



## Documento de Planeación didáctica

PARTE GENERAL	
<b>NOMBRE DEL PROFESOR</b>	Cano Jiménez Rosalinda
<b>SUBSISTEMA Y NIVEL ACADÉMICO</b>	Colegio de Ciencias y Humanidades UNAM. Plantel Vallejo. Bachillerato
<b>ASIGNATURA / SEMESTRE O AÑO</b>	Física II Cuarto semestre Año 2017
<b>UNIDAD TEMÁTICA Y CONTENIDOS</b>	<b>Unidad temática:</b> Tercera unidad. Física y tecnología contemporáneas <b>Contenidos:</b> 1. Cuantización de la materia y la energía. <ul style="list-style-type: none"><li>● Crisis de la física clásica y origen de la física cuántica.</li><li>● Cuantización de la energía y efecto fotoeléctrico.</li><li>● Espectros de emisión y absorción de gases.</li><li>● Modelo atómico de Bohr.</li><li>● Naturaleza dual de la materia.</li></ul>
<b>OBJETIVOS DE LA UNIDAD</b>	Al finalizar la Unidad, el alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>● Conocerá algunos fenómenos que no se explican con la Física Clásica.</li><li>● Entenderá que toda teoría tiene límites de validez y conocerá los correspondientes a la Física Clásica, indicando las diferencias entre ésta y la Moderna.</li><li>● Reconocerá la importancia de la Física Contemporánea en su vida cotidiana.</li><li>● Conocerá algunas de las aplicaciones más importantes de la Física Contemporánea en la tecnología actual.</li><li>● Utilizará la tecnología moderna para mejorar sus habilidades y técnicas de investigación y comunicación.</li></ul>
<b>DURACIÓN</b>	2 semanas (10 horas) <ul style="list-style-type: none"><li>● 4 sesiones de 2 horas</li><li>● 2 sesiones de 1 hora</li></ul> Una semana consta de dos clases de dos horas y una clase de una hora.
<b>POBLACIÓN</b>	1 grupos de 20 a 25 alumnos. Divididos en 5 equipos.



<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Giancoli, D.. (1996). Física principios con aplicaciones. México: Prentice-Hall.</li><li>● Hewitt,P.. (1999). Física conceptual. México: Pearson.</li><li>● Hetch, E. . ( 2001). Fundamentos de Física. México: Thomson-Learning.</li><li>● Tippens P. . (2001). Física Conceptos y aplicaciones.. México: McGraw Hill.</li><li>● Zitzewitz, P. W., Neft, R. F. y Davis, M. . (2002). Física 2. Principios y problemas. México: McGraw Hill.</li><li>● <a href="http://objetos.unam.mx/fisica/efectoFotoelectrico/index.html">http://objetos.unam.mx/fisica/efectoFotoelectrico/index.html</a></li><li>● <a href="http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/19/htm/sec_12.htm">http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/19/htm/sec_12.htm</a></li><li>● <a href="http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/cihttps://www.youtube.com/watch?v=yvod3JGb5zg">http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/cihttps://www.youtube.com/watch?v=yvod3JGb5zg</a></li><li>● <a href="https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric">https://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric</a></li></ul>
---------------------	--



## Actividad 1. Actividad de inicio (Esta actividad se realiza para empezar a trabajar una unidad temática)

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD	
Cuantización de la materia y energía.	
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAJE</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>● Indica fenómenos físicos que la física clásica no pudo explicar.</li><li>● Describe el efecto fotoeléctrico</li></ul>
<b>RECURSOS</b>	Lectura disponible en: Anexo 1  <a href="http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/19/htm/sec_12.htm">http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/19/htm/sec_12.htm</a> <ul style="list-style-type: none"><li>● Lámpara de luz ultravioleta</li><li>● Electroscópio</li><li>● Laminilla de metal.</li> <li>● Páginas web: <a href="http://objetos.unam.mx/fisica/efectoFotoelectrico/index.html">http://objetos.unam.mx/fisica/efectoFotoelectrico/index.html</a></li> <li>● <a href="https://www.youtube.com/watch?v=yvod3JGb5zg">https://www.youtube.com/watch?v=yvod3JGb5zg</a></li><li>● <a href="https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric">https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/photoelectric</a></li> <li>● <a href="http://iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/ asignaturas/quimica2bac/materialdeaula/QUI2BAC%20Tema%207%20Estructura%20atomica%20y%20sistema%20periodico/1_cuantizacin_de_la_energa.html">http://iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/ asignaturas/quimica2bac/materialdeaula/QUI2BAC%20Tema%207%20Estructura%20atomica%20y%20sistema%20periodico/1_cuantizacin_de_la_energa.html</a></li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>● Laptop</li><li>● Cañón</li><li>● Bocinas</li><li>● Internet</li></ul>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	
<b>TAREAS EN EL ORDEN EN QUE SE REALIZAN</b>	Trabajo previo a la clase 1 para alumnos:  El profesor indica al grupo los lineamientos a seguir para la búsqueda de información necesaria con la finalidad de poder entrar a un nuevo tema.  El alumno realizará una investigación previa a los temas por ver que son: <ul style="list-style-type: none"><li>● Características de la Física clásica</li></ul>



- Surgimiento de la Física moderna
- Descripción del efecto fotoeléctrico.

