

## SANDS

### SEGUIMIENTO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS DUNARES CANTÁBRICOS MEDIANTE EL EMPLEO DE SENSORES REMOTOS



Con el apoyo de:



TALLER ESCOLAR "LOS SISTEMAS DUNARES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO"

*"DOCUMENTO PARA EL PROFESOR"*



**Taller escolar “Los Sistemas Dunares y El Cambio Climático”: Documento para el Profesor**

*Este proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico a través de la Fundación Biodiversidad.*

Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto.



## ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	OBJETIVOS .....	2
3	CONTENIDO.....	3
3.1	LA BIODIVERSIDAD Y LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS .....	3
3.1.1	<i>Los sistemas dunares como fuente de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.....</i>	<i>3</i>
3.1.2	<i>Los sistemas dunares de Cantabria.....</i>	<i>6</i>
3.2	EL CAMBIO CLIMÁTICO .....	8
3.3	LOS SENSORES REMOTOS.....	10
4	METODOLOGÍA.....	14



## 1 INTRODUCCIÓN

En 2015, la ONU aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, reconociendo 17 Objetivos de Desarrollo sostenible como oportunidad para que los estados y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos, tratando de asegurar al bienestar de las sociedades futuras. Entre ellos, el **Objetivo nº 15** consiste en *Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica*, mientras que el **Objetivo nº13** persigue *adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos*.

Para cumplir con ambos objetivos, es necesario modificar las conductas de la población para conseguir proteger y conservar los recursos ambientales. En este contexto, la Educación Ambiental es una herramienta de trabajo imprescindible para lograr una sociedad en la que el desarrollo económico no esté enfrentado con la conservación de los recursos naturales de los que dependemos. El cambio en la percepción social tendrá más éxito cuanto antes se inicie la Educación Ambiental en la población, siendo imprescindible que la comunidad escolar reciba los conocimientos básicos sobre los valores naturales, su importancia, su conservación y las principales amenazas para la conservación de la biodiversidad.

El tradicional uso actual del medio litoral ha derivado en una degradación de los ecosistemas naturales que, en el caso de los sistemas dunares, han sido explotados para la extracción de arenas para la construcción y relleno de marismas. En Cantabria, por ejemplo, este uso ha quedado recogido en escritos del siglo XIX en los que se menciona *“extracción para Santander de juncos que se utilizan para quemar en hornos de pan cocer...”*. En la actualidad, si bien estos usos ya no están permitidos, el uso recreativo asociado a las playas sigue siendo un importante foco de estrés debido al pisoteo de la vegetación y la limpieza mecánica de las playas.

A esta situación ha de añadirse la realidad actual en la que el proceso de Cambio Climático en el que nos encontramos inmersos supone una nueva amenaza para la pérdida de la Biodiversidad, así como para el desarrollo humano en el medio litoral, donde el aumento del nivel del mar deriva en nuevas inundaciones y los temporales extremos son cada vez más frecuentes.

Con este taller, dirigido a los dos primeros ciclos de educación primaria, se pretende abordar esta problemática a través de una campaña de educación e información, intentando que los alumnos comprendan la importancia de la conservación de los ecosistemas litorales a la vez que reconozcan nuevas tecnologías aplicadas al seguimiento del medio natural.

Este taller surge dentro del proyecto SANDS “Seguimiento del estado de conservación de los ecosistemas dunares cantábricos mediante el empleo de sensores remotos”, que está siendo ejecutado por el Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria, con el apoyo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Fundación Biodiversidad.

## 2 OBJETIVOS

Los objetivos generales del taller serán:

- Comprender el significado e importancia de la Biodiversidad e introducir los conceptos de bienes y servicios ecosistémicos.
- Dotar al alumnado de una primera toma de contacto con los principales efectos del cambio climático en el medio costero y las principales vías de adaptación.
- Descubrir nuevas tecnologías y su aplicación al seguimiento de los ecosistemas naturales.
- Animar al alumnado a que difunda los conocimientos que haya adquirido.

