



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

UNIDAD DIDÁCTICA: “APRENDE SOBRE LA ATMÓSFERA” EN 1º ESO

Alumno: Ruiz Díaz, Enrique

Tutores: Prof. D. Matías Reolid Pérez

Prof. D^a. María Teresa Ocaña Moral

Dptos.: Geología

Didáctica de las Ciencias

Febrero, 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	6
2.1. La atmósfera terrestre	6
2.1.1. Origen y evolución de su composición	6
2.1.2. Estructura de la atmósfera	10
2.1.2.1. Troposfera	10
2.1.2.2. Estratosfera	11
2.1.2.3. Mesosfera	12
2.1.2.4. Termosfera, exosfera y magnetosfera	12
2.1.3. Funciones de la atmósfera	13
2.2. Meteorología y climatología: elementos del clima	15
2.2.1. La presión atmosférica	15
2.2.2. El viento	18
2.2.3. La temperatura	20
2.2.4. La humedad	22
2.2.5. La precipitación	23
2.3. La contaminación atmosférica	25
2.3.1. Causas de la contaminación atmosférica	26
2.3.2. Consecuencias de la contaminación de la atmósfera	27
2.3.2.1. Efecto invernadero y calentamiento global	28
2.3.2.2. El agujero en la capa de ozono	31
2.3.2.3. La lluvia ácida	34
2.3.2.4. La mala calidad del aire en las ciudades	35
2.3.3. Formas de proteger la atmósfera	36
2.4. La alfabetización científica y la Didáctica de las Ciencias Experimentales	37
2.5. Aspectos didácticos del proceso de enseñanza de las ciencias: la atmósfera	38
2.5.1. Ideas previas de los alumnos	40
2.5.2. Propuestas de mejora didáctica	42
3. UNIDAD DIDÁCTICA	44
3.1. Introducción	44
3.2. Justificación y contextualización	45
3.2.1. Fundamentación	45

3.2.2. Características del centro	46
3.2.3. Características del alumnado	46
3.3. Objetivos	47
3.3.1. Objetivos de etapa	47
3.3.2. Objetivos de área de conocimiento	48
3.3.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica	49
3.4. Competencias clave	50
3.5. Contenidos	52
3.5.1. Contenidos de materia	53
3.5.2. Contenidos transversales	54
3.5.3. Contenidos de planes y proyectos	55
3.6. Metodología	55
3.6.1. Principios metodológicos	55
3.6.2. Organización del tiempo	56
3.6.3. Organización del espacio	57
3.6.4. Agrupamientos	57
3.6.5. Descripción y secuenciación de las actividades	57
3.6.6. Actividades complementarias	65
3.6.7. Materiales y recursos didácticos	66
3.6.8. Atención a la diversidad	66
3.7. Evaluación	68
3.7.1. Sistema de evaluación	69
3.7.2. Criterios de evaluación	69
3.7.3. Estándares de aprendizaje	70
3.7.4. Criterios de calificación	71
3.7.5. Técnicas e instrumentos de evaluación	71
3.7.6. Recuperación y proacción	77
3.8. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje	77
3.8.1. Instrumentos empleados	77
4. CONCLUSIONES	80
5. BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	

RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Máster se desarrolla una propuesta didáctica acerca de la atmósfera, dirigida a los alumnos¹ del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. Con ella se pretende acercar a los alumnos al conocimiento de la atmósfera, el clima y la contaminación atmosférica a través del trabajo autónomo, siendo ellos mismos los protagonistas de su propio aprendizaje.

Para ello, se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de los contenidos relacionados con la atmósfera y los aspectos didácticos más importantes del proceso de enseñanza de las ciencias, en general, y de la atmósfera, en particular.

Finalmente, se ha diseñado una unidad didáctica en la que se han seleccionado contenidos relacionados con la atmósfera, se han formulado objetivos, se han propuesto actividades de aprendizaje y se han concretado unos criterios de evaluación con la finalidad de que los alumnos adquieran los conocimientos deseados y desarrollen las competencias clave, a través de una metodología activa, significativa y motivadora.

Palabras clave: unidad didáctica, Biología y Geología, atmósfera, clima, contaminación atmosférica.

ABSTRACT

In this Master's Thesis, a didactic proposal based on the atmosphere is developed, aimed at students in the first year of Compulsory Secondary Education. Through the implementation of this proposal, we expect students to get to know the atmosphere, the climate and air pollution; we also intend to give students opportunities to become autonomous learners, that is to say, to become the protagonists of their own learning.

To do this, a bibliographic review of contents related to the atmosphere and to the most important didactic aspects of the teaching of science, in general, and of the atmosphere, in particular, has been carried out.

Finally, a didactic unit has been designed in which contents related to the atmosphere have been selected, objectives have been formulated, learning activities have been proposed and evaluation criteria have been specified in order for students to acquire the desired knowledge and to develop the key competencies, through an active, meaningful and motivating methodology.

Key words: didactic unit, Biology and Geology, atmosphere, climate, air pollution.

¹ En este trabajo, de acuerdo al principio de economía del lenguaje, se usa el masculino de forma genérica para aludir conjuntamente a ambos sexos.

1. INTRODUCCIÓN

La inquietud por comprender el clima y predecirlo es una tarea que ha ocupado al ser humano desde el inicio de su existencia, con alusiones escritas que datan de los primeros registros realizados por el hombre (Albentosa, 1984; citado en Cuadrat y Pita, 2014).

Al principio, el conocimiento de los meteoros estaba mediatizado por creencias sobrenaturales y frecuentemente asociado al movimiento de los astros. Los primeros instrumentos para medir variables meteorológicas se hicieron esperar hasta el siglo XVII cuando Galileo, Torricelli y Hooke inventaron el termómetro, el barómetro y el anemómetro, respectivamente (Palomares, 2015). De hecho, en este mismo siglo, incluso con el nacimiento de la Física y la formulación de los principios básicos de funcionamiento del Universo, la atmósfera queda completamente excluida de la preocupación científica.

Sorprendentemente, como recoge la obra de Cuadrat y Pita (2014), no fue hasta el siglo XIX, con la construcción de una red mundial de observatorios meteorológicos ante la necesidad de prever el comportamiento del tiempo, cuando apareció la Climatología como una ciencia organizada tal y como la conocemos hoy.

De acuerdo a Palomares (2015), a comienzos del siglo XX, el físico y meteorólogo noruego Vilhelm Bjerknes propuso enfocar la predicción del tiempo partiendo de la observación tridimensional de la atmósfera, estableciendo el fundamento de la predicción actual. Dicho autor destaca, a su vez, la importancia que tuvo el desarrollo de la aviación, en esta misma época, para el conocimiento de los niveles altos de la atmósfera.

Posteriormente, la revolución industrial trajo consigo un importante desarrollo tecnológico y, al mismo tiempo, un importante aumento en la emisión de gases contaminantes a la atmósfera (Gallego *et al.*, 2012). Como resultado de los procesos de contaminación de la atmósfera, sus propiedades se han visto afectadas, lo que ha dado lugar a una serie de consecuencias graves a escala local y global.

Actualmente, la preocupación por la contaminación atmosférica y sus efectos sobre el clima, los seres vivos, el medio ambiente y la salud de las personas es uno de los problemas con mayor repercusión mediática y social. Por este motivo, en un mundo dominado por las tecnologías de la información, pero donde no toda la información es de confianza, resulta fundamental que los adolescentes sean capaces de desarrollar el pensamiento crítico a la hora de procesar la inmensa cantidad de información que reciben.

Con este Trabajo Fin de Máster (TFM) se pretende acercar los contenidos relacionados con la atmósfera, el clima y la contaminación atmosférica a los alumnos e

intentar que adquieran conciencia sobre la importancia de desarrollar actitudes responsables que favorezcan la sostenibilidad del sistema.

Así, el principal objetivo de este TFM es diseñar una unidad didáctica partiendo de una revisión bibliográfica de aquellos contenidos relacionados con la atmósfera y las aportaciones más relevantes de la Didáctica de las Ciencias sobre esta temática.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. La atmósfera terrestre

En términos generales, se denomina atmósfera a la capa de gases que rodea toda la superficie de un cuerpo celeste. La atmósfera terrestre es, por consiguiente, la capa gaseosa que rodea al planeta Tierra, al que está confinada por la atracción gravitatoria del propio planeta.

La atmósfera terrestre está formada por una mezcla de gases, a la que denominamos aire, que ha ido evolucionando a lo largo de millones de años. Su espesor alcanza los 2000 km aproximadamente aunque el 75% de su masa se concentra en los primeros 11 km. A pesar de ello, no se trata de una capa uniforme en todo su volumen, sino que en su estructura se pueden diferenciar varias capas que presentan una composición y propiedades físicas variables, influidas por los procesos biológicos y geoquímicos, las radiaciones procedentes del Sol o la atracción gravitatoria de la Tierra (Gallego *et al.*, 2012).

Se puede entender la atmósfera, por tanto, como una capa entre la Tierra y el Sol que interactúa de forma continuada con el océano y los continentes regulando el clima (Zúñiga y Crespo, 2010), a la vez que posibilita la existencia de vida en el planeta, gracias a los gases que mantienen la biosfera animal y vegetal, y a su función protectora frente a las radiaciones dañinas procedentes del Sol (Barry y Chorley, 1999).

2.1.1. Origen y evolución de su composición

La composición actual de la atmósfera seca (Figura 1) se caracteriza por la prevalencia de dos gases principales, el nitrógeno (N_2) y el oxígeno (O_2), cuya suma constituye el 99% del volumen de la misma. Ambos gases son muy estables y, junto con el argón (Ar) y otros gases traza como helio (He), radón (Rn) e hidrógeno (H_2), son conocidos como gases permanentes (Zúñiga y Crespo, 2010).

El volumen restante lo integran un conjunto de gases, denominados gases variables (Zúñiga y Crespo, 2010) o gases invernadero, que, pese a su menor presencia, son esenciales en la termodinámica atmosférica ya que producen el llamado “efecto invernadero” y cuyas concentraciones son muy susceptibles a las actividades antropogénicas (Barry y Chorley, 1999). Entre ellos se encuentran, según Barry y Chorley (1999):

- El vapor de agua (H_2O). Es el principal gas invernadero y además un constituyente vital de la atmósfera. Está presente en proporciones que varían desde el 0,1% en desiertos y regiones polares hasta el 4% en los trópicos.

- El dióxido de carbono (CO_2). Las principales emisiones de este gas provienen de la respiración de los seres vivos, los procesos edáficos, las combustiones y la evaporación oceánica, junto con las emisiones que se liberan desde el interior terrestre. Por otro lado, su fijación se lleva a cabo en los océanos, donde se disuelve y pasa a formar parte de rocas carbonatadas y caparazones de organismos, y en los procesos de fotosíntesis vegetal.
- El metano (CH_4). Casi dos terceras partes del volumen de este gas están directamente relacionadas con actividades antropogénicas. Así pues, el metano se produce, principalmente: a través de procesos anaeróbicos en arrozales, por la fermentación entérica de los animales, la extracción de carbón y petróleo, la combustión de biomasa y los vertederos, además de por otros procesos de origen natural. El metano se oxida a CO_2 y H_2O en un complejo sistema de reacciones fotoquímicas.
- El óxido nitroso (N_2O). Es producido por determinados mecanismos biológicos en océanos y suelos, la combustión de las industrias, automóviles, aviones e incendios de biomasa, así como resultado del uso de abonos químicos. Su destrucción tiene lugar en la estratosfera mediante reacciones fotoquímicas que producen óxidos de nitrógeno.
- El ozono (O_3). La radiación solar ultravioleta disgrega las moléculas de oxígeno dando origen a este gas que se concentra en la denominada capa de ozono, mientras que, determinadas reacciones, en las que participan óxidos de nitrógeno y cloro generado por los clorofluorocarbonos, las erupciones volcánicas y la quema de vegetación, lo destruyen, provocando así el agujero en la capa de ozono.
- Los clorofluorocarbonos (CFC). Su origen es exclusivamente antropogénico. Así, comenzaron a aparecer en la atmósfera a partir de los años 30 y su vida media oscila entre los 65 y 130 años. Se producen en la fabricación de propulsores de aerosoles, refrigerantes, limpiadores y acondicionadores de aire. Cuando se liberan, estas moléculas se elevan hacia la estratosfera, desplazándose hacia los polos, donde son descompuestas mediante procesos fotoquímicos, originando cloro.
- Los halocarbonos hidrogenados (HFC y HCFC). Al igual que los anteriores, también son producidos en su totalidad por el hombre. Su presencia en la atmósfera ha aumentado radicalmente en las últimas décadas ya que han sido empleados para sustituir a los CFC. Además, aunque su tiempo de residencia en la atmósfera es bastante bajo (7 años en el tricloroetano, por ejemplo), presentan efectos invernadero sustanciales.

Además de los gases invernadero, los ciclos del azufre, nitrógeno y cloro, son responsables de producir importantes compuestos gaseosos reactivos como el óxido nítrico, el dióxido de nitrógeno o el dióxido de azufre, todos ellos claves en la formación de la lluvia ácida y la destrucción del ozono (Barry y Chorley, 1999).

<i>Componente</i>	<i>Símbolo</i>	<i>% en volumen (aire seco)</i>	<i>Peso molecular</i>
Nitrógeno	N ₂	78,08	28,02
Oxígeno	O ₂	20,95	32,00
*‡Argón	Ar	0,93	39,88
Dióxido de carbono	CO ₂	0,035	44,00
‡Neón	Ne	0,0018	20,18
*‡Helio	He	0,0005	4,00
†Ozono	O ₃	0,00006	48,00
Hidrógeno	H	0,00005	2,02
‡Criptón	Kr	0,0011	
‡Xenón	Xe	0,00009	
§Metano	CH ₄	0,00017	

Notas: *Productos de la descomposición del potasio y el uranio.
 †Recombinación del oxígeno.
 ‡Gases inertes.
 §En la superficie.

Figura 1. Composición promedio de la atmósfera seca por debajo de 25 km (Barry y Chorley, 1999).

Asimismo, en la atmósfera también se encuentran partículas sólidas en suspensión como sales, polvo, cenizas volcánicas y polen, entre otras, que constituyen el aerosol atmosférico (Zúñiga y Crespo, 2010). La medición de las cantidades de CO₂, otros gases de efecto invernadero y partículas de la atmósfera evidencian aumentos en casi todos ellos desde que comenzó la revolución industrial (Barry y Chorley, 1999).

La atmósfera es, por tanto, un sistema complejo y dinámico que se halla en continua interacción con la Tierra. Estando, su evolución, íntimamente ligada a los grandes acontecimientos naturales (biológicos y geológicos) y antropogénicos. Así pues, la composición de la atmósfera primitiva nada tenía que ver con la composición de la atmósfera actual.

La atmósfera primitiva comenzó a formarse hace miles de millones de años cuando las altas temperaturas generadas durante la formación del planeta, que estaba convertido en una masa de roca fundida, provocaron la salida de gases del interior terrestre (Gallego *et al.*, 2012). Estos gases quedaron retenidos por la atracción gravitatoria terrestre, tras la bajada de las temperaturas, permitiendo así la formación de la atmósfera primitiva (Zúñiga y Crespo, 2010). La composición de esta atmósfera primitiva era similar a la de las atmósferas de Venus y Marte, que, en la actualidad, están constituidas por un 95-96% de CO₂, un 2,7-3,5% de N₂, mientras que el O₂ es un gas minoritario (Gallego *et al.*, 2012).

¿Cómo se puede explicar entonces la divergencia evolutiva de la atmósfera terrestre con respecto a la atmósfera de otros planetas? La respuesta está en la existencia de vida.

Debido a la condensación, el vapor de agua existente en la atmósfera se convirtió en agua de lluvia que inundó tres cuartas partes de la superficie del planeta. En los mares y océanos, la aparición de las primeras bacterias anaerobias y fotosintéticas provocó un cambio radical en la composición de la atmósfera, que pasó de ser una atmósfera reductora a oxidante. Estas bacterias consumían CO_2 y producían O_2 como residuo metabólico que inicialmente reaccionó con el hierro dando gran cantidad de óxidos que se acumularon en el fondo marino (formaciones de hierro bandeado) (Figura 2). Posteriormente, el O_2 fue acumulándose progresivamente en la atmósfera. En las zonas más altas de la atmósfera se transformó en ozono, cuya capacidad para absorber la radiación ultravioleta facilitó el desarrollo de la vida fuera del agua (Duarte, 2007).

Desde entonces, y en líneas generales, la composición y la concentración de gases de la atmósfera se ha mantenido constante (Gallego *et al.*, 2012).

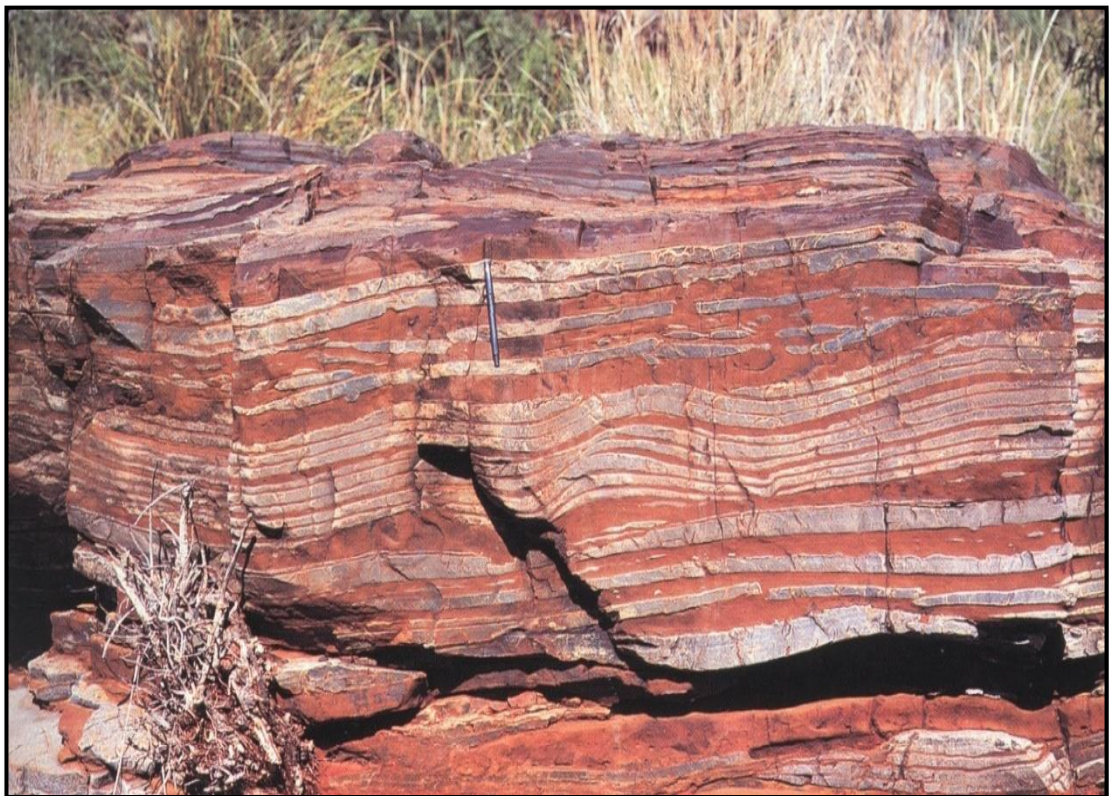


Figura 2. Roca perteneciente a una formación de hierro bandeado donde las bandas plateadas corresponden a altas concentraciones de hierro y las bandas rojizas a materiales detríticos silíceos con altos contenidos ferruginosos (Anónimo, s.f.; tomado de Geofrik, 2013).

2.1.2. Estructura de la atmósfera

La atmósfera se divide en una serie de capas concéntricas, en función de su composición y temperatura (Figura 3) (Barry y Chorley, 1999), que en orden ascendente desde la superficie terrestre son: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera y magnetosfera.

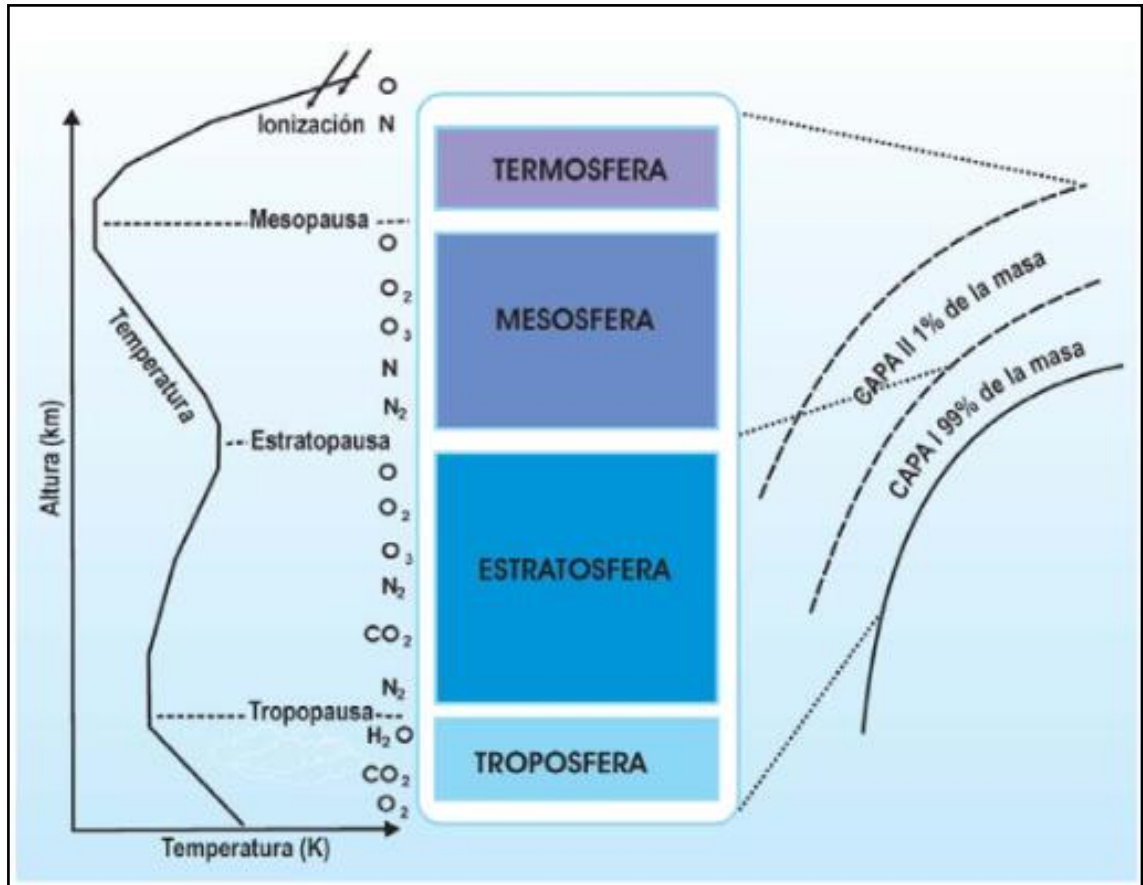


Figura 3. Estructura vertical de la atmósfera (White, Mottershead y Harrison, 1987).

2.1.2.1. Troposfera

La troposfera es la capa inferior de la atmósfera donde se producen todos los fenómenos meteorológicos. Tiene un espesor medio de 12 km aunque este valor varía en función de la latitud, siendo más gruesa en el ecuador (16 km) que en los polos (8 km) (Gallego *et al.*, 2012). Es la capa en contacto con la superficie terrestre y, por lo tanto, interacciona con la litosfera y la biosfera. Contiene el 75% de la masa gaseosa de la atmósfera ya que el aire es muy compresible y con la altura se expande, lo que provoca, a su vez, la disminución de la temperatura a través de esta capa hasta alcanzar los -55°C en su zona más alta (Barry y Chorley, 1999).

Entre la troposfera y la siguiente capa, existe una capa de aire relativamente cálido que actúa como tapadera, limitando la convección y permitiendo

que la troposfera se mantenga en gran parte estanca, es lo que se conoce como tropopausa (Barry y Chorley, 1999).

2.1.2.2. Estratosfera

La estratosfera se extiende desde la tropopausa hasta unos 50 km aproximadamente (Barry y Chorley, 1999). En ella se encuentra el 80% del ozono atmosférico cuya densidad máxima se alcanza en torno a los 25 km de altura donde se forma lo que se conoce como ozonósfera o capa de ozono (Gallego *et al.*, 2012). La temperatura en la estratosfera aumenta con la altitud, según Zúñiga y Crespo (2010), debido a un aumento de la concentración de ozono con la altitud y, por consiguiente, a una mayor absorción de radiación ultravioleta procedente del Sol. Esto impide, según Gallego *et al.* (2012):

El ascenso de las masas de aire más frías y densas por encima de las más calientes y menos densas. Por este motivo, las masas de aire se distribuyen de forma horizontal, no hay movimientos verticales, y esta es la razón por la cual no se producen fenómenos meteorológicos en esta zona de la atmósfera. (p. 17)

Esto la convierte en una capa bastante estable, por ello los aviones supersónicos vuelan en sus zonas más bajas (Figura 4).



Figura 4. Imagen del mítico Concorde, el primer avión comercial supersónico que realizaba vuelos transcontinentales entre Londres o París y Nueva York en 3,5 horas (Asfour, s.f.; tomado de Thibault, 2019).