Trabajo durante la clase 1 (para profesor y alumnos) (2 horas)

El profesor:

- Guía a los alumnos a una discusión grupal acerca de los temas investigados por ellos.
- Revisa lo investigado por los alumnos con la finalidad de poder guiarlos y hablar sobre los temas deseados para alcanzar dicho aprendizaje.
- Con ayuda de la laptop, cañón y bocinas, les pondrá a los alumnos un video de youtube que habla acerca del efecto fotoeléctrico.
- Mostrará un simulador en el que se observa cómo es que se presenta el fenómeno fotoeléctrico.

Para los alumnos (6 equipos de 4 alumnos máximo.)

- Llevan a cabo una discusión grupal acerca de los conceptos antes investigados para poder llegar al concepto de efecto fotoeléctrico.
- Cada equipo revisa la lectura otorgada por el docente. “Cuantización de la energía y efecto fotoeléctrico” para su mejor comprensión. (Anexo1)
- Pondrán atención a la proyección del video sobre el efecto fotoeléctrico que está disponible en youtube.
- Verán la simulación de dicho fenómeno físico con PhET.
- Llegarán al entendimiento y razonamiento de dichos temas, los cuales realizarán un resumen con los puntos que consideran significativos.

Trabajo durante la clase 2 y 3 (profesor y alumnos) (3 horas)

Se revisará y se realizarán de manera grupal las actividades contenidas en la página web <http://objetos.unam.mx/fisica/efectoFotoelectrico/index.html>.

El profesor:

- Los guiará y les hará las observaciones necesarias y pertinentes para poder realizar con éxito dicha actividad.
- Realizará una serie de preguntas para que el alumno reflexione, razone y así pueda contestar con éxito dicha actividad.
- Controlará las participaciones de los equipos rotando diferentes cuestionamientos.
- Les entregará un cuestionario para poder así tener una herramienta más de evaluación, y para saber si el alumno se apropió de dichos aprendizajes.



	<p>Los alumnos: (6 equipos de 4 aprox.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Participarán de manera activa opinando.</li><li>● Cada equipo tendrá que contestar lo cuestionado en dicha actividad.</li><li>● Se rolan turnos para pasar al frente y poder poner sus respuestas ante el grupo.</li><li>● Cada equipo realizará un mapa conceptual acerca de lo aprendido en clase.</li><li>● De manera individual, el alumno contestará un cuestionario que se le proporcionará por parte del profesor con el fin de poder cerciorarse de que realmente comprendió lo visto en clase.</li></ul> <p>Por último el profesor:</p> <p>Se realizará un demostración experimental para demostrar el efecto fotoeléctrico con la lámpara de luz ultravioleta, la laminilla de metal y el electroscopio.</p>
<b>EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● Investigaciones previas para tratar los temas. (Reporte de la investigación documental).</li><li>● Registro de participaciones durante la clase 2.</li><li>● Por equipo elaboración de mapa conceptual acerca de lo aprendido.</li><li>● Aplicación de un cuestionario acerca de lo aprendido. (Anexo 4)</li></ul>
<b>FORMA DE EVALUACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● RÚBRICA PARA EVALUAR EL MAPA CONCEPTUAL:</li></ul>



ASPECTO A EVALUAR	NIVEL DE DESEMPEÑO	Desempeño sobresaliente	Desempeño alto	Desempeño medio	Desempeño bajo
		(2.5)	(2.0)	(1.5)	(1.0)
Presentación del mapa		Cumple con las siguientes 4 características: *Formato formal, se percata de no cometer errores ortográficos. *Contiene los datos de identificación del alumno. *Contiene los datos de identificación de la fuente. *Es entregado en tiempo y forma establecido.	Cumple con 3 de las siguientes características: *Formato formal *Contiene los datos de identificación del alumno *Contiene los datos de identificación de la fuente *Es entregado en tiempo y forma establecido.	Cumple con 2 de las siguientes características: *Formato formal *Contiene los datos de identificación del alumno *Contiene los datos de identificación de la fuente *Es entregado en tiempo y forma establecido.	Cumple con 1 de las siguientes características: *Formato formal *Contiene los datos de identificación del alumno *Contiene los datos de identificación de la fuente *Es entregado en tiempo y forma establecido.
Uso de conceptos		Utiliza adecuadamente los conceptos.	Comete algunos errores en cuanto al empleo de hasta 2 conceptos.	Utiliza de forma inadecuada algunos términos, con un máximo de 3 conceptos.	Utiliza de forma inadecuada los conceptos (más de 4).
Relaciones entre conceptos		Las relaciones son claras, precisas y profundizan el tema abordado.	Las relaciones son claras sin profundizar en el tema tratado	Las relaciones están poco relacionadas al tema tratado.	Las relaciones son confusas y no se profundiza en el tema tratado.
Comunicación de conceptos mediante el mapa		Comunicación clara, precisa, considera elementos y elementos vistos en el tema incluyendo al menos 3 ejemplos.	Comunicación clara, considera los conceptos abordados e incluye al menos 1 ejemplo.	Comunicación vaga y expresa su opinión personal sin abordar los conceptos del tema.	Comunicación confusa y no corresponde al tema abordado.