Para ello, los objetivos específicos del taller consistirán en:

- Reconocer la importancia de los sistemas dunares cantábricos para la conservación de la biodiversidad y la protección frente al cambio climático
- Relacionar la degradación de los sistemas dunares con las actividades antrópicas.
- Descubrir diferentes tipos de sensores remotos y sus posibles usos para el seguimiento del medio natural.



### 3 CONTENIDO

#### 3.1 La Biodiversidad y los servicios ecosistémicos

La biodiversidad es el conjunto de todas las especies que cohabitan en el planeta, tanto plantas como animales, virus y bacterias, los espacios en los que habitan (los ecosistemas) y los genes que hacen a cada especie (y a cada individuo) diferentes del resto.

La importancia de la biodiversidad, y su conservación, se basa en que es la fuente de los servicios y bienes que nos aportan los ecosistemas: desde alimentos (cereales, peces, leche o miel) hasta fibras para elaborar materiales (algodón para la ropa, madera para los muebles), protección frente a desastres naturales o la mejora de la calidad del agua y del aire, entre otros.

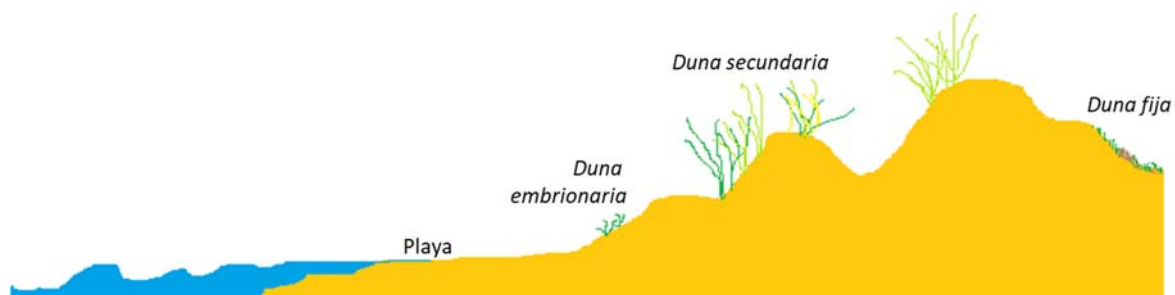
La pérdida de biodiversidad implica que todos estos bienes y servicios que recibimos de ella se vean alterados y/o disminuidos.

##### 3.1.1 Los sistemas dunares como fuente de biodiversidad y sus beneficios (servicios ecosistémicos)

Los sistemas dunares son sistemas muy singulares, formados por la acción del viento sobre la costa. Este viento, procedente del océano, mueve y acumula el sustrato arenoso, formando los cordones dunares. Sobre los depósitos de arena se desarrollan especies vegetales singulares, muchas de las cuales se encuentran en peligro de extinción y/o amenazadas, que soportan un ambiente de gran estrés, debido a la erosión de la arena, el ambiente salino y la escasez de nutrientes en el sustrato.

Las dunas absorben la fuerza del mar, protegiendo las zonas interiores de la acción del oleaje y de la inundación costera.

Se trata de sistemas distribuidos en un gradiente, desde los ambientes más cercanos al mar, hasta los más alejados: dunas embrionarias, localizadas en la parte alta de la playa; dunas móviles o secundarias, que se desplazan hacia el interior; duna fija, en las que la vegetación estabiliza el sedimento; y dunas fósiles, ya alejadas de la línea costera, y totalmente inmovilizadas, en las que la vegetación ya ha favorecido el desarrollo de suelo vegetal sobre las arenas.



Atendiendo a los servicios ecosistémicos asociados a los sistemas dunares, es posible reconocer tanto servicios de regulación, como de abastecimiento y culturales. Aunque los más conocidos son los servicios culturales asociados al uso recreativo de las playas y a la observación del paisaje, los sistemas dunares son una fuente de materia prima (fibras vegetales) y fauna y flora de gran singularidad (adaptadas a condiciones extremas). Por otro lado, aporta servicios de regulación actuando como un filtro natural que mejora la calidad del agua y evita la salinización de los depósitos de agua subterránea, a la vez que actúan como protección de la zona costera absorbiendo la fuerza de las olas del mar.