2.1.2.3. Mesosfera

La región que establece la separación entre la estratosfera y la siguiente capa, la mesosfera, es la estratopausa. En la estratopausa, la temperatura puede ser superior a los 0°C debido a que aquí se alcanzan las temperaturas máximas asociadas a la absorción de la radiación solar ultravioleta por el ozono (Barry y Chorley, 1999). Desde aquí hasta unos 90 km se extiende la mesosfera que contiene solo el 0,1% de la masa atmosférica (Gallego *et al.*, 2012).

En esta capa, la temperatura desciende paulatinamente hasta un mínimo de -133°C en las zonas más altas de la misma. A partir de ahí, se produce una nueva inversión térmica denominada mesopausa, que separa la mesosfera y la termosfera. Es en esta zona donde se pueden observar las nubes noctilucentes (Figura 5) sobre las latitudes altas en verano (Barry y Chorley, 1999).



Figura 5. Nubes noctilucentes, también denominadas nubes mesosféricas polares, son las nubes que se forman a mayor altura en la atmósfera. Se observan en latitudes altas a principios de verano, antes del amanecer o tras el atardecer (Agencia Estatal de Meteorología [AEMET], 2019).

2.1.2.4. Termosfera, exosfera y magnetosfera

La termosfera, que se extiende hasta los 600 km de altitud, es una capa donde la densidad del aire es extremadamente baja, llegando a disociarse las moléculas

de oxígeno y nitrógeno para transformarse en átomos libres (Gallego *et al.*, 2012). El gradiente de temperatura vuelve a ser positivo, es decir, la temperatura aumenta con la altura debido a la absorción de la radiación ultravioleta extrema por parte del oxígeno molecular y atómico. A partir de los 100 km de altura, la radiación cósmica, los rayos X solares y la radiación ultravioleta causan la ionización de los átomos y moléculas presentes, es por ello que esta capa también es conocida como ionosfera. Además, en ella se producen las auroras polares (boreales en el hemisferio norte y australes en el hemisferio sur) (Figura 6) que son el resultado de la penetración de partículas ionizadoras entre los 300 y los 80 km (Barry y Chorley, 1999).

Por encima de los 600 km de altitud se extienden la exosfera y la magnetosfera, que son las dos últimas capas de transición hacia el espacio exterior. En ellas las leyes de los gases dejan de ser válidas y la atmósfera es tan tenue que se confunde con el espacio (Barry y Chorley, 1999).



Figura 6. Aurora polar fotografiada en el hemisferio norte (aurora boreal) (Civitatis, s.f.).

2.1.3. Funciones de la atmósfera

La atmósfera desempeña numerosas funciones que la hacen imprescindible para la preservación de la vida en la Tierra tal y como la conocemos hoy. Estas funciones que la naturaleza ofrece es lo que Gallego *et al.* (2012) denominan servicios ambientales. Estos autores destacan los siguientes:

- **Filtrado de rayos solares dañinos:** la atmósfera actúa como un filtro protector reteniendo las radiaciones solares más peligrosas e incompatibles con la vida. Así pues, en la ionosfera se absorben los rayos X y los rayos gamma, mientras que el ozono atmosférico, que forma la capa de ozono en la estratosfera, absorbe la radiación ultravioleta procedente del Sol.
- **Mantenimiento y distribución de la temperatura (efecto invernadero):** la luz visible que atraviesa la atmósfera puede ser reflejada o absorbida por el suelo. Cuando el suelo la absorbe, se calienta y emite radiación infrarroja hacia el exterior. Parte de esta radiación sale hacia el espacio mientras que el resto es retenida por los llamados gases de efecto invernadero, lo que provoca el calentamiento de la atmósfera. Gracias a la presencia de estos gases, la temperatura media de la Tierra es de unos 16°C, es decir, 30°C más elevada de lo que sería sin ellos. Además de mantener una temperatura media adecuada para la vida, la circulación atmosférica (acción de los vientos) junto con la circulación oceánica, ayuda a distribuir la energía solar por toda la superficie terrestre.
- **Autodepuración:** los continuos movimientos que se producen en la troposfera ayudan a mantener el equilibrio de las concentraciones de todos sus gases, incluidos los contaminantes emitidos por el ser humano. Sin embargo, aunque la atmósfera dispone de mecanismos para la depuración de contaminantes como los radicales -OH, capaces de degradar numerosos contaminantes orgánicos e inorgánicos, esta capacidad de autodepuración no es ilimitada y depende en gran medida de la magnitud de las emisiones y del tipo de compuesto que se emite, pudiendo llegar a producirse acumulaciones de determinados tipos de gases.
- **Mantenimiento de los ciclos biogeoquímicos:** la atmósfera forma parte del entramado que lleva a cabo el ciclo de elementos clave para la vida. Este proceso se ha repetido durante millones de años, dando lugar a un equilibrio en el que las cantidades de dichos elementos se mantienen aproximadamente constantes y se regeneran, aunque muy lentamente, conforme se van consumiendo.
- **Mantenimiento del ciclo del agua:** la atmósfera facilita la redistribución del vapor de agua procedente de los mares y continentes, ya sea condensado en forma de nubes o precipitándose en forma de lluvia, niebla o nieve.

2.2. Meteorología y climatología: elementos del clima

Zúñiga y Crespo (2010) definen la meteorología como “la ciencia que estudia la atmósfera y los meteoros o fenómenos tales como el viento, la lluvia, etc., que en ella suceden” (p. 4). Según estos autores, estos fenómenos que caracterizan el estado de la atmósfera en un momento dado constituyen lo que se denomina tiempo atmosférico, mientras que el promedio del tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un largo período de tiempo es lo que se conoce como clima. De este modo, la meteorología estudia el tiempo atmosférico y la climatología el clima.

Señalan Zúñiga y Crespo (2010), que una característica esencial del tiempo y del clima es que están en continuo cambio y que, esto es debido a que, todo el planeta incluida su capa más externa, la atmósfera, forma un sistema dinámico en continua evolución. Además, precisan que las escalas temporales en las que se produce el cambio son muy distintas, ya que el tiempo puede cambiar en cuestión de minutos u horas mientras que las modificaciones del clima suponen de decenas a miles de años de cambios.

El estudio y análisis del tiempo y del clima ha supuesto una inquietud para el ser humano desde los primeros tiempos de los que se tienen testimonios escritos. En la actualidad, “la predicción operativa del tiempo se basa en modelos numéricos de simulación de la atmósfera muy sofisticados, ejecutados por potentes ordenadores a partir de la observación de los datos atmosféricos provenientes de muchas fuentes, sobre todo de satélites” (Palomares, 2015, p. 7). Otra importante fuente que permite medir y registrar diversas variables meteorológicas de forma regular es la amplia red de estaciones meteorológicas distribuidas por el mundo. La suma de estas y otras fuentes, como los radares, permite elaborar múltiples tipos de mapas meteorológicos de los diversos fenómenos que caracterizan el estado de la atmósfera, ya sea de forma individual o combinando varios en un mismo mapa.

A continuación, se van a tratar en mayor profundidad los principales elementos que conforman el clima como son: la presión atmosférica, el viento, la temperatura, la humedad y la precipitación.

2.2.1. La presión atmosférica

La atmósfera terrestre presenta una masa determinada que es atraída hacia el centro planetario por la fuerza de la gravedad, lo que supone una presión sobre la superficie terrestre denominada presión atmosférica, que puede definirse como el peso que ejerce la columna de aire sobre la superficie terrestre (Barry y Chorley, 1999; Zúñiga y Crespo, 2010).

Cuadrat y Pita (2014) indican que las variaciones que sufre la presión atmosférica pueden ser tanto de tipo vertical como horizontal, siendo las variaciones verticales más acusadas que las horizontales y teniendo, ambas, consecuencias importantes en el movimiento de las masas de aire.

En cuanto a las variaciones verticales, estos autores señalan que, si se tiene en cuenta que en la superficie terrestre la totalidad de la columna de aire es la que está ejerciendo la presión, es lógico pensar que, a medida que se asciende en altura dicha columna de aire es cada vez menor y, por tanto, su presión también es menor. Sin embargo, continúan, este proceso no es lineal ya que la mayor parte de la masa atmosférica se concentra en sus capas bajas lo que hace que la presión disminuya de forma brusca con la altura en las capas inferiores y que lo haga de forma gradual y suave a medida que se asciende hacia los niveles más elevados de la atmósfera.

Además, Cuadrat y Pita (2014) establecen que las variaciones horizontales surgen atendiendo a dos tipos de mecanismos:

- Térmicos. Son los que determinan que, en las capas de aire inmediatas a la superficie terrestre, los procesos de calentamiento se acompañen de bajadas de presión y los procesos de enfriamiento de subidas, justo al contrario de lo que sucede en las capas altas de la atmósfera.
- Dinámicos. Se asocian al movimiento del aire, formando agolpamientos o vacíos de aire en puntos determinados, aumentando o disminuyendo, respectivamente, la presión en dichos puntos.

Todo ello hace que la distribución horizontal de las presiones no sea homogénea, sino que se crean zonas de altas y bajas presiones que resultan de gran importancia en el estudio del clima (Cuadrat y Pita, 2014).

De forma habitual, el análisis de la distribución de estas presiones se lleva a cabo mediante la representación gráfica de los niveles designados como más significativos. El conjunto de las distribuciones encontradas en estos niveles “permite obtener una idea muy aproximada del estado de la presión en todo el volumen atmosférico, lo que se conoce como el campo de presiones” (Cuadrat y Pita, 2014, p. 202). En función del nivel atmosférico que se represente, los mapas de distribuciones barométricas de la atmósfera pueden ser:

- Mapas de superficie (Figura 7): son aquellos que representan la distribución de la presión a nivel del mar mediante el trazado de las isobaras o líneas de igual presión. Así, en estos mapas, se establecen distintas configuraciones isobáricas entre las que destacan los anticiclones o altas (zonas de alta presión), las depresiones, borrascas o bajas (zonas de baja

- Mapas de altura (Figura 8): se utilizan para representar el resto de niveles atmosféricos, fijando un valor determinado de presión y trazando líneas de altura o isohipsas para dicho valor fijo de presión. En este tipo de mapas, las zonas de altas y bajas son altas de altitud o elevaciones y bajas de altitud o depresiones (Zúñiga y Crespo, 2010).

Otros barómetros se fundamentan en las variaciones de presión que deforman la superficie de un cuerpo, amplificando esta deformación a través de medios mecánicos o electrónicos para transformarla en la medida de presión (Zúñiga y Crespo, 2010).

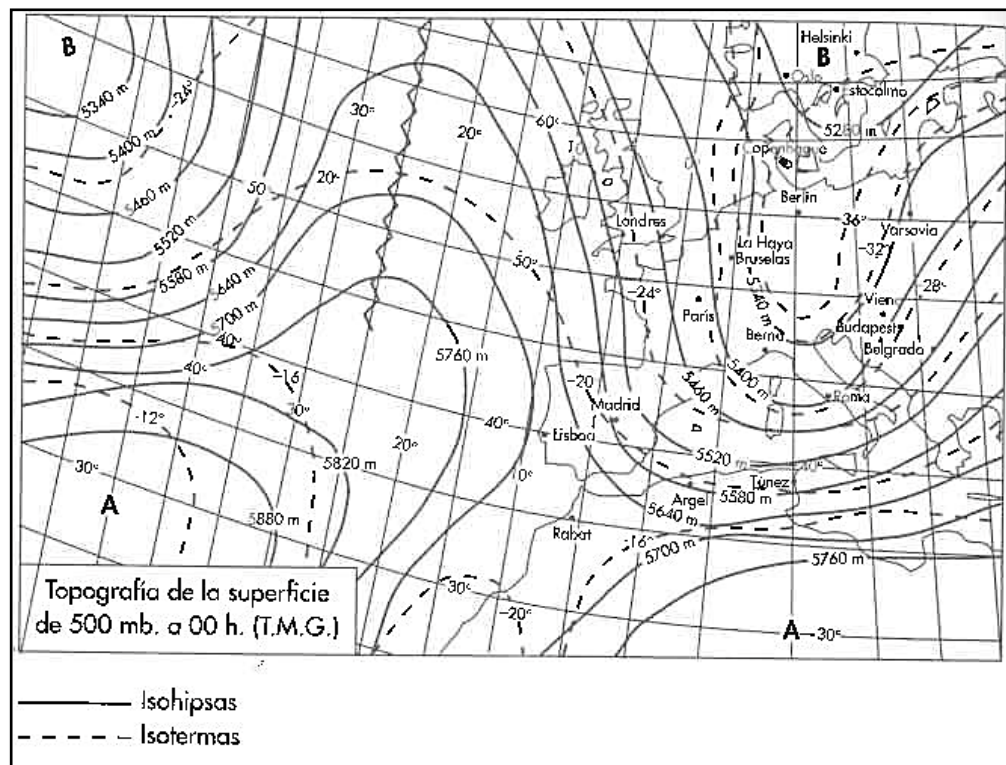


Figura 8. Ejemplo de mapa de altura en el que se representa la distribución de la presión en las capas de la atmósfera a través de la altura alcanzada en los distintos lugares por la superficie isobara de 500 hPa, a la vez que se representan las isothermas para conocer el comportamiento de la temperatura en altura (Cuadrat y Pita, 2014).

La unidad de medida de la presión atmosférica en el sistema internacional es el pascal ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ Nm}^{-2}$) aunque es común el uso de unidades como la atmósfera, atm, y el milímetro de mercurio, mm Hg, que es el valor medio de la presión atmosférica a nivel del mar ($1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 1013,25 \text{ mbar} = 760 \text{ mm Hg}$). En meteorología, sin embargo, se tiende a utilizar cada vez más el hectopascal, dada su equivalencia con el milibar ($1 \text{ mbar} = 1 \text{ hPa}$), que es la unidad empleada históricamente en esta ciencia (Zúñiga y Crespo, 2010; Cuadrat y Pita, 2014).

2.2.2. El viento

El movimiento horizontal del aire es lo que se conoce como viento. Este movimiento es el resultado de la suma de todas las fuerzas que actúan sobre el aire. Sin embargo, no se incluyen en esta definición los movimientos verticales del aire ya que son el resultado del equilibrio entre la fuerza de la gravedad y el empuje y, además, son de menor magnitud (Zúñiga y Crespo, 2010; Cuadrat y Pita, 2014). Así pues, cuatro son las fuerzas principales que participan en la génesis del viento según Cuadrat y Pita (2014):

- La fuerza del gradiente de presión, que es la primera fuerza que impulsa al aire a moverse, concretamente entre dos puntos con valores de presión diferentes.
- La fuerza de Coriolis, observada por Coriolis en el siglo XIX y, más tarde, definida como Ley por Ferrel. Su origen se encuentra en el movimiento de rotación de la Tierra alrededor del eje de los polos y su efecto modifica la trayectoria inicial del viento, desviándola hacia la derecha si nos encontramos en el hemisferio Norte o hacia la izquierda en el hemisferio Sur.
- La fuerza del rozamiento terrestre, que actúa en las capas bajas de la atmósfera y cuya dirección es contraria a la trayectoria del viento, ralentizando su movimiento.
- La fuerza centrífuga, que aparece en las trayectorias curvas alejando a las partículas del aire de su centro de giro.

El viento es, por tanto, una magnitud vectorial que resulta de la composición de estas cuatro fuerzas en su conjunto y que puede caracterizarse mediante la estimación de su dirección y su módulo o intensidad.

Para determinar la dirección del viento se emplea una veleta, que consiste en una pieza horizontal con capacidad de giro, insertada en otra pieza vertical. La pieza horizontal tiene un extremo en forma de punta de flecha mientras que su otro extremo consta de una o dos piezas planas, por consiguiente, cuando el viento sopla, la pieza horizontal gira hasta situarse en la posición que ofrece menor resistencia, es decir, con el extremo terminado en punta de flecha señalando la dirección de la que procede el viento. La dirección del viento, por tanto, se mide a partir del punto desde el cual sopla, este punto se conoce como barlovento y el punto diametralmente opuesto, hacia donde se dirige, es el sotavento (Zúñiga y Crespo, 2010). La dirección del viento puede expresarse tomando como referencia las 32 direcciones de la rosa de los vientos (Figura 9), o bien en grados, medidos sobre un círculo, en sentido favorable a las agujas del

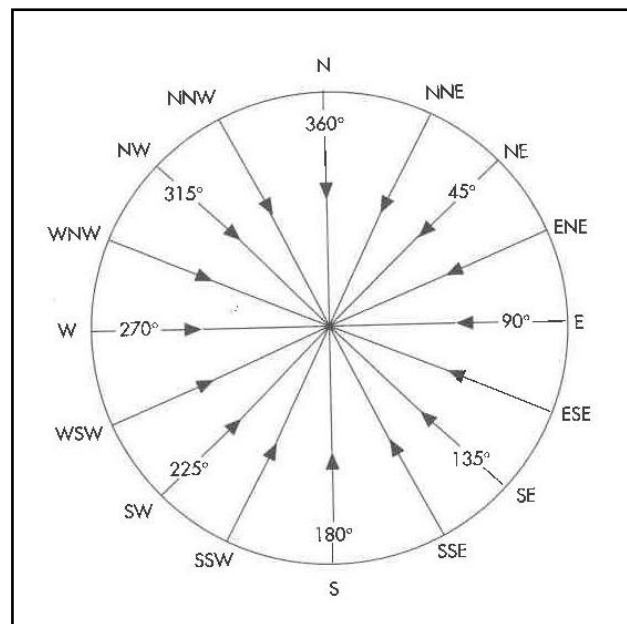


Figura 9. La rosa de los vientos (Ahrens, 1982).

reloj y dándole a la dirección Norte el valor 360° (Cuadrat y Pita, 2014).

Por otro lado, la intensidad o módulo expresa la velocidad del viento y se mide con un anemómetro. Existen diversos tipos de anemómetros pero el más frecuente es el de cazoletas, que está constituido por un eje vertical del cual salen tres brazos perpendiculares en cuyos extremos se disponen tres cazoletas que giran en el mismo sentido, registrando las vueltas traducidas en metros en un contador. Su unidad de medida en el sistema internacional es el m/s aunque también es frecuente encontrarlo como km/h o nudos, siendo un nudo equivalente a una milla marina por hora o, lo que es lo mismo, $1850 \text{ m/h} \approx 0,5 \text{ m/s}$ (Zúñiga y Crespo, 2010; Cuadrat y Pita, 2014).

A la hora de representar el viento en los mapas meteorológicos (Figura 10), la dirección se indica mediante una línea recta acabada en un punto o una punta de flecha que señala el sentido de la velocidad. Mientras que la intensidad se representa con rayas y triángulos donde la raya corta equivale a 5 nudos, la larga a 10 nudos y el triángulo a 50 nudos.

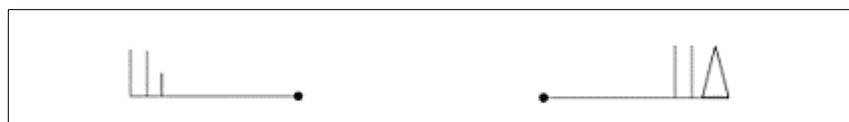


Figura 10. Ejemplo de simbología utilizada para representar el viento en mapas meteorológicos: a la izquierda, un viento del oeste de 25 nudos y a la derecha un viento del este de 70 nudos.

Por último, es importante resaltar que el viento y la presión atmosférica son dos magnitudes estrechamente relacionadas y su estudio conjunto es necesario para comprender el funcionamiento de la circulación general atmosférica cuyo papel es fundamental en el clima de la Tierra.

2.2.3. La temperatura

Prácticamente la totalidad de la energía que llega a la superficie de la Tierra procede de las radiaciones solares, a excepción de una pequeña cantidad proveniente de la desintegración radiactiva de los minerales terrestres (Barry y Chorley, 1999).

La cantidad de energía solar que alcanza la Tierra está condicionada por cuatro factores: la emisión solar, la distancia del Sol a la Tierra, la altura del Sol y la longitud del día (Barry y Chorley, 1999). A su vez, la insolación recibida en la superficie terrestre se ve afectada por numerosos elementos como: la atmósfera, las nubes, la latitud, la tierra y el mar, la altura, la topografía y la orientación (Barry y Chorley, 1999).

Más concretamente, la atmósfera actúa absorbiendo, a través del ozono y el vapor de agua, una fracción de la energía que le llega directamente desde el Sol. A la

vez que absorbe también, la mayor parte de la energía irradiada desde la superficie terrestre, por medio del CO₂ y, de nuevo, el vapor de agua y el ozono (Barry y Chorley, 1999).

La energía que llega a la superficie terrestre en forma de ondas, atravesando la atmósfera, es captada por los cuerpos, transformándose en calor o radiación infrarroja. El calor puede pasar de un cuerpo a otro cuando ambos entran en contacto, cediendo calor el cuerpo más caliente al más frío hasta igualar sus temperaturas o, lo que es lo mismo, hasta alcanzar el equilibrio térmico. Así pues, la temperatura, que no es una forma de energía, puede definirse como “la cualidad que determina la dirección del flujo calórico entre dos cuerpos” (Cuadrat y Pita, 2014, p. 41).

La unidad de medida de la temperatura en el sistema internacional es el kelvin (K) aunque existen otras escalas como la Fahrenheit o la Celsius, frecuentemente empleada. En dicha escala, el 0 (0°C) equivale a 273,15 K, donde una diferencia de 1°C equivale a 1 K, es decir, el tamaño de la unidad en ambas escalas es el mismo. Para medir la temperatura se emplea el termómetro que consiste en una pequeña columna con un líquido en su interior que se contrae o se dilata con los cambios de temperatura. Este líquido solía ser mercurio pero, desde hace varios años, está siendo sustituido por materiales alternativos menos contaminantes o por termómetros digitales.

La representación de la temperatura en los mapas meteorológicos se lleva a cabo, frecuentemente, indicando los registros o predicciones de temperatura máxima o mínima para un lugar determinado durante un día concreto mediante líneas isotérmicas, mientras que, en ocasiones, se realiza siguiendo una escala de color para delimitar los campos entre distintas líneas isotérmicas (Figura 11).

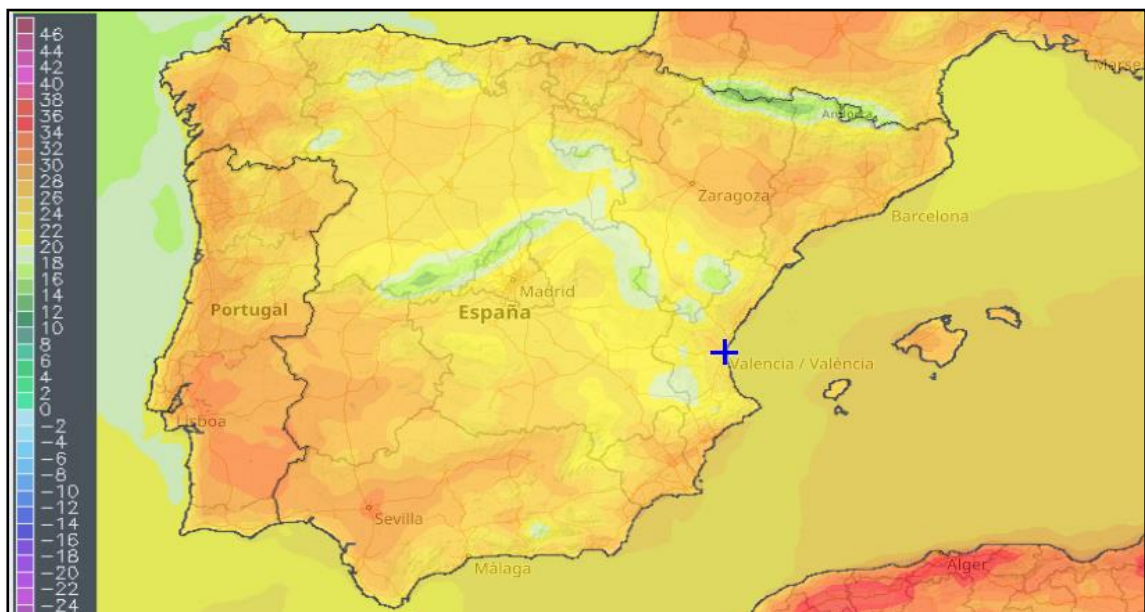


Figura 11. Ejemplo de mapa de temperatura que usa una escala de color para indicar las temperaturas máximas registradas en la península Ibérica en un momento determinado (Meteoblu, 2019).

2.2.4. La humedad

El agua es el elemento básico del clima y el principal responsable de las variaciones del tiempo que se producen en los distintos climas regionales. El volumen total estimado de agua en el planeta es de $1385 \times 10^6 \text{ km}^3$ y puede encontrarse en el medio natural en los tres estados de agregación de la materia: 1) en estado líquido, formando parte de los océanos, aguas subterráneas, ríos, lagos y mares interiores; 2) en estado gaseoso, como vapor de agua en la atmósfera y; 3) en estado sólido, en forma de hielo en los casquetes polares y glaciares.

A la hora de analizar la humedad atmosférica, es importante hacer mención al ciclo del agua o ciclo hidrológico, en el cual la atmósfera desempeña un papel trascendental (Cuadrat y Pita, 2014). El ciclo hidrológico describe la circulación global del agua entre los océanos, la atmósfera y la superficie terrestre a través de los diferentes procesos que intervienen en dicho ciclo: evaporación, transpiración, condensación, precipitación, acumulación, infiltración y escorrentía.

