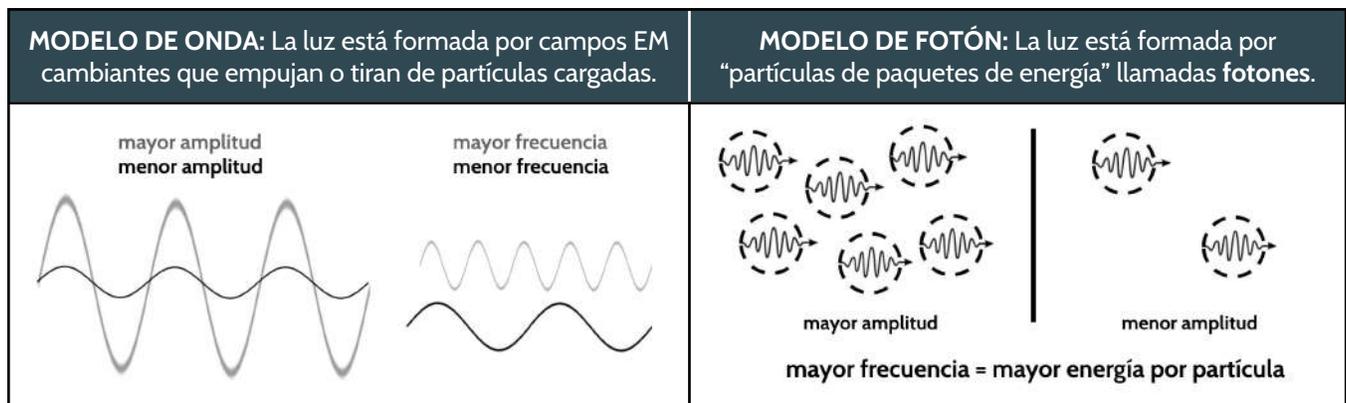


Modelo de fotones

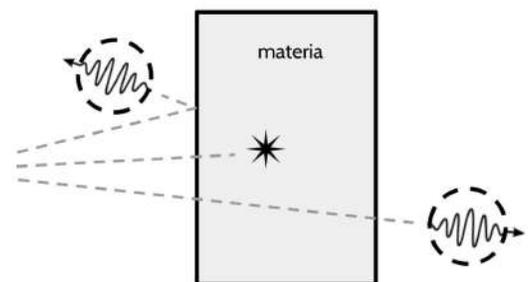
Hemos desarrollado un modelo de radiación (o luz) EM como ondas que viajan a través del espacio. Este modelo ha sido muy productivo para explicar el comportamiento de la radiación EM dentro del horno microondas, pero puede tener algunas limitaciones para ayudarnos a explicar cómo o por qué algunos tipos de radiación EM interactúan con la materia de maneras específicas, como aumentando el riesgo de cáncer de piel o emitiendo electrones desde una celda solar. Cuando los científicos descubren que un modelo limita su capacidad para explicar fenómenos, a veces intentan cambiar a un modelo diferente para ver si eso puede ayudar. En particular, los científicos han descubierto que para algunos fenómenos de radiación EM, funciona mejor modelar la luz como muchas partículas individuales en lugar de como ondas.



Parte 1: Visualizar fotones.

Cuando los científicos modelan la luz como partículas, se refieren a ellas como *fotones*. Cuando vemos radiación EM de mayor amplitud, esto significa que más fotones viajan juntos. Por ejemplo, una linterna más brillante emite una mayor cantidad de fotones que una linterna menos brillante. Cuando esta radiación llega a la materia, los fotones pueden reflejarse, transmitirse o absorberse en la materia, pero normalmente es una combinación de las tres. Cuando la materia absorbe energía de la radiación EM en este modelo, el fotón desaparece y la energía que transporta se transfiere a la materia.

Puede resultar complicado imaginar la radiación EM en forma de fotones. No es obvio cómo visualizar una sola partícula



Cuando los fotones golpean la materia, algunos absorben (*) en esa materia mientras que otros transmiten o se reflejan en la misma materia.

cambiando los campos eléctricos y magnéticos a una frecuencia específica mientras se mueve en línea recta a la "velocidad de la luz". La dificultad de visualizar esto es una de las razones por las que los científicos consideran tan importante pensar en modelos. De lo único que podemos estar seguros es de la evidencia, y algunas evidencias sugieren firmemente que la luz viene en paquetes: *unidades cuánticas de energía*.* Cuanto mayor es la frecuencia de la luz, más energía hay en cada "partícula del paquete de energía". Ésta es la esencia del modelo de fotones.