<http://estudiantedelcbtis26.blogspot.mx/p/rubrica-para-evaluar-un-mapa-conceptual.html>

- Cuestionario (Anexo 4)

## Anexo 1.

### IX. EINSTEIN Y EL EFECTO FOTOELÉCTRICO

DURANTE varios años después de la publicación del trabajo de Planck no se hizo nada con respecto a la hipótesis de la cuantización que había introducido.

En 1905, Albert Einstein publicó un trabajo llamado "Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de luz", más conocido como el trabajo sobre el efecto fotoeléctrico. Fue en este mismo año que Einstein publicó sus otros dos celebrados trabajos: uno en el que presentó la teoría de la relatividad especial y otro en el que trató acerca del



movimiento browniano.

Planck había considerado que la energía de las partículas que forman las paredes de la cavidad que produce la radiación de cuerpo negro solamente podía ser emitida o absorbida en múltiplos enteros de un cuanto o elemento de energía. Es más, llegó a esta hipótesis como una argucia matemática, sin mayor realidad física, para poder obtener la distribución que ya había encontrado usando argumentos empíricos de naturaleza puramente termodinámica.

Fue Einstein el primero que, con su trabajo de 1905, dio significado físico a la hipótesis de la cuantización de la energía.

A Planck nunca se le ocurrió la idea de extender la hipótesis de la cuantización a la radiación, es decir, no se le ocurrió suponer que la radiación electromagnética tenía carácter discreto.

La idea de que la luz (y más generalmente la radiación electromagnética) estuviera compuesta por un conjunto de partículas había sido propuesta por Newton, como se vio en el capítulo V. Sin embargo, como también se vio, existen en la naturaleza fenómenos como la interferencia y la difracción que solamente se pueden explicar si la radiación es de naturaleza ondulatoria.

Einstein en su trabajo sugirió que la suposición de que la luz está formada de cuantos discretos de energía podía ser aplicada a algunos fenómenos que la teoría ondulatoria de la luz no podía explicar, como por ejemplo, la fluorescencia y el efecto fotoeléctrico.

Con respecto a la fluorescencia, Einstein sugirió la explicación siguiente. Cada cuanto de radiación o fotón al ser absorbido por los átomos de la sustancia fluorescente (figura 27) estimula la emisión de uno o más fotones. La suma de las energías de los fotones emitidos tiene que ser igual a la energía del fotón absorbido, ya que la energía se debe conservar. Por tanto, si por ejemplo se reemiten dos fotones, éstos deben compartir sus energías de tal manera que su suma sea igual a la del fotón absorbido. Lo cual significa que la energía de cada fotón emitido es menor que la del absorbido. Tomando en cuenta que la energía de un fotón es proporcional a su frecuencia, lo anterior significa entonces que la frecuencia de la radiación emitida será menor que la de la radiación absorbida. Éste es justamente el resultado experimental que ya se había obtenido anteriormente, en particular por Stokes, y que no se había podido explicar con base en la teoría de Maxwell.



**Figura 27. Así explica Einstein la fluorescencia. Un átomo absorbe un fotón y luego emite dos o más fotones. De este modo, la energía que absorbió (la del fotón incidente) la comparten los dos fotones emitidos.**

Este acuerdo apoya el modelo de Einstein en el cual los cuantos de luz, o fotones, se absorben o emiten en unidades enteras.

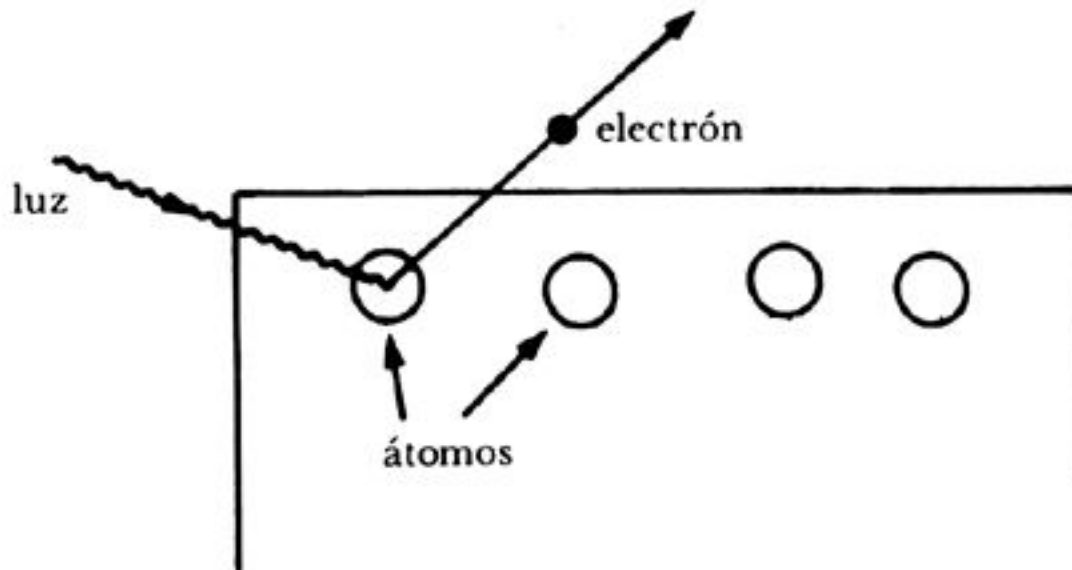
Con respecto al efecto fotoeléctrico, Einstein escribió en su trabajo:

La concepción usual, de que la luz está distribuida continuamente en el espacio en el que se propaga, encuentra dificultades muy serias cuando uno intenta explicar los fenómenos fotoeléctricos, tal como los apuntó Lenard en su trabajo pionero.

