



---

**Universidad de Valladolid**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN  
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y  
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL  
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS**

Especialidad de Física y Química

**Energía y Radiación Solar en el Currículo de  
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato**

Autora:  
M<sup>a</sup>Ángeles Burgos Simón

Tutora:  
Victoria E. Cachorro Revilla





---

**Universidad de Valladolid**

## **AUTORIZACIÓN DE LA DIRECTORA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER**

D<sup>a</sup>. Victoria E. Cachorro Revilla, profesora del departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y de la Matemática de la Facultad de Educación y Trabajo Social de la Universidad de Valladolid, como tutora del Trabajo Fin de Máster titulado *Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato*, realizado por D<sup>a</sup>. M<sup>a</sup>Ángeles Burgos Simón, autoriza la presentación del mismo para que sea calificado.

## **Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato**

Valladolid, 31 de Agosto de 2014

La Directora del Trabajo Fin de Máster,

Fdo: Victoria E. Cachorro Revilla



## Contenido

1.	Resumen.....	- 3 -
2.	Objetivos y Justificación .....	- 3 -
3.	Introducción .....	- 6 -
4.	Material y Método .....	- 8 -
5.	Análisis de los Contenidos de las Unidades Didácticas .....	- 10 -
5.1.	<i>Energía, Trabajo y Calor</i> .....	- 10 -
5.2.	<i>La energía y su Transferencia</i> .....	- 12 -
5.3.	<i>Ondas y Radiación Electromagnética</i> .....	- 14 -
6.	Resultados .....	- 16 -
6.1.	Ampliación Didáctica, 4º E.S.O. ....	- 23 -
6.2.	Ampliación Didáctica, 1º Bachillerato .....	- 24 -
6.3.	Ampliación Didáctica, 2º Bachillerato .....	- 25 -
7.	Conclusiones .....	- 26 -
8.	Bibliografía .....	- 28 -
	Anexo I: Ampliaciones Didácticas.....	- 29 -
	<i>Energía, Trabajo y Calor</i> .....	- 29 -
	<i>La Energía y su Transferencia</i> .....	- 31 -
	<i>Ondas y Radiación Electromagnética</i> .....	- 35 -



# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

## 1. Resumen

En este trabajo se analiza la importancia otorgada a los conceptos de energía y radiación solar dentro de las unidades didácticas de energía (Física y Química, cursos de 4º de E.S.O. y 1º de Bachillerato) y ondas electromagnéticas (Física, curso de 2º de Bachillerato). Debido a la escasez de información que se proporciona en cuanto a los conceptos de energía y radiación solar y a la inexistente relación entre los contenidos teóricos y las aplicaciones en la vida real que se dan al alumnado en lo que respecta a esta importante fuente de energía, se decide crear una ampliación para cada una de las unidades didácticas analizadas.

**Palabras clave:** radiación solar, energía, ondas electromagnéticas, sociedad.

## 2. Objetivos y Justificación

El objetivo principal de este estudio es proporcionar de una ampliación adecuada a las unidades didácticas de energía y ondas electromagnéticas que se estudian en los cursos de 4º de E.S.O. y de 1º y 2º de Bachillerato con objeto de satisfacer algunas de las carencias observadas actualmente.

Dichas carencias tienen relación, en primer lugar, con la escasa información que se facilita a los alumnos acerca de la energía y radiación solar, a pesar de ser ésta la más importante para la vida en nuestro planeta y las más cercana e intuitiva al ser humano.

En segundo lugar, encontramos carencias a la hora de satisfacer los objetivos generales enunciados en el Decreto 42/2008 del 5 de junio del B.O.C. y L., (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2008), por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León, y en el Decreto 52/2007 del 17 de Mayo del B.O.C.y L., (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2007), por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

En ambos decretos encontramos citada en varias ocasiones la importancia de relacionar los conceptos, teorías, modelos y leyes de la física y la química con las situaciones de la vida cotidiana y las aplicaciones que estos conocimientos tienen en nuestra sociedad actual.

Citando literalmente los anteriores decretos:

*La formación intelectual propia de esta etapa exige la profundización en los contenidos que configuran el currículo y el dominio de las técnicas de trabajo. Con carácter general, debe utilizarse una metodología educativa activa que facilite la autonomía de los alumnos y, al mismo tiempo, constituya un estímulo para el trabajo en equipo y sirva para fomentar las técnicas de investigación, aplicar los fundamentos teóricos y dar traslado de lo aprendido a la vida real.*  
[...]

*La Física es una materia que tiene un carácter formativo y preparatorio. Como todas las disciplinas científicas, las ciencias físicas constituyen un elemento fundamental de la cultura de nuestro tiempo, que incluye no sólo aspectos de literatura, historia, etc., sino también los conocimientos científicos y sus implicaciones. Por otro lado, un currículo, que también en esta etapa pretende contribuir a la formación de una ciudadanía informada, debe incluir aspectos como las complejas interacciones entre física, tecnología, sociedad y ambiente, salir al paso de una imagen empobrecida de la ciencia y contribuir a que el alumnado se apropie de las competencias que suponen su familiarización con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica.*

*La enseñanza de la Física y la Química tendrá como finalidad contribuir al desarrollo de las siguientes capacidades: [...]:*

- *Conocer los conceptos, leyes, teorías y modelos más importantes y generales de la física y la química, así como las estrategias empleadas en su construcción, con el fin de tener una visión global del desarrollo de estas ramas de la ciencia y de su papel social, de obtener una formación científica básica y de generar interés para poder desarrollar estudios posteriores más específicos.*

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- *Aplicar los conceptos, leyes, teorías y modelos aprendidos a situaciones cotidianas.*
- *Familiarizarse con la terminología científica para poder emplearla de manera habitual al expresarse en el ámbito científico, así como para poder explicar expresiones científicas del lenguaje cotidiano t relacionar la experiencia diaria con la científica.*
- *Apreciar la dimensión cultural de la física y la química para lo formación integral de las personas, así como saber valores sus repercusiones en la sociedad y en el medio ambiente y contribuir con criterio científico, dentro de sus posibilidades, a construir un futuro sostenible, participando en la conservación, protección y mejora del medio natural y social.*

Se pone de manifiesto, por tanto, el importante interés que tiene la conexión entre los conocimientos científicos y la sociedad, y será la ausencia de esta conexión en relación a la energía solar dentro de los temas de energía y calor (4º de E.S.O. y 1º de Bachillerato) y ondas electromagnéticas (2º de Bachillerato), el punto de partida y justificación para realizar el presente Trabajo Fin de Máster.

### 3. Introducción

El importante desarrollo que en los últimos años se ha llevado a cabo en las ciencias físicas supone un gran impacto en la forma de vida de los seres humanos, en la sociedad, las rutinas, los trabajos, las comunicaciones... Este desarrollo implica un intenso estudio de los temas relacionados con la energía y la radiación electromagnética ya que es uno de los pilares teóricos fundamentales de la física clásica a la vez que crece en nuestra sociedad la necesidad de su conocimiento y explotación tanto para el desarrollo científico y tecnológico como para satisfacer las crecientes demandas energéticas que se han generado en las últimas décadas.