Figura. Servicios ecosistémicos.

**¿Qué es una adaptación? Es un cambio o modificación que se ha dado a lo largo del tiempo en una parte de la planta (en células, tejidos u órganos) para poder sobrevivir en un lugar**

La vegetación de los sistemas dunares presentan numerosas adaptaciones a las especiales condiciones del litoral: aridez, salinidad, escasez de nutrientes, exposición al viento y movimiento del sedimento.

### **Aridez:**

A pesar de estar junto al mar, el agua es muy escaso. Las plantas emplean agua dulce procedente de la lluvia, que penetra en la arena y se filtra rápidamente en el interior.

La vegetación tiene que aumentar su capacidad de absorber el agua rápidamente, almacenarlo y evitar su pérdida. ¿Cómo?, mediante raíces profundas, hojas pequeñas y tallos gruesos, con pelos en la superficie que permita captar agua del rocío y un crecimiento lento.

### **Salinidad:**

La vegetación terrestre se “alimenta” de nutrientes y agua dulce, por lo que el exceso de sal puede ser muy perjudicial para su supervivencia.

Las plantas dunares almacenan agua dulce en su interior gracias a sus tallos y hojas gruesas (tejidos carnosos) y expulsan sales a través de sus hojas, disminuyendo la concentración de sales en su interior, lo que en muchas ocasiones les otorga coloraciones rojizas.

### **Escasez de nutrientes:**

Las arenas son sedimentos muy pobres en nutrientes, como el agua, éstos desaparecen rápidamente y, además, hay muy poco aporte de nutrientes desde el exterior (la limpieza de las playas y la retirada de algas, aumenta la pérdida de nutrientes).

La vegetación tiene que aumentar su capacidad de encontrar nutrientes y optimizar su uso. ¿Cómo?, con grandes raíces y hojas con gruesas cubiertas. Además, hay muchas asociaciones con hongos, que permiten aumentar la captación de nutrientes.

### **Exposición al viento:**

El viento costero supone un continuo estrés para la vegetación, que se ve constantemente golpeada por fragmentos de arena y cristales de sal.

Para resistir el embiste del viento, la vegetación es muy flexible, rastrera (pegada al suelo) y con formas redondeadas. Además, las semillas se dispersan con el viento.

### **Movimiento del sustrato:**

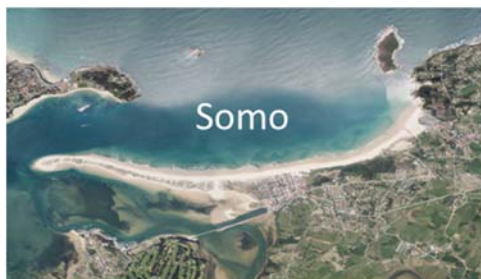
El viento, además de golpear a la vegetación, hace que su sustrato sea inestable y en continuo movimiento.

Los sistemas radiculares de la vegetación están muy ramificados para aumentar su capacidad de fijarse al sustrato. Además, para evitar problemas asociados al enterramiento en la arena, la vegetación desarrolla bulbos o tallos subterráneos.

Así, la vegetación dunar presenta tallos carnosos, que le permite retener el agua, hojas pequeñas, para evitar la evapotranspiración y grandes y profundas raíces, para absorber el agua y los nutrientes de las zonas arenosas y fijarse al sedimento.

### 3.1.2 Los sistemas dunares de Cantabria

Los grandes sistemas dunares de Cantabria se localizan en las desembocaduras de los principales ríos de la región (río Pas - dunas de Liencres; Río Miera - dunas de Somo; río Asón - dunas de Berria-Laredo), donde la confluencia de las corrientes fluviales y mareales, y el aporte de sedimentos de ambos medios, generan su característica forma de flecha.



La importancia de estos sistemas dunares y su valor ambiental queda plasmada en su inclusión en diferentes espacios naturales protegidos de la región, tanto Parques Naturales como Zonas de Especial Conservación de la Red de espacios protegidos europeos Natura 2000.