De acuerdo con el concepto de que la luz incidente consiste de cuantos de energía de magnitud igual al producto de la constante de Planck  $h$  por la frecuencia de la luz, sin embargo, uno puede concebir la expulsión de electrones por la luz de la manera siguiente. Cuantos de luz penetran la capa superficial del cuerpo (figura 28) y su energía se transforma, por lo menos en parte, en energía cinética de los electrones. La manera más sencilla de imaginar esto es que un cuanto de luz entrega toda su energía a un solo electrón; supondremos que esto es lo que sucede[...] Un electrón al que se le ha impartido energía cinética dentro del cuerpo habrá perdido parte de esta energía al tiempo que llegue a la superficie. Además, supondremos que para poder escapar del metal electrón tiene que hacer una determinada cantidad de trabajo,



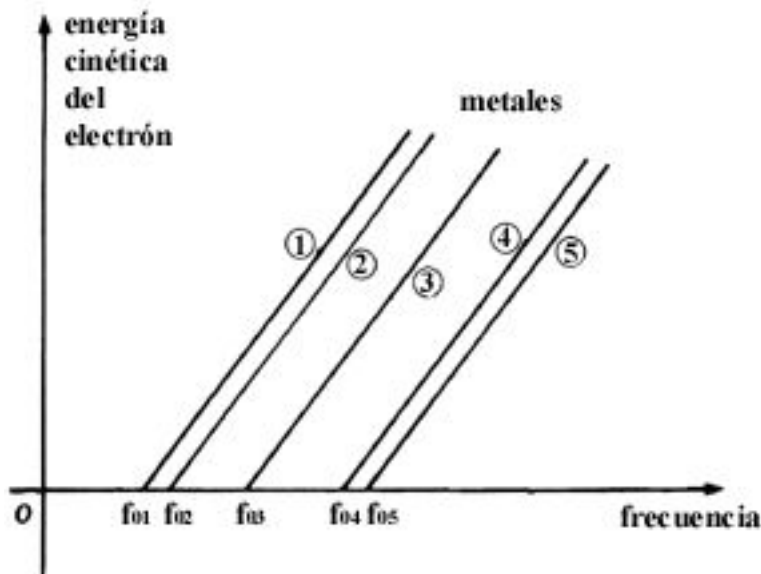
característico de la sustancia en cuestión.



**Figura 28. Explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico. Un fotón de la radiación es absorbido por un electrón de un átomo y como consecuencia es despedido.**

Einstein explicó este fenómeno como la colisión de dos partículas: el fotón y el electrón del átomo.

Einstein predijo de esta manera que la energía cinética máxima que debe tener un electrón emitido por un metal debe aumentar al aumentar la frecuencia de la radiación incidente. Este hecho se muestra en la gráfica de la figura 29. La línea 1 corresponde al metal 1, y así sucesivamente. Consideremos, por ejemplo, el metal 3. Para frecuencias menores que  $f_{03}$  no se emite ningún electrón del metal. Al aumentar la frecuencia de la radiación incidente, el electrón va adquiriendo cada vez más energía cinética ya que habrá chocado con fotones más energéticos y éstos le transfieren su energía. Notamos que la mínima frecuencia  $f_0$  es característica de cada metal, y como lo sugirió Einstein está relacionada con el trabajo necesario para que el electrón abandone su superficie. Observamos que en esta descripción la intensidad de la radiación no interviene para nada.



**Figura 29. Predicción de Einstein del comportamiento de la energía cinética de los fotones despedidos por varios metales. Las líneas son rectas y todas tienen la misma inclinación, que está relacionada con la constante de Planck.**

La predicción además nos indica que para cada metal la línea correspondiente tiene que ser precisamente una línea recta. Es más, las rectas que corresponden a distintos metales deben ser paralelas. Einstein encontró que la inclinación de estas rectas es universal, o sea la misma para todas las sustancias y está relacionada con la constante de Planck.

Einstein dice:

De lo que me puedo cerciorar, no hay contradicción entre estas concepciones y las propiedades del efecto fotoeléctrico observadas (experimentalmente) por Lenard. Si cada cuanto de energía de la luz incidente, independientemente de todo lo demás, entrega toda su energía a un solo electrón, entonces la distribución de la energía cinética



de los electrones expulsados será independiente de la intensidad de la luz incidente.

Estas predicciones hechas por Einstein son justamente las que se habían encontrado anteriormente de resultados experimentales (véase el capítulo VII) y sugieren una explicación de todas las observaciones que parecían ser paradójicas en el contexto de la teoría de Maxwell.

Los datos experimentales disponibles en 1905 solamente sugirieron que las conclusiones de Einstein eran correctas, pero para 1916 la validez de la relación de Einstein entre la máxima energía cinética de los electrones y la frecuencia de la radiación absorbida se había confirmado plenamente.

