

## Datos por un tubo



**Asignaturas:** Tecnología y Física y Química



**Nivel:** 4º ESO y 2º Bachillerato



**Duración:** 1 sesión de 45 minutos



**Enlace:** <https://www.agenciasinc.es/Noticias/Convierten-la-fibra-optica-de-La-Palma-en-una-red-de-sensores-para-monitorizar-la-actividad-del-volcan>

### Descripción general

La fibra óptica ya es un elemento esencial en la transmisión de datos en todo el mundo y desde hace tiempo también se viene empleando como sistema de detección de problemas en todo tipo de instalaciones, desde tuberías de gas a tendidos ferroviarios. A raíz de la incesante actividad volcánica en la isla de la Palma, un grupo de científicos del CSIC y la Universidad de Alcalá de Henares han decidido emplear la red de fibra óptica ya existente en la isla para la detección de los movimientos de la corteza terrestre.

### Objetivos

La noticia habla del aprovechamiento de recursos inicialmente pensados con otro objetivo. En este caso la red de fibra óptica existente para las comunicaciones de la isla de la Palma con el exterior junto con la red de conexiones usada para la comunicación de los centros de investigación también en la isla de la Palma son usados para la determinación de la intensidad y la localización de los terremotos asociados a la actividad volcánica de la isla.

Se trata, pues, de comprender cómo funciona la red de fibra óptica y de cómo trabajan en colaboración especialistas de distintas áreas para ayudar a comprender la actividad volcánica de la isla y minimizar los daños personales.

## Relación del recurso con el currículum escolar:

Física y Química. 2º Bachillerato		
Bloque 4. Ondas		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Fenómenos ondulatorios: interferencia y difracción reflexión y refracción.	<p>7. Reconocer la difracción y las interferencias como fenómenos propios del movimiento ondulatorio.</p> <p>8. Emplear las leyes de Snell para explicar los fenómenos de reflexión y refracción.</p> <p>9. Relacionar los índices de refracción de dos materiales con el caso concreto de reflexión total.</p>	<p>7.1. Interpreta los fenómenos de interferencia y la difracción a partir del Principio de Huygens.</p> <p>8.1. Experimenta y justifica, aplicando la ley de Snell, el comportamiento de la luz al cambiar de medio, conocidos los índices de refracción.</p> <p>9.2. Considera el fenómeno de reflexión total como el principio físico subyacente a la propagación de la luz en las fibras ópticas y su relevancia en las telecomunicaciones.</p>
Física y Química. 2º Bachillerato		
Bloque 5. Óptica Geométrica		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Aplicaciones tecnológicas: instrumentos ópticos y la fibra óptica.	<p>1. Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.</p> <p>2. Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.</p>	<p>1.1. Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica.</p> <p>2.1. Demuestra experimental y gráficamente la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas que conduzcan un haz de luz desde el emisor hasta una pantalla.</p>

Tecnología. 4º ESO		
Bloque 5. Óptica Geométrica		
Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
Bloque 2. Instalaciones en viviendas	1. Formular e interpretar las leyes de la óptica geométrica.  2. Valorar los diagramas de rayos luminosos y las ecuaciones asociadas como medio que permite predecir las características de las imágenes formadas en sistemas ópticos.	1.1. Explica procesos cotidianos a través de las leyes de la óptica geométrica.  2.1. Demuestra experimental y gráficamente la propagación rectilínea de la luz mediante un juego de prismas que conduzcan un haz de luz desde el emisor hasta una pantalla.

**Antes de leer la noticia, por favor, contesta libremente. No son preguntas para evaluarte, sino para motivar y generar un pequeño debate en clase.**

1

¿Sabes cómo es un cable de fibra óptica? ¿Podrías diferenciarlo de un cable eléctrico? ¿De qué material está fabricada la fibra óptica?

Se pretende que los estudiantes reflexionen sobre el funcionamiento de algo tan habitual en nuestra vida cotidiana como el uso de la fibra óptica para la transmisión de datos. Es posible que no tengan una idea muy clara de cómo se realiza el viaje de la luz a través de la fibra, incluso de qué material está fabricada.

Lo más esencial, dependiendo de la edad de los estudiantes, es diferenciar un cable eléctrico, basado en un hilo de cobre, de un cable de fibra óptica, basado en un hilo de vidrio.

La transmisión de los datos en el hilo de fibra implica la utilización de luz láser y aprovecha los fenómenos de reflexión y refracción de la luz. Se sugiere la realización de una experiencia similar a la incluida en estos vídeos para recordar o ayudar a comprender los fenómenos de reflexión y refracción de la luz, si fuera necesario.

<https://youtu.be/TVF-L6VO6bY>

2

¿Sabes que la luz se puede “doblar”? ¿Has hecho alguna vez alguna experiencia en la que haya podido observar este efecto?