Los procesos del ciclo hidrológico en los que la atmósfera se encuentra implicada son evaporación, transpiración, condensación y precipitación y, según Cuadrat y Pita (2014), pueden definirse de la siguiente forma:

- **Evaporación.** Es la pérdida de humedad del suelo por el paso del agua de líquido a vapor, siendo necesaria la existencia de un aporte de energía que permita romper la atracción entre las moléculas de agua. La evaporación es un proceso que presenta grandes fluctuaciones en el espacio y el tiempo, de forma que influye activamente en los climas. Así, la evaporación es un fenómeno escaso en las regiones polares y abundante en las intertropicales.
- **Transpiración.** Consiste en la pérdida de vapor de agua que sufren las plantas, a través de los estomas, en la realización de sus funciones vitales.
- **Condensación.** Es el proceso inverso a la evaporación y puede originarse por cambios en el volumen del aire, presión, humedad y temperatura, dando lugar a la escarcha, el rocío, la niebla, las nubes y las distintas formas de precipitación.
- **Precipitación.** Consiste en la liberación de las gotas de agua condensadas en las nubes, bien sea en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve).

El contenido de humedad de la atmósfera comprende, por tanto, el vapor de agua liberado en los procesos de evaporación y transpiración y las gotitas de agua y los cristales de hielo que se condensan en las nubes para su posterior precipitación. Existen diversas formas de expresar el contenido de humedad de la atmósfera en función del aspecto que se desee resaltar. Atendiendo a Barry y Chorley (1999), algunos de los términos más empleados para ello en meteorología son:

- La humedad absoluta. Se define como la masa total de agua por unidad de volumen de aire y se mide en gramos por metro cúbico (g/m^3).
- La humedad específica. Es la masa de vapor contenido en 1 kilogramo de aire húmedo y se mide en g/kg .
- La humedad relativa. Indica la relación entre la cantidad de vapor de agua existente en la atmósfera y la que podría contener a la misma temperatura, expresada en porcentajes.
- La presión de saturación del vapor de agua. Es la presión del vapor en el aire saturado. La presión de saturación depende de la temperatura, ya que para cada temperatura existe un límite máximo de presión de vapor a la que el aire se condensa.
- El punto de rocío. Es la temperatura a la que debe enfriarse una porción de aire para saturar el vapor de agua que contiene, a presión constante y sin quitarle ni añadirle vapor.

Algunas de estas variables como la humedad relativa o el punto de rocío, se toman como referencia para elaborar mapas meteorológicos del contenido de humedad del aire.

Por último, para llevar a cabo mediciones que nos permitan conocer el contenido de humedad del aire se emplea el higrómetro, que puede ser de diversos tipos: químico, eléctrico, de punto de rocío, de cuerda o cabello y psicrómetro. Todos ellos son instrumentos basados en principios distintos y con diversos grados de complejidad, entre los que se puede destacar el psicrómetro por su uso común para medidas ordinarias. El psicrómetro está compuesto por dos termómetros, uno de ellos común o seco y el otro cubierto por una fina capa de muselina alrededor de su depósito. De esta forma, cuando el agua se evapora impregna la muselina y hace que la temperatura de este termómetro sea más baja que la del termómetro seco. Esta diferencia de temperatura entre ambos termómetros permite hacer una estimación de la humedad del aire gracias a una serie de tablas psicrométricas preexistentes.

2.2.5. La precipitación

La precipitación consiste en la liberación o caída de todas las formas de humedad condensadas en las nubes, bien sea en estado líquido (lluvia) o sólido (nieve).

Las principales responsables de la precipitación son las nubes pero para que la precipitación se origine, tal y como indican Cuadrat y Pita (2014), son necesarias cuatro condiciones:

1. Que el aire ascienda y se enfríe.

2. Que el vapor de agua se condense, formando las nubes.
3. Que tenga lugar una fuerte concentración de la humedad.
4. Que se produzca el crecimiento de pequeñas gotas de agua en la nube.

Los dos primeros pasos del proceso suceden en la atmósfera sin demasiada dificultad, lo realmente complejo es que las gotas y cristales de hielo que forman las nubes crezcan lo suficiente como para poder vencer el empuje de las corrientes de aire ascendentes que las mantienen suspendidas (Cuadrat y Pita, 2014).

Por otro lado, el agua en forma de lluvia y nieve que vuelve al suelo en el proceso de precipitación, continuando así el ciclo del agua, se convierte en fuente de agua dulce para los seres vivos. Sin embargo, la distribución temporal y espacial de las precipitaciones, así como su cantidad y frecuencia, son muy variables por lo que su conocimiento es fundamental para el estudio del clima.

Otra peculiaridad de la precipitación es la gran variedad de formas que puede adquirir en función de las circunstancias en las que se origina en la nube (Figura 12). Sin embargo, su configuración final, una vez desprendida de la masa nubosa, va a estar determinada por la temperatura y la humedad de la capa de aire existente entre la nube y el suelo (Cuadrat y Pita, 2014). De este modo, las principales configuraciones en las que puede presentarse la precipitación son: lluvia, llovizna, chubasco, aguanieve, nieve, nieve granulada, granizo, hielo granulado y lluvia helada.

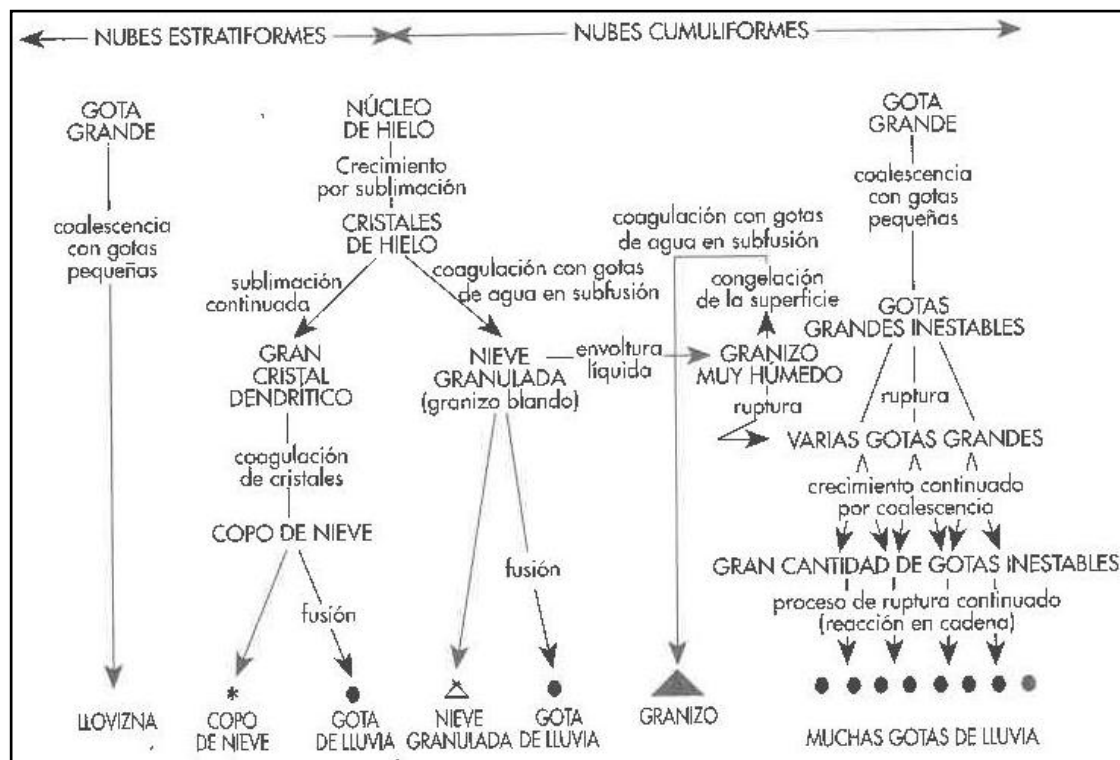


Figura 12. Esquema de los procesos y secuencias de crecimiento que siguen las gotas de agua y los cristales de hielo en la constitución de las diferentes formas de precipitación (Cuadrat y Pita, 2014).

La cantidad de precipitación, definida como la altura de agua recogida a nivel del suelo o próximo a él y medida en mm o l/m², junto con la intensidad, la duración y la frecuencia de las precipitaciones, son algunos de los parámetros pluviométricos de interés para el estudio estadístico de las características de las precipitaciones (Cuadrat y Pita, 2014).

La medida de las precipitaciones es un proceso difícil de realizar con exactitud ya que los datos obtenidos mediante instrumentos ordinarios pueden verse distorsionados por factores como la ubicación del aparato de medida, el viento y su turbulencia, la evaporación, etc., pudiendo significar errores en la medición de entre un 20 o un 30% (Cuadrat y Pita, 2014).

El instrumento empleado tradicionalmente para medir la precipitación es el pluviómetro, cuyo diseño más simple consiste en un embudo de unos varios centímetros de diámetro conectado mediante un tubo a un depósito graduado. No obstante, existen numerosos diseños que varían en función de cada país y cuyos registros muestran diferencias significativas como consecuencia de la variabilidad de estos diseños.

En las últimas décadas, los radares meteorológicos de alta resolución y los satélites han supuesto un complemento muy valioso a los diferentes instrumentos convencionales en la estimación de la precipitación en superficie, proporcionando información tanto de las estructuras y sistemas nubosos, como de la intensidad, naturaleza, distribución, posición y movimiento de la precipitación (Cuadrat y Pita, 2014). A pesar de estos importantes avances, siguen existiendo aspectos de la precipitación que aún no han sido resueltos de forma satisfactoria.

2.3. La contaminación atmosférica

Existe cierta controversia en relación a la definición del término “contaminación atmosférica”. Así se puede evidenciar según las definiciones obtenidas de algunas instituciones a nivel mundial, continental y estatal:

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) (s.f.) habla de un riesgo medioambiental para la salud, implicado en la aparición de diversas enfermedades pulmonares y accidentes cerebrovasculares, producido por la emisión de partículas contaminantes a la atmósfera.
- La Agencia Europea de Medio Ambiente (*European Environment Agency*, EEA) (2017) lo concreta como la presencia en el aire de sustancias contaminantes en una concentración tal que interfiere con la salud humana o que produce otros efectos medioambientales perjudiciales.

- A nivel estatal, el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA) (2014) lo precisa como “la presencia en la atmósfera de materias, sustancias o formas de energía que impliquen molestia grave, riesgo o daño para la seguridad o la salud de las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza” (p. 307).

Como se puede ver, todas ellas concluyen en que se trata de un problema que puede tener efectos nocivos sobre diversos elementos. Gallego *et al.* (2012) definen la contaminación atmosférica como “cambios capaces de alterar los equilibrios que mantienen las propiedades y funciones de la atmósfera actual, ya sea modificando la proporción de sus componentes o mediante la introducción de elementos extraños a esta” (p. 59) y señalan como principal responsable al hombre, debido a las emisiones de gases derivadas de las actividades humanas desde la revolución industrial. Sin embargo, existen algunos procesos naturales que también son causa de la contaminación atmosférica.

La contaminación atmosférica, además, actúa a distintas escalas que abarcan desde cambios producidos a nivel local en la calidad del aire hasta procesos tan complejos y globales como el cambio climático.

El cambio climático, tal y como indica el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) (s.f.), consiste en la variación global del clima de la Tierra debido a la emisión de gases de efecto invernadero como resultado de la actividad humana, siendo sus efectos notables sobre diversos parámetros climáticos.

En ocasiones, se tiende a confundir el cambio climático con el calentamiento global ya que ambos procesos están intrínsecamente relacionados. Sin embargo, el calentamiento global es solo uno de los procesos que abarca el cambio climático.

A continuación, se va a tratar de conocer las causas que originan la contaminación atmosférica, las consecuencias más relevantes para el medio ambiente y la vida en la Tierra y algunas formas que tenemos los seres humanos de actuar para proteger la atmósfera.

2.3.1. Causas de la contaminación atmosférica

Actualmente, existen más de 3.000 sustancias gaseosas que han sido identificadas como contaminantes atmosféricos, la mayor parte de ellos, compuestos orgánicos. En la lucha contra las emisiones de estos contaminantes atmosféricos resulta primordial conocer su causa u origen, sin embargo, actualmente se sabe que los efectos de los contaminantes atmosféricos pueden llegar a impactar áreas a cientos o miles de kilómetros de su fuente de emisión (Gallego *et al.*, 2012).

Cuando se habla de causas de la contaminación atmosférica, se puede hacer partiendo de la fuente que origina los distintos contaminantes que se emiten a la atmósfera. En este sentido, las causas de la contaminación atmosférica pueden dividirse en naturales y antropogénicas (Gallego *et al.*, 2012).

Las emisiones de origen natural, por tanto, son aquellas que están generadas por procesos que ocurren en la naturaleza. Estas pueden ser: las emisiones volcánicas y marinas, los incendios forestales o la actividad de los seres vivos como las bacterias desnitrificadoras o la digestión de los herbívoros, entre otros (Gallego *et al.*, 2012).

Este tipo de emisiones determinan los niveles naturales de fondo que se registran en la atmósfera, es decir, aquella concentración registrada en la atmósfera que no está directamente influida por ningún foco de contaminación. A estos niveles de fondo se suman las emisiones gaseosas derivadas de la actividad humana.

Así, las emisiones antropogénicas son aquellas que derivan de toda actividad humana en la que se liberan a la atmósfera sustancias contaminantes. Existen multitud de actividades humanas que originan este tipo de emisiones entre las que se pueden destacar: la extracción, distribución y uso de combustibles fósiles para transporte o generación de energía, la actividad industrial, la gestión de residuos, la agricultura, la quema de vegetación y los gases refrigerantes y aerosoles, entre otros (Gallego *et al.*, 2012).

El aumento de las emisiones contaminantes de origen antropogénico desde la revolución industrial sumado a las emisiones naturales, viene provocando una serie de cambios en la composición atmosférica que han derivado en múltiples consecuencias para el planeta.

2.3.2. Consecuencias de la contaminación de la atmósfera

Tal y como indican Gallego *et al.* (2012), las diversas fuentes de contaminación atmosférica pueden tener consecuencias tanto a escala local como global. Así, existen áreas o urbes industrializadas que padecen los efectos de las emisiones contaminantes de forma más intensa que aquellas otras menos industrializadas. Sin embargo, los efectos de las emisiones contaminantes pueden llegar a afectar áreas que se encuentren a cientos o miles de kilómetros de la fuente emisora.

Algunos de los efectos más importantes que se producen a escala local son la lluvia ácida y la contaminación del aire en las ciudades. Estos efectos locales tienen graves consecuencias sobre la salud y el medio ambiente.

Por otro lado, la magnitud de las emisiones contaminantes de origen antrópico desde la revolución industrial ha sido tal, que ha sido capaz de inducir cambios en la atmósfera a escala global (Gallego *et al.*, 2012).

Los problemas o consecuencias globales más importantes que se derivan de la contaminación atmosférica son el calentamiento global, provocado por el aumento de los gases de efecto invernadero, y el agotamiento de la capa de ozono, más conocido como el agujero de la capa de ozono (Gallego *et al.*, 2012).

A continuación, se van a desarrollar con más detalle los diferentes problemas relacionados con la contaminación atmosférica mencionados en este apartado, con el objetivo de intentar comprender cómo se originan y cuáles son sus principales efectos.

2.3.2.1. Efecto invernadero y calentamiento global

El efecto invernadero es un proceso natural que tiene lugar en la Tierra desde hace millones de años. Consiste en que parte de la radiación solar que llega a la superficie terrestre es irradiada hacia la atmósfera (en forma de radiación de onda larga o infrarroja) donde los gases de efecto invernadero son capaces de absorberla (Figura 13). Este fenómeno produce el aumento de la temperatura de la superficie terrestre lo que permite la existencia de vida.

Los distintos gases de efecto invernadero presentes en la atmósfera son: CO₂, N₂O, CH₄, O₃, los diferentes tipos de fluorocarbonos (CFC, HFC, HCFC) y el vapor de agua. El aumento de este tipo de gases, bien sea por causas naturales o, en su mayoría, antropogénicas, reduce la eficiencia con la cual la superficie terrestre irradia energía al espacio, es decir, se desprende menos calor hacia el exterior, produciéndose un reforzamiento del efecto invernadero natural de la atmósfera (Gallego *et al.*, 2012).

Existen tres aspectos relacionados con los gases de efecto invernadero que es importante considerar a la hora de evaluar los efectos que producen: su concentración en el aire, su capacidad de calentamiento y su tiempo de residencia en la atmósfera (Gallego *et al.*, 2012).

El aumento de los gases de efecto invernadero en la atmósfera tiene como resultado el aumento de la temperatura global del planeta, es lo que se conoce como calentamiento global. Este proceso es un problema a escala planetaria que afecta principalmente al clima pero que lleva asociados una serie de efectos indirectos que van desde el deshielo en el Ártico y la subida en el nivel del mar, a la desertización de determinadas zonas del planeta y la pérdida de biodiversidad (MITECO, s.f.).

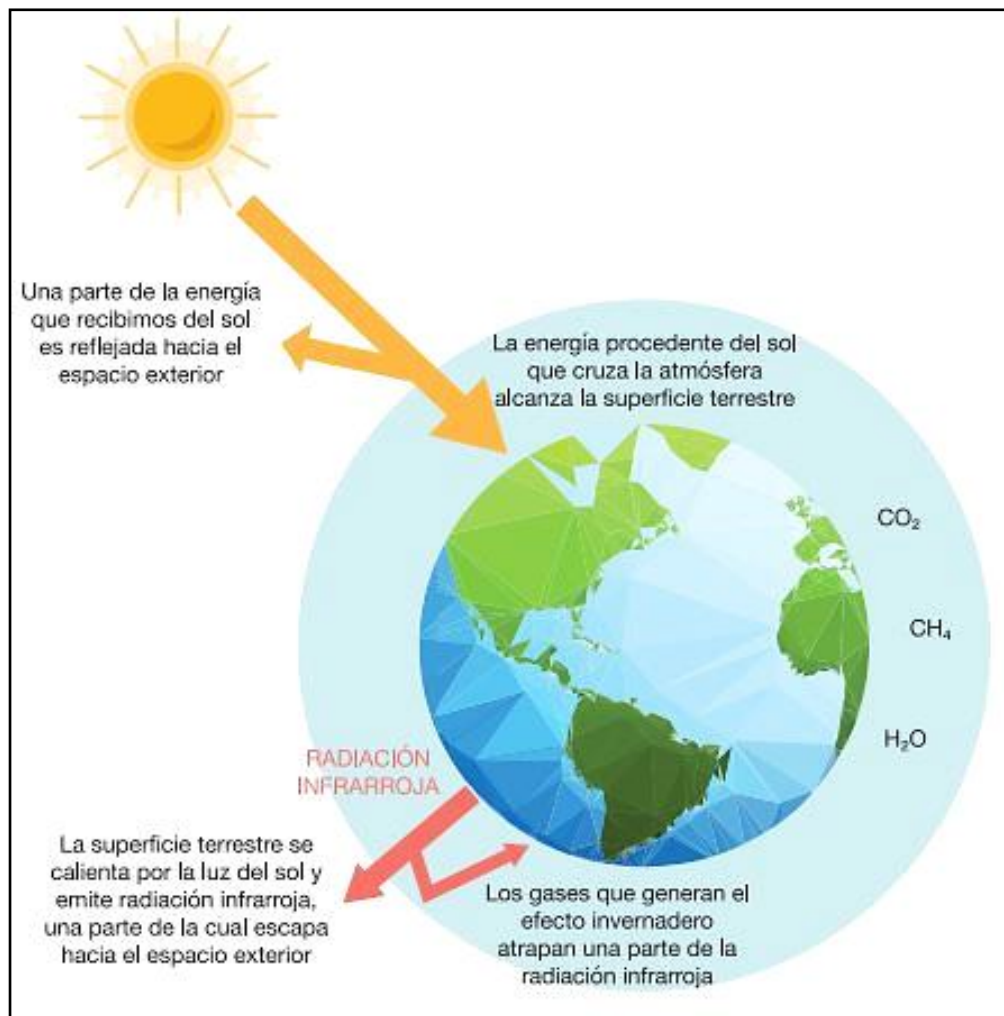


Figura 13. Esquema del efecto invernadero (Guilyardi *et al.*, 2019).

Los registros existentes muestran un gran aumento de la temperatura en las últimas décadas, concretamente, la temperatura media mundial en la superficie terrestre ha aumentado alrededor de 1°C desde principios del siglo XX de acuerdo con el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) (2019). Este aumento de la temperatura, aunque se produce de forma generalizada en todo el planeta, es más intenso en latitudes septentrionales altas y las regiones árticas (Gallego *et al.*, 2012).

La temperatura de los océanos también se ha visto afectada, al igual que otros parámetros como la humedad de la atmósfera y la distribución de las precipitaciones (Gallego *et al.*, 2012).

Así, la cantidad de agua contenida en la atmósfera y las precipitaciones se han visto incrementadas en los últimos años en zonas de América del Norte y del Sur, norte de Europa y Asia septentrional y central, mientras que han disminuido en el Mediterráneo, sur de África y partes del sur de Asia. Estos cambios han provocado la intensificación de algunos fenómenos extremos del clima como el calor extremo, las

inundaciones o las sequías (IPCC, 2019). También se ha producido un cambio en las características de las precipitaciones, produciéndose un descenso de la cubierta de nieve y hielo en la superficie, de acuerdo con los sucesivos informes del IPCC (Gallego *et al.*, 2012).

Desde 1979, los satélites han detectado reducciones en la extensión del hielo marino del Ártico de entre el 3,5 y el 4,1% por decenio. Además, entre 1967 y 2012, la extensión del manto de nieve del hemisferio norte ha disminuido un 1,6% por decenio en marzo y abril, y un 11,7% por decenio en junio. En consecuencia, el agua liberada en el deshielo contribuye, a su vez, al aumento del nivel de los océanos, aunque es la expansión del agua caliente (aumento de volumen con la temperatura), el factor más importante en este sentido. Según los datos de los mareógrafos, la tasa media de elevación promediada global del nivel del mar ha sido de $3,2 \pm 0,4$ mm anuales entre 1993 y 2010, de la que un 75% corresponde a la suma de la expansión térmica del agua y la pérdida de masa de los glaciares (IPCC, 2015).

Por otro lado, el calentamiento global presenta una serie de efectos indirectos sobre la biosfera como: la pérdida de biodiversidad debida a la dificultad de los seres vivos para adaptarse a cambios bruscos en su medio o por la invasión de especies procedentes de zonas más cálidas; cambios en sus ciclos vitales; aumento de plagas; alteración de los regímenes de perturbación de los bosques por los incendios y; en lo que se refiere a la salud de los seres humanos, incremento de las tasas de mortalidad debido a olas de calor y a catástrofes naturales derivadas del calentamiento global (Gallego *et al.*, 2012).

Ante la magnitud de los problemas derivados de forma directa e indirecta del calentamiento global, la respuesta de los países no se hizo esperar. En 1992, un importante número de países de todo el mundo llegaron a un acuerdo para evitar interferencias peligrosas en el sistema climático dentro de la denominada Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Sin embargo, este primer acuerdo no concretaba los objetivos a alcanzar ni la distribución de los esfuerzos por frenar el cambio climático. Por ello, desde 1995 se han organizado anualmente las llamadas Conferencias de las Partes o COPs, donde se fijan objetivos y se toman las decisiones relevantes en torno a esta problemática (MITECO, s.f.).

El 11 de diciembre de 1997, durante la COP3 de Kyoto, 180 países firmaron el Protocolo de Kyoto, un acuerdo internacional en el que se comprometían a reducir o limitar las emisiones de algunos gases de efecto invernadero. Casi dos décadas después, en 2015, la COP21 de París trajo consigo un gran acuerdo, el Acuerdo de París, con tres grandes objetivos: mantener el aumento global de la temperatura por debajo de los 2°C, tratando de limitarlo únicamente a 1,5°C, aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático mediante la promoción de

modelos de desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero y orientar los flujos financieros hacia dichos modelos de desarrollo sostenible (MITECO, s.f.).

En diciembre de 2019, durante la COP25 de Madrid, los países presentes se han comprometido a presentar en la COP26 de Glasgow en 2020, planes más ambiciosos de reducción de emisiones de carbono. Sin embargo, países como China, Estados Unidos o India que son grandes emisores de gases de efecto invernadero han rechazado la adhesión a dicho compromiso.

2.3.2.2. El agujero en la capa de ozono

Los denominados clorofluorocarbonos (CFC) e hidroclorofluorocarbonos (HCFC), emitidos casi exclusivamente en actividades antropogénicas, son sustancias gaseosas orgánicas que contienen compuestos halogenados como cloro, bromo y flúor. Estas moléculas bastante estables son mezcladas por las corrientes de aire de la parte baja de la atmósfera, pudiendo alcanzar, sin degradarse, las capas más altas de la troposfera desde donde acceden a la estratosfera. Desde allí, los vientos arrastran los CFC hasta los polos donde las bajas temperaturas favorecen la formación de nubes estratosféricas polares, en cuyo interior, los rayos ultravioleta producen la transformación química o activación de los CFC convirtiéndose en gases halogenados reactivos. Los óxidos de cloro y de bromo, así como, los propios átomos de cloro y bromo son los más activos de este tipo de gases y los responsables de la destrucción del ozono que forma la capa de ozono (Gallego *et al.*, 2012).