Imagen de las dunas de Liencres

Como ya se mencionó, la vegetación de estos sistemas dunares es una vegetación muy singular, que en muchos casos está protegida, y que se distribuye en bandas en función de su proximidad al mar.

En la primera banda, donde los sedimentos son más móviles y las plantas se encuentran más expuestas a las salpicaduras marinas y al viento, destaca la especie ya extinta en Cantabria, llamada Adormidera marina (*Glaucium flavum*), que desapareció por la destrucción directa de su hábitat (p.ej. por la extracción de arenas para la construcción), y la especie *Euphorbia peplis*, también protegida en Cantabria.



Especies características de la duna embrionaria: *Adormidera marina* (Foto de Ignacio Fernández Villar), *Cakile marítima* y *Euphorbia peplis*.

La siguiente banda de vegetación se caracteriza por ser más estable y la vegetación ya forma comunidades más densas, principalmente de barrón (*Ammophila arenaria*).



Imágenes de la duna secundaria con *Ammophila arenaria*.

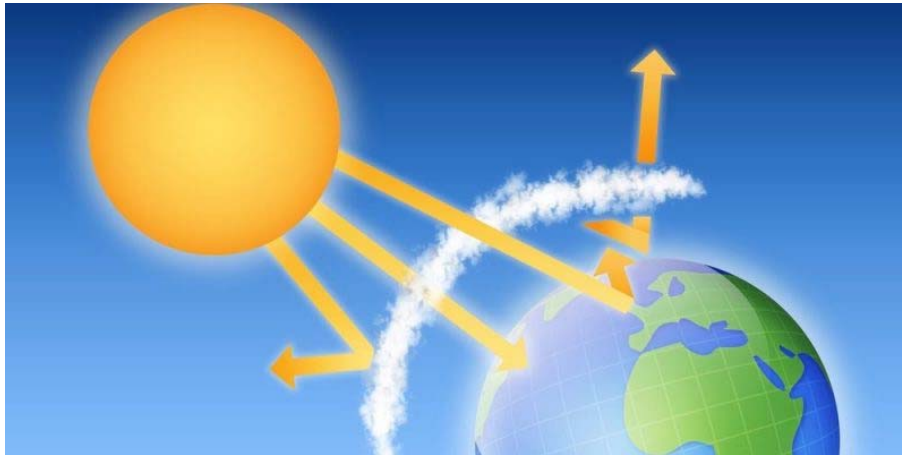
En la duna fija, donde ya empieza a haber una menor concentración de sal y empieza a formarse suelo sobre las arenas, volvemos a encontrar una especie ya extinta en Cantabria, la Algodonosa (*Otanthus maritimus*) que, al igual que la *Adormidera marina*, desapareció en Cantabria por la destrucción de su hábitat. En esta zona aumenta la diversidad de especies.



Especies características de la duna fija: Algodonosa (*Otanthus maritimus*), *Dianthus hyssopifolius* y *Linaria maritima*.

### 3.2 El Cambio climático

El Cambio Climático es un proceso complejo que afecta a todo el Planeta y en el que intervienen muchos factores. La causa más importante es el aumento del efecto invernadero, provocado por la emisión de gases a la atmósfera. Este efecto invernadero es un proceso natural, gracias al que la Tierra puede regular la temperatura de su superficie, evitando que haga demasiado frío durante la noche y demasiado calor durante el día, además de impedir que las radiaciones solares más nocivas lleguen a la superficie de la Tierra. Así, la capa de gases de efecto invernadero permiten que la radiación que emite el sol llegue a la Tierra y caliente la superficie terrestre, pero cuando el calor es emitido nuevamente a la atmósfera es, en parte, retenido por la capa de gases, evitando un enfriamiento total.



Esquema del efecto invernadero. Fuente: avatarenergia.com

Sin embargo, el incremento de la emisión de gases de efecto invernadero hace que la capacidad de retener el calor aumente y, por lo tanto, se incrementa la temperatura media del planeta, ya que cada vez se emite menos temperatura a la atmósfera.

