

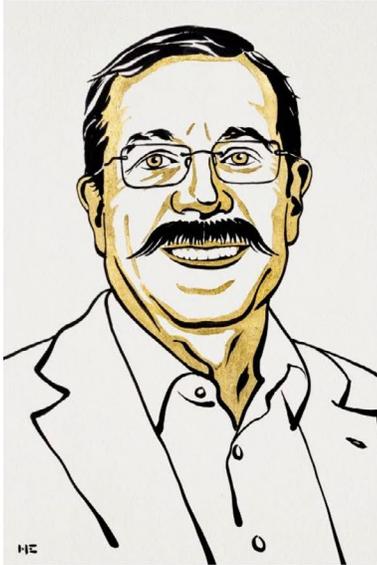


# El premio Nobel de Física 2022: develando el misterio de la mecánica cuántica

Alejandro Frank. ICN y C3 - UNAM

06 de octubre de 2022

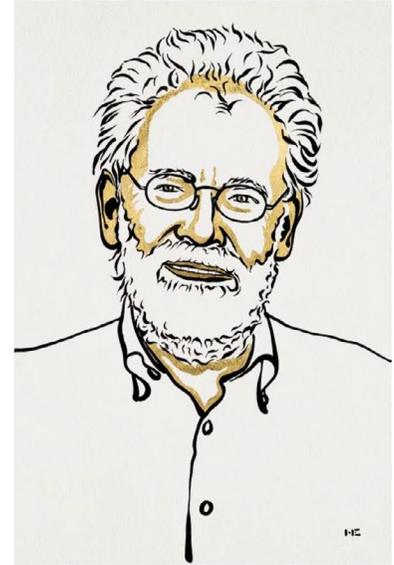
No. 7/2022



Alain Aspect



John F. Clauser



Anton Zeilinger

Ilustraciones de Niklas Elmehed <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2022/summary/>

**E**n “Cien Años de Soledad”, de Gabriel García Márquez, la realidad se distorsiona y se convierte en “mágica”. Aparecen ángeles, seres fantasmales y la percepción de la gente se entrelaza con leyendas y sueños. Lo mismo parece ocurrir en la física del mundo de los átomos y las partículas. ¿Debemos abandonar en definitiva el realismo de Chéjov y Dostoyevski y modificar nuestra concepción de lo que es la realidad?

Casi un siglo después de la formulación de la mecánica cuántica (MC), esta disciplina sigue desconcertando a los físicos y cuestionando nuestra comprensión de la realidad, lo que llevó a algunos de los mejores físicos del siglo pasado a considerarla una teoría incompleta. Uno de sus misterios fue descrito por Albert Einstein como una “acción fantasmal a distancia”.

Como explico más adelante, esto significa quea diferencia de lo que hubiéramos esperado, la MC parece implicar que las partículas microscópicas pueden interactuar instantáneamente a distancias arbitrariamente grandes, una acción que no comprendemos y que altera nuestra comprensión más fundamental sobre la naturaleza de nuestro universo.

El físico estadounidense Richard Feynman, quién ganó el Premio Nobel de física en 1965 por su trabajo en electrodinámica cuántica, afirmaba que la naturaleza parece ser incomprendible: “Mi tarea es convencer a los estudiantes de física de que no se alejen porque no entienden la mecánica cuántica. Mis alumnos no la entienden. Eso es porque yo tampoco la entiendo. Nadie lo hace.”