Los gases con cloro o CFC se solían utilizar como gas refrigerante para aires acondicionados y neveras, propelentes de aerosoles, etc., lo que supone un 84% de las emisiones totales de este gas, el resto proviene de fuentes naturales. Los gases con bromo solían utilizarse como agentes extintores y el bromuro de metilo era ampliamente utilizado en agricultura como biocida en suelos y como tratamiento postcosecha, lo que supone entre un 58 y un 73% de las emisiones con origen antropogénico (Gallego *et al.*, 2012).

Al mismo tiempo, existen otros gases involucrados en la destrucción de la capa de ozono y cuya emisión no está controlada. Estos son el metano y el óxido nítrico, ambos emitidos por seres vivos, entre otras fuentes, y que, además, presentan un efecto invernadero significativo (Gallego *et al.*, 2012).

Como resultado, la cantidad de ozono promedio en el planeta se ha reducido aproximadamente un 3% desde 1980, aunque no de forma homogénea. Sin embargo, actualmente, los modelos indican que este parámetro está casi estabilizado (Gallego *et al.*, 2012).

Desde que se realizaron las primeras mediciones en la década de los 60, la evolución del agujero de la capa de ozono sobre la Antártida ha sido muy rápida (Figura 14). Tanto que en octubre del 2001 se detectó una reducción de la cantidad de ozono, entre los 14 y los 20 km de altitud, del 90% con respecto a valores tomados antes de 1980. El record de extensión del agujero se registró en 2006 aunque, actualmente, muestra síntomas de recuperación en cuanto a extensión y concentración (Gallego *et al.*, 2012).

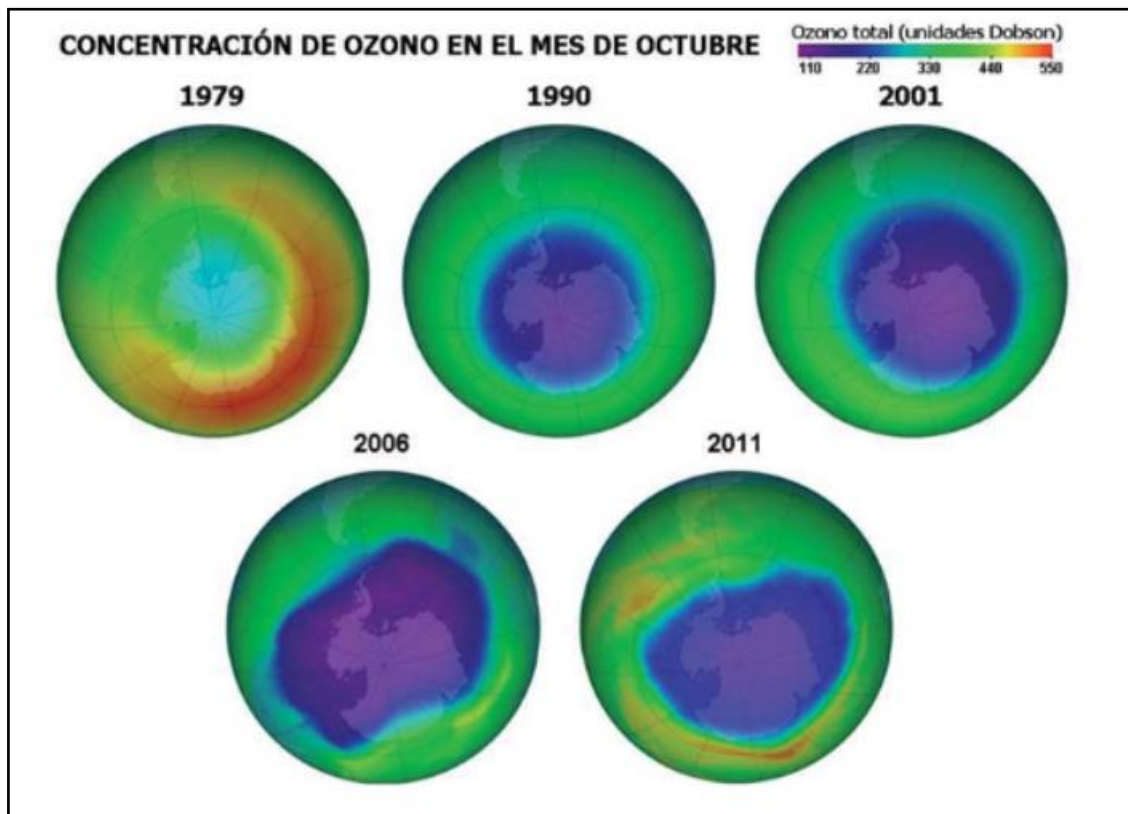


Figura 14. Concentración de ozono sobre el polo sur en el mes de octubre de diferentes años (NASA Ozone Hole Watch, 2012; tomado de Gallego *et al.*, 2012).

La principal consecuencia que deriva del adelgazamiento de la capa de ozono es el aumento de radiación ultravioleta de alta energía que alcanza la superficie terrestre ya que este tipo de radiación es fundamentalmente absorbida por la capa de ozono.

Existe un parámetro, el índice ultravioleta o índice UV, que se utiliza para definir la cantidad de rayos ultravioleta dañinos para la piel y los ojos que alcanza la superficie de la tierra cuando el Sol se encuentra en su punto más alto a lo largo del día. Así, exposiciones de 10 minutos en los niveles más altos del índice UV pueden producir quemaduras en la mayoría de las personas. De esta forma, las variaciones del índice UV pueden relacionarse con la incidencia del cáncer de piel en los seres humanos. Además, los excesos en la exposición a rayos ultravioleta también pueden provocar otros problemas de salud como: el envejecimiento prematuro de la piel, daños oculares como

la pérdida de transparencia del cristalino, cataratas o daños en las zonas de la retina más sensibles a la luz e, incluso, daños sobre el sistema inmune que pueden favorecer la aparición de alergias y el ya mencionado cáncer (Gallego *et al.*, 2012).

El exceso de rayos ultravioleta también afecta a los ecosistemas. En los ecosistemas marinos, uno de los principales problemas es la sensibilidad del fitoplancton ante este tipo de radiación, lo que pone en riesgo todas las cadenas alimenticias de los seres vivos que habitan los océanos. Además diversas especies de peces, cangrejos y anfibios también se ven afectados en sus fases juveniles (Gallego *et al.*, 2012).

En tierra firme, la fisiología de las plantas, así como sus tasas de producción y supervivencia, períodos de floración y fructificación se ven directamente afectados. Por otro lado, los animales también se ven afectados por el exceso de este tipo de radiación. De hecho, uno de los primeros efectos detectados del agujero fue la presencia de ovejas con cataratas muy cerca de la Antártida, en el extremo meridional de Argentina y Chile (Gallego *et al.*, 2012).

Desde 1987, a través de un convenio internacional conocido como Protocolo de Montreal, hasta 197 países abordaron esta problemática, regulando la producción de los gases responsables de la destrucción de la capa de ozono. Este protocolo, ratificado en revisiones posteriores durante la década de los 90, trata de frenar y reducir la producción y el consumo de los principales gases que contienen cloro, bromo y flúor antes de mediados del siglo XXI (Figura 15).

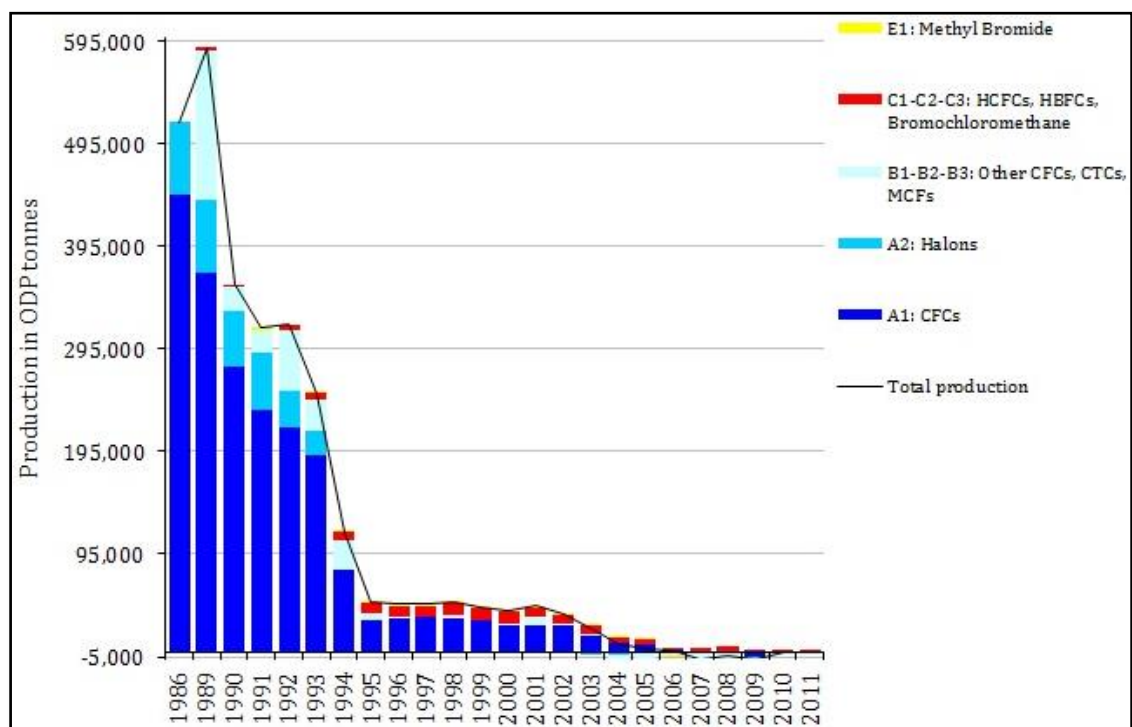


Figura 15. Producción neta en toneladas de gases destructores de la capa de ozono en Europa desde 1986 hasta 2011 (EEA, 2012).

Gracias a la disminución de la producción de gases destructores de la capa de ozono contemplada en estos tratados, se está produciendo una tendencia descendente en la concentración de dichas sustancias aunque con cierto retraso debido al amplio período de tiempo que pueden permanecer estos gases en la atmósfera (Gallego *et al.*, 2012).

Finalmente, se espera que el problema cese hacia mediados del siglo XXI, siempre que todos los acuerdos internacionales se cumplan de forma global tanto por los países desarrollados como por aquellos que están en vías de desarrollo (Gallego *et al.*, 2012).

2.3.2.3. La lluvia ácida

La lluvia ácida, como su propio nombre indica, es el fenómeno caracterizado por la elevada acidez del agua de lluvia. En condiciones normales, el agua de lluvia tiene un pH de 5,6, debido a la absorción natural del CO₂, sin embargo, algunas mediciones realizadas en zonas del oeste de Europa y del este de Estados Unidos arrojan valores de pH incluso por debajo de 4, lo que supone niveles de acidez 30 ó 40 veces superior a lo que corresponde a una atmósfera no contaminada (Cuadrat y Pita, 2014).

Este proceso, tiene su origen en algunos de los contaminantes emitidos por las industrias a la atmósfera. Ya en la segunda mitad del siglo XIX, algunos autores demostraron la existencia de un gradiente de acidez de la lluvia que disminuía desde el interior de las ciudades hacia las zonas rurales de la periferia (Gallego *et al.*, 2012).

Así, gases como el SO₂ y los óxidos de nitrógeno, también expulsados por los volcanes, se convierten en gases solubles en agua como ácido sulfúrico y ácido nítrico, respectivamente, lo que provoca la mencionada acidificación de la precipitación. La lluvia ácida puede presentarse también en forma de nieve, nieblas o rocíos ácidos y sus consecuencias ambientales son muy negativas (Cuadrat y Pita, 2014). En el caso de la niebla, el pH puede llegar a valores de 2 ó 3 debido a la mayor superficie disponible de las gotas finas para el intercambio de gases (Ashenden, 2002).

Tras depositarse en la superficie terrestre, la acidez de la lluvia no permanece constante. Los procesos de evaporación se traducen en incrementos de la concentración de los solutos disueltos en el agua y en importantes descensos del pH. Posteriormente, en función del tipo de suelo donde se haya producido la lluvia ácida, los depósitos ácidos van a ser neutralizados por dicho suelo con distintos niveles de eficacia. Así, cuando el suelo no puede neutralizar los aportes atmosféricos, se produce una acidificación del mismo que es neutralizada parcialmente por la entrada en la solución de iones de aluminio y otros metales pesados como plomo, cinc o cadmio. Produciéndose así un aumento del aluminio iónico y de otros metales pesados que a

menudo permanecen inmovilizados por las arcillas y la materia orgánica del suelo (Gallego *et al.*, 2012).

Los efectos de la lluvia ácida sobre la vegetación “van desde la aparición de síntomas visibles en las hojas hasta reducciones en el crecimiento, pasando por efectos en la reproducción de las plantas o en la capacidad de germinación de las raíces” (Gallego *et al.*, 2012, p. 243). En general, la pérdida de vitalidad de los bosques está relacionada con los efectos directos de la contaminación sobre la vegetación como con los efectos indirectos que tiene la acidificación en el medio edáfico (Gallego *et al.*, 2012).

Por otro lado, los ecosistemas acuáticos también se ven afectados por la lluvia ácida. Así, diversos estudios en EEUU indican que la diversidad y abundancia de especies de peces se ha reducido considerablemente en las zonas afectadas por la acidificación del medio. A su vez, el plancton y numerosas especies de invertebrados están muriendo por este problema, afectando cada vez más a toda la red trófica del ecosistema conforme aumentan los niveles de acidez (Gallego *et al.*, 2012).

A todo esto hay que sumar el descenso en la calidad de las aguas para distintos usos debido a las altas concentraciones de aluminio y compuestos de nitrógeno y azufre, así como por los bajos niveles de pH. De esta forma, niveles elevados de aluminio en el agua potable están relacionados con el Alzheimer y metales pesados como el plomo pueden liberarse de las cañerías cuando entran en contacto con aguas con bajos niveles de pH (Gallego *et al.*, 2012).

En cuanto a la evolución del problema, desde finales de 1990, el descenso en las emisiones de compuestos de azufre ha llevado a un descenso en la concentración de sulfatos y aumentos del pH en diversos países (Harriman, Battarbee y Monteith, 2002). Sin embargo, existe una importante preocupación con respecto a la recuperación de unas adecuadas características químicas del medio ambiente y, consecuentemente, a la recuperación de la biota en el futuro.

2.3.2.4. La mala calidad del aire en las ciudades

El intenso desarrollo industrial en las ciudades y la expansión demográfica mundial han provocado el incremento de las emisiones de gases potencialmente dañinos para la salud de las personas.

Según la OMS (2001), los seres humanos necesitamos entre 10 y 20 m³ de aire al día, siendo un derecho fundamental el acceso a este volumen de aire con una calidad adecuada de forma que no se produzcan efectos perjudiciales sobre la salud y el bienestar de las personas.

De acuerdo a las estimaciones de la EEA (2009), los porcentajes de población urbana expuesta a niveles por encima de los estándares de calidad del aire establecidos por la Unión Europea y la Organización Mundial de la Salud están entre el 18 y el 50% para partículas PM₁₀, 14-61% para el O₃ o 18-42% para el NO₂.

La mala calidad del aire provoca numerosos problemas en la salud de las personas, siendo los niños, ancianos, mujeres embarazadas y personas con problemas respiratorios o cardiovasculares crónicos, los colectivos más vulnerables.

Atendiendo a Gallego *et al.* (2012), se consideran enfermedades relacionadas con la contaminación aquellas afecciones:

- Cuya ocurrencia o frecuencia está relacionada con cambios en los niveles de contaminación en el aire.
- Que muestran evidencias suficientes de su relación con la contaminación atmosférica pero no se ha encontrado la relación directa.

Entre las afecciones relacionadas con la mala calidad del aire que respiramos destacan: enfermedades del tracto respiratorio superior (dificultad respiratoria, rinitis, alergias), enfermedades del tracto respiratorio inferior (asma, obstrucción pulmonar crónica, carcinoma bronquial), enfermedades de tipo cardiovascular y cerebro-vasculares, leucemias y síndrome de muerte súbita infantil (Gallego *et al.*, 2012).

En 2002, el Informe Mundial de la Salud cifraba “la incidencia de la contaminación del aire sobre la mortalidad en un 1,4% del total de muertes en el mundo” (Gallego *et al.*, 2012, p. 216). Estimaciones de la OMS (2014) sitúan esta incidencia en un 12,5% en 2012, lo que equivale a más de 7 millones de personas fallecidas cada año por enfermedades asociadas con la contaminación del aire.

En conclusión, la preocupación por el descenso en la calidad del aire de los últimos tiempos ha aumentado enormemente favoreciendo el incremento de un importante número de estudios epidemiológicos y toxicológicos, así como la puesta en marcha de numerosas políticas de control de la contaminación.

2.3.3. Formas de proteger la atmósfera

Los cambios producidos a nivel global como consecuencia de la contaminación atmosférica son de tal magnitud que deben ser resueltos con la colaboración de todos los países. Como ya se ha visto, el agotamiento de la capa de ozono es un problema que está en vías de resolverse gracias a la colaboración

internacional, mientras que, por otro lado, aún hoy se llevan a cabo negociaciones para poner freno al calentamiento global.

La contaminación atmosférica, sin embargo, no es un problema del que solo deban hacerse cargo los gobiernos de los distintos países, sino que, las personas, en su día a día, también deben tomar medidas que estén a su alcance y que pueden ayudar a reducir las emisiones contaminantes o, dicho de otro modo, a proteger la atmósfera. Por este motivo, es necesaria una concienciación y educación de la sociedad que debe comenzar desde las aulas.

Algunas de las principales medidas individuales que las personas pueden tomar para proteger la atmósfera son:

- Ahorrar energía, en todas sus formas, ya sea apagando la luz cuando no sea necesaria, subiendo escaleras en lugar de coger el ascensor, desconectando los cargadores de los enchufes cuando no se estén usando, etc.
- No despilfarrar agua caliente, ya que supone el uso de una fuente de energía que la caliente.
- Minimizar la producción de residuos domésticos consumiendo productos libres de plástico.
- Reciclar y facilitar la gestión de residuos.
- Reducir el uso de aerosoles.
- Hacer uso del transporte público o, preferentemente, medios de transporte sin motor como la bicicleta o caminar.

De esta forma tan sencilla, cualquiera puede ser participe en la lucha contra la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud, el clima y los ecosistemas.

2.4. La alfabetización científica y la Didáctica de las Ciencias Experimentales

Dos son los actores principales que determinan gran parte del devenir del proceso didáctico: el docente, que enseña y a la vez aprende continuamente para mejorar en su labor, y el discente, el estudiante que aprende y es capaz de aprovechar esta enseñanza para comprender y dar respuesta a los problemas que se presentan en su vida cotidiana (Rivilla y Mata, 2002).

La Didáctica surge, por tanto, de la necesidad imperiosa de “un estudio riguroso del conjunto de procesos e interacciones, y de la comprensión del intercambio favorable y formativo entre docente-discente al llevarse a cabo la acción de enseñanza-aprendizaje” (Rivilla y Mata, 2002, p. 6).

Rivilla y Mata (2002) definen la Didáctica como:

Una disciplina de naturaleza pedagógica, orientada por las finalidades educativas y comprometida con el logro de la mejora de todos los seres humanos, mediante la comprensión y transformación permanente de los procesos sociocomunicativos, y la adaptación y el desarrollo apropiado del proceso de enseñanza-aprendizaje. (p. 7)

Desde hace algún tiempo, la urgencia por conseguir la alfabetización científica de todos los ciudadanos como requisito para su desarrollo inmediato (Perales y Cañal, 2000), junto con el fracaso escolar y el creciente rechazo hacia la ciencia (Giordan, 1997) evidencian graves deficiencias de la enseñanza (Yager y Penick, 1983; Ariza y Martín, 1994). Para poder dar respuesta a las necesidades específicas del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias surge la Didáctica de las Ciencias Experimentales (Perales y Cañal, 2000).

Aunque existen discrepancias entre los investigadores, por lo general, las líneas de investigación prioritarias de esta disciplina son: las concepciones alternativas, la resolución de problemas, las prácticas de laboratorio, el diseño curricular, las relaciones ciencia/tecnología/sociedad (CTS), el papel del medio, la evaluación, la formación del profesorado y las cuestiones axiológicas (Perales y Cañal, 2000).

La Didáctica de las Ciencias no deja de ser una ciencia joven y, por tanto, a menudo surgen tensiones y debates sobre los métodos de investigación y el cuerpo de conocimientos que se está generando (Jiménez-Aleixandre y García-Rodeja, 1997).

Ariza (1998), señalaba que las perspectivas de futuro de esta disciplina debían pasar por avanzar en propuestas de investigación centradas en torno a: la profundización en los fines y fundamentos de un modelo alternativo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias; el desarrollo de nuevas teorías tanto del conocimiento escolar como del profesional y de las estrategias que favorecen su construcción y; el diseño de propuestas de formación del profesorado.

A medida que avanza la sociedad, nuevas problemáticas acaparan el interés de los investigadores. Algunos de los desafíos que marcan la actualidad de la investigación en Didáctica de las Ciencias son: el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y el debate en torno a los planteamientos constructivistas (Perales y Cañal, 2000).

2.5. Aspectos didácticos del proceso de enseñanza de las ciencias: la atmósfera

Existe, según Pozo y Gómez-Crespo (2006), una crisis de la educación científica que se manifiesta tanto en los resultados de la investigación en Didáctica de las Ciencias

como en las aulas. Según estos autores, los alumnos cada vez aprenden menos y muestran menos interés por lo que aprenden.

En consecuencia, añaden, los profesores de ciencias, especialmente en la etapa de Educación Secundaria, se sienten cada vez más frustrados cuando comprueban que sus esfuerzos docentes no se reflejan en el progreso de aprendizaje del alumno.

A menudo, continúan, los profesores se encuentran desorientados y distraídos ante la multitud de nuevas demandas educativas (alumnos diversos, nuevos métodos, nuevas materias, etc.) y se olvidan de promover aspectos tan importantes como la educación en valores y actitudes de los alumnos.

Este deterioro de la educación científica, concluyen, impide apreciar los importantes cambios culturales que están aconteciendo actualmente, favoreciendo la recurrencia a fórmulas conocidas y formatos educativos que durante décadas han resultado más o menos efectivos.

Al hilo de lo anterior, Pozo y Gómez-Crespo (2006) afirman que, muchas de las dificultades que los profesores de ciencias encuentran en las aulas en su día a día responden al intento de mantener un tipo de educación científica que se halla bastante próxima a lo tradicional, en cuanto a sus contenidos, actividades de aprendizaje, criterios de evaluación y metas, y no a la aplicación de nuevos planteamientos curriculares con una orientación constructivista. Siendo el principal problema que los alumnos a los que va dirigida la enseñanza de la ciencia y sus demandas formativas han cambiado mientras que el currículo no lo ha hecho, generándose así un desajuste entre la ciencia que se enseña y aquellos que la reciben.

En una realidad social y económica en la que la dimensión científico-tecnológica del conocimiento es primordial, resulta aún más necesario trabajar para mejorar el conocimiento de los estudiantes en las materias de ciencias (Portela, Rodríguez-Jiménez y Benito, 2006). Además, la adquisición de habilidades sociales, la observación, conocimiento, puesta en valor y respeto del entorno natural, la capacidad de trabajar en equipo, identificar y resolver problemas aprovechando los avances tecnológicos o la comprensión de los métodos científicos son destrezas que las nuevas realidades sociales y el contexto europeo exigen a los alumnos (Portela *et al.*, 2006). Autores como Borrut, Camps, Maixé y Planelles (1992) y Benito (2003) consideran que el fomento de los contenidos relacionados con las ciencias de la atmósfera en los currículos de las distintas etapas educativas promueve la consecución de estas y otras habilidades.

Además de las implicaciones que tienen en la vida cotidiana, Portela *et al.* (2006) recomiendan la inclusión en el currículo de los contenidos relacionados con la atmósfera porque:

- *Constituyen una amplia área de conocimiento que permite desarrollar una importante cantidad de conceptos físicos.*
- *Resultan relevantes y motivadores para los alumnos.*
- *Permiten el desarrollo de habilidades experimentales, actitudes científicas y valores medio ambientales.*
- *Se adaptan de forma sencilla a aproximaciones de tipo temático para la enseñanza de las ciencias.*
- *Ofrecen la oportunidad de trabajar de modo interdisciplinar puesto que facilitan la inclusión de conceptos de otras áreas. (p. 1)*

En España, estos contenidos aparecen en todos los niveles educativos, aumentando su presencia en el currículo desde primaria hasta bachillerato. En ocasiones, su inclusión presenta algunas deficiencias derivadas de la falta de formación específica del profesorado que, por este motivo, se apoya con excesiva frecuencia en el libro de texto (Portela *et al.*, 2006).

A menudo, el contenido relacionado con la atmósfera que aparece en los libros de texto presenta numerosos errores de tipo conceptual, redundancias, lagunas o una incorrecta secuenciación del mismo (Yagüe, 2003). En consecuencia, la falta de formación del profesorado y el uso excesivo de libros de texto inadecuados dificultan la efectividad del proceso de aprendizaje de los alumnos.