Debido a su gran importancia se incluye en la formación básica de la asignatura de Física desde los primeros años que se cursa esta materia en los institutos de educación secundaria. Enumeraremos las unidades didácticas que actualmente incluyen este tema, aprovechando para este fin la programación didáctica del centro educativo I.E.S. Diego de Praves de Valladolid (PRAVES, 2013-2014):

- Física y Química de 4º de E.S.O.: Unidad didáctica: TRABAJO Y ENERGÍA
- Física y Química de 1º de Bachillerato: Unidad didáctica: ENERGÍA
- Física de 2º de Bachillerato: Unidad didáctica: INTERACCIÓN ELECTROMAGNÉTICA

Como vemos, en cada curso desde que se empieza a dar la asignatura de Física, ya en 4º de E.S.O., tenemos una unidad didáctica que se encarga de formar a los alumnos en relación a los temas de energía, acabando en segundo de bachillerato con la radiación y ondas electromagnéticas, donde se estudia de manera más avanzada la energía en forma de radiación y sus interacciones y características más importantes.

Dentro del campo de la energía, la que juega un papel esencial para el desarrollo de la vida en la Tierra y la más cercana al ser humano es la energía solar. Se puede considerar que toda la energía que la Tierra recibe procede del Sol. Esta energía se genera por la conversión de cuatro átomos de Hidrógeno en uno de Helio en las reacciones de fusión que tienen lugar en el interior del Sol a unas temperaturas que pueden alcanzar varios

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

millones de grados centígrados (Bachiller, 2009). A una superficie de  $1 \text{ m}^2$  situado en la parte externa de la atmósfera, perpendicular a la línea que une la Tierra al Sol, le llegan  $1.4 \cdot 10^3 \text{ J}$  cada segundo de forma constante. Sin embargo, la energía por unidad de superficie y tiempo que llega a la superficie terrestre varía en función de la localización geográfica en que nos encontremos, del día del año, del momento del día y de las condiciones atmosféricas que encuentre la energía solar a su paso a través de la atmósfera.

Dentro del intervalo espectral (en función de la longitud de onda) que abarca el rango solar, se distingue la radiación ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja. Es conocida la radiación ultravioleta por sus efectos perjudiciales e irreparables para la salud humana si se produce un exceso de exposición a ésta y el importante papel que la capa de ozono juega para prevenirnos de dichos efectos.

De un especial interés es la luz visible que proviene del Sol para la vida de los seres vivos. Esta radiación es la única sensible al ojo humano. Atraviesa con bastante eficacia la atmósfera limpia y su influencia en el desarrollo del ciclo biológico es incalculable.

Esta energía que llega a la Tierra sufre a su paso por la atmósfera diversos procesos de interacción con la materia como son la transmisión, la absorción o la reflexión, que dan lugar a fenómenos tales como el efecto invernadero, el arco iris, el color del cielo y de las nubes, el balance energético del sistema Tierra-atmósfera y un largo etcétera.

La energía solar influye en innumerables aspectos de nuestra vida diaria. Por citar algunos ejemplos podemos nombrar los procesos meteorológicos, las cosechas en la agricultura, la salud humana, los incendios, la fotosíntesis, la evolución del suelo (desertificación)

Sin embargo, aunque nos encontremos en el currículo de 4º de E.S.O. y 1º y 2º de Bachillerato temas que explican la energía y las ondas electromagnéticas, observaremos como la importancia o énfasis otorgado en las mismas a la energía y radiación solar es mínima.

Por tanto, en el presente trabajo trataremos de mejorar este aspecto teniendo en cuenta el curso en cuestión y los conocimientos previos con que cuentan los alumnos. A la vez que intentaremos introducir los diferentes conceptos de energía solar con la ayuda de

actividades que nos permitan dar un enfoque adecuado y variado para las necesidades de cada curso, trabajando aspectos como la visión histórica, la relación e implicaciones con la sociedad y las investigaciones, instrumentación y centros que llevan a cabo estudios relacionados con radiación solar.

## 4. Material y Método

Para llevar a cabo la ampliación de las unidades didácticas que se propone en este trabajo, ligando los conceptos teóricos de energía y radiación solar con la sociedad, se procede de la siguiente manera.

En primer lugar, se analizan los conceptos y contenidos que aparecen en los Decretos correspondientes del B.O.C. y L. donde se establecen los currículos para E.S.O. y Bachillerato, ( (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2008); (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2007)), con objeto de saber exactamente qué contenidos se espera proporcionar a los alumnos en relación a nuestros temas de interés. Además, se analizan las unidades didácticas correspondientes para los cursos de Física y Química de 4º de E.S.O. y 1º de Bachillerato y para Física de 2º de Bachillerato que encontramos en los libros de texto que detallaremos a continuación, con objeto de conocer en esta ocasión, los conceptos teóricos que se ofrece, realmente, al alumno.

De esta manera, podemos detectar en qué medida se cumplen los objetivos esperados a la vez que poder enfocar adecuadamente las actividades que se propondrán más adelante, ligándolas con los temas y conocimientos que posee previamente el alumno y con vistas a alcanzar las metas esperadas.

Respecto a los libros de texto considerados en este trabajo, se han analizado varios para cada curso. Estos son:

- 4º E.S.O.: (Jiménez, 2008), (García, 2012) y (Candel, 2008)
- 1º de Bachillerato: (Pozas, 2012), (Lorente S. E., ISBN:84-7065-713-5), (Lorente S. Q., 2008) y (Hernández, ISBN: 978-84-216-5979-3)

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- 2º de Bachillerato: (Lorente S. E., ISBN: 84-7065-917-0), (Briansó, ISBN: 978-84-216-6084-3), (Serra i Estrada, 2009)

Una vez analizados todos los libros de texto y visto que el esquema de las unidades didácticas que nos interesan es análogo en todos ellos (para cada curso por separado) y que introducen los mismos conceptos de formas similares, decidimos tomar como base y guía principal para lo que sigue en el presente trabajo los siguientes libros: Física y Química para 4º de E.S.O. (Jiménez, 2008), Física y Química para 1º de Bachillerato (Lorente S. E., ISBN:84-7065-713-5) y Física para 2º de Bachillerato (Lorente S. E., ISBN: 84-7065-917-0).

El método seguido es por tanto, en primer lugar, realizar las dos consultas correspondientes a los contenidos incluidos en el currículo y a los encontrados en los libros de texto. En el siguiente apartado se mostrarán las consultas realizadas y veremos como en todos los casos existe una carencia de relacionar la base teórica con la parte social o relacionada con la vida cotidiana y que además de la relevancia correspondiente a la energía solar.

A continuación, será necesario hacer una investigación y búsqueda de recursos didácticos e información que puedan ser introducidas en estas unidades de manera dinámica y como complemento a la teoría ya enseñada, teniendo en mente que nuestro objetivo no es el de construir una unidad didáctica adicional sino el de completar o complementar las ya existentes proponiendo actividades de interés para el alumnado con el fin de acercar las bases teóricas ya proporcionadas durante las clases a la realidad social actual, dando además el énfasis necesario a la energía solar.

Habría que destacar la necesidad de construir estas ampliaciones de acuerdo al nivel de curso que estemos considerando. Así, en cuarto de E.S.O. se tratarán conceptos más sencillos utilizando recursos dinámicos. En 1º de Bachillerato se enfocará desde una perspectiva más avanzada pero de nivel introductorio haciendo especial hincapié en las aplicaciones relacionadas con la sociedad. Por último, en el curso de 2º de Bachillerato se darán conceptos de nivel superior (también con perspectiva introductoria) y se ligarán a las medidas e investigaciones actuales con objeto de complementar las clases teóricas con salidas profesionales reales enfocadas a la investigación, ya que esta es una de las

principales tareas a desarrollar tras el estudio de una carrera universitaria relacionada con ciencias básicas.

Señalamos que la ampliación para el curso de 2º de Bachillerato es complicada en cuanto a los conceptos que se presentarán y cabría señalar además, que se podría ampliar y especializar aún más toda esta parte relacionada con la radiación solar. No obstante, decidimos introducir estos conceptos en el curso de 2º de Bachillerato puesto que los alumnos ya cuentan con un abanico más amplio de conocimientos y de esta forma, podemos ser capaces de dar una visión global aunque introductoria de lo extenso que es el tema de la investigación en radiación solar.

