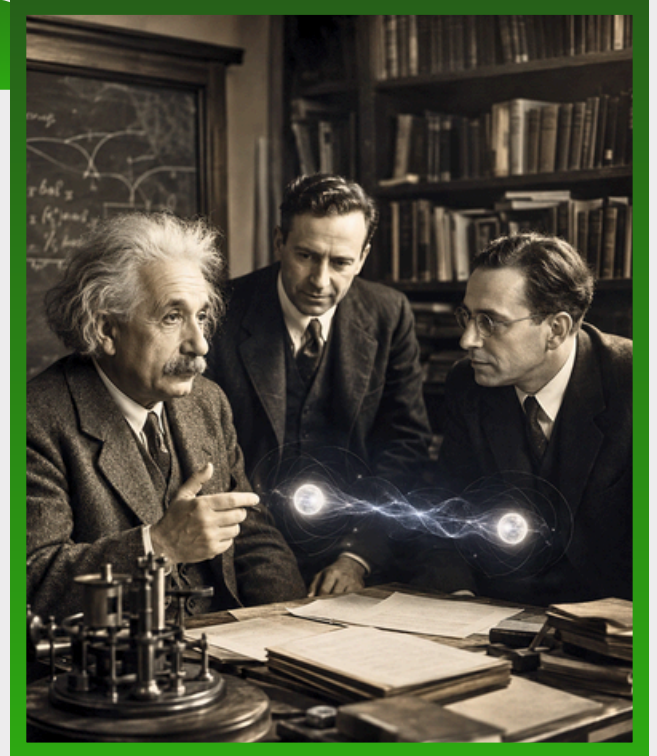
Dra Isabel Sainz Abascal y Dr José Luis Romero Ibarra



La teoría de recursos no sólo ha aportado orden a la taxonomía cuántica, sino que establece los cimientos teóricos que impulsarán la segunda revolución cuántica en la vida cotidiana

Un debate fundacional

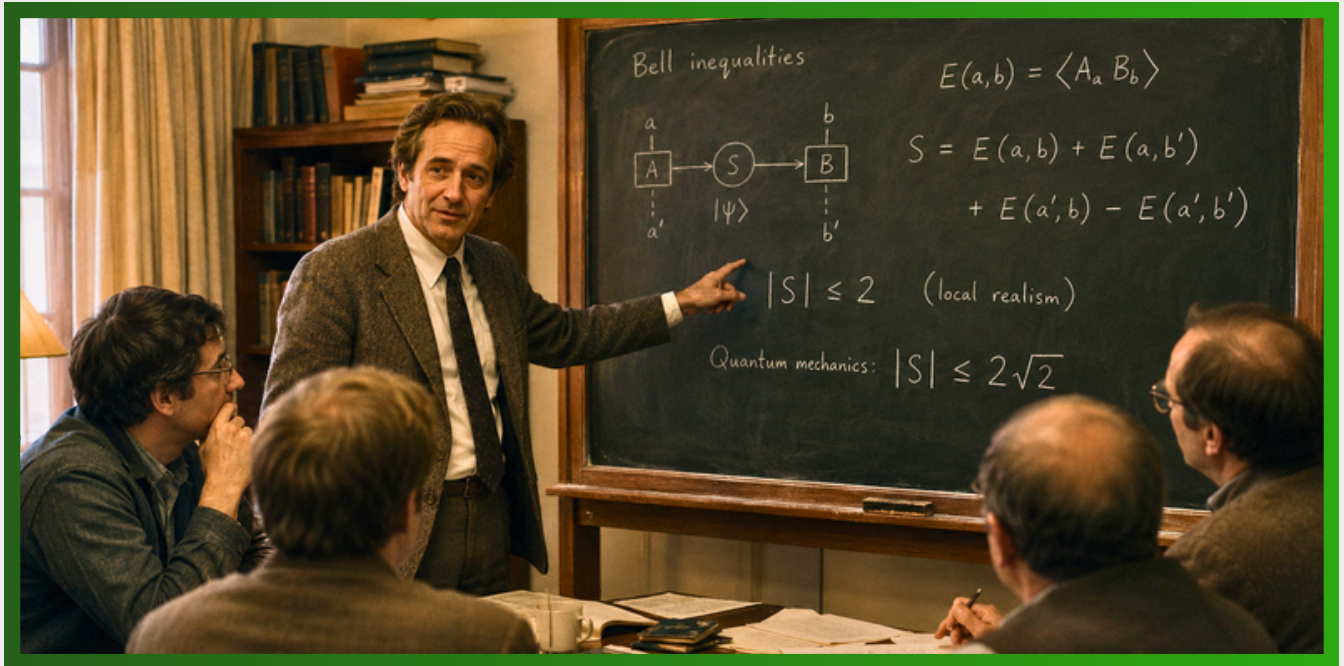
En 1935, Albert Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen (EPR) publicaron un artículo que cuestionaba la completitud de la mecánica cuántica en su interpretación dominante, la Escuela de Copenhague [1]. El argumento partía de un criterio estricto sobre la realidad física: si es posible predecir con certeza el valor de una magnitud física sin perturbar al sistema de ningún modo, entonces existe un elemento de realidad física correspondiente a dicha magnitud.



Para ilustrar su objeción, diseñaron un experimento mental en el que dos partículas interactúan en una zona espacial pequeña, local, y luego se separan a grandes distancias. Si el sistema está entrelazado, es decir con correlaciones cuánticas fuertes, la medición de la primera partícula determina instantáneamente el resultado de la medición en la segunda. EPR argumentaron que, bajo el principio de localidad de la teoría de la relatividad especial —el cual establece que ninguna información puede viajar más rápido que la velocidad de la luz—, la medición realizada sobre una partícula distante no podía alterar físicamente el estado de la otra.

Por consiguiente, los resultados de las mediciones en ambas partículas debían estar predeterminados antes de ser medidos por intermedio de variables ocultas. Dado que el formalismo estándar de la mecánica cuántica sólo ofrece predicciones probabilísticas y no incluye estas variables, concluyeron que la teoría cuántica era incompleta. Einstein se refirió célebremente a este fenómeno correlacionado como la *spooky action at a distance* (acción espeluznante a distancia).





