

# Efecto Túnel

Brajeda Iara  
Pretzsch Bárbara  
Romero Abril  
Noir Nicole

Instituto Privado Alfonsina Storni  
5 de octubre de 2023

## Resumen

En este trabajo se desarrollará el funcionamiento, historia y definición del Efecto Túnel, un fenómeno de la mecánica cuántica.

El objetivo es identificar los fenómenos físicos en los que se observa el efecto túnel y explicar cómo se utiliza el Efecto Túnel en la tecnología moderna.

## Introducción

El efecto túnel es un fenómeno en el que las partículas atraviesan una barrera de energía potencial con una altura mayor que la energía total de las partículas. El fenómeno es interesante e importante porque viola los principios de la mecánica clásica.

Podemos observarlo en los modelos del Sol y tiene una amplia gama de aplicaciones, como el microscopio de efecto túnel y el diodo de túnel.<sup>1</sup>

## Desarrollo

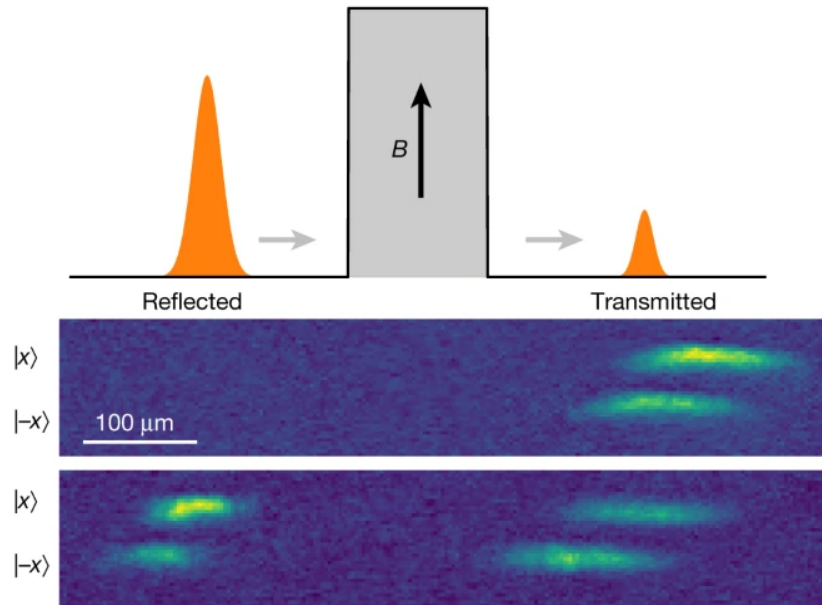
El efecto túnel ocurre cuando un electrón puede atravesar una barrera de potencial lo que estaría prohibido en física clásica ya que el electrón rebotaría como una pelota. Esto es posible debido al carácter ondulatorio del electrón.

Si el objeto no dispone de energía mecánica suficiente como para atravesar la barrera, la mecánica clásica afirma que nunca podrá aparecer en un estado perteneciente al otro lado de la barrera.

A escala cuántica, los objetos exhiben un comportamiento ondular; en la teoría cuántica, un cuanto moviéndose en dirección a una "colina" potencialmente energética puede ser descrito por su función de onda, que representa la amplitud probable que tiene la partícula de ser encontrada en la posición allende la estructura de la curva. Si esta función describe la posición de la partícula perteneciente al flanco adyacente al que supuso su punto de partida, existe cierta probabilidad de que se haya desplazado "a través" de la estructura, en vez de superarla por la ruta convencional que atraviesa la cima energética relativa. A esto se conoce como efecto túnel.

---

<sup>1</sup> Efecto túnel <https://g.co/kgs/UM7GMj>

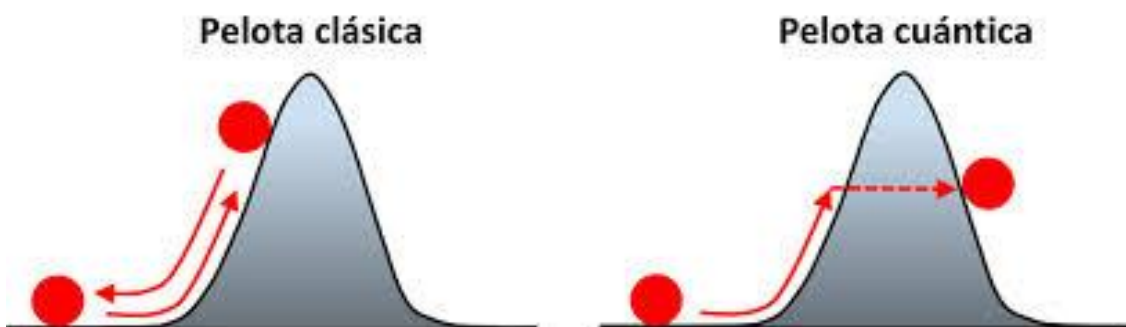


Función de onda de una partícula que atraviesa una barrera por efecto túnel.

### Historia

Aproximadamente, en 1928, George Gamow resolvió la teoría de la descomposición alfa de los núcleos atómicos a través de las propiedades del efecto túnel. Clásicamente, la partícula se encuentra confinada al núcleo debido a la ingente cantidad de energía requerida para escapar a su potencial. Análogamente, es necesaria un aporte enorme de energía para desgajar el núcleo de las mismas. En mecánica cuántica, sin embargo, existe una probabilidad razonable de que la partícula atravesase el potencial energético descrito por el núcleo y logre escapar de la influencia del mismo. Gamow resolvió un modelo potencial para los núcleos atómicos y derivó una relación entre la vida media de la partícula y la energía de emisión.

La descomposición alfa también fue resuelta al mismo tiempo por Ronald Gurney y Edward Condon. A partir de entonces, se consideró que las partículas pueden introducirse en un túnel energético que incluso atravesase el mismo núcleo atómico, dotando de validez completa al modelo energético para cualquier aplicación del "efecto túnel".<sup>2</sup>



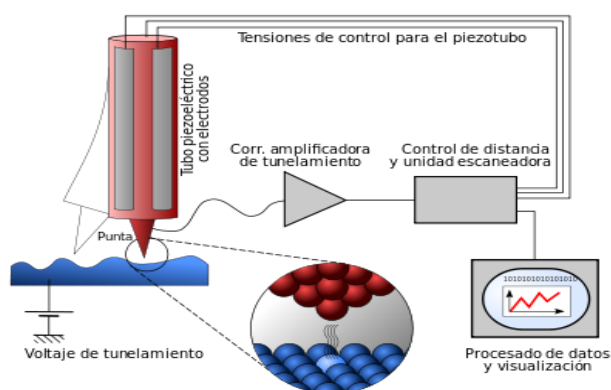
Diferencia en el comportamiento de la física clásica y la física cuántica

<sup>2</sup> EFECTO TUNEL - Equipos y Laboratorio  
<https://www.equposylaboratorio.com/porta/articulo-ampliado/efecto-tunel>

## Microscopio Efecto Túnel

Un microscopio de efecto túnel (STM por sus siglas en inglés) es un instrumento para tomar imágenes de superficies a nivel atómico. Su desarrollo en 1981 hizo ganar a sus inventores, Gerd Binnig y Heinrich Rohrer (de IBM Zürich), el Premio Nobel de Física en 1986.

El STM está basado en el concepto de efecto túnel. Cuando una punta conductora es colocada muy cerca de la superficie a ser examinada, una corriente de polarización (diferencia de voltaje) aplicada entre las dos puede permitir a los electrones pasar al otro lado mediante efecto túnel a través del vacío entre ellas. La resultante corriente de tunelización es una función de la posición de la punta, el voltaje aplicado y la densidad local de estados (LDOS por sus siglas en inglés) de la muestra. La información es adquirida monitoreando la corriente conforme la posición de la punta escanea a través de la superficie, y es usualmente desplegada en forma de imagen. La microscopía de efecto túnel puede ser una técnica desafiante, ya que requiere superficies extremadamente limpias y estables, puntas afiladas, excelente control de vibraciones, y electrónica sofisticada.<sup>3</sup>



Microscopio de efecto túnel (STM)

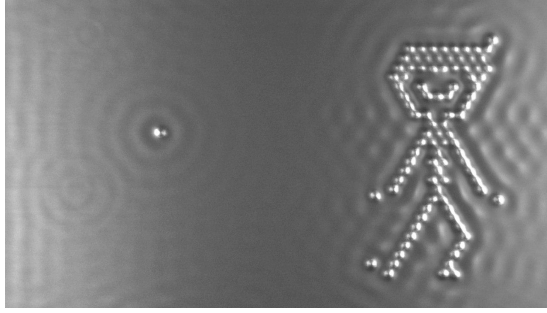
En el año 2013, un cortometraje fue creado a partir de este microscopio de efecto túnel. "Un chico y su átomo" fue inscrito en el Libro Guinness de los récords por ser la película más pequeña jamás creada, al estar protagonizada por átomos aumentados 100 millones de veces con la ayuda de un microscopio.

Utilizando una aguja de cobre se manipularon moléculas de monóxido de carbono sobre un sustrato de cobre a una distancia de 1 nanómetro.

El componente de oxígeno de cada molécula se muestra como un punto cuando es fotografiado por el microscopio efecto túnel, permitiendo la creación de imágenes compuestas de muchos de estos puntos.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Microscopio de efecto túnel <https://g.co/kgs/o1f9yY>

<sup>4</sup> Un chico y su átomo <https://g.co/kgs/rkWTGi>



Fragmento del cortometraje "A boy and his atom"

### **Relación con los bloques cuánticos**

Al igual que los bloques cuánticos, los electrones se superponen y pueden estar en varios puntos o lugares a la vez. Al medir el átomo podemos encontrar que la partícula colapsa y traspasa la barrera. Como si se teletransportara, o como si hiciera un túnel hacia el otro lado.

Lo mismo ocurría con los bloques cuánticos, pero la superposición sucedía con el color y la forma. Podían ser cuadrados o círculos, rojos o azules. Hasta que medimos el bloque y colapsa en un solo estado.

### **Conclusión**

El efecto túnel es una joya de la física cuántica que ha transformado la ciencia y la tecnología moderna. Su comprensión y control han abierto un mundo de posibilidades en campos que van desde la electrónica hasta la medicina. A medida que avanzamos en la exploración de lo cuántico, el efecto túnel seguirá siendo un pilar fundamental en la búsqueda del conocimiento y la innovación.