## **5. Análisis de los Contenidos de las Unidades Didácticas**

### ***5.1. Energía, Trabajo y Calor***

Según establece el Decreto 52/2007 del 17 de Mayo (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2007), la unidad didáctica relativa a energía y trabajo de la asignatura de Física y Química para el curso de 4º de E.S.O. está enmarcada en el bloque 3 de “Energía, Trabajo y Calor” que se subdivide en las siguientes partes:

- Trabajo, potencia, energía mecánica
  - Concepto de trabajo, unidades. Trabajo mecánico. Aplicación a máquinas y herramientas. Concepto de potencia: unidades.
  - La energía mecánica y sus formas. El trabajo como transferencia de energía mecánica. Principio de conservación de la energía mecánica.
  - Valoración del papel de la energía en nuestras vidas. Naturaleza, ventajas e inconvenientes de las diversas fuentes de energía.
- Calor y energía térmica
  - Concepto de temperatura. Energía térmica

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- Transferencia de energía por efecto de diferencias de temperatura. Equilibrio térmico. Concepto de calor específico.
- Conservación y degradación de la energía. Efectos del calor sobre los cuerpos. Cantidad de calor transferido en cambios de estado. Concepto de calor latente.
- La energía de las ondas: Luz y Sonido
  - Concepto de onda. Tipos y características de las ondas.
  - Transferencia de energía sin transporte de materia.
  - La luz y el sonido. Propiedades de su propagación. Espectro lumínico y espectro acústico.

En el libro de texto de referencia, (Jiménez, 2008), el tema de “Energía y Trabajo: Conservación de la energía” estudia los siguientes aspectos:

- La energía en la vida cotidiana
- La energía, magnitud física
- Energía de un sistema material
- Conservación de la energía mecánica
- Trabajo
- Relación entre trabajo y energía
- Potencia

A su vez, el tema “Transferencia de energía. Calor y ondas” estudiará los siguientes aspectos:

- Las transformaciones de la energía
- Temperatura
- Calor

- Efectos del calor
- Máquinas térmicas
- Ondas

En este caso, se abre el bloque didáctico dando una visión de la importancia de la energía en la vida cotidiana, hablando de las fuentes de obtención de energía, la gran demanda actual y el papel esencial de la ciencia para solventar un problema de consecuencias sociales, económicas y medioambientales como es el tema energético.

A continuación, se pasan a desarrollar los aspectos teóricos enumerados anteriormente. La unidad didáctica finaliza con el apartado “La ciencia...más de cerca”, que refleja el futuro de la producción energética y las energías renovables.

Aunque se subraya que la energía es vital en nuestra vida cotidiana, se habla de las fuentes de obtención de energía sin dar explicación sobre la mayor fuente de energía que tenemos: el sol. En este contexto, nos parece de relevancia subrayar la importancia de la radiación solar, o energía solar. Por ello, trataremos de incluir en este tema, actividades dinámicas que den cuenta de este aspecto que pasa desapercibido de la manera en que está enfocado el tema.

## ***5.2. La energía y su Transferencia***

Según establece el Decreto 48/2008 del 05 de Junio, (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2008) la unidad didáctica relativa a la energía, dentro de la asignatura de Física y Química para el curso de 1º de Bachillerato, debe proporcionar al alumno lo siguientes contenidos:

- La energía y su transferencia: trabajo y calor
  - Revisión y profundización de los conceptos de energía, trabajo y calor y sus relaciones. Eficacia en la realización de trabajo: potencia. Formas de energía.

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- Principio de conservación y transformación de la energía. Primer principio de la termodinámica. Degradación de la energía.
- Profundización en el estudio de los problemas asociados a la obtención y consumo de los recursos energéticos. Perspectivas actuales: energía para un futuro sostenible.

En el libro de texto de referencia, (Lorente S. E., ISBN:84-7065-713-5) la Unidad didáctica III, *La energía*, en su tema: *La energía y su transferencia*, trata los siguientes conceptos:

- Transformaciones y clases de energía
- El trabajo en las transformaciones mecánicas
- Energía cinética y su relación con el trabajo
- La energía potencial
- Conversiones energía cinética y energía potencial
- El calor, otro mecanismo de transferencia
- Principio de conservación de la energía
- Degradación de la energía
- Energía y sociedad

En este caso, nos encontramos que después de los conceptos teóricos, se da una visión del papel de la energía en la sociedad, donde se habla de las fuentes de energía, la duración de las reservas de combustibles fósiles, cuánto se consume y cuánto se genera, y el impacto ambiental y el desarrollo sostenible, para acabar hablando de las energías renovables. Es la misma faceta que se desarrolla en el curso anterior, hablando de nuevo de los mismos temas y dejando, de nuevo, de lado la importancia de la radiación solar.

Encontramos una frase que nos llama la atención: *En realidad todas las fuentes de energía provienen del Sol*. A pesar de aparecer tal afirmación, después no se da ningún

tipo de información sobre la energía o radiación solar. De nuevo, éste será el punto que intentemos mejorar en esta unidad didáctica, pero esta vez, desde un punto de vista más avanzado respecto a los aspectos que se incluirán en la ampliación correspondiente al curso anterior.

### **5.3. Ondas y Radiación Electromagnética**

En el curso de física de 2º de Bachillerato, ya hablaremos de las ondas y de la radiación electromagnética. Según establece el Decreto 48/2008 del 05 de Junio, (Consejería de Educación, B.O.C.y L., 2008) la unidad didáctica relativa a la interacción electromagnética, dentro de la asignatura de Física para el curso de 2º de Bachillerato, deberá proporcionar al alumno lo siguientes contenidos:

- Interacción electromagnética
  - Campo eléctrico
  - Campo magnético
  - Acción de un campo magnético
  - Interacciones magnéticas
  - Inducción electromagnética. [...] Ondas electromagnéticas, aplicaciones y valoración de su papel en las tecnologías de la comunicación.

En el libro de texto de referencia de Física para 2º de Bachillerato, (Lorente S. E., ISBN: 84-7065-917-0), la Unidad didáctica IV, *Inducción y ondas electromagnéticas*, trata los siguientes conceptos:

- Inducción electromagnética: Ley de Faraday-Henry y Ley de Lenz
- Otros casos de inducción
- Dinamos y alternadores
- Generación de energía eléctrica e impacto ambiental
- Transformadores y distribución de la energía eléctrica

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- Unificación de la electricidad, el campo magnético y la óptica: campo electromagnético
  - Comparación entre campo eléctrico y magnético
  - La idea de campo electromagnético
  - Ondas electromagnéticas
  - El espectro electromagnético
- Complementos: Radiodifusión

En esta unidad didáctica se explica en detalle el campo eléctrico y magnético. La parte que más nos interesa es la última donde se detalla el campo y las ondas electromagnéticas.

Sin embargo, la parte relacionada con la sociedad es muy pobre y sólo se habla de la radiodifusión dejando de lado el carácter amplio de la radiación electromagnética. En la línea de resaltar la radiación solar, enfocaremos esta ampliación también en relación a este tópico.