E. Ladenburg demostró experimentalmente en 1903 que la energía de los electrones expulsados es independiente de la intensidad de la luz, pero proporcional a su frecuencia. Posteriormente, en 1912, A. L. Hughes midió la máxima energía cinética de los electrones emitidos por un buen número de elementos: potasio, calcio, magnesio, cadmio, cinc, plomo, bismuto y arsénico. Encontró, en primer lugar que efectivamente la energía cinética de los electrones daba una línea recta al cambiar la frecuencia de la luz. Además encontró que la inclinación de estas rectas, para todas las sustancias con las que trabajó, era igual, es decir, era una inclinación universal (ver figura 29). Fue Robert Millikan quien, en una brillante serie de experimentos muy detallados, eliminó cualquier duda acerca de la validez de las conclusiones obtenidas por Einstein. Al recibir el premio Nobel de Física en 1923 por su trabajo, Millikan dijo:

Después de diez años de probar, cambiar, aprender y a veces equivocarse, todos los esfuerzos, habiendo estado dirigidos desde el principio a la medición experimental precisa de las energías de emisión de los fotoelectrones, ora como función de la temperatura, ora de la frecuencia, ora del material, este trabajo resultó, contradiciendo mis propias esperanzas, en la primera prueba experimental directa en 1914 de la validez exacta, dentro de muy estrechos límites de errores experimentales, de la ecuación de Einstein, y de la primera



determinación fotoeléctrica directa de la constante  $h$  de Planck.

Esta última determinación a la que se refiere Millikan resultó a partir de la inclinación de las rectas, que como vimos arriba, está relacionada con la constante de Planck.

El efecto fotoeléctrico presentaba otra gran dificultad para la teoría de la radiación de Maxwell. En 1916, lord Rayleigh estimó que de acuerdo con la teoría de Maxwell a un electrón dentro de un metal le debería de llevar un periodo de varias horas absorber la energía suficiente de un haz de radiación para poder escapar. Sin embargo, como ya lo habían notado J. Elster y H. Geitel en 1900, la aparición de fotoelectrones ocurre prácticamente en forma simultánea con la iluminación de la superficie del metal. En 1928, E. O. Lawrence y J. W. Beams encontraron que el intervalo entre la incidencia de la radiación la aparición de los electrones era menor que  $3 \times 10^{-9}$  segundos. En 1955, A. T. Forrester y colaboradores establecieron, al trabajar con mayor precisión, que este intervalo debería ser menor que  $10^{-10}$  segundos. La explicación de este hecho es muy sencilla de acuerdo con las ideas de Einstein. Si el efecto fotoeléctrico se debe a la colisión entre un fotón y un electrón dentro del metal, entonces la transferencia de la energía es prácticamente instantánea.

Es así como el trabajo de Einstein pudo explicar algunos fenómenos que no se podían explicar con la teoría de la radiación de Maxwell. Sin embargo, se presentaba una gran contradicción. Por un lado existían fenómenos en la naturaleza, como por ejemplo la interferencia y la difracción, que se explicaban solamente con una teoría ondulatoria, mientras que por otro lado había otros fenómenos, como el efecto fotoeléctrico, que solamente se podían explicar suponiendo que la luz estaba compuesta de corpúsculos. Entonces ¿qué era la luz, onda o partícula? Nos adelantaremos un poco en este relato para continuar el tema del desarrollo conceptual de la naturaleza de la luz.

El mismo Planck se mostró renuente a aceptar la extensión de Einstein a la radiación electromagnética. En 1910 Planck escribió: "Si el concepto de fotón se aceptara, la teoría de la luz regresaría por siglos a la época en la que los seguidores de Newton y Huygens disputaban sobre la cuestión de partícula contra la teoría ondulatoria de la luz. Todos los frutos del gran trabajo de Maxwell estarían amenazados por unas cuantas especulaciones



más bien dudosas".

Las ideas de Einstein desafiaban de manera fundamental toda la teoría electromagnética entonces conocida. Se presentaron las siguientes cuestiones: a) ¿Por medio de qué proceso se absorben y se emiten los fotones?; b) los fotones no tienen la permanencia que tienen las partículas materiales. De las ideas de Einstein parecería que los fotones se pueden destruir y crear, de una manera que no ocurre con otras partículas; c) ¿cómo se puede asociar una periodicidad a los fotones, si son partículas?; d) si la luz esta compuesta de fotones, ¿cómo puede entonces dar lugar a fenómenos como la interferencia y la difracción?

En 1909, Einstein publicó un trabajo con el que se inició la ardua comprensión profunda de la naturaleza de la luz. Consideró la radiación contenida en un volumen dado, y calculó las fluctuaciones en los valores de la energía, con respecto a su valor promedio. Encontró un resultado muy sorprendente. Estas fluctuaciones son iguales a la suma de dos términos: uno de ellos es igual al que se obtendría con base en la teoría ondulatoria de Mawell; el otro término es igual al que se obtendría de acuerdo con la teoría corpuscular de la luz. Es decir, Einstein encontró el resultado de que las fluctuaciones de la radiación son la suma de un término correspondiente a las fluctuaciones de ondas y de otro que corresponde a las fluctuaciones de partículas.