La prueba formal de la no localidad

Durante casi tres décadas, el planteamiento de EPR se consideró una discusión de índole eminentemente filosófica. Sin embargo, en 1964, John Bell transformó de manera radical el debate al demostrar que el realismo local no era únicamente una cuestión de interpretación, sino una hipótesis matemáticamente contrastable con la experiencia [2].

Bell demostró que cualquier teoría de variables ocultas locales debe imponer restricciones estrictas a las correlaciones estadísticas observables entre mediciones realizadas en subsistemas separados espacialmente. Estas restricciones se formalizan mediante las llamadas desigualdades de Bell:

$$|S| \leq 2$$

Donde S representa una combinación lineal de correlaciones de medición entre dos observadores distantes (habitualmente denominados Alice y Bob). La mecánica cuántica, en contraste, predice que para ciertos estados entrelazados estas desigualdades pueden violarse, alcanzando un límite máximo teórico de $S \approx 2.828$.

El teorema de Bell demostró formalmente que la naturaleza
no puede ser explicada simultáneamente por el realismo ...

...(las propiedades preexisten a la medición) y la localidad (las influencias no se propagan instantáneamente). La posterior verificación experimental de la violación de las desigualdades de Bell — iniciada por John Clauser, perfeccionada por Alain Aspect y consolidada mediante experimentos libres de resquicios (loophole-free) por Anton Zeilinger y su equipo— valió el Premio Nobel de Física en 2022 y confirmó definitivamente que el universo es fundamentalmente no local o no realista [3].

El Teorema de Kochen-Specker

Poco tiempo después del trabajo de Bell, Simon Kochen y Ernst Specker (1967) descubrieron que el comportamiento contraintuitivo de los sistemas cuánticos va mucho más allá de las correlaciones a distancia [4]. El Teorema de Kochen-Specker (KS) demostró que la no localidad espacial es únicamente una manifestación particular de un fenómeno cuántico aún más general e intrínseco: la contextualidad.



Mientras que el teorema de Bell requiere al menos dos partículas separadas en el espacio, el teorema de Kochen-Specker se puede aplicar a un único sistema cuántico individual de dimensión finita $d \geq 3$ (como un sistema de espín 1 o un qutrit). El teorema demuestra la imposibilidad matemática de asignar valores de verdad no contextuales (es decir, valores prefijados de 0 ó 1) a un conjunto de observables proyectivos compatibles.

En términos conceptuales, la no contextualidad asumiría que el resultado de medir un observable A es inherente al sistema e independiente de qué otros observables compatibles (B o C) se midan simultáneamente en el mismo dispositivo experimental. Kochen y Specker probaron que la mecánica cuántica prohíbe esta suposición:

el resultado de una medición cuántica no revela una propiedad que el sistema poseía con anterioridad, sino que depende de forma inseparable del "contexto" experimental completo bajo el cual se realiza la medición.

Así, mientras Bell descartó las variables ocultas locales basándose en la separación espacial, Kochen-Specker descartó las variables ocultas no contextuales en cualquier sistema de dimensión suficiente, con o sin entrelazamiento.

El espejismo del entrelazamiento y la "Magia"

A finales del siglo XX y principios del siglo XXI, el entrelazamiento cuántico pasó de ser un dilema conceptual a convertirse en el recurso primario para el desarrollo de la información cuántica. Protocolos emblemáticos como la distribución de claves criptográficas cuánticas (QKD), la teleportación cuántica y los primeros algoritmos de computación cuántica (Shor y Grover) basaron su potencial en el entrelazamiento [5].

Sin embargo, la investigación teórica reveló una paradoja imprevista: el entrelazamiento, por sí solo, no garantiza la ventaja cuántica computacional. Este hecho crucial quedó establecido por el Teorema de Gottesman-Knill [6], el cual demuestra que cualquier circuito cuántico compuesto exclusivamente por

- la preparación de estados en la base computacional (0s y 1s),
- compuertas de la clase de Clifford,
- mediciones en la base computacional
-

puede ser simulado eficientemente en una computadora clásica utilizando el formalismo de estabilizadores. Lo relevante de este resultado es que los estados de estabilizador pueden contener cantidades masivas de entrelazamiento. Y a pesar de poseer un entrelazamiento máximo, estos estados no ofrecen ninguna aceleración computacional respecto a una máquina clásica.

Para lograr una computación cuántica universal y acelerada —capaz de resolver problemas intratables clásicamente— se requiere inyectar un recurso cuántico no clasificado por el entrelazamiento. A este recurso adicional la comunidad científica lo denominó magia (no estabilizador) [7].

En 2014, investigaciones fundamentales demostraron un vínculo profundo entre las bases teóricas y las aplicaciones prácticas: la fuente subyacente y cuantitativa de la magia cuántica necesaria para la computación universal es, precisamente, la contextualidad cuántica [8].

Para lograr una computación cuántica universal y acelerada —capaz de resolver problemas intratables clásicamente— se requiere inyectar un recurso cuántico no clasificado por el entrelazamiento. A este recurso adicional la comunidad científica lo denominó magia



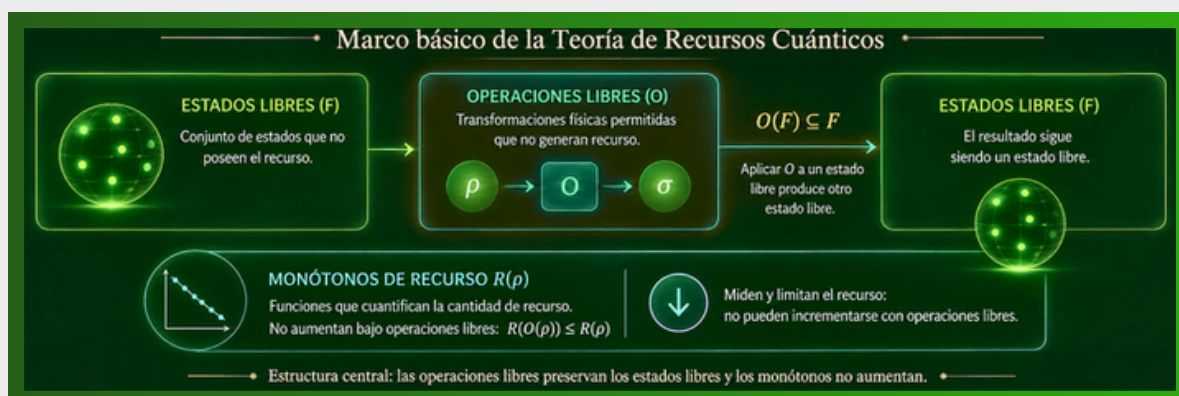
La Teoría de Recursos Cuánticos (QRT)

La proliferación de conceptos como entrelazamiento, no localidad, contextualidad, y magia generó la necesidad de construir un marco axiomático unificado capaz de estudiar, clasificar y comparar estas propiedades bajo un mismo lenguaje matemático. Así nació la Teoría de Recursos Cuánticos (Quantum Resource Theory, QRT).