2.5.1. Ideas previas de los alumnos

Teniendo en cuenta la teoría genética de Piaget, los niños de doce/trece años de edad se encuentran en el periodo de las operaciones formales. De acuerdo a Piaget e Inhelder (2007) y siguiendo los estudios psicoevolutivos actuales de Delval (2012), Palacios, Marchessi y Coll (2013) y García-Madruga (2014), entre otros, los niños de esta edad se caracterizan por poseer ya:

- Pensamiento lógico: el niño es capaz de entender conceptos abstractos sin necesidad de manipular los objetos.
- Pensamiento hipotético-deductivo: son capaces de pensar sobre lo posible y lo hipotético, además de lo real. Sus pensamientos ya no se limitan solo a la situación presente. En este periodo tienen en cuenta varios factores a la hora de resolver problemas, tomar decisiones, etc.
- Pensamiento científico: los niños tienen la capacidad de realizar hipótesis, para su posterior comprobación y obtención de conclusiones.

Por tanto, los alumnos a esta edad presentan unas características cognitivas adecuadas para el aprendizaje de las ciencias. No obstante, pueden llegar a clase con ideas preconcebidas sobre los contenidos que se van a trabajar. Estas ideas suelen aparecer fragmentadas, sin una estructura delimitada y, en la mayoría de los casos, de forma errónea (Perales y Cañal, 2000).

El principal mecanismo por el cual los alumnos construyen ideas previas es el proceso de búsqueda de respuestas a sus inquietudes y experiencias personales (Solomon, 1988).

En la actualidad, la ciencia que nos muestran los medios de comunicación y las redes sociales da lugar a un aprendizaje científico heterogéneo, imposible de controlar y lleno de contradicciones (Cañal *et al.*, 2011). Hasta hace no mucho tiempo, la educación científica se impartía de forma exclusiva en el ámbito escolar, sin embargo, hoy el conocimiento cotidiano se ve reforzado por el continuo flujo de ideas y concepciones equivocadas que los alumnos perciben de estos canales (Solomon, 1988).

Estas concepciones alternativas aparecen en la mayoría de las materias aunque en las disciplinas de ciencias, como Biología y Geología, la imposibilidad de observación directa junto con la dificultad de experimentación, suponen para los alumnos un importante obstáculo en la comprensión de numerosos procesos y fenómenos naturales como los que ocurren en la atmósfera (García, 1998).

La importancia de las ideas previas en la Didáctica de las Ciencias Experimentales radica, según Perales y Cañal (2000), en las situaciones derivadas de la interacción que se produce entre la ciencia que se imparte y el conocimiento previo del alumno, como son:

- El reforzamiento de las ideas previas por una mala interpretación de los conceptos impartidos.
- La mezcla de las ideas previas y las impartidas por el profesor aun pudiendo ser contradictorias.
- La permanencia de las ideas previas en el tiempo, con la inclusión de un lenguaje más técnico pero manteniendo su punto de vista inicial inalterado.
- El rechazo del punto de vista del profesor. El alumno comprende que debe estudiarlo pero ambas percepciones coexisten y son empleadas según el contexto.
- La prevalencia del punto de vista científico sobre las ideas previas, acercando el punto de vista de los alumnos a la perspectiva científica.

De esta forma, estos autores concluyen que el conocimiento por parte del profesor de esas ideas preconcebidas es una importante herramienta que sirve para

determinar el tipo de actividades que van a favorecer una adecuada asimilación de determinados conceptos.

2.5.2. Propuestas de mejora didáctica

La consecución de una enseñanza de las ciencias orientada a la alfabetización científica y el logro de la competencia científica del alumnado pasa por una formación específica de los profesores en:

- La materia científica que se pretende enseñar.
- Los fundamentos epistemológicos, psicológicos e históricos de la educación científica en estas materias.
- Los fundamentos proporcionados por la Didáctica de las Ciencias (Cañal *et al.*, 2011).

Las líneas de investigación abiertas en Didáctica de las Ciencias van encaminadas hacia el constructivismo, un modelo de aprendizaje con una perspectiva filosófica de la ciencia y el propio aprendizaje (Luna y Solís, 1997). Las ideas generales de este modelo según Driver (1988) son:

- Importancia fundamental de las ideas previas de los alumnos.
- Encontrar sentido a lo que se aprende supone establecer relaciones.
- El alumno construye activamente significados a medida que aprende.
- El alumno es responsable de su propio aprendizaje.

Claxton (1991) señala que la ciencia no debe presentarse a los alumnos como un saber acabado y definitivo en el que creer con fe ciega sino que se debe enseñar como un saber histórico y provisional del que deben ser partícipes construyendo, a través de sus dudas e incertidumbres, su propio conocimiento.

En esta misma línea, Pozo y Gómez-Crespo (2006) refieren que el principio básico del enfoque constructivista es que “aprender y enseñar, lejos de ser meros procesos de repetición y acumulación de conocimientos, implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos” (p. 23). En esta misma línea, afirman que el constructivismo debe ser la nueva cultura educativa, a través de la cual adoptar nuevas metodologías y nuevas metas para solucionar la actual crisis de la educación científica.

Especialmente para ese período crítico que es la Educación Secundaria, Jiménez-Aleixandre y Sanmartí (1997) establecen cinco metas o finalidades de la educación científica que parecen claramente asumibles:

- El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos.
- El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico.
- El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas.
- El desarrollo de actitudes y valores.
- La construcción de una imagen de la ciencia.

El desarrollo de estas metas se llevaría a cabo mediante su traducción en contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales concretos de la enseñanza de la ciencia (Pozo y Gómez-Crespo, 2006).

Los profesores, especialmente en la Educación Secundaria, no están acostumbrados a orientar sus enseñanzas en la consecución de objetivos actitudinales, sin embargo, “es necesario considerar explícitamente la enseñanza de las actitudes porque sus mecanismos de adquisición y cambio son diferentes de los que ponen en marcha el aprendizaje de otros contenidos más tradicionales en el currículo de ciencias, como conceptos o habilidades” (Pozo y Gómez-Crespo, 2006, p. 37).

Así, la implementación de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” se va a llevar a cabo desde un punto de vista constructivista, desarrollando contenidos conceptuales, procedimentales y tratando de hacer especial hincapié en los actitudinales, dadas las implicaciones socio-culturales, económicas y medioambientales de esta temática.

Y es que, a pesar de ir en la dirección correcta, como así lo demuestra la reacción de miles de jóvenes estudiantes que, actualmente, se manifiestan cada viernes en distintas partes del mundo en torno al movimiento *Fridays For Future* para reclamar medidas urgentes contra el calentamiento global y el cambio climático. Aún hoy, una gran parte de la población mundial, entre los que se incluyen gobernantes de algunos de los países más contaminantes del mundo, ignora deliberadamente o incluso niega las evidencias científicas que acreditan la veracidad y gravedad de dichos procesos. Por ello, se ha de formar a los estudiantes, que serán los gobernantes del mañana, en la importancia de esta temática.

3. UNIDAD DIDÁCTICA

3.1. Introducción

Esta unidad didáctica titulada "Aprende sobre la atmósfera" se enmarca dentro de la programación didáctica establecida para la asignatura de Biología y Geología dirigida a los alumnos del primer curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO).

De acuerdo con la Orden de 14 de julio de 2016, los contenidos que conforman dicha unidad didáctica se encuentran recogidos en el Bloque 2 "La Tierra en el universo". Mediante el tratamiento de los diferentes contenidos trabajados en la presente unidad didáctica se contribuye a alcanzar la finalidad de la materia, establecida en el Anexo I de la Orden de 14 de julio de 2016: contribuir a que los niños adquieran conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica.

A través de las diferentes actividades planteadas a lo largo de la unidad didáctica, el alumnado adquirirá conocimientos en torno a la estructura y composición de la atmósfera, su evolución a lo largo de la historia y sus funciones y valorará la importancia que tiene para el desarrollo de la vida en nuestro planeta. Además, comprenderán diferentes nociones relacionadas con la meteorología y climatología. Por último, reflexionarán sobre la problemática actual de la contaminación atmosférica, investigando sus causas y consecuencias, y proponiendo diferentes medidas para combatirla.

Legislación aplicable

La legislación vigente a tener en cuenta para la realización de esta unidad didáctica será la siguiente:

- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE).
- Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios.
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.
- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.
- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.

Datos generales de la unidad didáctica

Centro: IES Virgen del Carmen. Jaén.

Asignatura: Biología y Geología.

Nivel educativo: 1º ESO.

Horario: las clases se impartirán 3 horas a la semana.

Temporalización: Primer trimestre. 9 sesiones de 60 minutos.

Perfil de los alumnos: en el grupo hay un total de 24 niños, entre los que se encuentra escolarizado un alumno que presenta hipoacusia ligera, al cual se le ha realizado una Adaptación Curricular No Significativa.

3.2. Justificación y contextualización

3.2.1. Fundamentación

El desarrollo de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” se fundamenta originalmente en el currículum de la ESO establecido en la Orden de 14 de julio de 2016. Concretamente, en los contenidos del Bloque 2 “La Tierra en el universo” de la asignatura de Biología y Geología del primer curso, cuya finalidad es que el alumnado adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que le permitan adquirir una cultura científica.

Además, el incremento de la preocupación general en el mundo por los graves efectos de la contaminación atmosférica sobre el clima, como el calentamiento global, y las pesimistas predicciones sobre su futura evolución, hacen más necesario que nunca que los adolescentes conozcan la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ella, así como, la realidad de la contaminación atmosférica y tomen conciencia acerca de la necesidad de desarrollar actitudes responsables con el medio ambiente y el futuro de las sociedades actuales.

Por todo ello, se va a llevar a cabo el diseño de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” de acuerdo a la legislación actual vigente.

3.2.2. Características del centro

La unidad didáctica está contextualizada en el IES Virgen del Carmen², situado en la zona centro de la ciudad de Jaén. Consta de un edificio dividido en tres plantas, en las cuales se distribuyen las diversas aulas. Además de dichas aulas, el centro cuenta con una biblioteca, diferentes departamentos didácticos, laboratorios, gimnasio, aulas específicas de informática, tecnología, música y plástica, un salón de actos, varios despachos, dependencias destinadas a la administración y tres pistas deportivas.

El aula donde se llevarán a cabo las sesiones es el Laboratorio de Biología y Geología, situado en la planta baja del instituto. El laboratorio consta de una mesa para el profesor, seis mesas de trabajo colectivo, distribuidas por el fondo y por uno de los laterales del aula y dieciocho mesas de dos plazas cada una, dispuestas de tres en tres (lo que hace un total de 6 filas).

En dicha aula, la mesa del profesor cuenta con un ordenador, conectado a un proyector y a unos altavoces. Por otro lado, cada una de las mesas dobles del alumnado consta de un ordenador. Los alumnos van rotando cada dos semanas por las diferentes mesas del aula, mediante un sistema planificado, para que todos ellos pasen por todas las filas a lo largo del curso. Además, en este aula podemos encontrar una pizarra y diverso material de laboratorio (probetas, vasos de precipitado, matraces, embudos, pipetas, buretas, etc.) para las actividades prácticas que se vayan a realizar.

En relación a la decoración del aula, las paredes están revestidas de murales realizados por el alumnado, mapas y posters que abarcan desde la estructura interna de algunos grupos de animales a los diferentes procesos geológicos.

Así mismo, cabe destacar que el departamento cuenta con una gran colección de fósiles, minerales y rocas, así como una gran variedad de animales disecados y otros conservados en formol. También dispone de maquetas de gran tamaño del cuerpo humano, un amplio número de microscopios y lupas en muy buen estado, que pueden ser utilizados durante las prácticas. Por último, hay disponible una amplia colección de libros, relacionados con la materia, que el alumnado puede consultar cuando lo necesite.

3.2.3. Características del alumnado

Esta unidad didáctica está propuesta para el primer curso de ESO del IES Virgen del Carmen. El grupo está compuesto por 24 niños de entre doce y trece años de

² Se ha seleccionado este centro educativo como referencia para elaborar este trabajo ya que ha sido en el que he desarrollado las prácticas del máster al que corresponde esta memoria.

edad, todos diferentes en cuanto a capacidades, intereses, necesidades y ritmos de aprendizaje.

En el grupo se encuentra escolarizado un alumno que presenta hipoacusia ligera. La debida atención que recibe se recoge en el apartado 3.6.7.

Respecto al nivel socio-económico del alumnado, se puede decir que, en su mayoría, proceden de familias de clase media y cuyas profesiones pueden enmarcarse en el sector servicios.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivos de etapa

Según el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, los objetivos se refieren a “los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin” (p. 172). Asimismo, recoge los objetivos de la etapa de ESO. A través de esta unidad didáctica se contribuirá a desarrollar en los alumnos las capacidades que les permitan:

- a) Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.*
- b) Desarrollar y consolidar hábitos de disciplina, estudio y trabajo individual y en equipo como condición necesaria para una realización eficaz de las tareas del aprendizaje y como medio de desarrollo personal.*
- c) Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.*
- d) Fortalecer sus capacidades afectivas en todos los ámbitos de la personalidad y en sus relaciones con los demás, así como rechazar la violencia, los prejuicios de cualquier tipo, los comportamientos sexistas y resolver pacíficamente los conflictos.*

e) Desarrollar destrezas básicas en la utilización de las fuentes de información para, con sentido crítico, adquirir nuevos conocimientos. Adquirir una preparación básica en el campo de las tecnologías, especialmente las de la información y la comunicación.

f) Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia.

g) Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en sí mismo, la participación, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

h) Comprender y expresar con corrección, oralmente y por escrito, en la lengua castellana y, si la hubiere, en la lengua cooficial de la Comunidad Autónoma, textos y mensajes complejos, e iniciarse en el conocimiento, la lectura y el estudio de la literatura.

j) Conocer, valorar y respetar los aspectos básicos de la cultura y la historia propias y de los demás, así como el patrimonio artístico y cultural.

k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social. Conocer y valorar la dimensión humana de la sexualidad en toda su diversidad. Valorar críticamente los hábitos sociales relacionados con la salud, el consumo, el cuidado de los seres vivos y el medio ambiente, contribuyendo a su conservación y mejora. (pp. 176-177)

3.3.2. Objetivos de área de conocimiento

Teniendo en cuenta la Orden de 14 de julio de 2016, por la que se establece el currículo correspondiente a la ESO en la Comunidad Autónoma de Andalucía, en relación a esta unidad didáctica, la enseñanza de la Biología y Geología en esta etapa tendrá como finalidad el desarrollo de las siguientes capacidades:

1. Comprender y utilizar las estrategias y los conceptos básicos de la Biología y Geología para interpretar los fenómenos naturales, así como para analizar y valorar las repercusiones de desarrollos científicos y sus aplicaciones.

2. Aplicar, en la resolución de problemas, estrategias coherentes con los procedimientos de las ciencias, tales como la discusión del interés de los

problemas planteados, la formulación de hipótesis, la elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales, el análisis de resultados, la consideración de aplicaciones y repercusiones del estudio realizado y la búsqueda de coherencia global.

3. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando el lenguaje oral y escrito con propiedad, interpretar diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas elementales, así como comunicar a otras personas argumentaciones y explicaciones en el ámbito de la ciencia.

4. Obtener información sobre temas científicos, utilizando distintas fuentes, incluidas las tecnologías de la información y la comunicación, y emplearla, valorando su contenido, para fundamentar y orientar trabajos sobre temas científicos.

5. Adoptar actitudes críticas fundamentadas en el conocimiento para analizar, individualmente o en grupo, cuestiones científicas.

6. Desarrollar actitudes y hábitos favorables a la promoción de la salud personal y comunitaria, facilitando estrategias que permitan hacer frente a los riesgos de la sociedad actual en aspectos relacionados con la alimentación, el consumo, las drogodependencias y la sexualidad.

7. Comprender la importancia de utilizar los conocimientos de la Biología y Geología para satisfacer las necesidades humanas y participar en la necesaria toma de decisiones en torno a problemas locales y globales a los que nos enfrentamos.

8. Conocer y valorar las interacciones de la ciencia con la sociedad y el medio ambiente, con atención particular a los problemas a los que se enfrenta hoy la humanidad y la necesidad de búsqueda y aplicación de soluciones, sujetas al principio de precaución, para avanzar hacia un futuro sostenible.

9. Reconocer el carácter tentativo y creativo de las ciencias de la naturaleza, así como sus aportaciones al pensamiento humano a lo largo de la historia, apreciando los grandes debates superadores de dogmatismos y las revoluciones científicas que han marcado la evolución cultural de la humanidad y sus condiciones de vida. (p. 133)

3.3.3. Objetivos específicos de la unidad didáctica

A lo largo de la presente unidad didáctica, titulada “Aprende sobre la atmósfera”, se pretende que los alumnos logren alcanzar los siguientes objetivos:

1. Conocer la composición de la atmósfera actual y su evolución a lo largo de la historia de la Tierra.
2. Describir la estructura en capas de la atmósfera.
3. Conocer las funciones que desempeña la atmósfera y valorar la importancia que tienen para el desarrollo de la vida en la Tierra.
4. Comprender las diferencias entre tiempo y clima.
5. Conocer los elementos del clima, sus instrumentos de medida habituales y saber identificarlos en un mapa meteorológico.
6. Reflexionar acerca de la problemática de la contaminación atmosférica, sus causas y las consecuencias que tiene para los seres vivos y el medio ambiente.
7. Conocer cómo se produce el efecto invernadero y su relación con el calentamiento global.
8. Valorar la necesidad de proponer y llevar a cabo medidas que ayuden a proteger la atmósfera.
9. Obtener información utilizando distintas fuentes, incluidas las TIC, aplicarla a trabajos sobre temas científicos y realizar pequeños experimentos que permitan extraer hipótesis y conclusiones de los mismos.

3.4. Competencias clave

De acuerdo al artículo 6 de la Ley Orgánica de Educación 2/2006 (LOE), modificada por la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa 8/2013 (LOMCE), se pueden definir las competencias como las “capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos” (p. 18). Dichas competencias deberán estar, por tanto, estrechamente relacionadas con los objetivos, de manera que su consecución contribuya al desarrollo integral del alumnado.

Siguiendo la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, se puede afirmar que el aprendizaje por competencias favorece el aprendizaje y la motivación de los alumnos.

En el actual sistema educativo regulado por la LOE (con las modificaciones de la LOMCE), las competencias se denominan competencias clave, son siete y, a través de las diferentes actividades propuestas durante el desarrollo de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera”, se contribuirá a su adquisición de la siguiente forma:

1. **Competencia en Comunicación lingüística (CCL):** se fomentará el desarrollo de esta competencia a través de la escucha activa por parte de los alumnos de las explicaciones del profesor, las intervenciones orales, los debates, los diálogos, los trabajos en grupo, las exposiciones de trabajos, la búsqueda y el procesamiento de la información y la lectura y comprensión de textos de diversa índole, entre otros.

2. **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT):** se desarrollará a través de la comprensión y uso de términos científicos relacionados con la atmósfera, la realización de un experimento siguiendo el método científico y la interpretación de mapas meteorológicos y su simbología.

3. **Competencia digital (CD):** durante el proceso de enseñanza-aprendizaje los alumnos utilizarán el ordenador con conexión a internet para la búsqueda de información, se visualizarán vídeos mediante el proyector y se realizarán algunas actividades en diferentes páginas webs y aplicaciones.

4. **Aprender a aprender (CAA):** los alumnos desarrollarán esta competencia mediante la búsqueda autónoma y tratamiento de la información, la realización de trabajos de investigación en grupo y la explicación de conceptos entre iguales en las exposiciones de sus trabajos.

5. **Competencias sociales y cívicas (CSC):** estas competencias se desarrollarán en todas las actividades propuestas fomentando, durante el desarrollo de las mismas, el respeto a los demás y a sus ideas, el intercambio crítico y razonado de opiniones y el respeto del turno de palabra.

6. **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor (SIEP):** se contribuirá a desarrollar esta competencia fomentando la participación activa de los alumnos en las diferentes actividades, animándoles a expresarse e intercambiar ideas con el resto de compañeros y a trabajar en equipo.

7. **Conciencia y expresiones culturales (CEC):** esta competencia será desarrollada a través del estudio de diversas teorías y conceptos relacionados con la historia de la ciencia en el campo de la meteorología.

En la Tabla 1 se muestra la relación entre los objetivos específicos de la presente unidad didáctica, los objetivos de etapa (OE), los objetivos de área (OA) y las competencias clave (CC).

Tabla 1. Relación entre los objetivos específicos de la unidad didáctica, OE, OA y CC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	OE	OA	CC
1. Conocer la composición de la atmósfera actual y su evolución a lo largo de la historia de la Tierra.	b, e, f, h, j	1, 3, 4, 7, 9	CCL, CMCT, CD, CAA
2. Describir la estructura en capas de la atmósfera.	b, e, f, h	1, 3, 4, 7	CCL, CMCT, CD
3. Conocer las funciones que desempeña la atmósfera y valorar la importancia que tienen para el desarrollo de la vida en la Tierra.	b, e, f, g, h, j	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	CCL, CMCT, CD, CAA, CSC
4. Comprender las diferencias entre tiempo y clima.	b, e, f, h	1, 3, 4	CCL, CMCT, CD
5. Conocer los elementos del clima, sus instrumentos de medida habituales y saber identificarlos en un mapa meteorológico.	b, e, f, h	1, 3, 4, 7	CCL, CMCT, CD, CAA, CEC
6. Reflexionar acerca de la problemática de la contaminación atmosférica, sus causas y las consecuencias que tiene para los seres vivos y el medio ambiente.	a, b, e, f, g, h, k	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8	CCL, CD, CAA, CSC, SIEP
7. Conocer cómo se produce el efecto invernadero y su relación con el calentamiento global.	b, e, f, g, h	1, 3, 4, 7, 8	CCL, CD, CSC
8. Valorar la necesidad de proponer y llevar a cabo medidas que ayuden a proteger la atmósfera.	a, b, e, g, h, k	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	CCL, CD, CAA, CSC, SIEP
9. Obtener información utilizando distintas fuentes, incluidas las TIC, aplicarla a trabajos sobre temas científicos y realizar pequeños experimentos que permitan extraer hipótesis y conclusiones de los mismos.	a, b, c, d, e, f, g, h	1, 2, 3, 4, 5, 7	CCL, CMCT, CAA, CD, CSC, SIEP

3.5. Contenidos

Los contenidos pueden ser definidos, tal y como establece el Real Decreto 1105/2014, como el “conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de los objetivos de cada enseñanza y etapa educativa y a la adquisición de competencias” (p. 172). En la ESO estos contenidos se ordenan en asignaturas y estas a su vez se clasifican en materias y ámbitos.

3.5.1. Contenidos de materia

Teniendo en cuenta la Orden de 14 de julio de 2016, los contenidos de Biología y Geología del primer curso de ESO quedan recogidos en los siguientes bloques de contenidos:

- Bloque 1. Habilidades, destrezas y estrategias. Metodología científica.
- Bloque 2. La Tierra en el universo.
- Bloque 3. La biodiversidad en el planeta Tierra.
- Bloque 4. Los ecosistemas.

Los contenidos de esta unidad didáctica están enmarcados en el Bloque 2 de contenidos “La Tierra en el universo”. Los contenidos de dicho bloque que están estrechamente relacionados con la unidad didáctica son los siguientes:

- La atmósfera. Composición y estructura.
- Contaminación atmosférica. Efecto invernadero.
- Importancia de la atmósfera para los seres vivos.

A partir de dichos contenidos presentes en la Orden de 14 de julio de 2016 se han extraído los contenidos específicos de la unidad didáctica, tal y como se muestra en la Tabla 2:

Tabla 2. Contenidos específicos de la unidad didáctica extraídos a partir de los contenidos de materia.

CONTENIDOS DE MATERIA	CONTENIDOS ESPECÍFICOS DE LA UD
La atmósfera. Composición y estructura.	– La atmósfera terrestre. – Origen y evolución de la composición de la atmósfera. – Estructura de la atmósfera: troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera y magnetosfera. – Meteorología y climatología. Elementos del clima: la presión atmosférica, el viento, la temperatura, la humedad y la precipitación.
Contaminación atmosférica. Efecto invernadero.	– La contaminación atmosférica. – Causas de la contaminación atmosférica.

	– Consecuencias de la contaminación de la atmósfera. – Efecto invernadero y calentamiento global. – El agujero en la capa de ozono. – La lluvia ácida. – La mala calidad del aire en las ciudades. – Formas de proteger la atmósfera.
Importancia de la atmósfera para los seres vivos.	– Funciones de la atmósfera.

3.5.2. Contenidos transversales

De acuerdo con lo establecido en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, el artículo 6 del Decreto 111/2016, de 14 de junio, y el artículo 3 de la Orden de 14 de julio de 2016, el currículo de ESO incluirá una serie de elementos transversales. En la presente unidad didáctica se trabajarán, en síntesis, los siguientes:

- Desarrollo de las competencias personales y habilidades sociales.
- Educación para la convivencia y el respeto en las relaciones interpersonales.
- Fomento de los valores y las actuaciones necesarias para el impulso de la igualdad real y efectiva entre hombres y mujeres.
- Fomento de la tolerancia y el reconocimiento de la diversidad y la convivencia intercultural.
- Desarrollo de las habilidades para la comunicación interpersonal, la capacidad de escucha activa, la empatía, la racionalidad y el acuerdo a través del diálogo.
- Utilización crítica y autocontrol en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y los medios audiovisuales.
- Toma de conciencia sobre temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado.