Al analizar con cuidado las características de los términos obtenidos por Einstein se encuentra uno con lo siguiente: para frecuencias muy grandes el término que domina es el correspondiente a las partículas, mientras que para frecuencias muy pequeñas, el que domina es el correspondiente a ondas. Sin embargo, con las frecuencias cuyos valores no son ni altos ni bajos, los dos términos son comparables, por lo que ambos contribuyen *simultáneamente*. Esto significa que la radiación se comporta al mismo tiempo como si fuera onda y partícula! Es decir, que hay una dualidad onda-corpúsculo.

¿Teoría ondulatoria o teoría corpuscular de la luz? Todos los físicos de esa época, a excepción de uno, seguían convencidos de la naturaleza ondulatoria de la luz. Sólo Johannes Stark creía en las partículas de Einstein. Pero para todos, incluido Stark, regía el principio de "o lo uno o lo otro". Sin embargo, Einstein se había dado cuenta de que tenía que ser "tanto lo uno como lo otro". Efectivamente era un prejuicio creer que todo ente físico tenía que ser o bien partícula o bien onda, y por cierto, un prejuicio firmemente establecido en la mente de todo el mundo. De hecho la mecánica de Newton se había desarrollado tomando en cuenta las



partículas, mientras que el electromagnetismo de Maxwell las ondas. No existía, ni se concebía entonces, una teoría para antes que fueran "tanto lo uno como lo otro". Con ello Einstein se adelantó a sus colegas.

Se encuentra uno ahora ante una situación aparentemente paradójica en la cual parece que la naturaleza de la radiación electromagnética es tal que dos comportamientos irreconciliables, el ondulatorio y el corpuscular, se aplican a diferentes dominios. En ciertas condiciones experimentales la radiación se comporta *como si fuera* una onda, mientras que en otras condiciones experimentales se comporta *como si fuera* una partícula. Así, para los fenómenos macroscópicos de reflexión, refracción, interferencia, difracción la radiación se comporta como si fuera onda, mientras que para otros fenómenos, microscópicos, en que se ven involucradas interacciones entre la radiación y los átomos de sustancias, la radiación se comporta como si fuera un corpúsculo. La luz es entonces de naturaleza dual.

En el mismo año de 1909 Einstein presentó este último trabajo en un congreso que se llevó a cabo en Salzburgo, Austria, el primero al que asistió. Al terminar Einstein de presentar sus conclusiones Planck, como director de debates, hizo uso de la palabra. Con valor oficial, por ser la gran autoridad de la física, Planck negó su aprobación a la hipótesis de los cuanta de luz. No obstante, quedó patente públicamente la alta consideración que Planck tributó al joven Einstein. La ponencia de Einstein ante el foro de científicos y la respuesta de Planck fueron una demostración de un duelo entre caballeros. Einstein fue recibido, a la vista de todos, entre los primeros físicos del momento.

"Debo confesar —decía Fritz Reiche, asistente de Planck, que estuvo presente en el debate—que me quedé impresionado cuando en la fórmula de las fluctuaciones que demostró Einstein apareció ese segundo término [el correspondiente a la naturaleza corpuscular]. Pero naturalmente eso fue sólo una prueba muy indirecta de la existencia de los fotones. Recuerdo que la gente estaba muy en contra, e intentaron buscar otra fundamentación."

Einstein ya estaba destacando de una manera muy singular. No se le podía medir con criterios normales. Había puesto en marcha —hacia ya cuatro años— el derrumbamiento de la imagen que del mundo a nuestro alrededor se tenía en la física. Pero en contraste con las revoluciones políticas que arman mucho ruido, esta subversión científica llegó muy silenciosa. Pocos físicos que escucharon a Einstein en Salzburgo se dieron cuenta de que estaban en medio de una revolución.



## Anexo 4

### Cuestionario para evaluar la actividad de inicio:

1. ¿Qué es la geometría euclidiana?
2. ¿Qué entiendes por determinismo?
3. Menciona al menos tres fenómenos físicos que puede explicar la Física clásica
4. Menciona algunos fenómenos que la Física clásica no puede explicar
5. Escribe la ecuación que relaciona la masa con la energía.
6. Dibuja el modelo atómico según Bohr
7. ¿Qué tipos de fenómenos estudia la relatividad?
8. ¿Qué estudia la Física cuántica?
9. ¿Qué entiendes por un fotoelectrón?
10. ¿Qué ocurre con los electrones de un material cuando se dá el efecto fotoeléctrico?