Lo que pretendemos en este curso es dar una visión más relacionada con las salidas profesionales del campo de la investigación en radiación solar, ya que muchas veces no se tiene una idea concreta de en qué consisten las investigaciones o qué instituciones se encargan de llevar a cabo estos estudios. Aprovechando el abanico más amplio de conocimientos que ya cuenta el alumno respecto a las ondas electromagnéticas y los fenómenos de interacción radiación-materia (absorción, reflexión...) introduciremos pinceladas de conceptos de un nivel superior para ligarlas en última instancia con las investigaciones más actuales. Así, esta relación con la sociedad se espera que sea de un interés mayor para el alumno ya que dará respuesta a muchas preguntas que se tienen en esta etapa sobre cómo desarrollar profesionalmente el conocimiento que se adquiere durante los años de estudio.

## 6. Resultados

Seguidamente, expondremos las ampliaciones creadas para las unidades didácticas, englobándolas en el contexto de la unidad y detallando los objetivos, contenidos, competencias y forma de impartición que consideramos más conveniente.

Antes del desarrollo de las ampliaciones correspondientes, hemos estudiado los conocimientos previos que los alumnos tienen del tema a tratar. Como hemos investigado en asignaturas y currículo de cursos anteriores y en lo visto en estas asignaturas, sabemos que los alumnos cuentan con ideas teóricas tanto de energía como de ondas y ondas electromagnéticas, pero no se dan nociones que relacionen estos conceptos con la energía solar. Por tanto, tendremos siempre en cuenta el punto en el que se encuentra el conocimiento del alumnado y los objetivos que perseguimos.

En base a las teorías cognitivas del aprendizaje, (Pozo, 1989), sabemos que el aprendizaje del alumnado dependerá de su nivel de desarrollo por lo que tendremos que adecuarnos a los niveles cognitivos previos de los alumnos y los nuevos conocimientos deberán estar relacionados con los que ya posee. Además, trataremos en todo momento que el alumno no piense que el que no sean conocimientos puramente teóricos implica que son de menor importancia, y buscaremos que se implique en el proceso de aprendizaje y no sea elemento pasivo o receptor, en la misma línea que se seguiría durante toda la unidad didáctica.

Enumeraremos a continuación los objetivos didácticos que se pretende alcanzar para los tres cursos:

4º de E.S.O.

- Conocer la energía solar
- Comprender su importancia en relación a nuestro planeta y la vida que en él tiene lugar
- Señalar las cantidades de energía recibidas
- Relacionar la cantidad de energía solar recibida con el consumo

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- Proporcionar una visión histórica del desarrollo y aprovechamiento de la energía solar para diferentes fines

## 1º de Bachillerato

- Conocer y familiarizarse con los conceptos de energía solar y radiación
- Entender la distribución de energía solar en función del día y la localización geográfica en que nos encontremos
- Comprender las diferencias entre la radiación solar directa, difusa y reflejada
- Señalar varias aplicaciones de la radiación solar en nuestra vida y proporcionar una visión del papel que ésta juega en un amplio abanico de situaciones para nuestra sociedad

## 2º de Bachillerato

- Entender y relacionar la energía solar con la radiación, comprender que la radiación solar forma parte del espectro electromagnético
- Comprender la importancia de la radiación solar en nuestra sociedad
- Entender de forma general nociones más avanzadas que tienen como base la radiación electromagnética
- Conocer algunas investigaciones actuales relacionadas con la radiación solar
- Familiarizarse con las salidas profesionales unidas al campo de la investigación en temas de ciencias físicas

Los contenidos que formarán parte de las ampliaciones a las unidades didácticas son los siguientes:

4º E.S.O.

- Conceptuales:
  - Cantidades de energía solar recibida
  - Relación y cuantificación de la energía solar recibida con la consumida
  - Reseña histórica sobre el aprovechamiento de la energía solar
- Procedimentales:
  - Identificar las cantidades problema
  - Buscar información a través de diferentes soportes o recursos
  - Analizar la fiabilidad de las fuentes de información
  - Pensar y crear aplicaciones de la energía solar en una situación determinada por el profesor y argumentar su validez al resto de los alumnos
  - Argumentar a favor o en contra de las ideas propuestas por los demás compañeros
- Actitudinales
  - Curiosidad e interés por comprender el papel de la energía solar en nuestra sociedad
  - Compañerismo y trabajo en equipo
  - Formalidad y claridad a la hora de describir el invento o método creado por el grupo

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

## 1º de Bachillerato

- Conceptuales:
  - Radiación solar, magnitud física
  - Distribución espacio-temporal de las horas de radiación solar
  - Diferencias entre la radiación solar directa, difusa y reflejada
  - La energía solar en nuestras vidas
- Procedimentales:
  - Comprender e identificar las diferentes formas de la radiación solar
  - Pensar, buscar y relacionar diferentes aplicaciones de la radiación solar
  - Analizar dichas aplicaciones
- Actitudinales
  - Curiosidad e interés por comprender el papel de la energía solar en nuestra sociedad
  - Capacidad de diálogo y argumentación frente al resto de alumnos y el profesor o profesora
  - Formalidad y claridad a la hora de explicar sus ideas

## 2º de Bachillerato

- Conceptuales:
  - Aplicaciones de la teoría de la radiación solar
  - Radiación solar, intervalo del espectro electromagnético que abarca
  - Características de la radiación térmica
  - Balance radiativo, qué es y qué contribuciones tiene (breve introducción)

- Investigaciones en radiación solar
- Procedimentales:
  - Entender ideas y conceptos más avanzados relacionados con la radiación solar
  - Ser conscientes de la relevancia de estos estudios en nuestra vida
  - Buscar información sobre entidades que tratan e investigan estos temas
  - Exponer, si se conocen, más campos relacionados con estas investigaciones
- Actitudinales
  - Interés por conocer ideas de nivel más avanzado
  - Curiosidad por las opciones que la investigación proporciona a nivel profesional
  - Claridad de exposición y facilidad para expresar con sus palabras ideas que no han estudiado en profundidad

En cuanto a la adquisición de las competencias básicas:

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico
  - Describir y explicar conceptos y fenómenos naturales
  - Entender el procedimiento que la metodología científica utiliza para explicar los fenómenos físicos
  - Interpretar gráficas y resultados extraídos de investigaciones o medidas científicas
  - Comprender las dificultades que conllevan los estudios en los que intervienen varios factores

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

- Competencia lingüística, comunicativa y audiovisual
  - Familiarizarse con la nomenclatura y lenguaje científico
  - Utilización del lenguaje adecuado
  - Capacidad de expresarse correctamente
  - Capacidad de argumentar en base a los conocimientos adquiridos
- Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital
  - Ser capaz de buscar información además de filtrar la que proviene de fuentes fiables y las que no
  - Poder resumir y subrayar los conceptos fundamentales
  - Utilizar recursos que faciliten su aprendizaje como esquemas, mapas conceptuales, gráficos, dibujos...
  - Comprender y sacar rendimiento a las nuevas tecnologías tanto en lo relativo a la búsqueda de información como a los recursos dinámicos o animaciones orientadas al aprendizaje significativo
- Competencia de aprender a aprender
  - Ser capaz de comprender nuevos conceptos sin la ayuda del profesor
  - Utilizar los conceptos ya adquiridos para avanzar en su conocimiento
  - Poder realizar un estudio crítico de las noticias de actualidad que le llegan de los medios audiovisuales a partir de sus conocimientos
- Competencia de autonomía e iniciativa personal
  - Plantearse problemas y conocer la forma de buscar información que le ayude a dar respuesta a sus propias preguntas
  - Ser capaz de buscar temas que le causen curiosidad y estudiarlos por sí mismos

- Poner en práctica pensamiento divergente en el que estudie un problema a través de varios puntos de vista
- Competencia social y ciudadana
  - Argumentar las opiniones antes de tomar una decisión
  - Ser capaz de escuchar otras argumentaciones y hacer crítica de ellas o de la suya propia
  - Fomentar la responsabilidad ciudadana a la hora de tomar decisiones relacionadas con la sociedad.