3.5.3. Contenidos de planes y proyectos

El IES Virgen del Carmen está llevando a cabo el Plan Escuela TIC 2.0, recogido en su proyecto educativo. Con esta unidad didáctica se contribuirá a dicho plan impulsando el uso de las TIC para la búsqueda de información y recursos a través de internet, la visualización de vídeos e imágenes, la realización de presentaciones, entre otros. Además, se concienciará a los alumnos sobre el uso crítico y adecuado de las mismas.

3.6. Metodología

El artículo 4 del Decreto 111/2016 define la metodología como “el conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados” (p. 30). Es decir, la metodología proporciona la respuesta a la pregunta "cómo enseñar".

3.6.1. Principios metodológicos

Esta unidad didáctica tiene en cuenta las recomendaciones de metodología didáctica expresadas en el artículo 7 del Decreto 111/2016 y en el artículo 4 de la Orden de 14 de julio de 2016. Los principios metodológicos que impregnan esta unidad didáctica son los siguientes:

- El papel del profesor: será considerado como orientador, promotor y facilitador del desarrollo y aprendizaje de los alumnos.
- Atención a la diversidad: el profesor se ajustará al nivel competencial del alumnado, respetando los diferentes ritmos de aprendizaje.
- El alumnado, protagonista de su propio aprendizaje: se estimulará la superación individual, el desarrollo de sus potencialidades fomentando su autoconfianza y el aprendizaje autónomo.
- Entornos de aprendizaje: se crearán entornos que faciliten el aprendizaje, caracterizados por la confianza, el respeto y la convivencia.
- Trabajo cooperativo: a través de la puesta en marcha de las diferentes actividades se fomentará la colaboración y el trabajo en grupo, así como el sentimiento de pertenencia grupal.
- Estimulación del interés y hábito de la lectura, la práctica de la expresión escrita y la capacidad de expresarse correctamente en público.

- Potenciación de la reflexión y el pensamiento crítico del alumnado, favoreciendo el descubrimiento, la investigación, el espíritu emprendedor y la iniciativa personal.
- Estrategias interactivas: van a permitir que los alumnos sean capaces de construir y compartir el conocimiento a través de la expresión e intercambio de ideas.
- Metodologías activas: a través de ellas se contextualizarán los aprendizajes, presentando los contenidos de forma relacionada y favoreciendo la participación, la experimentación y la motivación de los alumnos. De esta forma se dota de significatividad al aprendizaje del alumnado.
- Observación, investigación y experimentación: el profesor propondrá a los alumnos trabajos de observación, investigación y experimentación, siguiendo el método científico, así como actividades integradas que les permitan desarrollar más de una competencia al mismo tiempo.
- Utilización de las TIC para el aprendizaje y el conocimiento.

3.6.2. Organización del tiempo

Tal y como se indica en el Anexo IV de la Orden de 14 de julio de 2016, en el horario lectivo de la asignatura de Biología y Geología de 1º de ESO hay 3 sesiones cada semana.

La unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” se desarrollará en el primer trimestre del curso, en concreto durante las tres primeras semanas de noviembre. Contará con un total de nueve sesiones lectivas, de sesenta minutos de duración cada una, de acuerdo con el artículo 16 del Decreto 301/2009.

Las diferentes sesiones de la unidad didáctica se impartirán los lunes, martes y viernes en el siguiente horario:

- Lunes: 9:15-10:15.
- Martes: 11:45-12:45.
- Viernes: 8:15-9:15.

La distribución temporal de las actividades realizadas en cada una de las sesiones se especifica en el apartado 3.6.5.

3.6.3. Organización del espacio

Todas las sesiones, exceptuando la sesión 5 (actividad complementaria), se llevarán a cabo en el Laboratorio de Biología y Geología del centro.

Tal y como se ha descrito en el apartado 3.2.2., la distribución de las mesas del aula va a permitir que los alumnos puedan trabajar de forma individual y en parejas en las mesas dobles del centro de la clase. Por otro lado, las mesas de trabajo colectivo van a facilitar la organización de las actividades en grupo, ya que no hará falta mover el mobiliario, con la inversión de tiempo que conlleva, sino que serán los alumnos los que cambien de sitio.

En la sesión 5 se realizará una salida a la sede central de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), ubicada en Madrid.

3.6.4. Agrupamientos

Los diferentes tipos de agrupamientos que se van a llevar a cabo durante la puesta en marcha de las actividades que conforman la unidad didáctica son los siguientes:

- Grupo-clase: para las explicaciones del profesor, análisis de ideas previas, diálogos, debates, resolución de dudas, visualización de vídeos e imágenes, exposición de trabajos, actividades de repaso y la salida a la sede central de la AEMET.
- Pequeños grupos (6 alumnos): realización y exposición de trabajos de investigación y desarrollo de experimentos científicos.
- Parejas: resolución de Kahoot para analizar los conocimientos previos de los alumnos y visualización de mapas meteorológicos en la web.
- Individual: búsqueda de información, lectura y comprensión de textos, cuestionario sobre la salida a la sede central de la AEMET y realización del examen.

3.6.5. Descripción y secuenciación de las actividades

A continuación, se van a describir las diferentes sesiones que componen la unidad didáctica. Cada sesión se presenta sintetizada en una tabla resumen que incluye las actividades realizadas, temporalización y recursos empleados en cada una de ellas (Tablas 3 a 11).

Sesión 1

Tabla 3. Resumen de la sesión 1.

SESIÓN 1		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Presentación de la unidad didáctica.	10 minutos.	Guía didáctica del profesor y libro de texto.
Lluvia de ideas.	15 minutos.	Pizarra blanca.
Kahoot.	35 minutos.	Ordenadores y proyector.

Presentación de la unidad didáctica: el profesor indicará a los alumnos el título de la unidad didáctica, así como los objetivos que se pretenden conseguir y los contenidos que se trabajarán para la consecución de dichos objetivos. Por último, se les explicará qué se va a evaluar y cómo se va a evaluar.

Lluvia de ideas: para saber el nivel de conocimiento de los contenidos del que se parte, se tratarán de averiguar los conocimientos previos de los alumnos sobre los diferentes contenidos relacionados con la presente unidad didáctica. Para conseguirlo se realizará una “lluvia de ideas”, partiendo de una serie de preguntas que los alumnos responderán y se irán apuntando en la pizarra blanca. Las preguntas serán, entre otras, las siguientes:

- ¿Sabéis qué es la atmósfera?
- ¿Podríamos vivir sin ella?
- ¿Es lo mismo tiempo y clima?
- ¿Qué sabéis de la contaminación atmosférica?
- ¿Creéis que podemos hacer algo para luchar contra la contaminación?

El papel del profesor será el de guiar el debate, mientras que uno de los alumnos apuntará en la pizarra las ideas que sus compañeros vayan diciendo. Cabe destacar que estas preguntas servirán de guía para el análisis de los conocimientos previos. No obstante, podría variar el orden según las respuestas de los alumnos o incluso realizar otras diferentes.

Kahoot: a través de esta actividad los alumnos podrán comprobar si estaban en lo cierto sobre las ideas que han aportado en la actividad anterior o si, por el contrario, estaban equivocados. El Kahoot es un tipo de cuestionario realizado por el profesor, en la web con el mismo nombre. Este Kahoot en cuestión consiste en una serie de 10 preguntas con varias opciones de respuesta y los alumnos disponen de 30

segundos para leer la pregunta y elegir la opción correcta. A continuación, el programa les dice si han acertado o han fallado. Esta actividad la realizarán los alumnos por parejas en el ordenador de su mesa. La relación de preguntas y opciones de respuesta propuestas en el Kahoot se muestran en el ANEXO I.

Sesión 2

Tabla 4. Resumen de la sesión 2.

SESIÓN 2		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Visualización del vídeo “El Origen de Atmósfera”, diálogos sobre el mismo y ampliación de información.	20 minutos.	Ordenador, proyector, recursos multimedia y libro de texto.
Experimento: ¿el aire pesa?	40 minutos.	Balanza de precisión, globos y plantilla del experimento realizada por el profesor.

Visualización de un vídeo y ampliación de información: se visualizará el vídeo titulado “El Origen de Atmósfera” (<https://www.youtube.com/watch?v=fasili8Bb8g>). Tras ver el vídeo completo, se comentará con los alumnos y se realizarán algunas preguntas para analizar el grado de comprensión del mismo:

- ¿De dónde salían los gases que formaron la atmósfera primitiva?
- ¿Cuáles eran estos gases y por qué quedaron retenidos?
- ¿Qué gas no había en la atmósfera primitiva de la Tierra?
- ¿Qué pasó con el vapor de agua existente en la atmósfera?
- ¿Qué ocurrió en la atmósfera cuando se originó la vida en la Tierra?
- ¿Qué gases forman la actual atmósfera?

Al mismo tiempo, de forma expositiva, el profesor ampliará la información del vídeo y tratará los contenidos relacionados con el origen y la evolución de la atmósfera que no hayan surgido en los diálogos.

Experimento científico “¿El aire pesa?”: a través de un experimento científico, que consistirá en tomar un globo vacío, pesarlo, inflarlo y, de esta forma, volver a pesarlo, se animará a los alumnos a descubrir si el aire pesa, siguiendo el método

científico. En primer lugar, se les planteará la siguiente pregunta: ¿cómo podemos averiguar si el aire pesa? Se dividirá a los alumnos en grupos de seis, se colocarán en las mesas de trabajo colectivo y se les repartirá una plantilla que tendrá que rellenar cada grupo. Dicha plantilla se encuentra recogida en el ANEXO II. Los alumnos tendrán que describir sus hipótesis, los materiales necesarios, el proceso de realización del experimento y si se validan o se rechazan las hipótesis.

Sesión 3

Tabla 5. Resumen de la sesión 3.

SESIÓN 3		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Visualización de vídeos “capas de la atmósfera en un minuto” y comentarios sobre los mismos.	30 minutos.	Ordenador, proyector y libro de texto.
¿Para qué sirve la atmósfera?	30 minutos.	Ordenador, proyector, recursos multimedia y libro de texto.

Visualización de vídeos: se van a proyectar diversos vídeos, de aproximadamente un minuto de duración cada uno, sobre las características de las diferentes capas que conforman la atmósfera:

- Troposfera: <https://www.youtube.com/watch?v=e8lggo3JphY>
- Estratosfera: https://www.youtube.com/watch?v=5_Oz5qzwial
- Mesosfera: <https://www.youtube.com/watch?v=EShYNPyuX6s>
- Termosfera: <https://www.youtube.com/watch?v=3XXySnGXiY>
- Exosfera: https://www.youtube.com/watch?v=_dYoeH9J7k8

Tras la visualización de cada vídeo, se comentará con los alumnos, ampliando la información, visualizando imágenes a través de internet para su mejor comprensión y resolviendo posibles dudas.

¿Para qué sirve la atmósfera?: a través de una presentación de PowerPoint de realización propia, el profesor transmitirá a los alumnos los contenidos relacionados con las funciones de la atmósfera. En el ANEXO III se recoge un esbozo de esta presentación.

Sesión 4

Tabla 6. Resumen de la sesión 4.

SESIÓN 4		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Los elementos del clima a través de mapas.	45 minutos.	Ordenador, proyector, recursos multimedia y libro de texto.
Visualización de mapas del tiempo y comentarios sobre los mismos.	15 minutos.	Ordenadores, proyector y recursos multimedia.

Los elementos de clima a través de mapas: el profesor va a desarrollar los contenidos relacionados con el clima y sus elementos haciendo uso de una presentación PowerPoint de realización propia (ANEXO IV) y de los mapas meteorológicos que encontramos en las siguientes páginas web:

- <https://content.meteoblue.com/es/dimensiones-espaciales/mapas-meteorologicos-nuevo>
- <https://www.eltiempo.es>

Visualización de mapas del tiempo: los alumnos, utilizando los ordenadores por parejas, podrán navegar libremente por las páginas web anteriores para visualizar los distintos tipos de mapas meteorológicos de temperatura, precipitación, viento, humedad y presión e interactuar con ellos.

Durante esta actividad el profesor atenderá los comentarios y responderá las dudas que tengan los alumnos.

Antes de finalizar la clase, se repartirán las autorizaciones a los alumnos que deberán traer cumplimentadas y firmadas por los padres o tutores legales para poder asistir a la salida que se realizará en la sesión 6. Esta autorización se encuentra recogida en el ANEXO V.

Sesión 5

Tabla 7. Resumen de la sesión 5.

SESIÓN 5		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
¿Qué es la contaminación atmosférica?	15 minutos.	Ordenador, proyector y recursos multimedia.

Organización e inicio de trabajos de investigación.	45 minutos.	Ordenadores, recursos multimedia y guion del trabajo de investigación.
---	-------------	--

¿Qué es la contaminación atmosférica?: a través de una presentación de PowerPoint de realización propia, el profesor explicará qué es la contaminación atmosférica y sus principales causas y mencionará las principales consecuencias. En el ANEXO VI se muestra un esbozo de esta presentación.

Trabajos de investigación: los alumnos tendrán que investigar sobre las distintas consecuencias de la contaminación atmosférica. Se dividirán en grupos de seis alumnos y cada grupo investigará sobre uno de los siguientes temas:

- Calentamiento global.
- Agujero en la capa de ozono.
- Lluvia ácida.
- La mala calidad del aire en las ciudades.

Para la realización del trabajo (que será evaluado según se indica en la rúbrica que aparece en la Tabla 15) tendrán que dar respuesta a lo siguiente:

- ¿Qué es o en qué consiste?
- Posibles consecuencias para la salud, el clima y los ecosistemas.
- Acciones para combatirlo.

Para ello, podrán emplear las fuentes de información que se les proporcionan y añadir otras fuentes de información obtenidas por ellos mismos. Los enlaces que pueden utilizar para realizar esta actividad son los siguientes:

- Calentamiento global:

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/que-es-el-calentamiento-global>

<https://blog.oxfamintermon.org/por-que-se-produce-el-calentamiento-global/>

- Agujero en la capa de ozono:

https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Spain/El_agujero_de_la_capa_de_ozono_se_va_cerrando

<https://ecotrendies.com/las-graves-consecuencias-del-agujero-en-la-capade-ozono.html>

<https://www.ecologiaverde.com/como-cuidar-la-capa-de-ozono-102.html>

- Lluvia ácida:

<https://ingeoexpert.com/blog/2017/12/22/que-es-la-lluvia-acida/>

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/lluvia-acida>

- La mala calidad del aire en las ciudades:

<https://www.mscbs.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/medioAmbiente/calidadAire.htm>

<https://www.ocu.org/salud/bienestar-prevencion/informe/resultados-estudio-contaminacion-ciudades>

Además, tendrán que realizar una presentación PowerPoint para exponerlos al resto de compañeros (durante las sesiones 7 y 8), que no excederá de 7-8 minutos. En clase empezarán a realizar el trabajo y lo terminarán en casa si no les da tiempo.

Sesión 6

Tabla 8. Resumen de la sesión 6.

SESIÓN 6		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Visita a la sede central de la AEMET.	12 horas aprox.	Cuestionario individual sobre la visita.

Visita a la sede central de la Agencia Estatal de Meteorología: se saldrá de Jaén sobre las 6:00 am y se volverá hacia las 18:00 pm aproximadamente, realizando un descanso para desayunar y otro para comer (los alumnos deberán llevar su propia comida y bebida). Los alumnos irán acompañados por dos profesores (el profesor de Biología y Geología y otro designado por el Jefe de Estudios). Durante la visita los alumnos recibirán una charla sobre meteorología, reforzada con recursos audiovisuales. Posteriormente, realizarán un recorrido por una estación meteorológica para ver los diferentes instrumentos de medida de las distintas variables meteorológicas. Una vez finalizada la visita, cada alumno deberá rellenar en su casa un cuestionario sobre diversos aspectos relacionados con la visita y entregarlo al profesor en la siguiente sesión. El cuestionario que realizarán los alumnos se encuentra en el ANEXO VII.

Sesión 7

Tabla 9. Resumen de la sesión 7.

SESIÓN 7

ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Exposiciones de los trabajos de investigación (2 grupos).	20 minutos.	Ordenador, proyector y recursos multimedia.
Lectura de texto.	10 minutos.	Texto impreso.
Debate.	30 minutos.	Pizarra blanca.

Exposiciones de los trabajos de investigación: dos grupos deberán realizar sus exposiciones sobre el tema de trabajo de investigación, relacionado con la contaminación atmosférica, que se les asignó en la sesión 5. El profesor hará los incisos necesarios y resolverá las posibles dudas. Los otros dos grupos realizarán su exposición en la siguiente sesión.

Lectura de texto: los alumnos, de forma individual, leerán un texto sobre la necesidad de un cambio en el modelo alimentario para combatir la crisis climática, extraído del periódico “El País” y recogido en el ANEXO VIII. A continuación, se pondrán en común las ideas fundamentales extraídas del texto.

Debate: se realizará un debate relacionado con el texto leído anteriormente. Para ello, se dividirá la clase en dos grupos: uno de los grupos tendrá que defender el modelo alimentario actual y el otro grupo el cambio a un nuevo modelo alimentario. Para finalizar, se pondrán en común las conclusiones sobre el tema debatido.

Sesión 8

Tabla 10. Resumen de la sesión 8.

SESIÓN 8		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Exposiciones de los trabajos de investigación (2 grupos).	20 minutos.	Ordenador, proyector y recursos multimedia.
Pasapalabra.	30 minutos.	Ordenador, proyector y recursos multimedia.
Resolución de dudas.	10 minutos.	Pizarra blanca.

Exposiciones de los trabajos de investigación: los dos grupos restantes realizarán sus exposiciones sobre el tema de trabajo de investigación, relacionado con la

contaminación atmosférica, que se les asignó en la sesión 5. El profesor hará los incisos necesarios y resolverá las posibles dudas.

Pasapalabra: a través de esta actividad, se repasarán todos los contenidos trabajados durante el desarrollo de la unidad didáctica. El juego consiste en completar el rosco de letras del abecedario de la siguiente forma: el profesor leerá una definición de uno de los términos trabajados que empiece por cada una de las letras del abecedario (excepto Ñ, Q, W y Z) y los alumnos tendrán que adivinar de qué se trata. Se dividirá la clase en dos equipos y cada equipo elegirá un portavoz. Por sorteo, empezará respondiendo un equipo. Si el equipo falla o no sabe la respuesta dirá “pasapalabra” y el turno pasará al siguiente equipo. Las diferentes definiciones y términos que componen la actividad se recogen en el ANEXO IX.

Resolución de dudas: el profesor aclarará los conceptos sobre los que hayan tenido dudas en la actividad anterior y, además, resolverá las posibles dudas que puedan plantear los alumnos de cara a la realización de la prueba escrita en la siguiente sesión.

Sesión 9

Tabla 11. Resumen de la sesión 9.

SESIÓN 9		
ACTIVIDADES	TEMPORALIZACIÓN	RECURSOS
Prueba escrita.	60 minutos.	Prueba escrita impresa.

Prueba escrita: los alumnos deberán responder, de forma escrita, a diversas preguntas relacionadas con todos los contenidos trabajados durante el desarrollo de la unidad didáctica. Consistirá en un total de 7 preguntas de todo tipo (respuesta corta, desarrollo y tipo test). La prueba escrita se encuentra recogida en el ANEXO X.

3.6.6. Actividades complementarias

Se consideran actividades complementarias aquellas organizadas por los centros educativos y que tienen un carácter diferenciado de las propiamente lectivas por el momento, el espacio o los recursos que utilizan. Estas actividades deberán estar relacionadas con los contenidos y criterios de evaluación de la unidad didáctica que se esté trabajando, dando sentido y coherencia a la misma.

En esta unidad didáctica se realizará como actividad complementaria la visita a la sede central de la AEMET, ubicada en Madrid.

Esta actividad complementaria es de carácter voluntario, ya que requiere salir del centro educativo y la autorización firmada por los padres o tutores legales de

los alumnos. Los alumnos que no participen en la salida didáctica asistirán a clase siguiendo el horario habitual pero, tal y como se ha acordado con los profesores del resto de asignaturas, no se impartirá nuevo temario sino que se realizarán tareas de repaso o aquellas estimadas por el profesor en cuestión.

3.6.7. Materiales y recursos didácticos

Durante el desarrollo de la unidad didáctica, se van a necesitar diferentes materiales y recursos didácticos:

- Libro de texto: Biología y Geología 1º ESO Serie Observa. Proyecto Saber Hacer (ed. 2016). Andalucía. Santillana. Se utilizará como guía del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Material didáctico realizado por el profesor: presentaciones de PowerPoint, plantillas para diferentes actividades, cuestionario en Kahoot y lista de definiciones para la actividad “Pasapalabra”.
- Material TIC: ordenadores y diversos programas informáticos, navegador web, proyector y altavoces.
- Pizarra blanca, rotuladores para pizarra blanca, pizarra convencional, tizas y borrador.
- Material de laboratorio: balanza de precisión.
- Material fungible: folios blancos, bolígrafos, lápices, gomas de borrar, cuadernos, etc.
- Otros materiales: artículos relacionados con la unidad didáctica, diversos libros de consulta y globos.

3.6.8. Atención a la diversidad

De acuerdo al Decreto 111/2016, la atención a la diversidad es el conjunto de actuaciones educativas dirigidas a:

Dar respuesta a las diferentes capacidades, ritmos y estilos de aprendizaje, motivaciones, intereses, situaciones socioeconómicas y culturales, lingüísticas y de salud del alumnado, con la finalidad de facilitar la adquisición de las competencias clave y el logro de los objetivos de la etapa y no podrán, en ningún caso, suponer una discriminación que le impida alcanzar la titulación de Educación Secundaria Obligatoria. (p. 40)

Teniendo en cuenta el artículo 2 del Decreto 111/2016, los profesores deberán llevar a cabo ciertas medidas para atender a la diversidad del alumnado, que respondan a las necesidades educativas concretas del mismo y al logro de los objetivos de la ESO y a la adquisición de las competencias.

Entre las medidas generales de atención a la diversidad que se van a llevar a cabo durante la puesta en práctica de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” cabe destacar:

- Partir de los conocimientos previos de los alumnos.
- Adaptación a los diferentes ritmos de aprendizaje y atención individualizada.
- Diferentes agrupamientos dentro del aula para la realización de actividades: actividades en gran grupo, en pequeños grupos, por parejas e individuales.
- Propuesta de actividades que fomenten la participación del alumnado en el aula.
- Combinación de diferentes tipos de actividades: búsqueda de información, trabajo individual, exposiciones, trabajo en grupo, etc.
- Organización espacio-temporal adecuada a las características de los alumnos y a las actividades propuestas.
- Selección y uso de materiales curriculares y didácticos más adecuados a las características del grupo-clase.

En el grupo se encuentra escolarizado un alumno que presenta hipoacusia ligera. La hipoacusia se define como la pérdida de la capacidad auditiva. En este caso, la pérdida tonal media está comprendida entre 21 dB y 40 dB. La persona que la padece puede mantener una conversación frente a frente con una persona o grupo pequeño en un ambiente tranquilo, pero tiene dificultades para escuchar en reuniones, ambientes ruidosos o a distancia.

En cuanto a las características particulares de este alumno, cabe destacar que utiliza audífonos que le permiten escuchar sin dificultad y mantener conversaciones en ambientes tranquilos. Sin embargo, presenta dificultades de comprensión en ambientes ruidosos. Además, a menudo muestra falta de atención, no suele pedir aclaraciones si no entiende algo y le cuesta hablar en público.

A dicho alumno se le ha realizado una adaptación curricular no significativa. En cuanto a las medidas que se van a poner en marcha para adaptar la metodología de la unidad didáctica a sus características personales son las siguientes:

- Cuidar las condiciones acústicas del aula, evitando ambientes ruidosos.
- Ubicarlo cerca del profesor durante las actividades colectivas orales y de las diferentes fuentes sonoras (altavoces, ordenador, etc.).
- Establecer mayor contacto ocular cuando se realicen explicaciones y hablarle de frente.
- Utilizar un estilo comunicativo interactivo y abierto, que permita al alumno realizar argumentaciones o dar respuestas abiertas.
- Potenciar las imágenes y la expresión corporal.
- Proporcionarle otras vías de comprensión además de la auditiva: gestos, mapas conceptuales, esquemas, etc.
- Ofrecer la información lineal y ordenada, hablándole despacio y claro.
- Informarle individualmente de las actividades a realizar, cómo hacerlas, qué recursos puede utilizar, etc.
- Utilizar las TIC como estrategia de comprensión.

3.6.9. Tratamiento interdisciplinar

Zabala (2011) indica que la interdisciplinariedad no es un método de enseñanza, sino que hace referencia a la forma y la relación sobre cómo se presentan los contenidos.

En el currículo de la ESO en Andalucía, establecido en la Orden de 14 de julio de 2016, los contenidos se presentan distribuidos en diferentes materias. Sin embargo, entre estas materias se establecen múltiples conexiones que permiten abordar la enseñanza desde una perspectiva interdisciplinar.

En esta unidad didáctica, el profesor se va a coordinar con el profesor de Inglés, que trabajará con los alumnos el léxico relacionado con el tiempo atmosférico, el clima y el medio ambiente en dicho idioma.