### Actividad 2. Actividad de desarrollo

(Esta actividad se realiza para trabajar a lo largo de una unidad temática)

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD	
Espectros de emisión y absorción de los gases.	
OBJETIVO DE APRENDIZAJE	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>● Describe algunos espectros de emisión y absorción.</li><li>● Emplea el modelo atómico de Bohr para explicar los espectros de emisión y absorción.</li></ul>
RECURSOS	<ul style="list-style-type: none"><li>● Laptop</li><li>● Cañón</li><li>● Bocinas</li><li>● Videos “de Kepler a Einstein” y “Más allá del Universo mecánico”.</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"><li>● DVD</li><li>● TV</li><li>● Página web: <a href="http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4840/html/11_espectros_atmicos.html">http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4840/html/11_espectros_atmicos.html</a></li></ul>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	
<b>TAREAS EN EL ORDEN EN QUE SE REALIZAN</b>	<p>Trabajo extraclase para alumnos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Investigación por parte del alumno el tema de espectros de emisión y absorción. Para este tema se les pedirá a los alumnos consultar la página web: <a href="http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4840/html/11_espectros_atmicos.html">http://e-ducativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4840/html/11_espectros_atmicos.html</a></li></ul> <p>El profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>+ Indica al grupo los lineamientos a seguir para la búsqueda de información necesaria.</li><li>+ Le solicitará al grupo (en equipo de no más de 4 personas) material para armar un espectroscopio:<ul style="list-style-type: none"><li>● Caja chica de cartón puede ser de jugo 200 mL</li><li>● Papel aluminio</li><li>● Diurex</li><li>● Cutter</li><li>● CD en desuso</li></ul></li></ul> <p>Trabajo durante la clase 4 (2 horas)</p> <p>El Profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Conducirá a los alumnos a una discusión acerca de lo investigado.</li><li>● Explicará a los alumnos cómo crear su espectroscopio casero para poder observar los espectros de diferentes tipos de luz.</li></ul> <p>El Alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Participará en la discusión grupal acerca de los espectros de emisión y absorción.</li><li>- Realizará la actividad “espectros de emisión y/o absorción”, para ésto creará un espectroscopio casero con los materiales antes solicitados.</li><li>- Con su espectroscopio observarán los espectros de la luz del Sol, luz de las</li></ul>





	<p>lámparas del aula y led de su celular.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Con lo observado se analizará la importancia de la espectrometría.</li><li>- Elaborará un informe de la actividad experimental.</li></ul> <p>Trabajo durante la clase 5, (2 horas)</p> <p>El profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Proyectará los videos “De Kepler a Einstein” y “Más allá del Universo Mecánico”.</li><li>● Guiará al grupo a una discusión acerca de lo más importante y relevante en dichos videos.</li><li>● Aplicará al grupo un cuestionario acerca de los temas vistos en los videos. (Anexo 2).</li></ul> <p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Pondrá atención a los videos que se proyectarán y si lo considera pertinente tomará nota en lo más importante que el considere.</li><li>● Participará en la discusión que se llevará a cabo para tratar los aspectos más importantes en estos videos.</li><li>● En equipo (no más de 4 personas) contestarán el cuestionario que se indica en el anexo 2.</li></ul>
<b>EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>● El alumno entregará un informe de la actividad sobre “espectros de emisión y/o absorción”. El alumno determinará qué tipo de espectro es el observado. (Reporte de la actividad experimental).</li></ul>
<b>FORMA DE EVALUACIÓN</b>	1. RÚBRICA PARA EVALUAR EL INFORME DE SU ACTIVIDAD EXPERIMENTAL:



### RUBRICA PARA EVALUAR A LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE LABOR

Nombre del evaluador: \_\_\_\_\_  
 Nombre del compañero a evaluar: \_\_\_\_\_  
 Nombre y número de la práctica: \_\_\_\_\_

Aspectos	Nivel de desempeño			
	Excelente (10)	Bueno (8)	Malo (6)	Pésimo (0)
<b>Puntualidad</b>	Llegó puntual a la hora de inicio de laboratorio y a la hora acordada por el equipo.	Llegó con retardo de la hora acordada aunque no afectó en gran medida la planeación del equipo para la realización de la práctica	Llegó con gran retardo y afectó en gran medida la planeación del equipo y el desarrollo de la práctica	No llegó a la práctica y no avisó a ningún miembro del equipo.
<b>Trabajo en laboratorio</b>	Trabajó de acuerdo a la organización del equipo para la práctica, de manera eficiente, limpia, usando el instrumental adecuado	Trabajó de acuerdo a la organización del equipo pero su trabajo fue sucio, sin cuidado. A pesar de esto no compromete la calidad de los resultados finales del equipo.	Trabajó desordenado, sin seguir lo acordado con el equipo, sucio, sin cuidado, usando instrumental no adecuado. Compromete en gran medida los resultados de la práctica	No trabajó, realizó otras actividades fuera de las responsabilidades de laboratorio.
<b>Compromiso</b>	Cumplió todos los acuerdos del equipo previo a la realización de la práctica, como traer material o muestras necesarias, cálculos, etc.	Cumplió con varias cosas que se acordaron con el equipo pero falló en algunas que sin embargo no comprometen la realización de la práctica.	Cumplió pobremente con los acuerdos del equipo y compromete o retrasa la realización de la práctica.	No cumplió en ningún acuerdo previo con el equipo y compromete la realización de la práctica.
<b>Respeto</b>	El trato hacia sus compañeros de equipo y del salón fue respetuoso en todo momento.	Aunque en general el trato es respetuoso se mostraron algunos signos de intolerancia o molestia con los compañeros de equipo o del salón	Mostró una actitud agresiva, grosera y/o intolerante la mayor parte del tiempo con los compañeros de equipo o del salón.	Se mostraron actitudes ofensivas, denigrantes y/o violentas hacia los compañeros de equipo o del salón.