¿Debemos conformarnos con esta situación? La mayoría de los que estudian los fundamentos de la mecánica cuántica hoy consideran que ésta sólo debe tomarse como una serie de procedimientos para definir un experimento y poder calcular sus resultados. Un grupo mayoritario de ellos afirma que no tiene sentido ni es posible entender en un sentido realista este misterioso mundo de los átomos y fotones. Esta postura fue liderada por Niels Bohr, Werner Heisenberg y otros de los fundadores de la mecánica cuántica y es conocida como la interpretación de Copenhague. Sólo algunos audaces han intentado entender más a fondo esta situación y contrastar a la MC con las ideas del realismo Einsteiniano, es decir, la de una realidad local y determinista, sin estas aparentes “fantasmales acciones a distancia” que la MC parece predecir. “Local y determinista” significa esencialmente que para que ocurran interacciones entre partículas esto sólo puede suceder cuando éstas coinciden en el espacio (o intercambian partículas a velocidad menor o igual a la de la luz) y que las interacciones sucesivas “están causalmente determinadas por la cadena causa-consecuencia y, por tanto, el estado actual ‘determina’ en algún sentido el futuro”.

Einstein, Podolsky y Rosen habían planteado en 1935 un crucial experimento teórico (gedanke-

nexperiment), la llamada “paradoja EPR”, que ponía en evidencia predicciones aparentemente absurdas de la MC.

Para comprender por qué es importante y merecido el premio Nobel otorgado este año, es preciso señalar que el Teorema de Bell (John S. Bell, 1928-1990) muestra en forma muy clara y experimentalmente medible que cualquier fenómeno entre partículas cuánticas que sea a la vez determinista y local debe satisfacer una cierta desigualdad de carácter estadístico. La mecánica cuántica, de ser correcta, violaría esta desigualdad. John Bell dio el paso fundamental para poder distinguir entre estas visiones antagónicas. De estar aún con vida, hubiera merecido sin duda el Premio Nobel por su trabajo. John Clauser (1942- ), científico norteamericano, fue galardonado este 4 de octubre junto a Alain Aspect y Anton Zeilinger, con el Premio Nobel de Física correspondiente a 2022. El premio reconoce su trabajo pionero, que llevó a cabo la primera prueba experimental de la desigualdad de Bell.

Esto fue la primera observación del “entrelazamiento cuántico” (la correlación instantánea y a distancia entre partículas que interactuaron previamente) y fue la primera observación experimental de una violación de la desigualdad de Bell. Esta ecuación restringe la idea del realismo local, posición sostenida por Einstein, Schrödinger y otros proponentes del racionalismo científico y que la paradoja EPR y la desigualdad de Bell habían hecho ahora susceptible a comprobación experimental. ¿Pero qué significa todo esto?

Una década después del trabajo de Clauser, el físico francés Alain Aspect (1947- ) llevó a cabo



experimentos muy precisos que demostraron que la mecánica cuántica efectivamente viola las desigualdades de Bell, con lo cual logra en forma definitiva hacer una distinción entre las ideas de Einstein sobre la naturaleza de la realidad y las predicciones de la mecánica cuántica. La mecánica cuántica resulta ser correcta. Correcta, aunque incomprensible, como remarcaba Feynman.

Entonces, utilizando una novedosa técnica experimental, Aspect logró, durante la década de los 80, verificar fuera de toda duda la validez del teorema de Bell y confirmar las predicciones de la mecánica cuántica. Escribió al respecto: “Bohr tenía la intuición de que la postura realista de Einstein entraba en conflicto con la mecánica cuántica. Pero fue el teorema de Bell lo que materializó esa contradicción”.

Más recientemente, Anton Zeilinger (1945 - ) ha sido uno de los más importantes investigadores de las consecuencias de las propiedades cuánticas del mundo microscópico. Es

actualmente el director científico del Instituto de Óptica e Información Cuánticas y decano de la Universidad de Viena. Desde los años noventa investigó el entrelazamiento de fotones y su utilización para transmitir información cuántica (la llamada teleportación). Ha hecho otras grandes aportaciones a la física cuántica, que han llevado a la concepción, por ejemplo, de las computadoras cuánticas.

Estos tres investigadores han contribuido de manera crucial a nuestra comprensión (o falta de ella) del mundo microscópico de las partículas de materia y energía. La mecánica cuántica sigue sorprendiendo a los físicos y el estudio de sus fundamentos sigue siendo un problema abierto.

### Ligas de interés

Comunicado de prensa:

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2022/press-release/>