3.7. Evaluación

Teniendo en cuenta el artículo 13 de la Orden de 14 de julio de 2016, la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado en la ESO será continua, formativa e integradora.

3.7.1. Sistema de evaluación

La evaluación del alumnado en esta unidad didáctica será individualizada. Se tendrán en cuenta las características generales del grupo-clase, atendiendo a las particularidades de cada alumno.

Además, el proceso de evaluación será continuo. Se valorará el progreso del alumnado durante el desarrollo de la unidad didáctica y la realización de las diferentes actividades propuestas, procurando detectar las dificultades en el momento que se produzcan y adoptando las medidas que se precisen para que los alumnos sean capaces de alcanzar los objetivos propuestos.

Por otro lado, el carácter formativo de la evaluación proporcionará la información necesaria para mejorar la intervención educativa.

Por último, la evaluación será integradora, teniendo en cuenta todos los elementos del currículo, así como la aportación de la materia a la consecución de los objetivos y competencias.

3.7.2. Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación pueden ser definidos, tal y como se expresa en el artículo 4 del Decreto 111/2016, como “el referente específico para evaluar el aprendizaje del alumnado. Describen aquello que se quiere valorar y que el alumnado debe lograr, tanto en conocimientos como en competencias; responden a lo que se pretende conseguir en cada asignatura” (p. 30).

De acuerdo con la Orden de 14 de julio de 2016, los criterios de evaluación correspondientes a la unidad didáctica son los siguientes:

8. Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.

9. Investigar y recabar información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, y desarrollar actitudes que contribuyan a su solución.

10. Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma. (p. 135)

La relación entre los criterios de evaluación y las competencias se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Relación entre los criterios de evaluación de la unidad didáctica y las CC.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	COMPETENCIAS CLAVE
8. Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.	CMCT
9. Investigar y recabar información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, y desarrollar actitudes que contribuyan a su solución.	CMCT, CD, CAA, CSC, SIEP
10. Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma.	CMCT, CSC, CEC

3.7.3. Estándares de aprendizaje

El artículo 4 del Decreto 111/2016 define los estándares de aprendizaje evaluables como:

Las especificaciones de los criterios de evaluación que permiten definir los resultados de aprendizaje, y que concretan lo que el estudiante debe saber, comprender y saber hacer en cada asignatura; deben ser observables, medibles y evaluables y permitir graduar el rendimiento o logro alcanzado.
(p. 30)

En la Tabla 13 se muestra la relación entre los contenidos propios de esta unidad didáctica, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables recogidos en el Real Decreto 1105/2014 (p. 206):

Tabla 13. Relación entre los contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje de la unidad didáctica.

CONTENIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
La atmósfera. Composición y estructura.	8. Analizar las características y composición de la atmósfera y las propiedades del aire.	8.1. Reconoce la estructura y composición de la atmósfera. 8.2. Reconoce la composición del aire, e identifica los contaminantes principales relacionándolos con su origen. 8.3. Identifica y justifica con argumentaciones sencillas, las causas que sustentan el papel

		protector de la atmósfera para los seres vivos.
Contaminación atmosférica. Efecto invernadero.	9. Investigar y recabar información sobre los problemas de contaminación ambiental actuales y sus repercusiones, y desarrollar actitudes que contribuyan a su solución.	9.1. Relaciona la contaminación ambiental con el deterioro del medio ambiente, proponiendo acciones y hábitos que contribuyan a su solución.
Importancia de la atmósfera para los seres vivos.	10. Reconocer la importancia del papel protector de la atmósfera para los seres vivos y considerar las repercusiones de la actividad humana en la misma.	10.1. Relaciona situaciones en los que la actividad humana interfiera con la acción protectora de la atmósfera.

3.7.4. Criterios de calificación

Los criterios de calificación van a permitir cuantificar la nota del alumno. En la Tabla 14 se muestran los criterios de calificación que se van a tener en cuenta en esta unidad didáctica:

Tabla 14. Criterios de calificación de la unidad didáctica.

PONDERACIÓN	PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN
45%	Prueba escrita.
25%	Trabajo de investigación.
20%	Otras actividades: ➤ Cuestionario del experimento (10%). ➤ Cuestionario de la salida (10%).
10%	Actitud e intervenciones en clase.

3.7.5. Técnicas e instrumentos de evaluación

Para realizar una adecuada evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado se utilizará la observación directa y sistemática de los alumnos en la

realización de las diferentes actividades propuestas, el análisis de las producciones de los alumnos (trabajos, cuestionarios, etc.) y la realización de una prueba escrita (ANEXO X).

La información obtenida se recogerá en diarios de clase (ANEXO XI), donde se anotarán algunos aspectos puntuales e interesantes que se hayan observado, y en diversas rúbricas (Tablas 15, 16 y 17).

Tabla 15. Rúbrica para evaluar los trabajos de investigación.

	SOBRESALIENTE (10-9)	NOTABLE (8-7)	APROBADO (6-5)	SUSPENSO (<5)
CONOCIMIENTO DEL TEMA	Demuestran un conocimiento profundo sobre el tema.	Demuestran un buen conocimiento del tema.	Demuestran conocimiento de algunas partes del tema.	No parecen conocer muy bien el tema.
ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	La información se presenta perfectamente organizada, conectando todas las ideas.	La información se presenta organizada, conectando algunas ideas.	La información no está del todo organizada.	La información no se presenta organizada.
CALIDAD DE LA INFORMACIÓN	La información desarrolla el tema principal, responde a todas las preguntas planteadas.	La información desarrolla el tema principal, dando respuesta a la mayoría de las preguntas planteadas.	La información desarrolla el tema principal, dando respuesta a algunas de las preguntas planteadas.	La información tiene poca o ninguna relación con el tema principal y no responde a las preguntas planteadas.
DIAPOSITIVAS	Muy visuales y atractivas, con imágenes, vídeos, palabras clave,	Adecuadas, con imágenes, vídeos, palabras	Adecuadas, pero poco atractivas, con pocas imágenes,	Inadecuadas, sin imágenes, vídeos ni ejemplos y

	poco texto y ejemplos.	clave, algunas frases y ejemplos.	vídeos y ejemplos y exceso de texto en algunas de ellas.	con exceso de texto en la mayoría de ellas.
GRAMÁTICA Y ORTOGRAFÍA	No existen errores gramaticales, ortográficos ni de puntuación.	Casi no existen errores gramaticales, ortográficos ni de puntuación.	Hay algunos errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.	Hay muchos errores gramaticales, ortográficos y de puntuación.
INTERVENCIÓN	Intervienen todos los miembros del grupo de forma equilibrada.	Intervienen todos los miembros del grupo, pero de forma poco equilibrada.	Intervienen la mayoría de los miembros del grupo.	Intervienen solo uno o dos miembros del grupo.
TIEMPO	Se ajusta perfectamente al tiempo establecido, dejando el tiempo necesario para dudas o preguntas.	Se ajusta al tiempo establecido, pero no deja demasiado tiempo para dudas y preguntas.	Se ajusta al tiempo establecido durante parte de la intervención, mostrando un final precipitado por falta de tiempo.	No se ajusta al tiempo establecido.
EXPRESIÓN ORAL	En todas las intervenciones se habla de forma clara y precisa, utilizando un buen tono y ritmo, realizando las	Casi todos los miembros hablan de forma clara, utilizando buen tono, pero algunos de ellos con un ritmo algo	En alguna intervención no se habla de forma clara ni se ajusta al tono o ritmo adecuados.	En ninguna o casi ninguna intervención se habla de forma clara, ni con un tono ni ritmo adecuados.

	pausas necesarias.	pausado o acelerado.		
LENGUAJE NO VERBAL	Tienen buena postura, se muestran relajados y seguros de sí mismos y establecen contacto visual con el resto de compañeros.	Algunos miembros tienen buena postura y establecen contacto visual con el resto de compañeros.	Algunas veces tienen buena postura y establecen contacto visual ocasionalmente.	Tienen mala postura y no mira al resto de compañeros mientras exponen.
RESOLUCIÓN DE DUDAS	Responde con precisión a todas o casi todas las preguntas que les plantean sus compañeros de clase sobre su tema.	Responde con precisión a la mayoría de las preguntas que les plantean sus compañeros de clase sobre su tema.	Responde con precisión a unas pocas preguntas que les plantean sus compañeros de clase sobre su tema.	No es capaz de responder a las preguntas que les plantean sus compañeros de clase sobre su tema.
PUNTUACIÓN TOTAL/10=				

Tabla 16. Rúbrica para evaluar el experimento científico.

	SOBRESALIENTE (10-9)	NOTABLE (8-7)	APROBADO (6-5)	SUSPENSO (<5)
ORGANIZACIÓN Y LIMPIEZA	El equipo está perfectamente organizado y mantiene limpia y ordenada la mesa de trabajo.	El equipo está bastante organizado y mantiene limpia y ordenada la mesa de trabajo.	El equipo no está muy organizado, pero mantiene limpia y ordenada la	El equipo no está organizado ni mantiene limpia ni ordenada la mesa de trabajo.

			mesa de trabajo.	
CUIDADO Y USO DEL MATERIAL	Usa el material siguiendo estrictamente las indicaciones del profesor, lo cuida y lo mantiene ordenado.	Usa el material siguiendo las indicaciones del profesor y lo cuida, pero no lo ordena.	Usa el material sin seguir las indicaciones del profesor, pero lo cuida, aunque no lo ordena.	Usa el material sin seguir las indicaciones del profesor, no lo cuida ni lo ordena.
REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO	Realiza el experimento siguiendo el método científico de forma muy precisa.	Realiza el experimento siguiendo el método científico.	Realiza el experimento, pero en algunos momentos no sigue el método científico.	No realiza el experimento.
INFORME	- Plantea correctamente las hipótesis. - Describe todos los materiales necesarios. - Describe de forma precisa y ordenada todos los pasos a seguir. - Explica las conclusiones de forma clara y concisa.	- Plantea de forma correcta las hipótesis. - Describe los materiales necesarios. - Describe casi todos los pasos a seguir de forma ordenada. - Extrae las conclusiones.	- Plantea hipótesis. - Describe los materiales necesarios. - Describe la mayoría de los pasos a seguir, pero sin mucho orden. - Extrae las conclusiones.	- No plantea hipótesis. - No describe los materiales necesarios. - No describe los pasos a seguir. - No extrae ninguna conclusión.

TRABAJO EN EQUIPO	El trabajo se divide de forma equilibrada entre todos los miembros del grupo.	El trabajo se divide entre todos los miembros del grupo, pero no de forma equilibrada.	El trabajo se divide entre la mayoría de los miembros del grupo, pero alguno no participa.	El trabajo no ha sido dividido y algunos miembros no participan.
ACTITUD	Siguen las instrucciones del profesor, hablan en voz baja y respetan a los demás.	Siguen las instrucciones del profesor, hablan en voz baja la mayor parte del tiempo y respetan a los demás.	Siguen las instrucciones del profesor, respetan a los demás, pero elevan el tono de voz muy a menudo.	No siguen las instrucciones del profesor, mantienen el tono de voz elevado y no respetan a los demás.
PUNTUACIÓN TOTAL/6=				

Tabla 17. Rúbrica para evaluar la actitud y la participación en clase.

	SOBRESALIENTE (10-9)	NOTABLE (8-7)	APROBADO (6-5)	SUSPENSO (<5)
PARTICIPACIÓN	Participa en todas las actividades propuestas, aporta ideas, pregunta dudas, pide aclaraciones y respeta el turno de palabra.	Participa en la mayoría de actividades propuestas, aporta algunas ideas, pregunta dudas, pide aclaraciones y respeta el turno de palabra.	Participa en algunas actividades propuestas, aporta algunas ideas y, a veces, pregunta dudas y pide aclaraciones. Respeto el turno de palabra.	No participa en la mayoría de las actividades propuestas, no aporta ideas ni pregunta dudas ni pide aclaraciones. No respeta el turno de palabra.

3.7.6. Recuperación y proacción

Para los alumnos que lo requieran, se proponen actividades de recuperación y proacción.

Por un lado, las actividades de recuperación van dirigidas a los alumnos que no hayan superado los objetivos mínimos específicos de la unidad didáctica, cuya calificación sea menor que 5. Estos alumnos podrán realizar una prueba escrita (ANEXO XII), al final del trimestre, con diferentes actividades que permitan evaluar el grado de consecución de los objetivos específicos de la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” y del resto de unidades didácticas del trimestre que no se hayan superado, si las hubiere.

Por otro lado, las actividades de proacción irán destinadas a aquellos alumnos que hayan superado los objetivos específicos de la unidad didáctica y, de esta forma, puedan seguir avanzando en el propio proceso de aprendizaje, ampliando los contenidos o profundizando más en ellos. En esta unidad didáctica se propondrá a los alumnos que realicen un trabajo de investigación sobre el cambio climático, haciendo especial incidencia en sus efectos en la comunidad autónoma de Andalucía.

3.8. Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje

En el contexto de nuestro actual sistema educativo regulado por la LOE, con las modificaciones de la LOMCE, una de las funciones del profesorado es la mejora continua de los procesos de enseñanza. Por consiguiente, los profesores debemos evaluar nuestra práctica e intervención educativa con el objeto de mejorarla.

Para evaluar nuestra práctica docente será necesario prever los procedimientos e instrumentos empleados que nos permitan valorar la adecuación entre el diseño, el desarrollo y los resultados de la unidad didáctica.

3.8.1. Instrumentos empleados

Para evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje se va a utilizar una ficha de autoevaluación de dicho proceso, en la que se muestran diferentes indicadores de logro. El profesor deberá rellenar si ha llevado a cabo esos ítems durante el desarrollo de la unidad didáctica, siguiendo el siguiente código: siempre (S), casi siempre (CS) a veces (AV) y nunca (N). Además, se podrán plantear las propuestas de mejora que se

crean convenientes. La información recogida ayudará al profesor a tomar las decisiones necesarias para mejorar su intervención educativa.

En la Tabla 18 se muestra la ficha de autoevaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje que se va a utilizar:

Tabla 18. Ficha de autoevaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE					
INDICADORES DE LOGRO	S	CS	AV	N	PROPUESTAS DE MEJORA
1. Se ha realizado una evaluación inicial para ajustar los diferentes elementos curriculares a las características del grupo-clase.					
2. Se han tenido en cuenta las capacidades, intereses y necesidades de los alumnos.					
3. Se ha informado anticipadamente a los alumnos de los criterios de evaluación y calificación.					
4. La selección y distribución de contenidos y actividades ha sido ajustada.					
5. Las actividades propuestas han sido suficientes y variadas, permitiendo la adquisición de conocimientos y el desarrollo de las competencias.					
6. La selección de materiales y recursos ha sido adecuada.					
7. Se ha fomentado en el aula el respeto y el trabajo colaborativo.					
8. Se han propuesto medidas de atención a la diversidad, ofreciendo una respuesta adecuada a las diferentes capacidades y ritmos de aprendizaje.					

9. Las actividades complementarias realizadas han servido a los alumnos para afianzar conocimientos.				
10. La distribución espacial del aula ha sido adecuada para la puesta en marcha de las diferentes actividades.				
11. Se han utilizado de forma sistemática diferentes procedimientos e instrumentos de evaluación.				
12. Los criterios de evaluación y calificación propuestos han sido adecuados.				

4. CONCLUSIONES

En líneas generales, la realización de este TFM ha sido para mí el reto más importante del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. Además de haber adquirido numerosos conocimientos teóricos relacionados con la atmósfera, el clima y la contaminación atmosférica, la elaboración del presente trabajo ha supuesto un antes y un después en mi concepción sobre la implicación y dedicación que, por parte del personal docente, existe detrás del proceso de enseñanza-aprendizaje y de su programación.

Por otro lado, las distintas asignaturas del máster y, especialmente, el período de prácticas en el centro educativo, junto con las directrices de mis tutores del TFM han contribuido de forma trascendental a moldear la unidad didáctica que he desarrollado en este trabajo. De esta forma, he programado una serie de actividades que, a través de una metodología activa y participativa del alumnado y utilizando diferentes recursos didácticos, van a permitir a los alumnos ser los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje y, a su vez, tomar conciencia de la gravedad del escenario actual y futuro en relación a la contaminación atmosférica, el calentamiento global y el cambio climático.

En concordancia con el objetivo propuesto al inicio de este TFM, se puede concluir que el diseño de una unidad didáctica basada en contenidos relacionados con la atmósfera es una tarea compleja, ya que implica una síntesis sustancial de las fuentes bibliográficas consultadas. Además, las aportaciones de la Didáctica de las Ciencias sobre esta temática en particular son bastante reducidas si se comparan con las investigaciones existentes en relación a otros temas.

Todo ello, junto con la actual repercusión mediática y la preocupación social por los efectos perjudiciales de la contaminación atmosférica sobre el clima, hace necesaria una mayor investigación en Didáctica de las Ciencias sobre esta temática con el fin de formar personas capaces de afrontar, con espíritu crítico y desde el rigor científico, los retos medioambientales del mañana.

5. BIBLIOGRAFÍA

- AEMET (2019). Nubes noctilucentes. *Diccionario ilustrado de meteorología. Meteoglosario visual*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Madrid: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Recuperado de: https://meteoglosario.aemet.es/es/termino/1074_nubes-noctilucentes
- Ahrens, C. D. (1982). *Meteorology today. An introduction to weather, climate and the environment*. Minesota: West Publishing Co.
- Ariza, R. P. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Ariza, R. P. y Martín, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. *Investigación en la escuela*, 24, 49-59.
- Ashenden, T. W. (2002). Effects of wet deposited acidity. *Air Pollution and Plant Life*, 237.
- Barry, R. y Chorley, R. (1999). *Atmósfera, tiempo y clima (7.ª ed.)*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Benito, A. (2003). *La Meteorología en la formación académica española: análisis de los currículos nacionales. Sixth International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education (EWOC)*. Madrid.
- Borrut, J. M., Camps, J., Maixé, J. M. y Planelles, M. (1992). La Meteorología en la enseñanza de las Ciencias Experimentales: una propuesta interdisciplinar integradora. *Enseñanza de las Ciencias* 10, 201-205.
- Cañal, P., Del Carmen, L., Barros, S. G., Jiménez-Aleixandre, M. P., Márquez, C., Losada, C. M., Pedrinaci, E., De Pro, A., Pujol, R. y Sanmartí, N. (2011). *Didáctica de la Biología y la Geología. Formación del Profesorado. Educación Secundaria. Volumen II*. Ministerio de Educación. Madrid: Graó.
- Civitatis (s.f.). *Auroras boreales*. Recuperado de: <https://www.civitatis.com/es/tromso/crucero-2-dias-aurora-boreal/>
- Claxton, G. (1991). *Educating the inquiring mind: the challenge for school science*. Harvester Wheatsheaf.
- Consejería de Educación (2009). Decreto 301/2009, de 14 de julio, por el que se regula el calendario y la jornada escolar en los centros docentes, a excepción de los universitarios. Consejería de Educación. *Boletín Oficial de la Junta de*

- Andalucía* (20/07/2009), 139, 5-9. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2009/139/1>
- Consejería de Educación (2016a). Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Consejería de Educación. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* (28/06/2016), 122, 27-45. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/122/2>
- Consejería de Educación (2016b). Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado. Consejería de Educación. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía* (28/07/2016), 144, 108-396. Recuperado de: <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2016/144/18>
- Cuadrat, J. M. y Pita, M. F. (2014). *Climatología* (7.^a ed.). Madrid: Cátedra.
- Delval, J. (2012). *El desarrollo humano*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 6(2), 109-120.
- Duarte, C. M. (2007). *Impactos del calentamiento global sobre los ecosistemas polares*. Madrid: Fundación BBVA.
- EEA (2009). Ensuring quality of life in Europe's cities and towns. Tackling the environmental challenges driven by European and global change. *EEA Report 5/2009*. Copenague: European Environment Agency (EEA)
- EEA (2012). *Production of ozone depleting substances (EEA-32), 1986-2011*. European Environment Agency (EEA). Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/production-of-ozone-depleting-substances-in-eea-member-countries-1>
- EEA (2017). *Contaminación atmosférica*. European Environment Agency (EEA). Recuperado de: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/air/intro>
- Gallego, A., González, I., Sánchez, B., Fernández, P., Garcinuño, R. M., Bravo, J. C., Pradana, J. A., García, A. y Durand, J. S. (2012). *Contaminación atmosférica*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Recuperado de: <https://libroselectronicos.ujaen.es/Record/Xebook1-576>

- García, C. M. (1998). De los obstáculos epistemológicos a los conceptos estructurantes: una aproximación a la enseñanza-aprendizaje de la geología. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 323-330.
- García-Madruga, J.A. (2014). *Psicología del desarrollo*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED).
- Geofrik (2013). *Formación de hierro bandeado*. Geofrik's Blog. Recuperado de: <https://geofrik.com/2013/06/17/formacion-de-hierro-bandeado/>
- Giordan, A. (1997). ¿Las ciencias y las técnicas en la cultura de los años 2000? *Kikirikí*, 44-45, 33-34.
- Guilyardi, E., Lescarmonier, L., Matthews, R., Point, S. P., Rumjaun, A. B., Schlüpmann, J. y Wilgenbus, D. (2019). *Reporte especial del IPCC "Calentamiento global de 1,5°C": Resumen para profesores*. Office for Climate Education.
- Harriman, R., Battarbee, R. y Monteith, D. (2002). Effects of acidic deposition on aquatic ecosystems. *Air Pollution and Plant Life*, 295.
- IPCC (2015). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- IPCC (2019). *Special report on global warming of 1,5°C (SR15)*. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf
- Jefatura del Estado (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Jefatura del Estado. *Boletín Oficial del Estado* (04/05/2006), 106. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>
- Jefatura del Estado (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Jefatura del Estado. *Boletín Oficial del Estado* (10/12/2013), 295, 97.858-97.921. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-12886>
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y García-Rodeja, I. (1997). Hipótesis, citas, resultados: reflexiones sobre la comunicación científica en didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 11-19.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. y Sanmartí, N. (1997). ¿Qué ciencias enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria. La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria. *Cuadernos de Formación del profesorado*, 9.

- Luna, M. y Solís, E. (1997). Las ideas previas del alumnado en Ciencias: una recopilación sobre los núcleos de contenidos del Primer Ciclo de la ESO. *Título abierto: revista del CEP de Sevilla*, 3, 63-74.
- MAGRAMA (2014). *Análisis de la calidad del aire en España: evolución 2001-2012*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Madrid. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/publicaciones/analisisdelacalidaddelaireenespanaevolucion2001-2012web_tcm30-185073.pdf
- MECD (2015a). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). *Boletín Oficial del Estado* (03/01/2015), 3, 169-546. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-37>
- MECD (2015b). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD). *Boletín Oficial del Estado* (29/01/2015), 25, 6986-7003. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2015-738>
- Meteoblu (2019). *Mapas de temperatura*. Recuperado de: <https://content.meteoblue.com/es/dimensiones-espaciales/mapas-meteorologicos-nuevo/temperatura>
- MITECO (s.f). *Qué es el cambio climático*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). Recuperado de: <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/que-es-el-cambio-climatico-y-como-nos-afecta/>
- OMS (s.f.). *Contaminación atmosférica*. Departamento de Salud Pública, Medio Ambiente y Determinantes Sociales de la Salud. Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado de: https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/es/
- OMS (2001). Air quality guidelines for Europe. *European Series*, 91. Copenhague: WHO Regional Publications.
- OMS (2014). *7 millones de muertes cada año debidas a la contaminación atmosférica*. Organización Mundial de la Salud (OMS). Ginebra. Recuperado de: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/es/>
- Palacios, J., Marchessi, A. y Coll, C. (2013). *Desarrollo psicológico y educación. Psicología evolutiva. Volúmenes I, II y III*. Madrid: Alianza Universal.