*A menudo mal entendida, la palabra *cuántico* se refiere a una cantidad distinta e individual de algo. La idea de que la luz existe como paquetes distintos e individuales provocó la revolución científica de la *mecánica cuántica*.

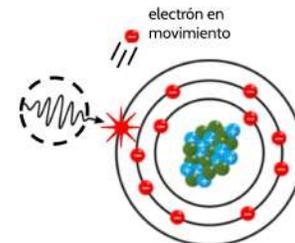
Pregunta 1. ¿Cómo explica el modelo de fotones de la luz las características de la luz que hemos observado y explicado hasta ahora utilizando el modelo de ondas? Complete la tabla sobre los dos modelos.

	Modelo de onda	Modelo de fotones
¿Qué es la luz?	La luz es una onda de campos eléctricos y magnéticos cambiantes.	La luz está formada por "partículas de paquetes de energía" llamadas fotones.
¿Qué significa alta amplitud?		
¿Qué significa alta frecuencia?		
¿Qué contribuye a la energía total?		
¿Qué sucede cuando la luz incide sobre la materia y...? a. se absorbe en ella? b. transmite a través de ella? c. ¿Se refleja en ella?	a) los campos cambiantes empujan partículas cargadas en la materia	a) los fotones desaparecen, transfieren energía a la materia

Utilice ejemplos si puede.		
¿Qué viaja realmente a la “velocidad de la luz”?		

Parte 2: Aplicar el modelo de fotones para explicar nuestra evidencia.

El cáncer generalmente es causado por un cambio en el ADN llamado *mutación*, lo que resulta en una reproducción celular descontrolada. La mayor parte de la energía transferida por los fotones a la materia del ADN provoca vibraciones térmicas que no dañan la molécula. Sin embargo, los fotones con una frecuencia suficientemente alta pueden expulsar un electrón de un átomo. Por ejemplo, si el ADN absorbe un fotón de alta frecuencia, la energía



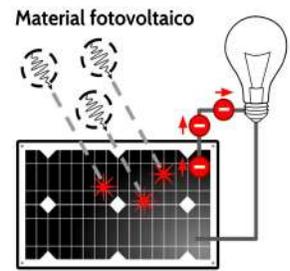
Si la frecuencia del fotón es lo suficientemente alta, la absorción (*) puede expulsar un electrón del átomo.

del fotón puede ser lo suficientemente alta como para eliminar un electrón de los átomos de la molécula de ADN. La energía de este fotón se transfiere al campo eléctrico entre partículas cargadas, así como a la energía cinética del electrón en movimiento. Si la energía del fotón es muy alta, este electrón puede moverse con mucha energía extra.

Pregunta 2. Sabiendo que las mutaciones en el ADN pueden causar cáncer, ¿cómo podría el modelo de fotones explicar por qué la radiación EM de mayor frecuencia, como la UV, tiene más probabilidades de causar cáncer que la radiación de menor frecuencia, como la IR? Subraye 1 o 2 oraciones en la Parte 2 que resuma la idea clave.

Un solo fotón ultravioleta (UV) puede transferir suficiente energía para eliminar un electrón de un átomo, convirtiendo el átomo o la molécula en un ion cargado. Los iones tienen propiedades únicas, por lo que un pequeño cambio en la estructura puede provocar grandes cambios en el funcionamiento de una molécula. Si la exposición a la radiación ultravioleta dura mucho tiempo, el ADN puede absorber más fotones, lo que aumenta las posibilidades de que el ADN mute. No todas las mutaciones debidas a partículas ionizadas son dañinas, pero una mayor probabilidad de mutación significa un mayor riesgo de mutación dañina. Incluso la radiación de baja amplitud puede ser muy peligrosa si la energía (frecuencia) de cada fotón es extremadamente alta o si la exposición a fotones de alta energía dura mucho tiempo.

Cualquier radiación de mayor frecuencia, como los rayos UV, los rayos X o los rayos gamma, puede provocar esta expulsión de un electrón. La radiación en estas frecuencias se conoce como *radiación ionizante*, porque **cualquier** fotón que sea absorbido por cualquier materia podría ionizar la materia que lo absorbe. Cuanto mayor sea la energía de cada fotón, más daño puede causar. Los daños causados por la radiación ionizante pueden acumularse, por lo que incluso la radiación de baja amplitud puede ser peligrosa si la exposición dura mucho tiempo.



Algunos dispositivos fabricados por humanos hacen uso de esta idea con *materiales fotovoltaicos* que convierten la energía de los fotones en energía eléctrica en electrones en movimiento. Materiales como el silicio, utilizado en *celdas solares*, emiten electrones cuando absorben fotones de luz visible o de mayor frecuencia. Cada fotón individual que golpee dicho material expulsará un electrón, siempre que ese fotón contenga suficiente energía. Muchos fotones juntos pueden expulsar suficientes electrones para cargar una batería o encender una bombilla.

Parte 3: Considere lo que los dos modelos pueden y no pueden explicar bien.

Tanto el modelo de fotones como el modelo de ondas para la radiación EM están incompletos. Los científicos aplican el modelo fotónico para comprender algunos fenómenos y el modelo ondulatorio para explicar otros. Todos los modelos científicos funcionan de esta manera. Todo modelo está incompleto y los científicos deben determinar los méritos y limitaciones del modelo basándose en la evidencia y los objetivos para esa situación.

Pregunta 3. Considere algunos ejemplos de fenómenos o evidencia que hemos discutido anteriormente en esta unidad. ¿Cuál de estos ejemplos cree que se explica mejor mediante un modelo de onda y cuál se explica mejor mediante un modelo de fotón, o ambos, o ninguno? ¿Por qué piensa eso?

3a. Evidencia que hemos visto: **Puntos fríos debido a interferencias destructivas en el horno de microondas** se explica mejor mediante:

 modelo de onda modelo de fotón ambos modelos ninguno de los modelos
¿Por qué piensa eso?

3b. Evidencia que hemos visto: **El IR de alta amplitud no expulsa electrones de una célula fotovoltaica** se explica mejor mediante:

modelo de onda modelo de fotón ambos modelos ninguno de los modelos

¿Por qué piensa eso?

3c. Evidencia que hemos visto: _____

se explica mejor mediante:

modelo de onda modelo de fotón ambos modelos ninguno de los modelos

¿Por qué piensa eso?

Pregunta 4. Si puede, pruebe su propia analogía para el modelo de fotones de luz.

Cuando intentamos aplicar una analogía de las olas de agua a la luz, descubrimos que algunas pruebas entraban en conflicto con este modelo. Pensar en una analogía puede ayudarnos a ver dónde es y dónde un modelo es consistente con la evidencia.

En palabras o imágenes, ¿qué analogía se le ocurre para ayudarnos a considerar cómo el modelo de fotones de la luz describe amplitudes altas/bajas y frecuencias altas/bajas de radiación EM? ¡Sea creativo! Intente pensar en algo memorable para tenerlo en mente más adelante.

- ¿Qué objeto o evento en su analogía podría representar la ionización?
- ¿Qué objetos en su analogía están emitiendo y absorbiendo fotones?
- ¿Qué evidencia sobre la radiación EM no puede explicar su modelo?

Algunas ideas de analogía del modelo de fotones a considerar:

Idea 1) alta amplitud = muchas bolitas o bolas individuales

alta frecuencia/energía = cada bolita es pesada, como una bola de boliche

Idea 2) alta amplitud = una gran pila de billetes de un dólar

alta frecuencia/energía = cada billete tiene un valor alto, como un billete de \$50 o \$100

Idea 3) alta amplitud = mucha gente tratando de arrojar piedras al techo

alta frecuencia/energía = cada persona es muy fuerte y puede lanzar piedras muy alto

Hacer preguntas y dar retroalimentación: Cuando escuche a otros grupos compartir ideas de las Preguntas 3 y 4, haga preguntas para escuchar más sobre sus pensamientos. Utilice las siguientes ideas para preguntas, si lo desea:

Para la pregunta 3: "¿Por qué pensaste...?" "¿Por qué decidiste...?" "¿Qué evidencia demuestra eso?"

Para la pregunta 4: "En su analogía, ¿qué representa la ionización?"

"En tu analogía, ¿qué representa a los fotones? ¿Qué objetos absorben y emiten fotones?"