Cualquier teoría de recursos cuánticos se define formalmente mediante una terna de elementos fundamentales:



- **Estados Libres (F):** Representan el conjunto de estados cuánticos que carecen del recurso en cuestión. Se caracterizan por ser "fáciles" o triviales de preparar en el laboratorio bajo las restricciones dadas.
- **Operaciones Libres (O):** Es el conjunto de transformaciones físicas (canales cuánticos) que no pueden generar el recurso a partir de estados libres. Cumplen la condición de invarianza $O(F) \subseteq F$. Es decir, aplicar estas transformaciones sobre estados libres, siguen resultando en estados libres.
- **Monótonos de Recurso ($R(\rho)$):** Son funciones o medidas matemáticas que asignan un valor real no negativo a un estado ρ . Un monótono válido debe satisfacer dos axiomas indispensables: i) son cero para estados libres, y ii) no se puede incrementar con operaciones libres



Perspectivas e impacto en la tecnología del futuro

La transición de la paradoja EPR a la Teoría de Recursos Cuánticos ilustra el trayecto conceptual de la física contemporánea: las aparentes "anomalías" o "incompletitudes" planteadas desde el inicio de la mecánica cuántica se han revelado como la divisa fundamental del procesamiento de información del siglo XXI.

A medida que los dispositivos procesadores de información escalan en número de qubits y complejidad, la caracterización rigurosa de estos recursos se vuelve indispensable. Identificar qué recurso específico impulsa una ventaja computacional o criptográfica permite a ingenieros y físicos optimizar algoritmos, reducir la tasa de error mediante códigos de corrección e idear arquitecturas eficientes. La teoría de recursos no sólo ha aportado orden a la taxonomía cuántica, sino que establece los cimientos teóricos que impulsarán la segunda revolución cuántica en la vida cotidiana.



Referencias

- [1] Einstein, A., Podolsky, B., & Rosen, N. (1935). Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete? *Physical Review*, 47(10), 777–780.
- [2] Bell, J. S. (1964). On the Einstein Podolsky Rosen paradox. *Physics Physique Fizika*, 1(3), 195.
- [3] Nobel Prize Outreach. (2022). The Nobel Prize in Physics 2022. NobelPrize.org. <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2022/summary/>
- [4] Kochen, S., & Specker, E. (1967). The problem of hidden variables in quantum mechanics. *Journal of Mathematics and Mechanics*, 17(1), 59–87
- [5] Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). *Quantum computation and quantum information* (10th anniversary ed.). Cambridge University Press.
- [6] Gottesman, D. (1998). "The Heisenberg Representation of Quantum Computers". arXiv:quant-ph/9807006.
- [7] Bravyi, S., & Kitaev, A. (2005). Universal quantum computation with ideal Clifford gates and noisy ancillas. *Physical Review A*, 71(2), 02231; Bravyi, S., & Gosset, D. (2016). Improved classical simulation of quantum circuits dominated by Clifford gates. *Physical Review Letters*, 116(25), 250501.
- [8] Howard, M., Wallman, J., Veitch, V., & Emerson, J. (2014). Contextuality supplies the 'magic' for quantum computation. *Nature*, 510(7505), 351–355.
- [9] Chitambar, E., & Gour, G. (2019). Quantum resource theories. *Reviews of Modern Physics*, 91(2), Artículo 025001.



ACERTIJO CIENTIFICO

Las tres cajas mal etiquetadas

UN RETO DE LÓGICA, EVIDENCIA E INTERPRETACIÓN.



Tienes tres cajas cerradas.
Cada una contiene frutas:
Una caja contiene solo manzanas.
Otra contiene solo naranjas.
Otra contiene una mezcla de manzanas y naranjas.

Cada caja tiene una etiqueta:
MANZANAS
NARANJAS
MEZCLA

Pero hay un problema:
Todas las etiquetas están equivocadas.
Puedes elegir una sola caja, sacar una sola fruta sin mirar dentro, y con esa única evidencia debes descubrir qué contiene realmente cada caja.

Pregunta

¿De qué caja sacarías la fruta y cómo sabrías el contenido real de las tres cajas?

Pista

Cuando sabes que todas las etiquetas mienten, una sola evidencia puede revelar la realidad.

La solución se revelará en la próxima edición de SINAPSIS.

Mientras tanto, puedes pedir pistas y compartir tu respuesta en nuestras redes sociales.

La solución al acertijo de la edición anterior: Enciende un interruptor unos minutos y apágalo, enciende otro y entra: el foco encendido es del segundo, el apagado caliente es del primero y el apagado frío es del tercero.

DESMINTIENDO EL MITO

“Ver para creer”

Nuestros ojos son poderosos, pero no siempre bastan para entender la realidad.

MITO

“Si lo veo con mis propios ojos, entonces debe ser verdad.”

¿POR QUÉ CONVENCE?

Porque confiamos mucho en nuestros sentidos. Ver algo nos da una sensación inmediata de certeza, como si la realidad se presentara sin filtros ante nosotros.



LA REALIDAD

La vista puede engañarnos. Una sombra, una perspectiva, una ilusión óptica o una imagen fuera de contexto pueden hacernos interpretar mal lo que ocurre. Además, muchas cosas reales no se observan directamente: átomos, ondas, campos, microorganismos o partículas. La ciencia no se conforma con mirar; mide, compara, registra y pone a prueba.