Se hará uso de las siguientes actividades de aprendizaje:

- Lluvia de ideas para introducir nuevos conceptos
- Búsqueda individual de información a través de medios electrónicos
- Utilización de ejemplos para ligar los conceptos a la vida cotidiana
- Análisis de situaciones de relevancia histórica en el tema a tratar
- Explicación y argumentación a los otros compañeros y al profesor
- Enumeración de aplicaciones directas e indirectas
- Trabajo en equipo para buscar la mejor solución a un problema
- Utilización de imágenes, ejemplos, videos y animaciones para una mejor visualización de la explicación del profesor
- Introducción de conceptos avanzados
- Explicaciones de investigaciones reales y actuales

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

## 6.1. Ampliación Didáctica, 4º E.S.O.

Esta ampliación la vamos a enfocar desde el punto de vista de la importancia de la energía solar y lo haremos a través de dos actividades.

Para impartirla, no requeriremos de más horas lectivas de las que el profesor o tutor haya estimado oportunas para el tema en su programación didáctica, sino que se puede incluir en una de las clases ordinarias de 50 minutos correspondiente al desarrollo de la unidad didáctica. Esta ampliación no requerirá que utilicemos la clase entera, se ha diseñado para dar cabida además de a estos ejercicios a los ya propuestos en el tema relacionados con las demás fuentes de energía y las energías renovables.

La ampliación propuesta puede llevarse a cabo en treinta minutos, dando diez minutos para la recopilación de información del primer ejercicio, diez para que los alumnos piensen el segundo ejercicio y diez más para escuchar sus ideas y que el profesor explique la historia de la defensa de Siracusa (veremos los detalles de los ejercicios a continuación). Ya será decisión personal del profesor otorgar más o menos peso a cada una de las partes propuestas para acabar la unidad.

Para el desarrollo de la primera actividad, será necesario que en el momento de inicio del tema, cuando se introduce el concepto de energía, se pida a los alumnos que de cara a finalizar la unidad, busquen información sobre la cantidad de energía solar que llega a la tierra y las cantidades consumidas por toda la Tierra en un año, por ejemplo. También se puede jugar con las cantidades relativas al consumo de países desarrollados o del primer mundo y países subdesarrollados o en vías de desarrollo, esto puede variar en función del enfoque que el profesor decida dar a la clase.

Una vez propuesta esta búsqueda, se dará la unidad didáctica como estaba programado y se retomará la discusión de estos resultados al final de la unidad.

Lo que se pretende es dar al alumno la idea de la importancia de la energía solar que llega a la Tierra a través de datos numéricos y cuantificación de la energía recibida y consumida.

La segunda actividad tiene además relación con la evolución histórica de la ciencia. Se planteará a los alumnos un pequeño juego en el que por grupos, tengan que diseñar o pensar una manera de utilizar la energía solar en su beneficio si estuvieran defendiendo una fortaleza. En primer lugar se pretende fomentar el espíritu imaginativo y el ingenio. Después de escuchar sus propuestas, se expondrá la leyenda de Arquímedes de la defensa de la ciudad de Siracusa contra la flota romana, haciendo uso de la energía solar.

Como complemento a la explicación se pueden utilizar recursos audiovisuales para que el alumno cuente con una explicación visual y la realización del experimento descrito.

## **6.2. Ampliación Didáctica, 1º Bachillerato**

Para tratar la ampliación propuesta, no se precisará de clases adicionales sino que se podrá realizar en la clase prevista en que se trate el apartado correspondiente a *Energía y Sociedad*. Debido a que ya se da por cursados y superados los conceptos y teoría relacionada con las energías renovables, se pretende que esta ampliación pueda servir de sustitución a la ya existente. Si se desea volver a tratar los temas relacionados con las energías renovables, es posible combinar ambos ejercicios ya que la segunda parte de la presente ampliación relacionada con las aplicaciones y usos de la radiación solar puede ser variable en duración según las necesidades del profesor.

En esta ampliación comenzaremos dando algunas ideas básicas sobre la radiación solar. En primer lugar, se explicará el origen de la energía solar y se introducirá el concepto de irradiancia. Se mencionará que no todas las zonas geográficas tienen las mismas horas de luz al día ni cada día del año tiene las mismas horas de luz. En este momento se utilizará el recurso didáctico tomado del proyecto de educación en astronomía de la Universidad de Nebraska-Lincoln, *DayLight Simulator* (University of Nebraska-Lincoln-Astronomy Education), con el que podremos dar una demostración visual y muy clara de la distribución de la radiación solar en primer lugar a lo largo de un año para una hora del día fijada y en segundo lugar para un día del año en concreto la distribución a lo largo de las horas y de la geografía mundial.

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

A continuación se explicarán las formas en que la radiación solar puede llegar a la superficie de la Tierra: Radiación Solar Directa, Difusa y Reflejada. Aunque estos conceptos todavía no se utilizarán para explicar el balance radiativo, tema de importancia a la hora de las investigaciones en radiación solar, será conveniente su introducción para que el alumno se familiarice con la terminología y las diferencias entre estas radiaciones a nivel de superficie a causa de su interacción con la atmósfera terrestre.

Terminaremos abriendo una discusión en el aula donde se enumeren una serie de aplicaciones de la Radiación Solar en nuestra vida. El profesor tendrá preparado un listado pero lo ideal es que los alumnos den sus propias opciones y que en todo caso sea el profesor el que complete la información. Entre estas aplicaciones comenzaremos dando ideas sobre la radiación ultravioleta, la luz visible y la radiación infrarroja. A continuación se podrán enumerar diferentes aplicaciones de la radiación solar en investigaciones o tecnologías presentes en la sociedad.

### 6.3. Ampliación Didáctica, 2º Bachillerato

En esta ampliación perseguimos tres objetivos. En primer lugar situar en el contexto actual el interés por el estudio de la radiación electromagnética y en concreto de la radiación solar. Lo que haremos será lo siguiente: en la clase donde se explica la radiación electromagnética comentar los campos en que esta es relevante. Así en la clase correspondiente a los complementos (ciencia y sociedad) podremos retomar esta enumeración centrándola ahora en la radiación solar. Aquí tendremos una actividad en que los alumnos deben pensar y relacionar los conceptos teóricos vistos en las clases con lo que ellos saben o escuchan en su entorno. Además, utilizaremos esta actividad como evaluación o actividad de *feedback* para repasar lo visto anteriormente.

El segundo objetivo será el de dotar al alumno de forma general de ideas más avanzadas que se suelen ver o introducir a nivel de carrera universitaria. No pretendemos evaluar al alumno de estos conceptos sino nombrarlos para que vean la amplitud del tema. Si algún alumno tuviera conocimientos más avanzados por conocer a alguien que trabaje

en estos temas o por propio interés personal, sería muy aconsejable que lo contara a sus compañeros. La idea de esta exposición espontánea, sería la de acercar la ciencia a los alumnos y hacerles ver que gente conocida puede investigar y trabajar en estos ámbitos, ya que generalmente la figura del profesor universitario o el investigador parece lejana para el alumnado.

Por último, queremos nombrar dos instituciones que abordan este trabajo: SORCE y AERONET. La idea es dar a conocer salidas profesionales de la investigación, que son actuales y que tienen como base los conocimientos que los alumnos ya poseen.

De nuevo, esta ampliación se llevará a cabo en las clases previstas para la unidad por el profesor siendo de su elección si se realiza en el momento de explicar el espectro electromagnético o al final de la unidad junto a la ampliación propuesta por el libro de texto.