Una de las consecuencias del aumento de la temperatura del planeta es el aumento del nivel del mar, que se produce por dos razones fundamentales: la temperatura del agua está aumentado y el agua aumenta de volumen al calentarse, y el deshielo de los casquetes polares y glaciares, que aumenta el volumen de agua en los océanos.

De este modo, a escala global, el nivel medio del mar ha aumentado entre 10 y 20 centímetros en los últimos 100 años y se calcula que aumentará entre 9 y 88 cm más de aquí al año 2100. Este aumento del nivel mar no sólo tiene un reflejo en posibles inundaciones en la costa, sino que además favorece la entrada de agua salada en los acuíferos subterráneos, reduciendo la calidad y cantidad de agua dulce disponible.



Aumento del nivel del mar. Fuente: Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas / GRID-Arendal.



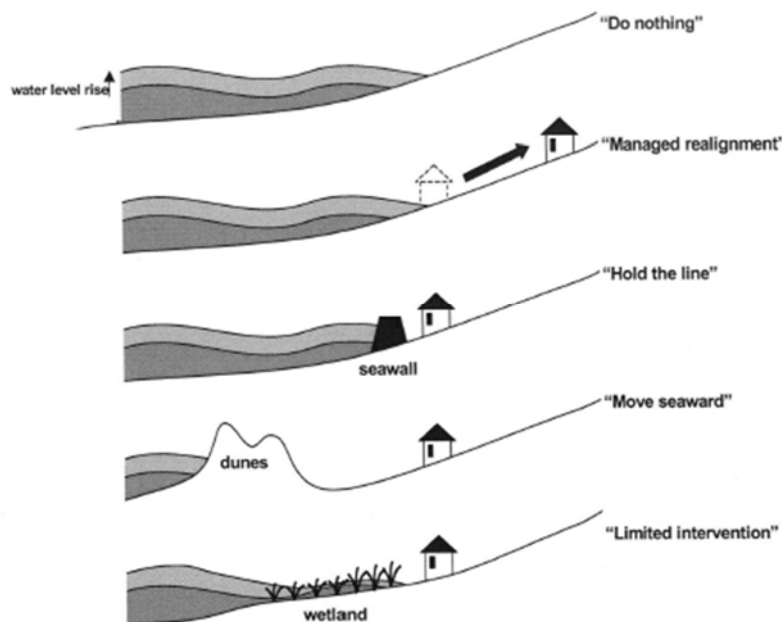
Por otro lado, el Cambio Climático está propiciando un aumento de la cantidad y frecuencia de catástrofes naturales, tales como el incremento de huracanes y lluvias torrenciales.

Todos estos fenómenos (aumento de temperatura, aumento del nivel del mar, aumento de la frecuencia de temporales) tienen una incidencia directa sobre la conservación del litoral y sus ecosistemas.

Ante esta situación, existen diferentes opciones (ver Figura):

1. No hacer nada y dejar que se produzcan los cambios en la costa;
2. Actuar mediante la construcción de defensas (diques), o trasladando hacia el interior todo aquello que pueda verse afectado por los cambios del nivel del mar, y
3. Actuar conservando aquellos ecosistemas naturales que pueden protegernos frente al aumento del nivel del mar y de los temporales costeros, entre los que podemos destacar, a los sistemas dunares.

Las dos últimas opciones consisten en formas de adaptación frente al cambio climático y a sus efectos en la costa.



Modos de actuación frente al nivel del mar en la costa. Fuente: IPCC

### 3.3 Los sensores remotos

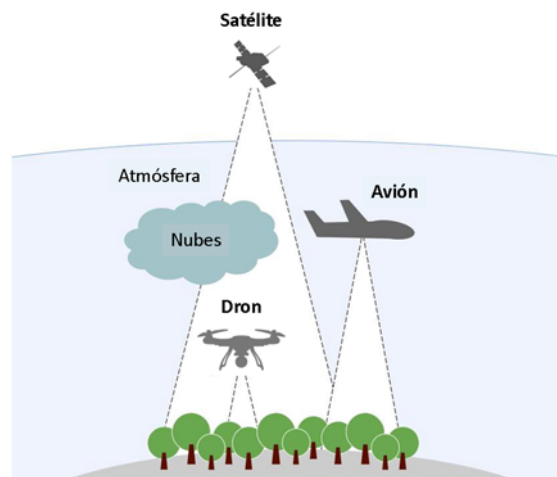
La teledetección, o percepción remota, se refiere a la adquisición de datos de la superficie terrestre con un sensor remoto, y al procesamiento e interpretación de esos datos para caracterizar las diferentes componentes vivas e inertes presentes en la superficie terrestre, así como los procesos que