ALERTA SI DICE:

“Yo lo vi, por eso es cierto.”

“La imagen no miente.”

“No necesito pruebas, lo vi con mis ojos.”

“Si no se ve, no existe.”



PREGUNTA MEJOR

¿Hay mediciones?

¿Hay contexto?

¿Puede repetirse?

¿Existe otra explicación?

¿Qué evidencia lo confirma?



No todo lo visible es verdadero, y no todo lo real es visible.

Física forense: reconstruir la realidad a partir de sus huellas



POR EQUIPO CENEXP

Cuando ocurre un hecho, la realidad no siempre queda completa frente a nosotros. A veces solo permanecen fragmentos: una marca en el suelo, una trayectoria, una fractura, una distancia, una deformación, una mancha, una posición final o un objeto fuera de lugar. Lo ocurrido ya no puede repetirse exactamente, pero puede dejar señales.

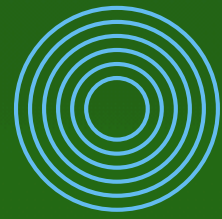
La física forense parte de una idea poderosa: los hechos del pasado pueden estudiarse a través de las huellas que dejaron en el presente. No se trata de adivinar qué ocurrió, ni de construir una historia conveniente, sino de analizar indicios mediante principios físicos, mediciones, modelos y razonamiento científico.

Datos, indicios e interpretación científica en la búsqueda de los hechos

En ese sentido, la física forense busca acercarse a la realidad de un suceso reconstruyendo sus condiciones posibles. ¿Qué fuerzas actuaron? ¿Qué velocidad pudo haber tenido un objeto? ¿Desde qué dirección ocurrió un impacto? ¿Qué trayectoria siguió un cuerpo? ¿Qué datos apoyan una versión de los hechos y cuáles la contradicen?

La realidad, en un contexto forense, rara vez aparece como una imagen completa. Más bien se presenta como un conjunto de piezas dispersas. La tarea científica consiste en examinarlas con cuidado, relacionarlas entre sí y reconocer tanto lo que permiten afirmar como lo que todavía no puede saberse con certeza.

La palabra “forense” suele asociarse de inmediato con laboratorios, escenas de investigación o procesos judiciales. Sin embargo, detrás de muchas reconstrucciones existe algo profundamente científico: la búsqueda de relaciones entre causa y efecto. Si un objeto se rompe, si un vehículo deja una marca, si un cuerpo cambia de posición o si una superficie muestra una deformación, la física puede ayudar a interpretar qué condiciones pudieron producir ese resultado.



La realidad, en un contexto forense, rara vez aparece como una imagen completa.



...existe algo profundamente científico: la búsqueda de relaciones entre causa y efecto.

“Estos indicios no hablan solos. Necesitan ser medidos, comparados e interpretados.”



Para ello, se utilizan conceptos que también aparecen en las aulas: fuerza, movimiento, energía, velocidad, presión, fricción, trayectoria, deformación, equilibrio y transferencia de energía. La diferencia es que, en el contexto forense, esos conceptos se aplican a situaciones reales donde las respuestas pueden tener consecuencias importantes.

Por ejemplo, en un accidente de tránsito, las marcas de frenado, la posición final de los vehículos, los daños visibles, la distancia recorrida y las condiciones del camino pueden aportar información sobre el movimiento previo al impacto. En una caída, la altura, la superficie, la postura final y las lesiones pueden ayudar a analizar si una versión de los hechos es físicamente posible. En un impacto, la dirección de una fuerza puede inferirse a partir de fracturas, hundimientos o patrones de daño.

Estos indicios no hablan solos. Necesitan ser medidos, comparados e interpretados. Una huella puede sugerir una dirección, pero no contar toda la historia. Una distancia puede aportar información, pero depende del contexto. Una deformación puede revelar una fuerza, pero también requiere considerar el material, el ángulo, el tiempo de contacto y otras variables. Por eso la física forense no se basa en impresiones rápidas, sino en análisis cuidadoso.

Interpretar no significa inventar. En ciencia, interpretar es construir una explicación razonada a partir de datos disponibles. Esto implica formular hipótesis, contrastarlas con la evidencia y descartar aquellas que no son compatibles con las mediciones. En física forense, una buena interpretación debe responder no solo “qué pudo haber pasado”, sino también “qué tan compatible es esa explicación con los indicios observados”.

Aquí aparece una idea fundamental: la ciencia no siempre entrega certezas absolutas. Muchas veces ofrece rangos, probabilidades, escenarios posibles y límites de interpretación. Esto no la debilita; al contrario, la vuelve más honesta. Reconocer la incertidumbre es parte del rigor científico. Decir “esto es compatible con los datos” no es lo mismo que decir “esto ocurrió exactamente así”. Esa diferencia es crucial.

En los juzgados, esta distinción puede ser especialmente importante. La ciencia puede aportar elementos para comprender mejor un hecho, pero no reemplaza por completo el trabajo jurídico. Un análisis físico puede ayudar a evaluar si una versión es posible, probable o contradictoria con la evidencia; sin embargo, la decisión final involucra también testimonios, contexto, normas legales y valoración judicial.

Por eso la física forense no debe presentarse como una verdad automática e incuestionable. Su valor está en ofrecer herramientas objetivas para ordenar la información, detectar inconsistencias y acercarse con mayor cuidado a los hechos. Cuando se realiza con rigor, puede ayudar a evitar interpretaciones apresuradas, errores de percepción o conclusiones basadas únicamente en intuición.



La intuición humana es útil, pero también limitada. Podemos mirar una escena y creer que entendemos lo ocurrido, pero nuestros sentidos no siempre captan todos los detalles. Una marca pequeña puede ser importante. Un ángulo puede cambiar una conclusión. Una medición puede corregir una primera impresión. En ese punto, la física funciona como una forma de mirar mejor.

La realidad no siempre se revela en una sola evidencia. A veces aparece en la relación entre muchas señales: una huella, una distancia, un tiempo, una fuerza, una trayectoria y un patrón. Cada dato por separado puede parecer insuficiente, pero al analizarse en conjunto puede ayudar a reconstruir una explicación más sólida.