Resaltar en último lugar la complejidad de los conceptos presentados en esta ampliación a la vez que el gran interés que se espera que despierten en los alumnos al ver la conexión con el mundo real y con las investigaciones actuales que se presentan al finalizar la ampliación.

## **7. Conclusiones**

Se ha analizado la importancia que actualmente tienen los conceptos de energía y radiación solar dentro de las asignaturas de Energía y Calor (en los cursos de 4º de E.S.O. y 1º de Bachillerato) y Ondas Electromagnéticas (en el curso de 2º de Bachillerato). Además, se ha estudiado la consecución o no de los objetivos expuestos en los decretos que fijan el currículo de ESO y Bachillerato. Se concluye, en primer lugar, que a pesar de la importancia y cercanía al ser humano de la energía solar, no tiene el papel que debiera en las clases de Física. En segundo lugar, que uno de los objetivos presentes en los decretos mencionados, no se cumple satisfactoriamente, siendo este objetivo aquel que da cuenta de la relación entre ciencia y sociedad.

A partir de este análisis nos proponemos mejorar esta situación. Para ello, se han construido ampliaciones a las unidades didácticas correspondientes en los cursos de 4º

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

de E.S.O. y 1º y 2º de Bachillerato para los temas de energía y ondas electromagnéticas. Estas ampliaciones añaden información dando énfasis a los conceptos de energía y radiación solar a través de la utilización de varios recursos pedagógicos que serán diferentes en función del curso. Así, utilizamos la historia, las aplicaciones actuales o las investigaciones que se llevan a cabo para presentar teoría y aplicaciones de forma amena y didáctica e implicar al alumno en el aprendizaje.

Para el curso de 4º de E.S.O. se ha relacionado la teoría con datos numéricos que pongan de manifiesto la relevancia de la energía solar recibida. Seguidamente, se ha dado una visión histórica a través del aprovechamiento de la energía solar que realizó Arquímedes para la defensa de la ciudad de Siracusa mediante el uso de espejos ustorios.

Para el curso de 1º de Bachillerato se han dado nociones más avanzadas sobre la energía solar que llega a la tierra y las aplicaciones en un amplio abanico de situaciones y ramas científico-tecnológicas.

Para el curso de 2º de Bachillerato se han propuesto de manera introductoria conceptos teóricos más avanzados con el fin de poder introducir salidas profesionales en campos de investigación actuales que utilizan estos conocimientos para su desarrollo.

## 8. Bibliografía

- Bachiller, R. (2009). El Sol: Nuestra estrella, nuestra energía. *Observatorio Astronómico Nacional. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Fomento*, 371-382.
- Briansó, M. H. (ISBN: 978-84-216-6084-3). *Física Bachillerato*. Grupo Editorial Bruño S.L.
- Candel, A. S. (2008). *Física y Química 4º ESO*. ECIR Editorial.
- Consejería de Educación, B.O.C.y L. (2007). *DECRETO 52/2007 de 17 de mayo por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en Castilla y León*.
- Consejería de Educación, B.O.C.y L. (2008). *DECRETO 42/2008 de 5 de Junio por el que se establece el currículo de bachillerato en la Comunidad de Castilla y León*.
- Física y Química, 4º E.S.O.* (2008). Grupo Editorial Bruño S.L.
- Fórum Nuclear. (s.f.). *222 cuestiones sobre la Energía*.
- García, J. (2012). *Física y Química 4º ESO*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.I.
- Hernández, M. S. (ISBN: 978-84-216-5979-3). *Física y Química Bachillerato*. Grupo Editorial Bruño, S.L.
- Jiménez, R. y. (2008). *Física y Química 4º ESO*. Madrid: Grupo Editorial Bruño, S.L.
- Lorente, S. E. (ISBN: 84-7065-917-0). *Física 2º de Bachillerato*. ECIR editorial.
- Lorente, S. E. (ISBN:84-7065-713-5). *Física y Química 1º de Bachillerato*. Paterna (Valencia): ECIR editorial.
- Lorente, S. Q. (2008). *Física y Química 1º de Bachillerato*. Paterna (Valencia): ECIR Editorial.
- Pozas, A. G. (2012). *Física y Química 1 de Bachillerato*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Pozo, J. (1989). *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Ediciones Morata S.L.
- PRAVES, I. D. (2013-2014). *Programación Didáctica*.
- Serra i Estrada, S. (2009). *Física 2n Batxillerat*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- University of Nebraska-Lincoln-Astronomy Education. (s.f.). DayLight Simulator.

## Anexo I: Ampliaciones Didácticas

### *Energía, Trabajo y Calor*

Ejercicio 1:

- En la introducción al tema

*Busca información en enciclopedias o a través de internet sobre la cantidad de energía solar captada por la Tierra en un año y sobre la relación de ésta con la energía consumida en un año. Recuerda anotar las fuentes de donde obtienes la información.*

- En el último apartado teórico: ciencia y sociedad

Retomamos el ejercicio introductorio anotando los datos que han encontrado los alumnos.

Aprovecharemos para subrayar la importancia de obtener una fuente fiable de información.

Haremos una comparativa entre los datos aportados sacando conclusiones y evaluando a qué se pueden dar las diferencias encontradas en caso de que las hubiera.

Dato que puede aportar el profesor: *La radiación solar interceptada por la Tierra constituye la principal fuente de energía renovable a nuestro alcance. La cantidad de energía solar captada por la Tierra anualmente es aproximadamente de  $5.4 \cdot 10^{24}$  J, una cifra que representa 4.500 veces la energía que se consume. (Fórum Nuclear).*

## Ejercicio 2:

*Actividad grupal. Imagina que debes defender una fortaleza situada a una altura determinada sobre el nivel del mar y cercana a la costa. Tu pueblo debe defenderse sin salir de las murallas pues es donde más fuerte es ante el enemigo que llega en barco. Como nos encontramos en el siglo III a.C. no contáis con la tecnología actual (GPS, misiles, radar, proyectiles de largo alcance., etc.) por lo que deberéis encontrar un método que seáis capaces de construir con las capacidades y tecnología de la época. Ayuda: enfocar la actividad en el marco de la unidad didáctica donde se estudia la energía.*

*Ayuda 2: una fuente de energía que ha estado presente en todas las épocas es la energía solar.*

Tras diez minutos en donde el grupo tiene que decidir cómo afrontar la situación, se pasa a argumentar cada respuesta. Se finalizará contando la historia de cómo Arquímedes defendió la ciudad de Siracusa del ataque naval romano con la utilización de la energía solar y los espejos ustorios.

Como apoyo visual a la explicación se puede presentar el siguiente vídeo donde se realiza el experimento del que hablamos.

<https://www.youtube.com/watch?v=TtzRAjW6K00>

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

## *La Energía y su Transferencia*

Conceptos introductorios:

El sol es una estrella que se encuentra a una temperatura media de 5800°C en cuyo interior tienen lugar una serie de reacciones de fusión nuclear, que producen energía. Esta energía liberada del Sol se transmite al exterior mediante la *Radiación Solar*.

La magnitud física que mide la radiación solar es la *Irradiancia*, esto es la cantidad de energía recibida por unidad de tiempo y de superficie. No todas las zonas geográficas de la Tierra reciben la misma irradiancia a lo largo del año ni en un día concreto. Para ello observaremos la Figura 1 y explicaremos la animación *DayLight Simulator* tomada del proyecto *Astronomy Education at the University of Nebraska-Lincoln*.