en ella ocurren. En los últimos años, se está produciendo un auge en el uso de estas técnicas para múltiples aplicaciones como consecuencia de una gran mejora tecnológica y por su capacidad para proporcionar información digital, objetiva, periódica y que abarca grandes superficies.

**¿Qué son los sensores remotos?** Son instrumentos capaces de obtener información de un objeto sin estar en contacto físico con él.

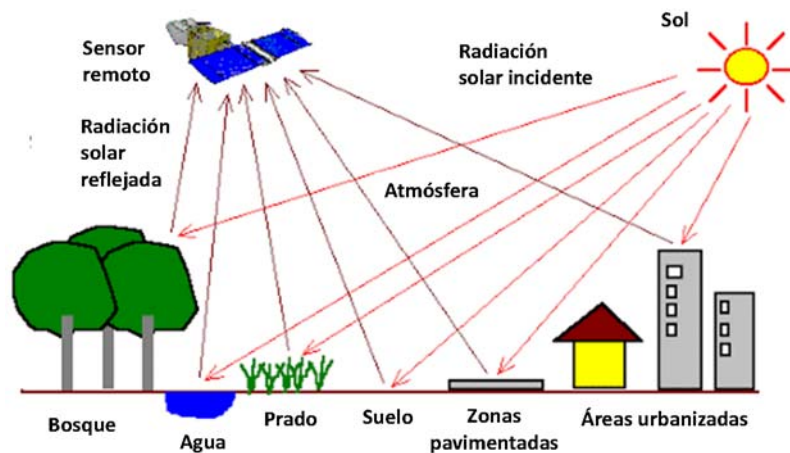
**¿Qué tipos de sensores remotos conocemos?** Principalmente, distinguimos tres tipos de sensores remotos que nos permiten observar la superficie de la tierra, incluidos los sistemas dunares, a diferentes altitudes y con un campo de observación distinto: (1) drones y vehículos aéreos no tripulados; (2) aviones y helicópteros; (3) satélites.



Tipos de sensores remotos: drones, aviones y satélites (modificado de [www.openforests.com](http://www.openforests.com))

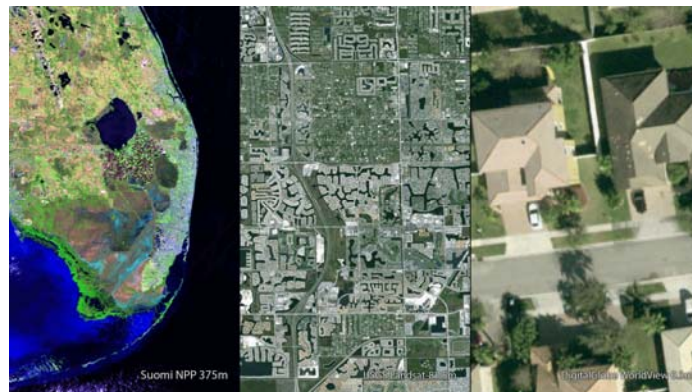
**¿Cómo funcionan los sensores remotos?** Los sensores remotos capturan el resultado de la interacción entre tres elementos fundamentales: una fuente de energía, un objetivo o escena y un sensor.