<https://es.slideshare.net/GiaanAlvarez/rbrica-prcticas>

#### 2. Cuestionario acerca de los temas vistos en videos. (Anexo 2)

### Anexo 2.

CUESTIONARIO PARA VIDEOS “De Kepler a Einstein” y “Más allá del Universo Mecánico”.



1. ¿En qué época vivió Kepler?
2. ¿Qué aportó Kepler a la Física?
3. ¿En qué época vivió Einstein?
4. ¿Qué aportó Einstein a la Física?
5. ¿Qué diferencia hay entre la Física clásica y la Física moderna?
6. ¿Qué es la Física cuántica?
7. ¿Con qué trabajo recibió el premio Nobel Einstein?
8. ¿Qué se entiende por relatividad?
9. ¿Quién fué conocido fundamentalmente por sus leyes sobre el movimiento de los planetas en su órbita alrededor del Sol?
10. ¿Qué entendemos por dilatación del tiempo y el espacio?



### Actividad 3. Actividad de cierre

(Esta actividad se realiza para concluir el trabajo de una unidad temática)

TÍTULO DE LA ACTIVIDAD	
Naturaleza dual de la materia	
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAJE</b>	El alumno: <ul style="list-style-type: none"><li>● Conoce el comportamiento dual de los electrones.</li></ul>
<b>RECURSOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Video: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5mRYT9QtAp4">https://www.youtube.com/watch?v=5mRYT9QtAp4</a></li><li>- Laptop</li><li>- Cañón</li><li>- Bocinas</li><li>- Internet</li></ul>
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES</b>	
<b>TAREAS EN EL ORDEN EN QUE SE REALIZAN</b>	<p>Trabajo extraclase para la siguiente sesión: (alumnos)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Investigación documental sobre la naturaleza ondulatoria de las partículas. Para ello el profesor les indica los lineamientos a seguir para así puedan obtener información acertada para dichos temas.</li></ul> <p>Trabajo durante la clase 6 (1 hora)</p> <p>El profesor:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Revisa lo investigado por los alumnos.</li><li>- Se explica al grupo las características corpusculares de los rayos catódicos.</li><li>- Se explica el modelo atómico de Bohr.</li><li>- Se explica el espectro de emisión del Hidrógeno.</li><li>- Se proyecta el video que se encuentra disponible en <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5mRYT9QtAp4">https://www.youtube.com/watch?v=5mRYT9QtAp4</a></li></ul> <p>El alumno:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Asiste a la proyección del video.</li><li>● Atiende a la exposición del profesor sobre los rayos catódicos, así como también sobre el modelo atómico de Bohr.</li><li>● Participará con cuestionamientos si es que los tiene y se llegará a la comprensión de dichos temas.</li></ul> <p>Trabajo extra clase: En equipo (no más de 4 personas) los alumnos elaborarán una infografía con lo visto en clase.</p>



<b>EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE DEL ALUMNO</b>	<p>El alumno: Entregará la investigación documental acerca del tema investigado.</p> <p>En equipo: Elaborarán una infografía acerca de lo investigado y comprendido en clase.</p>
<b>FORMA DE EVALUACIÓN</b>	Se evaluará la infografía con la rúbrica mostrada en el anexo 3.

### Anexo 3

Rúbrica para evaluar la infografía:

#### RÚBRICA PARA EVALUAR INFOGRAFÍA

**OBJETIVO:** Evaluar la infografía con el propósito de retroalimentar al estudiante y apoyar en su formación profesional.

**Crterios:**

- 1.- Partes de la infografía (título, texto explicativo, gráficos, fuente y créditos).
- 2.- Coherencia y pertinencia.
- 3.- Organización de la información
- 4.- Diseño de la infografía
- 5.- Creatividad

PUNTOS CRITERIOS	EXCELENTE	BIEN	REGULAR	
	20	15	12	
Partes de la infografía	Incluyó todas las partes indicadas de una infografía	Incluyó al menos cuatro de las partes que forman parte de una infografía	Incluye dos al menos de las partes que forman la infografía	
Coherencia y pertinencia	Todos los gráficos están relacionadas al tema y son fácil de entender. Las fuentes presentadas están citadas.	Todos los gráficos están relacionadas al tema y la mayoría son fácil de entender. Las fuentes de los gráficos la mayoría están citadas	Todos los gráficos están relacionadas con el tema las fuentes no están citados.	
Organización de la información	El tema es claro y bien enfocado, destaca la idea principal y es respaldada con información detallada	La idea principal es algo clara se necesita mayor información de apoyo.	La idea principal no es clara, parece haber poca información recopilada y desordenada	
Diseño y composición de la infografía	Los diagramas e ilustraciones son ordenados y precisos, se combinan perfectamente con el texto para mejorar el entendimiento del tema	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados ni precisos y rara vez se combinan con el texto para mejorar el entendimiento del tema	Los diagramas e ilustraciones no son ordenados ni precisos y no se combinan con el texto para mejorar el entendimiento del tema	
Creatividad	Los gráficos usados en la infografía reflejan un excepcional grado de creatividad del estudiante	Una o dos de los gráficos usados en la infografía reflejan la creatividad del estudiante	Los gráficos están basados en el diseño e ideas de otras personas.	
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>60</b>	