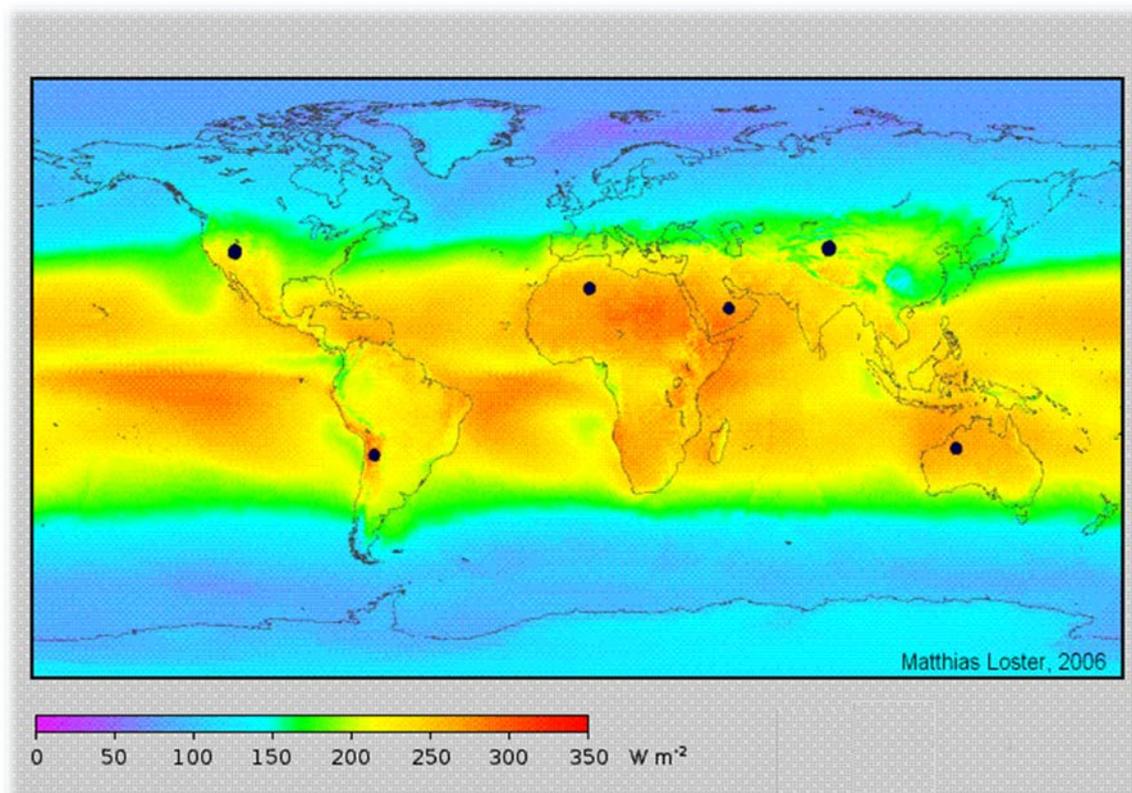


Figura 1: Representación de la distribución de Irradiancia a nivel de superficie en el globo terráqueo. Fuente: Matthias Loster, 2006

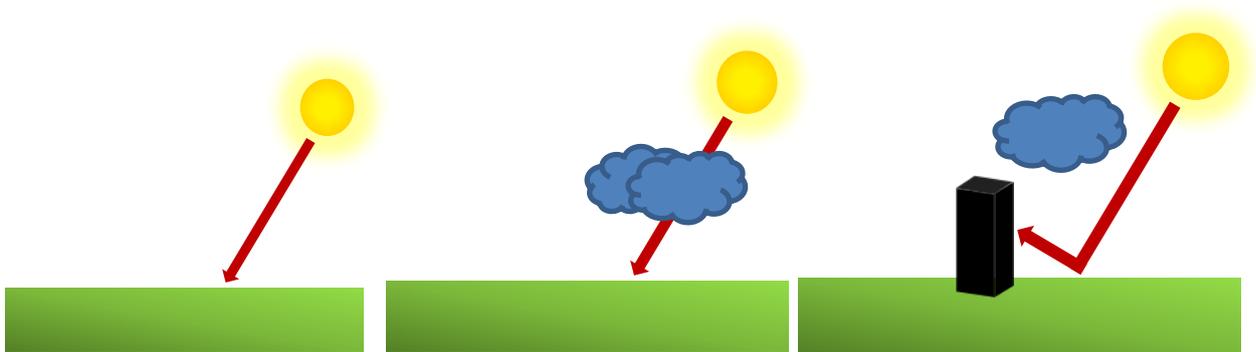
Tipos de radiación solar:

La radiación solar puede manifestarse de tres formas distintas dependiendo de cómo incide en los objetos (Figura 2).

**Radiación Solar Directa:** Es la radiación que llega a nivel de superficie directamente del Sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección.

**Radiación Solar Difusa:** Una parte de la radiación que atraviesa la atmósfera es reflejada por las nubes y los aerosoles atmosféricos o absorbida por éstos. Esta radiación va en todas las direcciones.

**Radiación Solar Reflejada:** Este tipo de radiación solar es la que refleja la superficie terrestre.



*Figura 2: Radiación Solar Directa, Difusa y Reflejada.*

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

La Radiación Solar en nuestra vida:

- Efectos sobre la salud: la exposición exagerada a la radiación solar puede ser perjudicial para la salud, con riesgo de producir cáncer de piel. Aunque la atmósfera ejerce una fuerte absorción que impide que la mayor parte de la radiación más peligrosa llegue a nivel de superficie, una parte de esta sí lo consigue.

Además, este riesgo se ve agravado por el agujero de ozono, ya que es este elemento el que principalmente absorbe la radiación más perjudicial pero está disminuyendo su concentración en las capas de la atmósfera actualmente.

- La radiación ultravioleta es capaz de alterar las moléculas de ADN (y producir cáncer de piel). Aunque es absorbida en un alto porcentaje por la capa alta de la atmósfera, hay que protegerse de ella incluso en días nublados, ya que no todos los tipos de nubes consiguen atenuarla antes de llegar a la superficie y además, algunas nubes pueden actuar como espejos e incrementar las intensidades de esta radiación y el riesgo que conllevan.
- De la Radiación Solar también nos llega luz visible, que puede verse atenuada en presencia de nubes o masas de polvo.
- Parte de la Radiación Solar corresponde a la Radiación Infrarroja, su efecto es el aumento de la temperatura produciendo el balance térmico y el equilibrio energético de la Tierra.
- Aplicación de la Radiación Solar Directa: como luz solar para iluminación. Aplicaciones para el secado de ropa o para algunos productos en procesos de producción con tecnología simple.
- Aplicaciones de la Radiación Solar Térmica: calentamiento de algún sistema que posteriormente permitirá la climatización de viviendas, calefacción, refrigeración (uso de energía solar como fuente de calor en un ciclo de enfriamiento), secado...

- Aplicación de la Radiación Solar Fotovoltaica: Energía solar aprovechada por medio de celdas fotoeléctricas, capaces de convertir la luz en electricidad. Pueden satisfacer necesidades tales como obtener agua calientes para consumo doméstico o industrial, climatización... Otro ejemplo es la obtención de electricidad en los primeros satélites espaciales.
- Aplicaciones agrícolas: con invernaderos solares pueden obtenerse más cosechas, secados agrícolas, funcionar plantas de purificación o desalinización de aguas sin consumir otro tipo de combustible.
- Aplicaciones en investigación: con hornos solares se pueden alcanzar temperaturas de hasta 4.000°C para hacer investigación de materiales.

# Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

---

## *Ondas y Radiación Electromagnética*

El interés de la radiación electromagnética:

- Térmico
- Visión animal (y toda la ingeniería de la iluminación), biológico (fotosíntesis, preservación de alimentos, radioterapia)
- Químico (análisis espectroscópico, fotografía)
- Industrial (óptica, telecomunicaciones, control de procesos, reactores nucleares, criogenia)
- Espacial (control térmico de naves espaciales, vuelo hipersónico)
- Militar (visión infrarroja, generadores isotópicos, armamento nuclear)

Dentro de la radiación electromagnética en general, la importancia de la radiación solar es enorme: toda la vida en la tierra depende de esa energía: luz, calor, ciclo alimenticio, ciclo hidrológico, circulación atmosférica. Además influye directamente en muchas ingenierías: iluminación, control térmico y ambiental, captadores solares (conversión a energía térmica o electricidad)...

Se llama radiación térmica (o calor) a la radiación emitida por los cuerpos en la naturaleza por el hecho de tener definida una temperatura,  $T$ . La radiación térmica emitida por el Sol es la radiación solar.

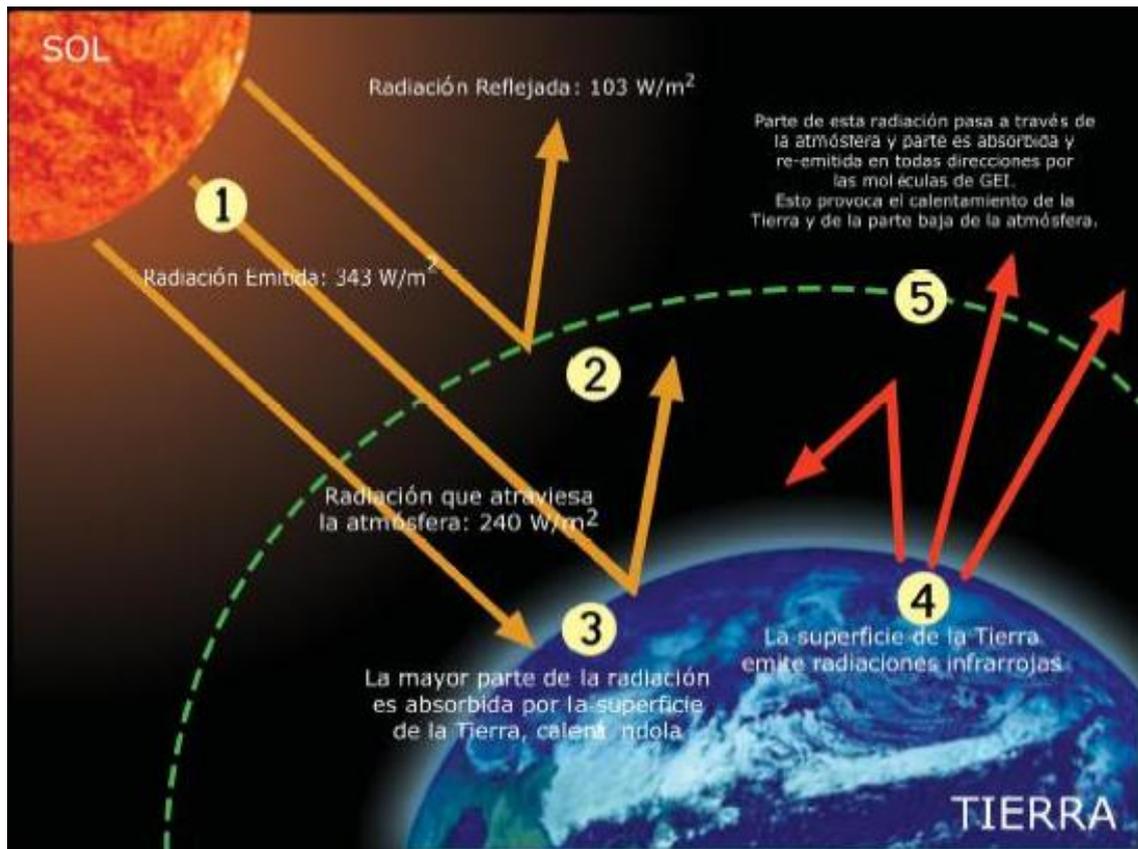


Figura 3: Balance radiativo del sistema Tierra-Atmósfera en unidades absolutas ( $\text{W/m}^2$ ).

Para que la Tierra esté en equilibrio térmico, la cantidad de radiación solar absorbida por la misma tiene que estar balanceada por la cantidad de energía que emite en forma de radiación térmica. Este equilibrio se estudia a través del balance radiativo y entran en cuenta los fenómenos de interacción radiación-materia, el efecto invernadero...en la Figura 3 se muestra un esquema de este balance.

Varias instituciones públicas y privadas tratan de estudiar la radiación solar, para ello analizan datos obtenidos a través instrumentos llamados radiómetros. Con ellos se pueden obtener medidas que tras ser analizadas permiten estudiar la radiación solar total a lo largo de un día o la radiación solar espectral para un instante determinado. Además, diversos satélites proporcionan información útil para la investigación en temas de radiación solar. En la Figura 4 se muestra un ejemplo de las medidas que se utilizan en las investigaciones de radiación solar.

## Energía y Radiación Solar en el Currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato

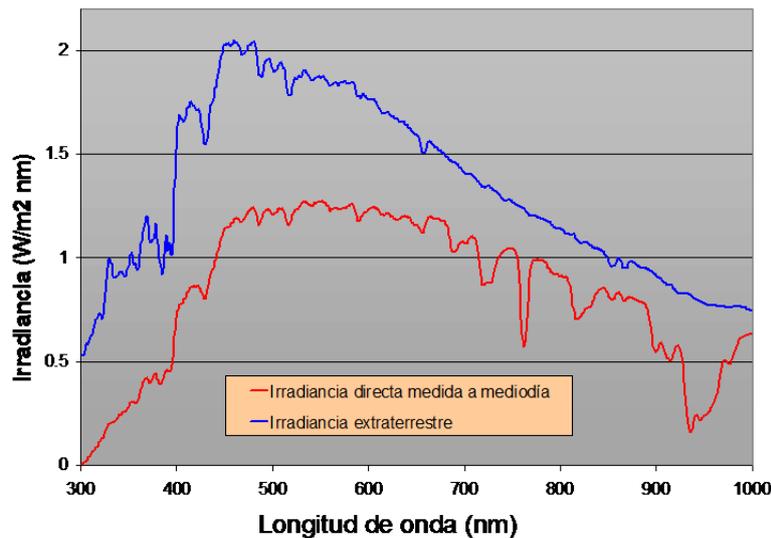


Figura 4: Medida de la Irradiancia Solar en función de la longitud de onda, fuera de la atmósfera y a nivel de superficie.

Una red a nivel global que a través del análisis de sus medidas es capaz de estudiar la radiación solar es la red AERONET fundada por NASA. Actualmente cuenta con tres laboratorios para la calibración de sus instrumentos que se distribuyen por toda la superficie de la Tierra con objeto de obtener medidas que satisfagan las necesidades de distribución espacio-temporal para las investigaciones. Uno de sus tres laboratorios de calibración se encuentra en Valladolid y lo dirige el G.O.A. (Grupo de Óptica Atmosférica de la Universidad de Valladolid).

Otro de los proyectos actualmente en ejecución tiene como objetivo medir la radiación que llega a la capa más exterior de la atmósfera terrestre. The Solar Radiation and Climate Experiment (SORCE) se encarga de medir la radiación solar total extraterrestre desde 1 nm a 2000nm en una escala uniforme de longitudes de onda. Los instrumentos que utiliza el experimento SORCE son cuatro: TIM (Total Irradiance Monitor), SIM (Spectral Irradiance Monitor), SOLSTICE (Solar Stellar Irradiance Monitor) y XPS (XUV Photometer System).