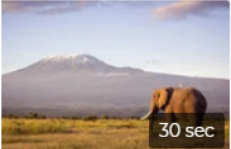
- Palomares, M. (2015). *Breve historia de la meteorología*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Madrid: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11765/900>
- Perales, F. J. y Cañal, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Piaget, J. e Inhelder, B. (2007). *Psicología del niño*. Barcelona: Crítica.
- Portela, A., Rodríguez-Jiménez, R. M. y Benito, Á. (2006). *Las ciencias de la atmósfera en los libros de texto de la enseñanza obligatoria española*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Madrid: Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).
- Pozo, J. I. y Gómez-Crespo, M. A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico (5.ª ed.)*. Madrid: Morata.
- Rivilla, A. M. y Mata, F. S. (2002). *Didáctica General*. Madrid: Pearson Educación.
- Solomon, J. (1988). Una perspectiva social de los esquemas conceptuales. *Investigación en la Escuela*, 5, 17-20.
- Thibault, O. (2019). *50 años del primer vuelo del Concorde*. La voz de Galicia. Recuperado de: <https://www.lavozdeg Galicia.es/noticia/sociedad/2019/02/23/50-anos-primer-vuelo-concorde/00031550940091583921944.htm>
- Vide, J. M. (1991). *Fundamentos de climatología analítica*. Madrid: Síntesis.
- White, I. D., Mottershead, D. N. y Harrison, S. J. (1987). *Environmental systems an introductory text (2.ª ed.)*. Londres: Chapman & Hall.
- Yager, R. E. y Penick, J. E. (1983). Analysis of the current problems with school science in the USA. *European Journal of Science Education*, 5, 463-459.
- Yagüe, C. (2003). *Meteorología y Climatología en la ESO. Sixth International Conference on School and Popular Meteorological and Oceanographic Education (EWOC)*. Madrid.
- Zabala, A. (2011). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo. Una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. Barcelona: Graó.
- Zúñiga, I. y Crespo, E. (2010). *Meteorología y climatología*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Recuperado de: <https://libroselectronicos.ujaen.es/Record/Xebook1-531>

ANEXOS

ANEXO I. PREGUNTAS DE CONOCIMIENTOS PREVIOS EN KAHOOT

Enlace de acceso al cuestionario: <https://create.kahoot.it/share/la-atmosfera-ideas-previas/d4226b58-a2e3-49ab-aa75-86517af56086>

Relación de preguntas y respuestas que conforman el Kahoot:

1 - Quiz ¿Qué es la atmósfera terrestre?	
☐ Una capa de polvo que envuelve la Tierra	✗
☒ La capa gaseosa que envuelve la Tierra	✓
☐ La capa de agua que envuelve a la Tierra	✗
2 - Quiz ¿Es posible la vida en la Tierra sin la atmósfera?	
☐ No	✓
☒ Sí	✗
3 - Quiz Troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera, exosfera y magnetosfera son...	
☐ Las partes en las que se divide el aire	✗
☒ Las capas en las que se divide la atmósfera	✓
☐ Ninguna de las anteriores es correcta	✗

4 - Quiz

¿Cuál no es una función de la atmósfera?



Filtrado de rayos solares dañinos



Mantenimiento y distribución de la temperatura del planeta



Producción de luz para la fotosíntesis de las plantas



5 - Quiz

Los fenómenos que caracterizan la atmósfera en un momento dado es lo que llamamos...



Tiempo atmosférico



Clima



6 - True or False

El clima es el promedio del tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un largo período de tiempo.



False



True



7 - Quiz

¿Cómo se origina la contaminación atmosférica?



Por emisiones de gases de origen natural



Por emisiones de gases de origen antropogénico



Todas las repuestas son correctas



8 - Quiz

¿Cuál no es un gas de efecto invernadero?



- | | | |
|---|--------------------|---|
|  | Dióxido de carbono | ✗ |
|  | Vapor de agua | ✗ |
|  | Metano | ✗ |
|  | Oxígeno | ✓ |

9 - Quiz

El agujero en la capa de ozono y el calentamiento global son...



- | | | |
|---|---|---|
|  | Consecuencia de la contaminación atmosférica | ✗ |
|  | Consecuencia del aumento de gases de efecto invernadero | ✗ |
|  | Todas las repuestas son correctas | ✓ |

10 - True or False

Las personas no podemos hacer nada para evitar la contaminación atmosférica



- | | | |
|---|-------|---|
|  | False | ✓ |
|  | True | ✗ |

ANEXO II. PLANTILLA DEL EXPERIMENTO CIENTÍFICO “¿EL AIRE PESA?”

UNIDAD DIDÁCTICA: APRENDE SOBRE LA ATMÓSFERA. BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA 1º ESO.
CIENTÍFICOS DEL GRUPO: 1. 2. 3. 4. 5. 6.
EXPERIMENTO CIENTÍFICO: “¿EL AIRE PESA?”
HIPÓTESIS
¿Creéis que el aire pesa? Justificad la respuesta. ¿Cómo podemos comprobarlo?
MATERIALES
Enumerad los materiales que habéis utilizado para realizar el experimento.
REALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO
Describid, detalladamente y en orden, los pasos que habéis seguido en la realización del experimento.
CONCLUSIONES
Después de realizar el experimento, ¿diríais que el aire pesa o no pesa? Justificad la respuesta.

ANEXO III. POWERPOINT DE MUESTRA. ¿PARA QUÉ SIRVE LA ATMÓSFERA?

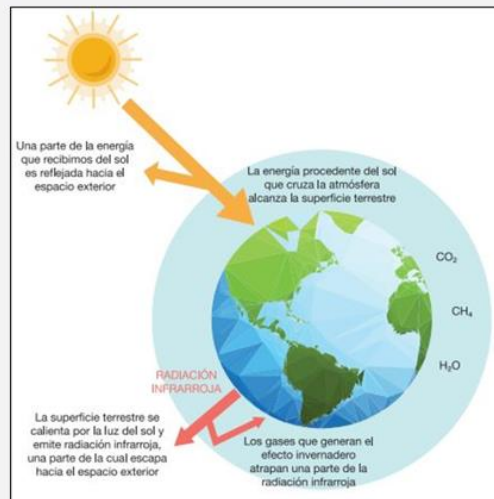
¿PARA QUÉ SIRVE LA ATMÓSFERA?

- Filtrado de rayos solares dañinos



¿PARA QUÉ SIRVE LA ATMÓSFERA?

- Mantenimiento y distribución de la temperatura



ANEXO IV. POWERPOINT DE MUESTRA. LOS ELEMENTOS DEL CLIMA A TRAVÉS DE MAPAS

LOS ELEMENTOS DEL CLIMA A TRAVÉS DE MAPAS

- **TIEMPO:** Es el estado de la atmósfera en un lugar en un momento determinado.
- **CLIMA:** Es el promedio del tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un largo período de tiempo.



LOS ELEMENTOS DEL CLIMA A TRAVÉS DE MAPAS

- PRESIÓN ATMOSFÉRICA
- VIENTO
- TEMPERATURA
- HUMEDAD
- PRECIPITACIÓN



ACCESO A MAPAS

- <https://content.meteoblue.com/es/dimensiones-espaciales/mapas-meteorologicos-nuevo>
- <https://www.eltiempo.es>

ANEXO V. AUTORIZACIÓN SALIDA DIDÁCTICA

IES Virgen del Carmen.

AUTORIZACIÓN SALIDA DIDÁCTICA

D./Dña. _____, con DNI nº _____, padre/madre/representante legal del alumno/a _____, con DNI nº _____, matriculado en el primer curso de Educación Secundaria Obligatoria, AUTORIZO a mi hijo/a a participar en la actividad fuera del centro: **salida didáctica a la Agencia Estatal de Meteorología, que tendrá lugar en Madrid, el próximo 13 de noviembre de 2020.**

Y para que surta los efectos oportunos ante el/la tutor/a o ante la Jefatura de Estudios, firmo la presente Autorización.

En Jaén, a ____ de _____ de 20__

Fdo: _____

(Padre/madre/representante legal)

Los alumnos deberán aportar 5€, en concepto del pago del autobús. El resto de dinero necesario para la salida didáctica será cubierto por el AMPA.

Material necesario para la salida didáctica:

- Mochila.
- Libreta y bolígrafo.
- Botella de agua.
- Desayuno.
- Almuerzo.
- Vestir ropa y calzado cómodo.

¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA?

Presencia en el aire de partículas y sustancias que implican riesgo o daño sobre las personas y bienes de cualquier naturaleza.



¿QUÉ ES LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA?

CAUSAS

NATURALES

ANTROPOGÉNICAS



ANEXO VII. CUESTIONARIO DE LA VISITA A LA SEDE CENTRAL DE LA AEMET

Nombre y apellidos:

Responde a las cuestiones que se te plantean. Para ello usa el espacio en blanco y si te falta espacio dale la vuelta a la hoja. ¡ÁNIMO!

1. Haz un breve resumen de la visita a la sede central de la AEMET. Para ello describe las instalaciones que has visto y comenta lo que más te haya llamado la atención y aquello que menos te haya gustado.

2. ¿Qué instrumentos de medida del tiempo atmosférico has visto? Enuméralos e indica que mide cada uno.

3. Según lo que has visto hoy, describe brevemente en qué consiste cada uno de los distintos elementos que conforman el clima (viento, precipitación, temperatura, etc.)

ANEXO VIII. TEXTO DE LA SESIÓN 7

1. Lee este texto y subraya las ideas que consideres más importantes.

¿Es necesario un cambio en el modelo alimentario para combatir la crisis climática?

La crisis climática ha alcanzado tal dimensión y rapidez (2019 encadena máximos de temperaturas mes a mes mientras se suceden olas de calor y sequías) que ya no basta con fijarse solo en un sector para intentar dejar el calentamiento dentro de unos límites manejables. No será suficiente con reducir o suprimir del sector energético los gases de efecto invernadero, que según la mayoría de los científicos están detrás del cambio climático. Hacen falta transformaciones profundas en otros sectores como el de la producción de alimentos mundial y la gestión de los suelos, y también en las dietas.

“No hay una solución que pase por reducir los gases de un solo sector”, ha explicado este jueves por teléfono desde Ginebra (Suiza) Eduardo Buendía Calvo, copresidente del IPCC, el panel internacional de expertos que asesoran a la ONU.

El peruano Buendía es uno de los coordinadores del informe especial sobre cambio climático y tierra del IPCC que se ha presentado este jueves en la ciudad suiza y en el que han participado 107 expertos de 52 países. El estudio apunta a la necesidad de cambios para combatir la deforestación, la desertización y el derroche. Solo el desperdicio de alimentos, resalta, es responsable de entre el 8% y el 10% de todas las emisiones de efecto invernadero que genera el ser humano. Entre el 25% y el 30% del total de alimentos producidos en el mundo se pierde o se desperdicia, resaltan los expertos de la ONU.

El IPCC apunta a los beneficios en la lucha contra el cambio climático de las “dietas equilibradas” basadas en alimentos de origen vegetal, como cereales secundarios, legumbres, frutas y verduras. Se incluyen también alimentos de origen animal, pero producidos de manera sostenible con bajas emisiones. “Algunas opciones dietéticas requieren más tierra y agua”, ha explicado este jueves Debra Roberts, una de las científicas que también ha coordinado el estudio, “y provocan más emisiones de gases”.

Hace 10 meses, en octubre de 2018, otro informe del IPCC sacudió el mundo. Porque los científicos advertían entonces de que el ser humano se estaba quedando sin tiempo para poder cumplir con el Acuerdo de París, que establece como meta para final de siglo que el incremento medio de la temperatura quede por debajo de los dos grados centígrados respecto a los niveles preindustriales (finales del XIX). Y en la medida de lo posible por debajo de 1,5 grados. Con un incremento que ya ronda el grado centígrado y la acumulación en la atmósfera de dióxido de carbono (CO₂) en niveles nunca vistos por el ser humano, aquel informe del IPCC advertía de que se necesitaban reducciones de gases de efecto invernadero sin precedentes en muy poco tiempo para cumplir el acuerdo.

Ahora, el análisis monotemático del IPCC sobre el uso de la tierra en el planeta resalta la importancia del sector alimentario en esta lucha y la necesidad de tomar medidas rápido: “Actuar ahora puede evitar o reducir los riesgos y pérdidas y generar beneficios para la sociedad”. “Las rápidas acciones de adaptación y mitigación climáticas, alineadas con la gestión sostenible de la tierra y el desarrollo sostenible (...), podrían reducir el riesgo para millones de personas expuestas a fenómenos extremos del clima, desertificación, degradación de la tierra e inseguridad alimentaria”.

Porque la tierra y el uso que el ser humano le da son a la vez una víctima del cambio climático y un causante de ese calentamiento. El crecimiento de la población mundial y los cambios en las dietas y el consumo desde mediados del siglo pasado han llevado a “tasas sin precedentes de uso de la tierra y el agua”, apunta el IPCC. Por ejemplo, alrededor del 70% del consumo mundial de agua dulce se destina a la agricultura. “Estos cambios han contribuido al aumento de emisiones netas de gases de efecto invernadero, pérdida de ecosistemas naturales y disminución de la biodiversidad”. El informe recuerda que desde mediados del pasado siglo el consumo per cápita de grasas vegetales, carnes y calorías se ha disparado. Esos cambios en los patrones de alimentación han llevado a que en el mundo vivan 2.000 millones de personas con sobrepeso u obesidad.

El informe establece que un 23% de todos los gases de efecto invernadero que expulsa el hombre vienen de la agricultura, la silvicultura y el uso de la tierra. Pero si se añaden las emisiones asociadas a la producción mundial de alimentos, esa cuota puede llegar hasta el 37%. “Se prevé que las emisiones de la producción agrícola aumenten impulsadas por el crecimiento de la población y la renta y los cambios en los patrones de consumo”, advierte el informe.

El IPCC resalta que el cambio climático está teniendo ya impactos en la “seguridad alimentaria” ya que están cambiando los patrones de precipitación y aumentando la frecuencia e intensidad de fenómenos extremos que dañan los cultivos. Y las proyecciones no son buenas: “Se prevé que la frecuencia e intensidad de las sequías aumenten particularmente en la región mediterránea y en África meridional”.

Pero los impactos se pronostican para todo el planeta: en Asia y África habrá más personas sometidas a la desertización; en América, el Mediterráneo, el sur de África y Asia central se prevén más incendios forestales; en los trópicos y subtrópicos caerá el rendimiento de los cultivos... Además, estas consecuencias, que pueden incrementar las migraciones asociadas a factores medioambientales, serán mayores a medida que aumente el calentamiento.

El informe apunta a algunas soluciones, como los cambios en las dietas que los consumidores pueden realizar (...). En todo caso, el IPCC recuerda que la tierra tiene que seguir siendo “productiva para mantener la seguridad alimentaria” ante el aumento de

la población previsto y los impactos negativos del calentamiento. “Esto significa que hay un límite para la contribución de la tierra en la lucha contra el cambio climático”, apunta el panel de expertos (...).

El IPCC plantea la necesidad de una respuesta rápida ante el desafío del cambio climático: “Retrasar la acción (...) podría dar lugar a algunos impactos irreversibles en algunos ecosistemas”. Y esto a su vez generaría más gases de efecto invernadero que calentarían aún más el planeta.

Fuente: Manuel Planelles extraído de El País (9 de agosto de 2019)
https://elpais.com/sociedad/2019/08/07/actualidad/1565193502_273906.html

2. Ha llegado el momento de debatir, sigue las instrucciones del profesor para dividir la clase y elige tu equipo. Tras leer el texto, ¿crees que hay que cambiar nuestra forma de alimentarnos para intentar combatir los efectos del calentamiento global o por el contrario piensas que no es necesario? Recuerda que tu opinión es tan válida como la de cualquiera y queremos escucharte, ¡anímate a participar en el debate!

ANEXO IX. DEFINICIONES Y TÉRMINOS DE LA ACTIVIDAD “PASAPALABRA”

PASAPALABRA		
LETRA	DEFINICIÓN	TÉRMINO
A	Capa gaseosa que rodea al planeta Tierra.	Atmósfera
B	Instrumento que se utiliza para medir la presión atmosférica.	Barómetro
C	Promedio del tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un largo período de tiempo.	Clima
D	Destrucción de los bosques como consecuencia de la lluvia ácida.	Deforestación
E	Segunda capa principal de la atmósfera que se extiende desde la tropopausa hasta unos 50 km aproximadamente.	Estratosfera
F	Contiene la f. Sustancias gaseosas orgánicas que contienen compuestos halogenados como cloro, bromo y flúor y provocan efecto invernadero.	CFC
G	Primera fuerza que impulsa al aire a moverse, concretamente entre dos puntos con valores de presión diferentes.	Gradiente de presión
H	Cantidad de vapor de agua que contiene una masa de aire determinada.	Humedad
I	Nombre que recibe el efecto por el cual la Tierra se mantiene a una temperatura adecuada para que la vida sea posible.	Invernadero (efecto)
J	Contiene la J. Importante reducción de la cantidad de ozono estratosférico sobre la Antártida.	Agujero
K	La unidad de medida de la temperatura en el Sistema Internacional.	Kelvin
L	Fenómeno caracterizado por la elevada acidez del agua precipitada.	Lluvia ácida
M	Gas de efecto invernadero producido mayormente por actividades relacionadas con el hombre como la	Metano

	ganadería o los vertederos, además de otros procesos de origen natural.	
N	Condensación del vapor de agua en pequeñas gotas de agua o cristales de hielo en la atmósfera.	Nube
O	Gas mayormente presente en la estratosfera que protege a la Tierra de la acción de la radiación dañina procedente del Sol.	Ozono
P	Liberación o caída de todas las formas de humedad condensadas en las nubes, bien sea en su forma líquida o sólida.	Precipitación
R	Medida que podemos realizar con la basura generada en casa para reducir la contaminación atmosférica.	Reciclaje
S	En inglés, tipo de contaminación atmosférica que se caracteriza por la formación de nieblas de sustancias nocivas.	Smog
T	Capa más baja de la atmósfera donde ocurren los fenómenos atmosféricos.	Troposfera
U	Tipo de radiación solar que causa daños sobre la piel.	Ultravioleta
V	Movimiento horizontal del aire causado por variaciones de presión en la atmósfera.	Viento
X	Contiene la X. Capa anterior a la magnetosfera.	Exosfera
Y	Contiene la Y. Ciudad japonesa en la que se firmó un importante acuerdo o protocolo internacional para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.	Kyoto

ANEXO X. PRUEBA ESCRITA

Biología y Geología de 1º ESO. IES Virgen del Carmen (Jaén)

Prueba escrita. Unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera”

Nombre y apellidos:

Fecha:

Lee atentamente cada pregunta, comprendiendo lo que se te pide, y trata de responderlas en los espacios que se te dan, pero si tu respuesta es más extensa puedes pedir un folio para continuar.

1. a) ¿Qué es la atmósfera? (0,25 puntos)

b) ¿Cuál es su composición? Descríbela brevemente. (0,5 puntos)

d) ¿Qué gas aumentó en la atmósfera con la aparición de la vida en la Tierra? ¿Por qué? (0,25 puntos)

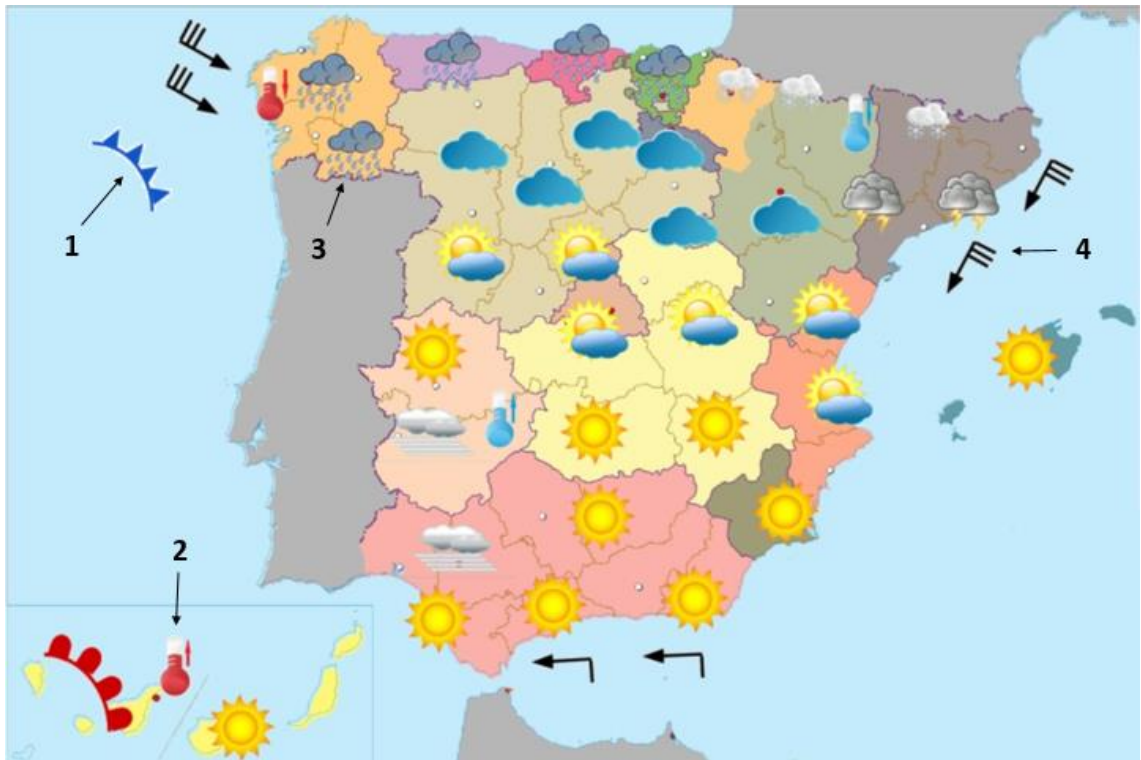
2. a) Enumera las capas de la atmósfera en orden ascendente desde la superficie terrestre. (0,5 puntos)

b) ¿En qué capa se encuentra la capa de ozono? ¿Por qué es importante esta capa? (0,25 puntos)

c) ¿Dónde se producen los fenómenos atmosféricos? (0,25 puntos)

(2 puntos).

4 en el mapa? (0,5 puntos)



3.

4.

5. ¿Qué es el efecto invernadero? ¿Por qué está relacionado con el calentamiento global? (1 punto)

6. Enumera 3 medidas que tú puedas tomar en tu día a día para reducir la contaminación atmosférica. (1 punto)

7. Tipo test (Rodea la respuesta correcta. Si te equivocas, tacha la respuesta errónea y rodea la correcta. Las respuestas incorrectas no restan.) (3,5 puntos).

1. Los fenómenos que caracterizan la atmósfera en un momento dado es lo que conocemos como:

- a) Clima
- b) Tiempo atmosférico
- c) Meteoritos
- d) Ninguna de las anteriores es correcta

2. El promedio del tiempo atmosférico en un lugar determinado durante un largo período de tiempo se llama:

- a) Clima
- b) Tiempo atmosférico
- c) Lluvia promedio
- d) Ninguna de las anteriores es correcta

3. La emisión de gases contaminantes a la atmósfera es lo que se conoce como:

- a) Efecto invernadero

- b) Calentamiento global
- c) Contaminación atmosférica
- d) Lluvia ácida

4. Los gases de efecto invernadero que provocan la contaminación atmosférica proceden:

- a) Exclusivamente de la naturaleza
- b) Exclusivamente de actividades realizadas por el hombre
- c) Mayormente por actividades realizadas por el hombre pero también por algunos procesos naturales
- d) Ninguna respuesta es correcta

5. El metano, los CFC y los HCFC son gases de efecto invernadero que proceden:

- a) Exclusivamente de fuentes naturales
- b) Mayormente de actividades relacionadas con el hombre
- c) Estos no son gases de efecto invernadero
- d) Ninguna opción es correcta

6. La emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera provoca graves problemas medioambientales como:

- a) El calentamiento global
- b) El agujero en la capa de ozono
- c) La lluvia ácida
- d) Todas son correctas

7. La contaminación atmosférica:

- a) Provoca graves problemas medioambientales
- b) Ocasiona problemas de salud en las personas
- c) Perjudica a todos los seres vivos
- d) A, B y C son correctas.

8. La humedad es un elemento del clima que se mide con:

- a) Un pluviómetro
- b) Un termómetro
- c) Un higrómetro

d) Un anemómetro

9. La intensidad del viento se mide con:

a) Un termómetro

b) Un higrómetro

c) Un anemómetro y su dirección con una veleta

d) Un barómetro

10. La temperatura se mide con:

a) Un higrómetro

b) Un termómetro

c) Una veleta

d) Un barómetro

11. La presión atmosférica se mide con:

a) Un barómetro

b) Un termómetro

c) Un higrómetro

d) Un anemómetro

12. Las precipitaciones se miden con:

a) Un higrómetro

b) Un anemómetro

c) Un pluviómetro

d) Un termómetro

ANEXO XI. EJEMPLO DE DIARIO DE CLASE

Fecha: 2/11/2020
Sesión: 1
Unidad didáctica: Aprende sobre la atmósfera
<i>Durante la lluvia de ideas la mayoría de los alumnos se han mostrado muy participativos, expresando sus ideas y opiniones. Sin embargo, hay tres alumnos que no intercambian ideas con sus compañeros a menos que se les pregunte directamente. Además, hay un alumno que se muestra desmotivado hacia el tema de la unidad didáctica y parece no prestar mucha atención.</i> <i>La realización del Kahoot ha despertado gran interés en los alumnos, motivándolos al aprendizaje del tema de esta unidad didáctica. La organización en parejas ha favorecido el intercambio de ideas y opiniones entre compañeros, utilizando el consenso para responder a cada una de las preguntas. He observado que una de las parejas no intercambia información, sino que cada uno respondía a una pregunta, por turnos y sin dialogar.</i> <i>Antes de finalizar la clase varios alumnos me han planteado diversas preguntas y dudas sobre el tema, mostrando interés por el mismo.</i>

ANEXO XII. PRUEBA ESCRITA DE RECUPERACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

Las preguntas correspondientes a la unidad didáctica “Aprende sobre la atmósfera” que aparecerán en la prueba escrita de recuperación del primer trimestre son las siguientes:

- 1. Enumera de forma ordenada las capas de la atmósfera, comenzando por la capa más próxima a la superficie terrestre. ¿Qué 2 gases principales componen la atmósfera terrestre? (1 punto)**
- 2. ¿Qué es el efecto invernadero? ¿Cómo afecta la contaminación atmosférica al efecto invernadero? Enumera 2 consecuencias de la contaminación atmosférica. (1,5 puntos)**
- 3. Indica 2 medidas que estén al alcance de tu mano para reducir la contaminación atmosférica. (0,5 puntos)**