También es importante entender que toda reconstrucción tiene límites. No siempre hay datos suficientes. No siempre se conserva intacta una escena. No siempre se conocen todas las variables. La ciencia forense responsable no oculta esos límites; los declara. Saber hasta dónde puede llegar una conclusión es tan importante como saber qué puede afirmar.



En una época donde abundan las opiniones rápidas, las imágenes fuera de contexto y las explicaciones simplificadas, la física forense nos recuerda algo esencial: la realidad requiere cuidado. No basta con mirar. No basta con suponer. No basta con que una versión parezca convincente. Hay que preguntar qué evidencia la sostiene, qué mediciones la respaldan y qué explicaciones alternativas deben considerarse.

Así, la física forense se convierte en una aliada del pensamiento crítico. Nos enseña que los hechos pueden dejar huellas, pero esas huellas deben leerse con método. Nos muestra que la realidad no siempre aparece completa, pero puede investigarse. Y nos recuerda que acercarse a la verdad exige paciencia, precisión y humildad ante los datos.

Al final, reconstruir un hecho no es regresar al pasado, sino escuchar lo que el presente conserva de él. La física forense no promete revelar la realidad absoluta, pero sí puede ayudarnos a acercarnos a ella con más rigor. Porque los hechos pasan, pero la realidad deja huellas.

-La elasticidad de la sustancia permitía almacenar las fuerzas en forma de tensión mecánica.

CENEXP PREGUNTAS

¿Cómo sabemos que algo existe si no podemos verlo?

No todo lo real aparece directamente ante nuestros ojos. A veces la ciencia lo descubre por sus efectos.



RESPUESTA CORTA

Sabemos que algo existe cuando podemos detectar sus efectos, medir sus señales o construir modelos que expliquen lo que observamos. La ciencia no depende solo de ver: también depende de registrar, comparar y comprobar.

EJEMPLO

No vemos directamente el viento, pero observamos sus efectos: mueve hojas, levanta polvo, empuja nubes o hace girar una veleta. De forma parecida, la ciencia estudia muchas realidades invisibles a partir de las señales que dejan.

LO QUE PASA

Muchas cosas reales no se ven a simple vista. No vemos los átomos, el campo magnético o ciertas ondas, pero podemos detectar cómo interactúan con el mundo. Si algo deja huellas, modifica una medición o produce un efecto repetible, puede convertirse en evidencia.

Lo invisible también puede ser real cuando deja evidencias que podemos medir.

EXPERIMENTO EN CASA

¿Frío, caliente o relativo?

Un experimento sencillo para descubrir que tus sentidos no siempre describen la realidad de la misma manera.

OBJETIVO

Comprobar que la sensación de frío o calor depende del contraste previo y que nuestros sentidos pueden interpretar una misma realidad de formas distintas.



MATERIALES

Necesitas:

- Tres recipientes o vasos amplios
- Agua fría
- Agua tibia
- Agua caliente, sin quemar
- Un reloj o cronómetro
- Hoja y lápiz para anotar resultados

¿QUÉ OBSERVAR?

La misma agua tibia puede sentirse caliente para una mano y fría para la otra. Esto ocurre porque cada mano compara la temperatura actual con la experiencia anterior.

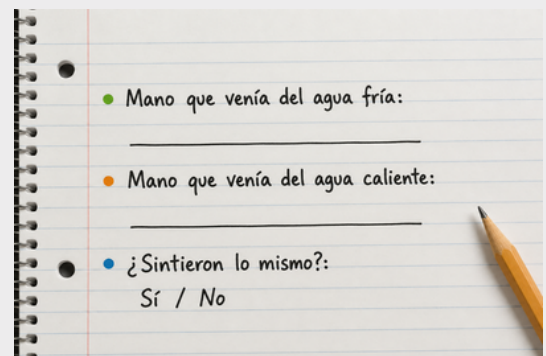


EXPLICACIÓN CIENTÍFICA

Nuestros sentidos no miden la realidad de forma absoluta. Muchas veces comparan cambios. Por eso, después del agua fría, la tibia puede sentirse caliente; y después del agua caliente, puede sentirse fría. La ciencia ayuda a distinguir entre sensación y medición.

PROCEDIMIENTO

- Llena un recipiente con agua fría, otro con agua tibia y otro con agua caliente segura.
- Mete una mano en el agua fría y la otra en el agua caliente durante 30 segundos.
- Después coloca ambas manos al mismo tiempo en el agua tibia.
- Observa qué siente cada mano.
- Anota si el agua tibia se sintió igual o diferente para cada mano.



RETO CENEXP

Repite el experimento con otra persona y compara sus respuestas.

¿Todos perciben la misma realidad de la misma manera?

Cuando los sentidos no coinciden, la ciencia mide.

La realidad parecía sencilla

DURANTE MUCHO TIEMPO, LA REALIDAD PARECIÓ UN LUGAR ORDENADO: LAS COSAS EXISTÍAN EN UN SITIO PRECISO Y EL MUNDO OBEDECÍA REGLAS CLARAS.



$$F = ma$$

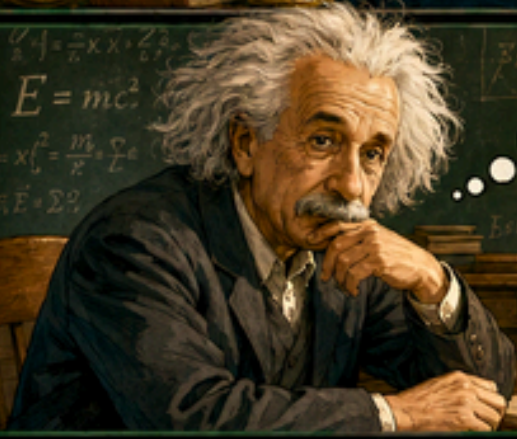
$$\vec{F} = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$E = mc^2$$



PERO AL ESTUDIAR LO MUY PEQUEÑO, LA FÍSICA DESCUBRIÓ ALGO INQUIETANTE: LA NATURALEZA NO SIEMPRE SE COMPORTA COMO NUESTRA INTUICIÓN ESPERA.



ALGO NO ENCAJA...



LA NUEVA TEORÍA CUÁNTICA DESCRIBÍA FENÓMENOS CON ENORME PRECISIÓN, PERO DEJABA ABIERTA UNA PREGUNTA INCÓMODA: ¿QUÉ SIGNIFICA REALMENTE QUE ALGO SEA REAL?



NUESTRA REALIDAD COTIDIANA



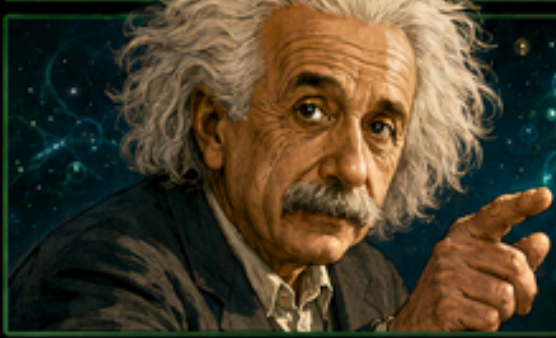
LAS COSAS TIENEN POSICIÓN, TRAYECTORIA Y PROPIEDADES DEFINIDAS.

VS.

LA REALIDAD CUÁNTICA



LAS PARTÍCULAS NO TIENEN DEFINICIONES HASTA QUE SE OBSERVAN.



ASÍ COMENZÓ UNA DE LAS DISCUSIONES MÁS PROFUNDAS DE LA CIENCIA.

Una teoría extraña

LA MECÁNICA CUÁNTICA EMPEZÓ A DESCRIBIR UN MUNDO DONDE LAS PARTÍCULAS NO SIEMPRE PARECÍAN TENER PROPIEDADES DEFINIDAS ANTES DE SER MEDIDAS.



¿CÓMO PUEDE ALGO SER TAN PRECISO EN SUS RESULTADOS... Y TAN EXTRAÑO EN SU SIGNIFICADO?

PATRÓN DE INTERFERENCIA
EXPERIMENTO DE DOBLE RENDIJA



A VECES LA LUZ SE COMPORTABA COMO PARTÍCULA. OTRAS VECES, COMO ONDA.

COMO PARTÍCULA

COMO ONDA

FOTÓN / ELECTRÓN

$\psi = \psi_{\text{onda}} + \psi_{\text{partícula}}$



INCLUSO EL ACTO DE OBSERVAR PODÍA CAMBIAR LO OBSERVADO.

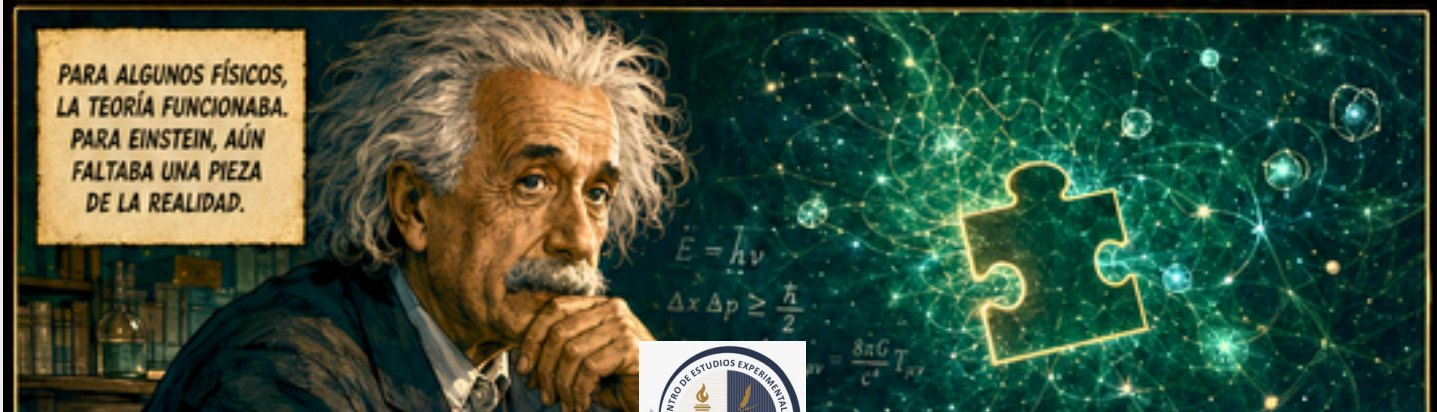
ANTES DE OBSERVAR

MEDICIÓN

DESPUÉS DE OBSERVAR

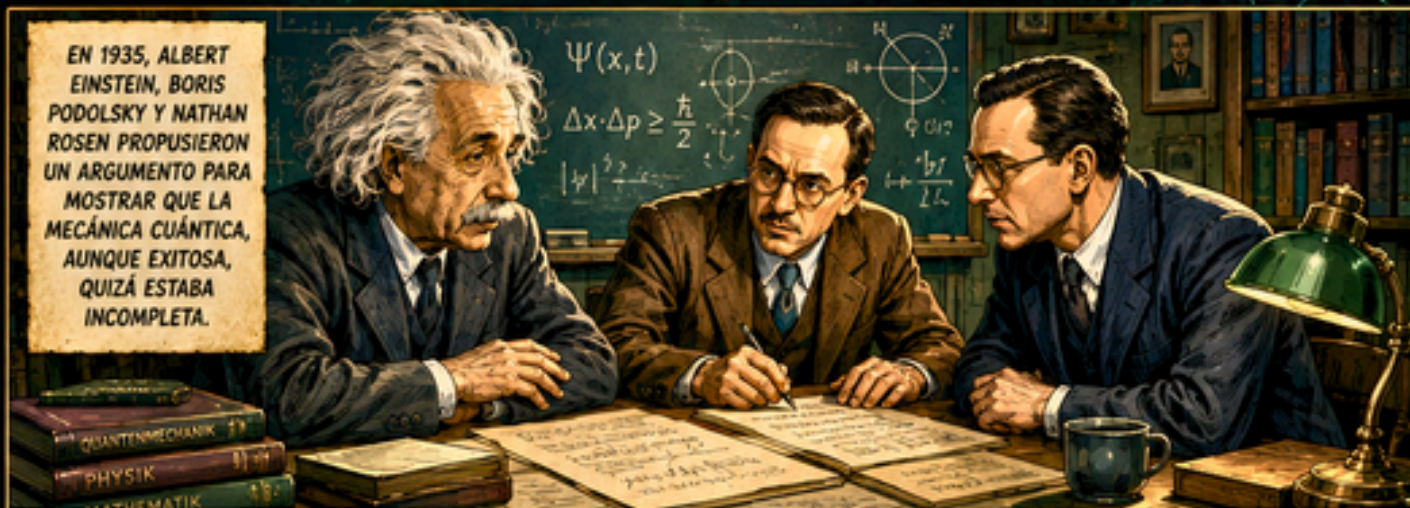


PARA ALGUNOS FÍSICOS, LA TEORÍA FUNCIONABA. PARA EINSTEIN, AÚN FALTABA UNA PIEZA DE LA REALIDAD.



La paradoja EPR

EN 1935, ALBERT EINSTEIN, BORIS PODOLSKY Y NATHAN ROSEN PROPUSIERON UN ARGUMENTO PARA MOSTRAR QUE LA MECÁNICA CUÁNTICA, AUNQUE EXITOSA, QUIZÁ ESTABA INCOMPLETA.



IMAGINEMOS DOS PARTÍCULAS QUE INTERACTÚAN Y LUEGO SE SEPARAN A GRAN DISTANCIA.



SI MEDIMOS UNA PROPIEDAD EN UNA DE ELAS, PODEMOS SABER INSTANTÁNEAMENTE ALGO SOBRE LA OTRA.



Y LA OTRA PARTÍCULA REACCIONA A GRAN DISTANCIA.



ESO SUGERIRÍA UNA INFLUENCIA IMPOSIBLE... O UNA TEORÍA INCOMPLETA.

ESTA IDEA PASÓ A LA HISTORIA COMO LA PARADOJA EPR.

LA PREGUNTA ERA EXPLOSIVA: ¿LA REALIDAD YA ESTABA DEFINIDA DESDE ANTES, O LA MEDICIÓN JUGABA UN PAPEL MÁS PROFUNDO?

Conexiones imposibles

Con el tiempo, la idea central detrás de EPR tomó una forma aún más sorprendente: el entrelazamiento cuántico.

$$\langle A \otimes B \rangle \neq \langle A \rangle \langle B \rangle$$

$$|\Psi\rangle = \sum_{ij} c_{ij} |i\rangle_A |j\rangle_B$$

$$\rho_{AB} \neq \rho_A \otimes \rho_B$$

Dos sistemas cuánticos pueden quedar correlacionados de una manera que no se parece a nada de nuestra experiencia cotidiana.

LABORATORIO ALFA
(TIERRA)

LABORATORIO BETA
(ÓRBITA LUNAR)

No es que se envíen mensajes mágicos, sino que sus propiedades quedan conectadas dentro de una misma descripción física.

MEDICIÓN ALFA
ESPÍN: ↑
RESULTADO: +1

MEDICIÓN BETA
ESPÍN: ↓
RESULTADO: -1

$$\Delta x \Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$$

SUPERPOSICIÓN
ENTRELAZAMIENTO
NO LOCALIDAD

La realidad parece más extraña de lo que imaginábamos...

Lo que alguna vez pareció una paradoja se convirtió en una de las claves más poderosas de la física moderna.

ENTRELAZAMIENTO CUÁNTICO



COMUNICACIÓN
SEGURA



COMPUTACIÓN
CUÁNTICA



SENSORES DE
NUEVA GENERACIÓN

De la paradoja al recurso

Hoy sabemos que esos comportamientos extraños no son solo curiosidades filosóficas.



Propiedades como el entrelazamiento, la coherencia o la contextualidad pueden entenderse como recursos cuánticos.

COMPUTACIÓN CUÁNTICA

COMUNICACIÓN CUÁNTICA

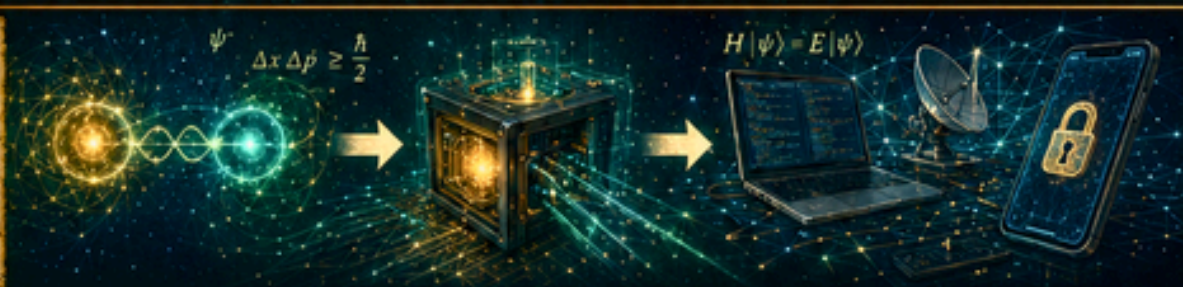
CRYPTOGRAFÍA CUÁNTICA



La teoría de recursos cuánticos estudia cómo identificar, usar y transformar esas propiedades para realizar tareas que la física clásica no permite con la misma eficiencia.



Lo que comenzó como una discusión sobre la realidad terminó abriendo puertas a nuevas tecnologías y a nuevas formas de pensar el mundo.



La ciencia no solo pregunta qué es real: también aprende a convertir esa realidad en conocimiento, y a veces, en posibilidad.



Lo cuántico no destruye la realidad: nos obliga a entenderla mejor.

LA IDEA DEL MES

Modelado de la realidad

Cómo la ciencia construye modelos para entender lo que observa, mide e interpreta.

¿QUÉ ES?

El modelado de la realidad es la forma en que la ciencia representa un fenómeno para poder estudiarlo. Un modelo científico no copia el mundo completo: selecciona datos, relaciones y variables importantes para explicar cómo funciona algo.



NO ES...