Sería importante que los estudiantes comprobaran de una manera práctica cómo se refleja la luz al intentar pasar por medios con distinta densidad, como el agua y el aire. Existen muchas experiencias sencillas en la red que pueden servir de guía como la que puede verse en este vídeo sobre reflexión y refracción de la luz en agua:

<https://youtu.be/IKPq6-ed3hU>

Aunque los estudiantes comprendan cómo se refleja la luz dentro de un cable de fibra óptica es poco probable que tengan una idea clara de cómo está constituido dicho cable. El principio esencial es que la fibra que transmite la luz está encapsulada en una segunda fibra de un material flexible y con una densidad diferente, de una manera similar al efecto que se produce en la experiencia anterior con agua y aire.

Recomendamos el uso de vídeos como este para ayudar en la comprensión de la transmisión de luz a través de la fibra óptica:

<https://youtu.be/zZ7ay-j6ZQQ>

3

A través de un cable de fibra óptica, ¿cómo se transmiten las señales? Por ejemplo, ¿cómo llegan los vídeos a tu ordenador?

Este es un buen momento para recordar a los estudiantes que la transmisión de datos se realiza mediante la digitalización de los mismos (su conversión en código binario) y estos, a su vez, en pulsos de luz/oscuridad utilizando las ventajas de la luz láser para alcanzar grandes distancias y mantener la coherencia.

4

¿Cómo crees que utilizan los científicos la red de fibra óptica existente para la detección de movimientos de la corteza terrestre? ¿Cómo piensas que puede afectar las vibraciones producidas por un terremoto en la transmisión de luz dentro de una fibra óptica?

Es muy probable que los estudiantes no hayan oído hablar del sistema empleado en la Palma, llamado DAS (*Distributed Acoustic Sensing – Sensorización Acústica Distribuida*). Se recomiendan las actividades que se proponen más abajo.

Lee la siguiente noticia:



<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Convierten-la-fibra-optica-de-La-Palma-en-una-red-de-sensores-para-monitorizar-la-actividad-del-volcan>

5

En el artículo mencionan que el sistema empleado en la Palma utiliza la “fibra oscura” para implementar la sensorización que ayudará a detectar los movimientos de la corteza terrestre junto con la red de sismógrafos ya existentes. ¿Sabes qué es la fibra oscura?

Si no lo tienes claro, haz una búsqueda o utiliza este enlace:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_oscura](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_oscura)

**Los cables habitualmente empleados para la fibra óptica contienen un número de fibras útiles muy superior al necesario para la transmisión de datos. Esta sobredimensión de los cables, pensada para el crecimiento futuro de la red, es lo que aprovecha el sistema DAS.**

6

Leyendo en el artículo verás que se menciona cómo hacen los científicos para detectar las vibraciones producidas por los temblores sísmicos. ¿Serías capaz de relacionar la descripción que se hace en el artículo con lo que sabes sobre reflexión y refracción de la luz?

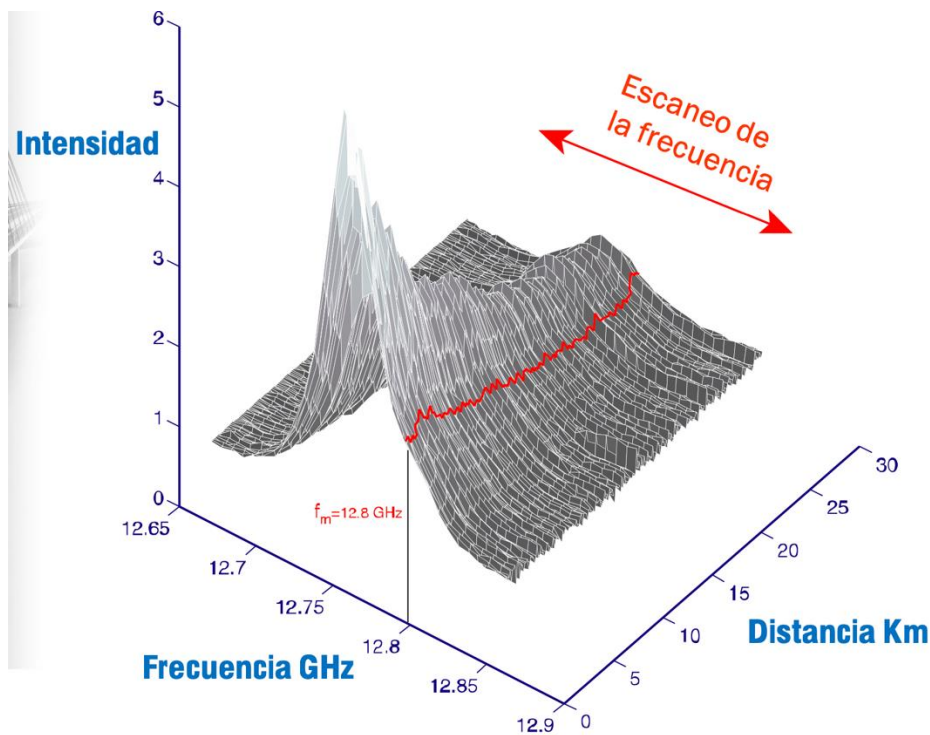
**La red utiliza impulsos de luz láser que, al viajar por la fibra, sufre pequeñas variaciones en la cantidad de luz reflejada en las paredes de la fibra debido a las vibraciones que afectan al cable.**

7

¿Cómo determinan la localización de un terremoto? Piensa que al tener una gran red de cables las vibraciones producidas por un terremoto son percibidas a lo largo del cable de diferente manera según la distancia desde el foco emisor de la vibración (el terremoto).

Observa en el gráfico la relación entre la distancia, la intensidad y la frecuencia de la vibración producida por el foco emisor.

¿Qué efecto crees que puede producir la vibración sobre la calidad de los pulsos de láser que viajan a través de la fibra óptica oscura?



Fuente: Grupo Álava ingenieros - <https://www.grupoalava.com/http://www.grupoalava.com/repositorio/0103/pdf/1103/2/presentacion-fibraoptica.pdf?d=1>

8

La vibración producida por el terremoto induce una variación en la longitud del cable. Si el terreno se deforma como consecuencia de la vibración (aunque sea a una escala infinitesimal) el cable sufrirá una elongación o una compresión (aunque también sea infinitesimal). Esto produce una variación en la longitud de onda del pulso de luz que viaja por la fibra.



Fuente: AP sensing. Advance optics <http://www.apsensing.com/>  
<https://www.apsensing.com/es/tecnologia/das-dvs/>

Esta es en realidad una actividad de reflexión sobre cómo detecta la vibración el DAS. Puede requerir ayuda para su comprensión.

9 Predecir la evolución de la actividad de un volcán es extremadamente difícil, para ello el personal investigador tiene en consideración diferentes aspectos. Uno de los indicadores guarda relación con los movimientos de la placa tectónica sobre la que se asientan las Islas Canarias. Esos movimientos (terremotos) producen grietas en la corteza terrestre por donde sale el magma hasta la superficie, como es el caso del volcán de La Palma.

El trabajo conjunto de geólogos, físicos y técnicos en estrecha colaboración con los servicios de asistencia (bomberos, protección civil, UME, etc.) ha permitido monitorizar lo que sucede en la isla ayudando a los vecinos a predecir cuándo podría producirse la erupción y por dónde podría moverse la lava expulsada por el volcán.

¿Crees importante la colaboración entre especialistas de todo tipo? ¿Crees posible que una sola rama de la ciencia, por ejemplo, los geólogos (vulcanólogos) hagan todas las previsiones sobre lo que sucede con el volcán?

La utilización de infraestructuras, como los tendidos de fibra óptica, que inicialmente no tenían una función en el seguimiento de la actividad de los volcanes, es posible gracias a la colaboración entre especialistas y científicos de diferentes áreas. Es una demostración de la importancia del trabajo colaborativo y del intercambio de conocimientos entre los científicos, los especialistas, los servicios de emergencia y los ciudadanos.

Es también una demostración práctica de la importancia de relacionar todos los conocimientos que tenemos, de la misma manera que deberías hacer tú con los conocimientos que adquieres en las distintas asignaturas, a veces, con la apariencia de que no tienen relación.

**El progreso de la Humanidad está estrechamente ligado al desarrollo científico y tecnológico, pero también a la capacidad de relación entre los distintos saberes que hemos sido capaces de desarrollar a lo largo de los siglos. El ejemplo de la aplicación de la red de fibra óptica en el seguimiento de los movimientos de la corteza terrestre es una ocasión magnífica para reflexionar con los estudiantes sobre la importancia de la colaboración y el intercambio de conocimientos.**

## Bibliografía/Más información

- Información útil sobre el DAS. Se recomienda hacer una búsqueda con los términos: “sensor acústico distribuido”.  
<https://www.apsensing.com/es/tecnologia/das-dvs/>
- Información sobre el origen geológico de las Islas Canarias:  
<https://canariasnoticias.es/opinion/el-fenomeno-natural-que-produjo-la-erupcion-en-la-isla-de-la-palma>  
<https://www.cronicasdelanzarote.es/articulo/cartas-al-director/verdadero-origen-geologico-vulcanologico-islas-canarias/20190130044105210637.html>
- Kit para exploración de fotónica. Contactar con Sedeoptica (Sociedad Española de Óptica)  
[http://sedopticaphotonickit.blogspot.com/2016/04/arranca-el-blog-sedoptica-photonic-kit\\_27.html](http://sedopticaphotonickit.blogspot.com/2016/04/arranca-el-blog-sedoptica-photonic-kit_27.html)