- La fente de energía es la energía solar o electromagnética. El Sol emite luz que, aunque parezca blanca, está compuesta por varios colores, como los que se ve en un arcoíris. Es lo que llamamos luz visible. Pero además hay otros tipos de luz invisible. La luz infrarroja, por ejemplo (o “radiación caliente”), no puede ser vista por la gente, pero sí por las serpientes. La luz ultravioleta (la que broncea nuestra piel), que tampoco podemos ver, es visible para las abejas. Juntas, todas las formas de luz (o radiación) existentes componen el llamado espectro electromagnético, que va desde las ondas de radio extremadamente largas hasta los rayos gamma ultracortos.
- El objetivo o escena es la porción de la superficie terrestre observada.
- El sensor mide la energía solar (es decir la radiación electromagnética) reflejada por el objetivo o escena. Cada elemento de la superficie terrestre refleja de forma diferenciada la radiación electromagnética que recibe del Sol en función de la longitud de onda, lo cual permite su diferenciación.



Funcionamiento de los sensores remotos de observación de la tierra con la luz solar.

**¿Qué información nos proporcionan los sensores remotos?** La mayor parte de los sensores remotos capturan imágenes en el visible, que es la región del espectro electromagnético en la que ve el ojo humano, aunque muchos de ellos también lo hacen en otras longitudes de onda, como puede ser el infrarrojo térmico.



Imágenes en el visible obtenidas por sensores remotos desde un satélite (izquierda), un avión (centro) y un dron (derecha).

**¿Qué aplicaciones tienen los sensores remotos?** Los sensores remotos se pueden utilizar para desarrollar aplicaciones a escala local o global relacionadas con biología (p. ej., estudio de la biodiversidad, cambios en los usos del suelo o incendios), geografía (p. ej., distribución y expansión de las ciudades o red de carreteras), geología (p. ej., mapas topográficos), agronomía (p. ej., evaluación del rendimiento de los cultivos o de las necesidades de nutrientes y agua), oceanografía (p. ej., estudio de las corrientes oceánicas o de la temperatura del mar), arqueología (p. ej., identificación y mapeado de restos arqueológicos de asentamientos humanos) y meteorología (p. ej., localización y seguimiento de las nubes en la atmósfera), entre otras. De forma más específica, en el caso de las dunas, los sensores remotos se pueden utilizar para:

TALLER ESCOLAR: LOS SISTEMAS DUNARES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

---

- caracterizar la topografía y estudiar los procesos de erosión y acumulación de sedimento.
- estudiar la distribución y estado de los hábitats y especies a lo largo del tiempo y del espacio.
- caracterizar la temperatura superficial del sedimento.
- estudiar las perturbaciones antrópicas que actúan sobre el sistema dunar (p. ej., zonas de pisoteo)
- etc.

## 4 METODOLOGÍA

El objetivo de este taller es acercar a los alumnos a la importancia de la conservación de la biodiversidad en general, y de los sistemas dunares en particular, realizando hincapié sobre los bienes y servicios ecosistémicos que nos proporcionan. Para conseguirlo, se ha elaborado una serie de actividades donde se aborda, de forma clara y sencilla, los principales conceptos sobre el tema.

Para iniciar la actividad, se realizará una breve presentación de la investigadora del proyecto, en la que se presentarán conceptos clave sobre los sistemas dunares, el cambio climático y la aplicación de nuevas tecnologías para el estudio de la naturaleza.

Con el objetivo de afianzar todos los conocimientos que puedan ser adquiridos por los alumnos se han desarrollado diferentes actividades que permitirán trabajar con los conceptos clave vistos en el aula. Las actividades podrán llevarse a cabo tanto en el centro escolar como en casa, ya que se entregará un cuadernillo a cada uno de los alumnos/as con las fichas de trabajo.

El contenido del taller resulta acorde a los contenidos del currículo de los primeros cursos de educación primaria que, dentro de las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales, aborda conceptos básicos sobre los seres vivos, los hábitats, el paisaje y el uso de medios tecnológicos para el estudio de los seres vivos.

El taller fomentará el trabajo en competencias básicas relacionadas con la **competencia en comunicación lingüística**, utilizando vocabulario específico y elaborando exposiciones claras y concisas sobre cada tema, la **competencia social y cívica**, fomentando el interés por el bienestar común, y la **competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico y natural**, conociendo la heterogeneidad del litoral y valorando su patrimonio natural.