- Una copia perfecta de la realidad.
- Una opinión sin evidencia.
- Una explicación definitiva.
- Una verdad que no pueda corregirse.

SÍ ES...

- Una representación útil.
- Una forma de ordenar datos.
- Una explicación que puede ponerse a prueba.
- Un puente entre la realidad y nuestra comprensión.

EJEMPLO COTIDIANO

Observación: un auto deja una marca de frenado.
Pregunta: ¿qué pudo haber ocurrido antes del impacto?
Modelo: usar distancia, velocidad, fricción y trayectoria para reconstruir una posibilidad.
Prueba: comparar el modelo con las huellas y datos disponibles.



¿POR QUÉ IMPORTA?

Porque muchas realidades no pueden observarse directamente. La ciencia usa modelos para estudiar átomos, campos, accidentes, enfermedades, climas o sistemas cuánticos. Un buen modelo no reemplaza la realidad, pero nos ayuda a acercarnos a ella con más claridad.

PREGUNTA RETO

¿Qué parte de la realidad necesitas modelar para entenderla mejor: lo que ves, lo que mides o lo que interpretas?

CIENCIA EN EL ENTRETENIMIENTO

Materia oscura

Serie recomendada | Apple TV | Ciencia ficción y realidades alternativas

Materia oscura parte de una pregunta tan inquietante como científica: ¿qué pasaría si existieran otras versiones de nuestra vida? Basada en la novela de Blake Crouch, la serie mezcla física especulativa, identidad y realidades alternativas para contar la historia de un hombre que se enfrenta a mundos donde sus decisiones tomaron caminos distintos. Aunque no debe verse como una clase formal de física cuántica, sí funciona como una puerta atractiva para conversar sobre modelos, posibilidades, observación y la forma en que la ciencia ficción imagina los límites de la realidad.



**A veces, preguntarnos qué es real
también significa imaginar qué otras
realidades pudieron existir.**

Agenda científica CENEXP



**CENTRO DE
ESTUDIOS
EXPERIMENTALES**

Educación con visión práctica

CAPACITACIÓN ESPECIALIZADA

PARA IMPULSAR TU PERFIL PROFESIONAL



CAPACITACIÓN EMPRESARIAL

Elementos Básicos de Ciberseguridad

Convierte a tu personal administrativo en tu primera línea de defensa.



2 horas



Modalidad
asincrónica



DC-3 STPS



CAPACITACIÓN PROFESIONALIZANTE

Programación SIG con IA

Utiliza la potencia de la IA para automatizar análisis en geoprocesos.



10 horas
teórico-
prácticas



Plataforma
PixKey



Herramientas
digitales



**TÓPICO DE RECONSTRUCCIÓN EN
HECHOS DE TRÁNSITO TERRESTRE**

Método de Vías

Determina la rapidez máxima pre-colisional de un vehículo que sale de una curva.



Reconstrucción
de tránsito



Enfoque
técnico



Aplicación
pericial



**INFORMES E
INSCRIPCIONES**



WhatsApp: 33 1471 4958 | 81 4367 7838



Correo: ventas@cenexp.edu.mx



Sitio web: cenexp.edu.mx

SINÁPSIS

CREDITOS EDITORIALES

Av. Periférico Manuel Gómez Morín 7282-D,
Col. Ciudad Granja, Zapopan, Jalisco.

direccion@cenexp.edu.mx

academica@cenexp.edu.mx admon@cenexp.edu.mx

ventas@cenexp.edu.mx

DIRECTOR EDITORIAL

Físico José Alejandro
Saucedo Ayala

CONTENIDO

Equipo CENEXP

DIRECCIÓN DE ARTE

Equipo CENEXP

FOTOGRAFÍAS

Archivo del Equipo
Cenexp ,
Generadas por IA,
PepeAlex

ESCRITORES COLABORADORES

Ambos pertenecen al Grupo de Óptica e
Información Cuántica de la Universidad de
Guadalajara



La Dra. Isabel Sainz Abascal cuenta con formación en Matemáticas Aplicadas (UAG) y Doctorado en Ciencias en Física (U de G), complementados con un posdoctorado en el Instituto Real de Tecnología (KTH) de Suecia. Adscrita al Departamento de Física de la U de G desde 2008, centra su investigación en la creación y clasificación de recursos no estabilizadores y en óptica cuántica no hermítica.



El Dr. José Luis Romero Ibarra cuenta con licenciatura en Física y doctorado en Ciencias en Física por la Universidad de Guadalajara, complementados con una estancia posdoctoral en el Instituto Real de Tecnología (KTH) de Estocolmo. Adscrito al Departamento de Física de la U de G desde 2006, centra su investigación en la transición cuántica-clásica y el estudio de sistemas complejos en el límite semiclásico.



Suscríbete a Revista científica SINÁPSIS

¡No te pierdas ninguna edición!

- Disfruta de grandes ahorros
- Envío a domicilio gratis
- Obtén tu copia antes que los demás



Visita nuestra edición en línea

www.cenexp.edu.mx

- Lee las historias más recientes
- Actualización diaria
- Lee en cualquier momento y en cualquier lugar



TU MARCA PUEDE **INSPIRAR** MENTES CURIOSAS

Anúnciate con nosotros y sé parte de una revista que conecta ciencia, imaginación y futuro.



LLEGA A UNA COMUNIDAD curiosa, crítica y apasionada por aprender.



ASOCIA TU MARCA con la ciencia, la educación y la innovación.



DESTACA TU MENSAJE en una revista moderna, creativa y de calidad.



IMPULSA TU VISIBILIDAD entre estudiantes, docentes, profesionistas y divulgadores.



TU MARCA. SU FUTURO. NUESTRA REVISTA.



CONTENIDO DE CALIDAD



AUDIENCIA COMPROMETIDA



ENTORNO CREATIVO Y EDUCATIVO



VISIBILIDAD QUE TRASCIENDE



¡ANÚNCIATE CON NOSOTROS!

Haz que tu marca forme parte de las ideas que están construyendo el mañana.



CIENCIA • IMAGINACIÓN • INNOVACIÓN • TU MARCA

SINÁPSIS

Donde el conocimiento hace conexión

CENTRO DE ESTUDIOS EXPERIMENTALES