### Descripción de Actividades

#### Actividad 1: ¿Quién es quién?

- Descripción: Identificar, en una sopa de letras, diferentes conceptos relacionados con los sistemas dunares
- Conceptos: Componentes del Sistema dunar
- Objetivo general: Reconocer los componentes del sistema dunar y sus principales características
- Tiempo de desarrollo: 15 minutos
- Solución: arena, cordón, gramínea, primaria, terciaria, liebre, ratón, captador, barrón.

#### Actividad 2: ¡Alto ahí!

- Descripción: Actividad experimental en la que los alumnos simularán la acción del viento sobre diferentes tipos de sedimento (arena fina, arena gruesa, arena

húmeda) y su retención por diferentes objetos (piedras gruesas, cartones) para la formación de una duna.

La acción del viento se simulará soplando a través de pajitas y el sedimento se encontrará en una caja de cartón para evitar su dispersión en el aula. En la caja se colocarán diferentes objetos que favorecerán la retención de la arena, simulando la formación natural de un sistema dunar.

- Conceptos: Transporte eólico y formación dunar
- Objetivo general: Identificar cómo se produce la formación dunar. Observar diferencias asociadas a las características de los sedimentos
- Tiempo de desarrollo: 45 minutos

### Actividad 3: ¿Me sirves?

- Descripción: Identificar ejemplos de los beneficios asociados a los sistemas dunares completando las frases con diferentes palabras. Completar un crucigrama con las palabras ocultas
- Conceptos: Servicios ecosistémicos
- Objetivo general: Reconocer los principales tipos de servicios ecosistémicos asociados a un sistema natural
- Tiempo de desarrollo: 10 minutos
- Solución:
  - Las dunas funcionan como depósito de arenas para las playas
  - Las dunas actúan como filtro de agua y evitan que el agua subterránea se vuelva salada
  - Son una barrera para las olas y el viento
  - Las dunas protegen la costa de la erosión del mar
  - Las dunas son fuente de diversidad y tienen especies muy singulares por sus adaptaciones
  - El paisaje dunar atrae el turismo

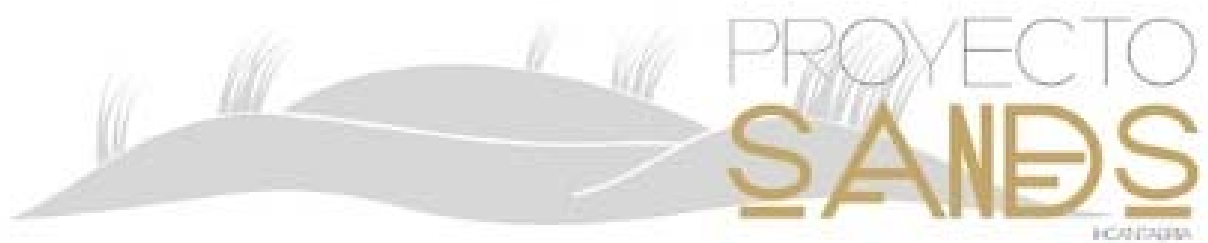
### Actividad 4: Diferentes puntos de vista

- Descripción: Relación de diferentes instrumentos para la observación del medio natural y las imágenes observadas. Completar el nombre de cada instrumento.
- Conceptos: Sensor remoto, observación, imagen remota, resolución espacial.
- Objetivo general: Identificar diferentes instrumentos que pueden ser utilizados para la observación y seguimiento del medio natural. Ponerles nombre a los diferentes tipos de sensores remotos.
- Tiempo de desarrollo: 15 minutos
- Solución: Microscopio – grano de arena; Lupa – montón de arena; dron – píxeles de vegetación; cámara aerotransportada – sistema dunar completo; satélite – costa.

### Actividad 5: ¿Lo hemos aprendido?

- Descripción: Kahoot para competir entre grupos.
- Conceptos: Sistema dunar, servicios ecosistémicos, sensores remotos.
- Objetivo general: Recordar conceptos sobre la importancia de los sistemas dunares como fuente de diversidad y protección frente al cambio climático.
- Tiempo de desarrollo: 10 minutos





Un proyecto de:



Con el apoyo de:

