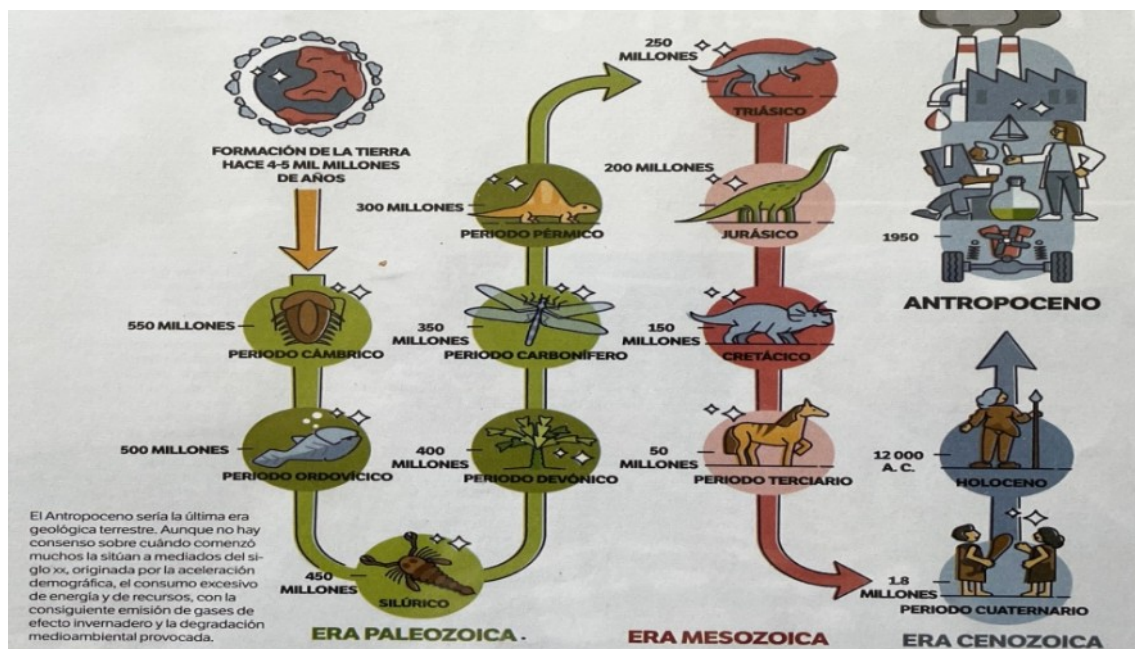


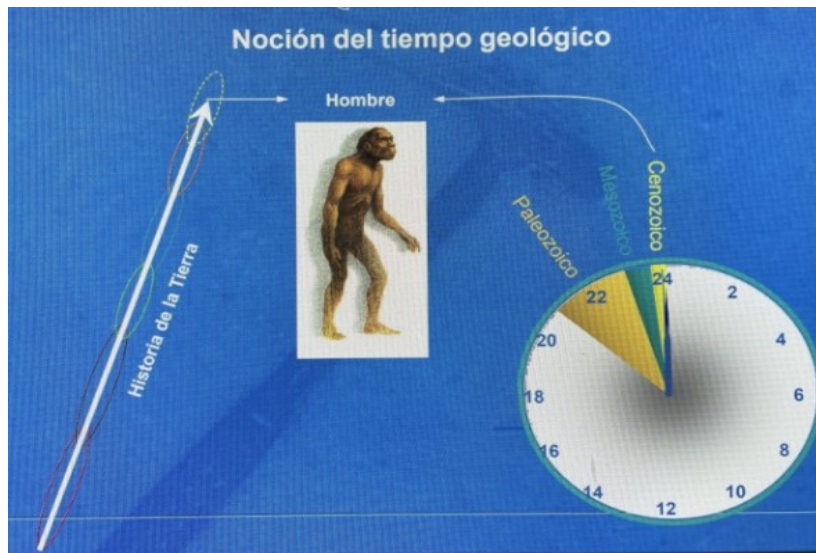
Ciencia Medio Ambiental

INFORME Y CONCEPTOS CLAVES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Eras geológicas

Las tres eras, en la escala del tiempo geológico, Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, dan nombre a las tres divisiones clásicas de la historia de la vida en el planeta tierra. Fueron así bautizadas por dos pioneros de la geología, Adam Sedgwick, profesor de Cambridge y John Phillips, profesor del King's College de Londres, en 1838 y 1841 respectivamente. El Paleozoico representa la "Era de los Peces", el Mesozoico la "Era de los Reptiles" y el Cenozoico, la "Era de los Mamíferos". Estos tres periodos también han sido llamados, tradicionalmente, Era Primaria, Secundaria, Terciaria y Cuaternaria. Estas dos últimas denominaciones se refieren al Cenozoico. El paso de una a otra era, suele reflejar grandes cambios ambientales, climáticos o periodos glaciales.





Periodo cuaternario

Se divide en dos épocas: el Pleistoceno, que es la primera y más larga, que incluye los siglos glaciales y el Holoceno, la época postglacial, reciente, que llega a la actualidad. Al Pleistoceno se la llama "Era del Hombre", porque el género Homo evolucionó en ese periodo. La única especie humana que ha vivido a lo largo de todo el Holoceno es el Homo sapiens y, durante ella, hemos desarrollado, como sociedad el lenguaje, la agricultura y, en resumen, la civilización en la que se asientan todas las bases de nuestra supervivencia. Por desgracia, todos estos avances no han llegado sin los consecuentes detrimentos ecosistémicos, como veremos en líneas posteriores.

El Holoceno dio comienzo después de la última glaciación, a un tipo de fenómeno climático que dominó durante el Pleistoceno. A escala geológica y teniendo en cuenta la edad de la Tierra, unos 12.000 años es bastante poco, y es la etapa conocida como Holoceno. Durante este periodo la humanidad ha vivido con clima de temperatura muy estable, ello permitió la expansión de la agricultura y ganadería, surgieron las ciudades y progresó la civilización hasta la época actual. Muchos expertos han calificado como milagroso este momento interglaciar, pues aunque los humanos habitan la Tierra desde hace unos 200.000 años, durante la mayor parte del tiempo sobrevivían con grandes dificultades, emigrando de las zonas donde el calor o el frío eran extremos, ya que la temperatura fluctuaba diez grados arriba o abajo.

Dioxido de carbono (co2)

Es un gas incoloro, inodoro, compuesto por oxígeno y carbono. El carbono, es un elemento químico, como el oxígeno o el nitrógeno u otros y es el cuarto elemento más abundante en el universo y básico para la vida en la tierra. Al mezclarse con el oxígeno se convierte en dióxido de carbono. Los seres humanos lo exhalan al respirar y las plantas lo necesitan para hacer la fotosíntesis. Se almacena, aproximadamente, un 50% en la atmósfera, un 25 % en los bosques y otro 25% en los océanos. Su producción en exceso

representa una de las causas principales del calentamiento de la tierra, a través del llamado efecto invernadero, por ello goza de muy mala prensa y tenemos que conocerlo mejor, porque desempeña un papel fundamental en la vida de la tierra.

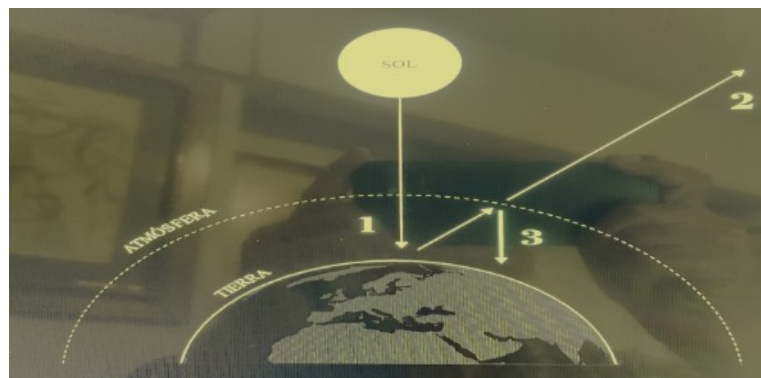
El dióxido de carbono es un ingrediente fundamental en la fotosíntesis, el proceso por el cual las plantas transforman la energía del sol para convertir el agua y el dióxido de carbono en azúcar. A cambio las plantas emiten oxígeno. Cuando se congela, forma hielo seco, que se utiliza para conservar y mantener los alimentos fríos durante largos periodos de tiempo. De la misma forma puede enfriar rápidamente la maquinaria caliente utilizada durante la producción de alimentos, y posteriormente conservarlos, impidiendo la propagación de bacterias y la formación de hongos y moho.

El dióxido de carbono es imprescindible para formar las bebidas carbonatadas, así como para la industria del vino y la cerveza, no solo para que esta sea espumosa, también para evitar el proceso de oxidación y hacer que tengan un sabor agradable.

También desempeña un papel extraordinario en la medicina moderna, ya que puro es estéril y no tóxico, por lo que puede ser utilizado en cirugía, para realizar laparoscopia, colonoscopia, etc. utilizando este gas para inflar con él el abdomen, el colon, etc. Este gas se emplea y es imprescindible en ciertos tipos de instrumentos, como gas refrigerante, utilizados en el acelerador de partículas del Gran Colisionador de Hadrones del Consejo de Europa para estudiar las partículas que componen el universo.

Efecto invernadero

Vamos a aclarar el mecanismo del efecto invernadero y qué papel juega el CO₂. La tierra recibe la radiación solar (1) y a su vez desprende calor (2). Parte de ese calor se queda atrapado gracias a los gases de efecto invernadero (3) presentes en la atmósfera. Eso es el efecto invernadero y es fundamental para la vida porque de otro modo el planeta sería demasiado frío. Los principales gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO₂), el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄).



Debido a la acción del hombre, a sus sistemas de producción y consumo de energía la concentración de esos gases en la atmósfera está creciendo constantemente y a más concentración de CO₂, más calor se queda atrapado dentro de la atmósfera terrestre. El mayor impulsor de ese calentamiento global es el CO₂ y está ligado a la quema de los combustibles carbón, (sigue siendo la principal con el 40% del CO₂ expulsado) le siguen el petróleo y el gas. El equilibrio natural que ha existido durante miles de años se ha roto, cuando a las fuentes naturales de CO₂, la respiración de los seres vivos, la descomposición orgánica, los incendios forestales..., el hombre ha ido añadiendo cada vez más y más fuentes al quemar los combustibles fósiles para el desarrollo de la economía. El siglo pasado, en 1.980, Europa era el primer productor de CO₂, seguido de EE UU y de China. Posteriormente EE UU se puso a la cabeza y actualmente, China está desde el 2.007 en el primer puesto, con cerca del 40% del CO₂ expulsado. Más de 10.000 millones de toneladas emitidos. EE UU. Le sigue, con más de 5.500 millones. India 2.600 y Rusia 1.700. Actualmente cada año se emiten a la atmósfera más de 36.000 millones de toneladas de CO₂, el principal de los gases de efecto invernadero, que contribuyen al cambio climático con aumentos sin precedentes de las temperaturas. A esto se añade otro gas, el HFC-23, mucho más potente destructor de la capa de ozono que el CO₂, emitidos desde India y especialmente desde China.



Fitoplancton

Es un conjunto de microorganismos acuáticos autótrofos (*) que forman parte del plancton. Son capaces de realizar la fotosíntesis y su importancia es fundamental, dado que son los productores primarios más importantes en el océano. Viven flotando en el agua y se pueden encontrar en los océanos, mares, lagunas, lagos y ríos. La distribución del fitoplancton queda restringida a la capa más superficial del océano (en los primeros 200 metros de profundidad) dadas las condiciones que requiere de presencia de luz para poder realizar la fotosíntesis. Se distribuye por todos los mares y océanos del planeta Tierra siendo fundamentales en el mantenimiento de la concentración de oxígeno en el océano y en la atmósfera.

El fitoplancton es importante por ser los productores primarios del medio marino, de la misma manera que en el medio terrestre, la hierba y los

vegetales, son los alimentos primarios del ecosistema. Se encarga de fijar el CO₂ atmosférico de manera que el carbono pasa a ser parte de la cadena alimentaria, y por tanto, fuente de energía. El fitoplancton es consumido por el zooplancton que a su vez puede ser consumido por determinados peces, esos peces serán consumidos por carnívoros más grandes, y así sucesivamente. Por lo que, sin fitoplancton, la vida en el mar desaparecería.

Otra parte de su importancia se encuentra en la posibilidad de ser un sumidero de carbono. Al encargarse de fijar el CO₂ atmosférico, parte del exceso de CO₂ que hay en la atmósfera, entra en la cadena trófica del océano, de manera que todos los organismos están compuestos por carbono. Lo que más le afecta negativamente al fitoplancton es la acidificación del mar, que se produce por el aumento de la absorción de CO₂ por parte del agua. Cuando el CO₂ entra en contacto con el agua, da lugar a ácido carbónico, un compuesto que disminuye el pH del agua y lo vuelve más ácido. El océano absorbe alrededor de un 30% del CO₂ liberado en la atmósfera, por lo que, a medida que aumenta la concentración de CO₂ en la atmósfera, también aumenta la absorción de los mares, y por tanto, aumenta su acidez, lo que afecta a la vida de los océanos.

En los cerca de 150 años transcurridos desde la Revolución Industrial, el pH promedio en la superficie de los océanos ha descendido alrededor de 0.1 unidad. Este cambio aparentemente insignificante representa un aumento del 30% en la acidez de los océanos en comparación con la época preindustrial. El pH de los océanos no ha cambiado ni remotamente cerca de estos índices en por lo menos 25 millones de años, y seguramente nunca al ritmo actual en toda la historia del planeta. Como se puede ver, todo es un ciclo que se retroalimenta. Nuestras emisiones de CO₂ aumentan el efecto invernadero, lo que aumenta las temperaturas y provoca el deshielo, el cual hace aflorar los depósitos de carbono de los océanos, liberando más CO₂ a la atmósfera. Este aumento del CO₂ hace que el océano absorba más de este gas y se acidifique, afectando negativamente a la vida en la tierra y principalmente al fitoplancton. ¿Y en qué nos afecta esto a nosotros? Pues que si el fitoplancton disminuyera, los siguientes eslabones en la cadena alimenticia también disminuirían como peces, crustáceos y moluscos, y por tanto, tendríamos dificultades

(*)Organismos autótrofos son los que no necesitan alimentarse de otros seres vivos para obtener energía. Obtienen esta a partir de materia inorgánica, por la luz solar, mediante el proceso de fotosíntesis o quimiosíntesis. Los organismos autótrofos si son consumidos por los seres vivos para obtener energía.

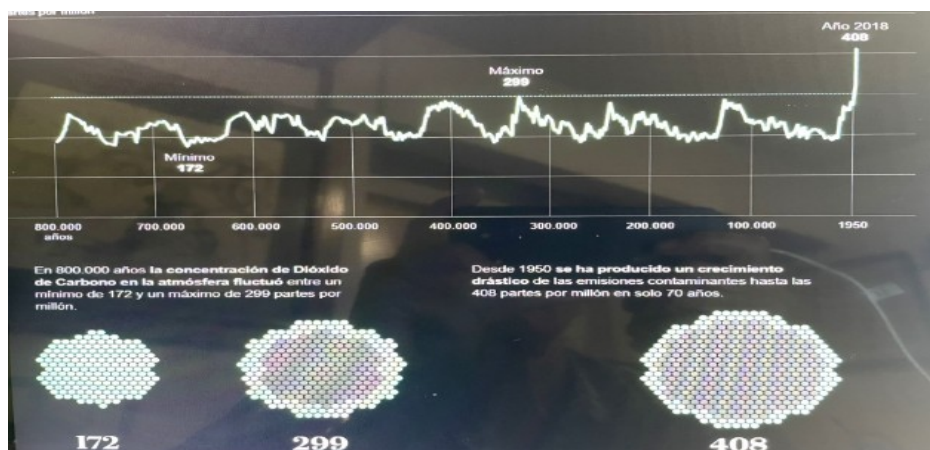
para obtener alimentos procedentes del mar. Sin embargo, aún más grave que esto, es que no se produciría el 50-80% del oxígeno que hay en la atmósfera, el cual necesitamos para vivir. Sin fitoplancton, la vida en la Tierra, tanto marina como terrestre, se vería gravemente afectada.

Antropoceno y cambio climático

En el año 2.000, el premio Nobel de Química, Paul Crutzen, acuñó el término Antropoceno para referirse a una nueva etapa geológica, caracterizada por el impacto

de las actividades humanas, por nuestra capacidad transformadora de la tierra. En esta etapa es en la que nos encontramos, aunque no hay acuerdo total por parte de los científicos en marcar los límites. Unos fijan el comienzo en la Revolución industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII. Otros a mediados del Siglo XX, cuando se dispara el consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero y la degradación medioambiental. Algunos lo relacionan con el lanzamiento de las bombas atómicas en la Segunda guerra Mundial.

Las actividades humanas han conseguido, por primera vez, alterar la composición de la atmósfera, la química de los océanos y la temperatura global. La presencia del dióxido de carbono en la atmósfera no tiene precedentes. La quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y el gas) para obtener energía, los procesos industriales, la quema de residuos... está incrementando la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera. En los últimos 800.000 años las concentraciones de CO2 en la atmósfera nunca habían alcanzado las 300 ppm (partes por millón). Desde 1.800, la concentración del gas ha pasado de 280 ppm a 410 ppm en la actualidad y no ha parado de incrementarse.



Los océanos absorben parte de este CO2 y en este proceso se acidifican, descendiendo su pH. Las aguas de los océanos, antes más verdes por la presencia de fitoplacton, base de la alimentación de las especies marinas, cambian a color azul, signo de poca vida.

Este cambio climático tiene nuestra huella, basada en la esquilmación de los recursos naturales y en la quema masiva de los combustibles fósiles, siendo su consecuencia principal el aceleramiento del calentamiento global y los impactos asociados, eventos meteorológicos extremos, como grandes tormentas con granizadas de grandes dimensiones tamaño bolas de tenis, vientos huracanados de 150 km. por hora, temperaturas de 45 grados en Europa (España e Italia) y de más de 50 en EE.UU. y China, (batiendo record de días más calurosos en más de cien mil años), incendios incontrolables, con las correspondientes pérdidas humanas y materiales. En estas zonas de nuestro planeta se produjo los que se conoce con el nombre de "cúpulas de calor", en la que se combina aire muy cálido y altas presiones. Este mes de julio ha sido el más cálido jamás registrado, con 1,5 grados por encima de la temperatura media de la era preindustrial, antes de que la crisis climática alterara el clima global. Catherine Abreu, directora ejecutiva de Destination Zero, afirma: "El record registrado en julio es culpa directa de los productores de gas, carbón y petróleo del planeta. Necesitamos

abandonar cuanto antes la explotación de combustibles fósiles y acelerar la transición energética hacia fuentes más sostenibles para evitar que los extremos climáticos, como los de este julio, vayan a más”.

Otro importante impacto del cambio climático vendrá dado por el derretimiento de la masa de hielo en los polos, provocando aumento del nivel del mar, aumentando el peligro de inundaciones e incluso desaparición de pequeñas islas. Asimismo se está elevando la temperatura de las aguas en distintas partes de los mares. Recientemente las aguas de la bahía de Manatí, Florida, registraron un valor de 38,8 grados. Se trata, posiblemente de la cifra más alta medida en ningún océano de la Tierra en la historia moderna. No es de extrañar la afirmación de Jeff Berardelli, climatólogo de la Universidad de Cornell, EE.UU., “Es plausible que para el final del verano, la mayor parte del coral de los cayos de Florida haya desaparecido. Y para el 2050 es posible que mueran el 95% de los corales tropicales”. Actualmente también el Mediterráneo sufre las consecuencias del calor, con temperaturas que superan los 28 grados, cuatro más de lo normal. Hace poco días se alcanzó la cifra record de la historia, 28,4º grados.

La WWA (World Weather Attribution) compuesta por científicos de prestigio de todo el mundo, ha realizado estudios que estos recientes olas de calor con temperaturas extremas, acompañadas de sequias, inundaciones, incendios... y emitido un informe, concluyendo “Habrían sido casi imposibles sin el cambio climático”. En un reciente estudio publicado en la revista Brain, los autores mantienen que los cambios climáticos, con aumento de las temperaturas, podrían influir reduciendo el tamaño del cerebro. El Dr. J.M. Stibel, investigador del Museo de Historia Natural de California, encontró que el tamaño del cerebro disminuyó un 10% durante el calentamiento del Holoceno, con muy poca correlación entre el tamaño y la inteligencia. Asimismo se ha publicado recientemente, en la revista Circulation, en un trabajo realizado en China, el aumento de riesgo, de sufrir infarto de miocardio, se ha duplicado en relación con el aumento de la temperatura y la contaminación con altos niveles de polución por partículas finas procedentes de los coches, fábricas o incendios, especialmente en adultos mayores. Otros estudios aportan datos que se suman a los anteriores: las temperaturas mantenidas por encima de 30 grados favorecen la coagulación sanguínea y predisponen a la trombosis. Para finalizar, según la OMS, el cambio climático será entre 2020 y 2030 el causante de 250.000 muertes adicionales al año, debido al estrés calórico, malnutrición y paludismo, entre otros.

Según un informe de la ONU, las políticas climáticas están muy por detrás de lo que es necesario para mantener la temperatura global por debajo del umbral de los 1,5 grados, y los fenómenos meteorológicos extremos y el calor abrasador ya están asando nuestro planeta. En base a estas circunstancias, informa Inger Andersen, directora de Pnuma, la gente recurre cada vez más a los tribunales, exigiendo responsabilidades a los gobiernos y al sector privado.

La Gran Barrera de Coral situado al nordeste de Australia, es el mayor arrecife coral del mundo y se extiende a lo largo de unos 2.600 kilómetros. Es conocida como el animal vivo más grande del mundo y fue declarada por la Unesco, en 1981, Patrimonio de la Humanidad.



El crecimiento de la Gran Barrera de Coral de Australia, una de las de mayor riqueza del mundo, ha descendido un 14% durante los últimos 19 años, por lo que su supervivencia está en peligro, según el estudio del Instituto Australiano de Ciencias Marinas publicado recientemente. Está causada por el calentamiento y acidez del agua que deriva de la subida del dióxido de carbono en la atmósfera. Los corales pierden sus colores brillantes debido a unas algas microscópicas, llamadas zooxantelas que viven dentro de los corales, ayudándose mutuamente a vivir. Cuando la temperatura se eleva y las aguas se acidifican, los corales enferman y expulsan las algas perdiendo el color, blanqueándose.

El blanqueo masivo de los corales de la Gran Barrera, que abarca una zona de más de 300.000 kilómetros cuadrados, vinculado al cambio climático, ha estado en situación crítica valorándose la inclusión en la lista de Patrimonio en Peligro. Representa el hogar de 400 tipos de coral, 1.500 especies de peces y 4.000 variedades de moluscos. Proporciona unos 70.000 empleos y genera 6.400 millones de dólares anuales.

Actualmente se están estudiando y desarrollando tecnologías que permitan recuperar las graves alteraciones medioambientales que el cambio climático está provocando.

Los científicos que trabajan en la Gran Barrera de Coral de Australia han probado con éxito un método para congelar y almacenar larvas de coral, que podría ayudar a reconstruir los arrecifes amenazados por el cambio climático. La tecnología que permite almacenar las larvas a -196 grado centígrados fue diseñada por un equipo de

la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Minnesota. Esperemos que no sea necesario recurrir a estos procedimientos.

Acuerdo sobre el Cambio Climático

Conscientes definitivamente del peligro que supone seguir aumentando las emisiones de gas invernadero, los dirigentes de distintas naciones han tenido reuniones para llegar a acuerdos en distintos años. Merece la pena comentar el último:

El Acuerdo de París es un tratado internacional, jurídicamente vinculante, adoptado por 196 partes en París en diciembre de 2.015 y entró en vigor en noviembre de 2.016. Marcaba un triple objetivo, siendo, 1.- limitar el aumento medio de la temperatura global a 2 grados centígrados respecto a los niveles preindustriales, 2.- redoblar esfuerzos para no superar la cota de 1,5 grados al final de este siglo y 3.- alcanzar la neutralidad climática en 2050, es decir que la cantidad de CO₂ liberado a la atmósfera por la actividad humana sea equivalente a la que absorben los sumideros naturales, como los bosques.

El cumplimiento del Acuerdo de París se considera voluntario, sin embargo la presentación de compromisos es vinculante. El Acuerdo impulsa la inversión sostenible al alinear la financiación con sus objetivos climáticos. Su implementación implica la superación paulatina de las energías fósiles (carbón, petróleo y gas) el principio del reinado de las energías renovables (solar fotovoltaica, eólica, biomasa, hidráulica, biocarburantes...) y revertir la tradicional tendencia de crecer a costa de contaminar más.

Para centrar los esfuerzos hacia el objetivo a largo plazo, el Acuerdo de París invita a los países a formular y presentar para el 2.020 estrategias de desarrollo a largo plazo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero. Posteriormente los países establecieron un marco de transparencia mejorado y a partir de 2.024 los países informarán de manera transparente sobre las medidas adoptadas y los progresos realizados. Se realizará un balance mundial de la situación evaluando los objetivos conseguidos y con ello se harán recomendaciones para que los países establezcan planes más ambiciosos.

Los años transcurridos desde su inicio ya han dado lugar a bajas emisiones de carbono. Esta tendencia es más notoria en los sectores de transporte y energía. Para el 2.030, las soluciones de cero emisiones de carbono podrían ser competitivas en sectores que representan más del 70% de las emisiones mundiales.

¿Señales para el optimismo? China, el mayor emisor de CO₂, mantiene alcanzar su pico en 2.030 y ser neutral en carbono antes de 2.060. Japón y Corea del Sur, 10 años antes. EE UU. Salió del acuerdo con Trump y regresó al grupo con Biden. Reino Unido promete un recorte de emisiones del 68% para el 2.030 y la Unión Europea ha elevado ese objetivo para la misma fecha.

Mensaje Final

Los pesimistas o tal vez realistas, como Rich Nathaniel, en su libro “Perdiendo la Tierra. La década en la que podríamos haber detenido el cambio climático”, creen que ya es tarde para solucionar el problema. Otros son más optimistas. Mantiene Friederikke Otto, profesora de Ciencias del Clima del Instituto Grantham del Imperial College London: “Tenemos tiempo de actuar. Todavía tenemos herramientas y tiempo para asegurar un futuro seguro y saludable, pero necesitamos urgentemente abandonar la quema de combustibles fósiles porque si no lo hacemos decenas de miles de personas seguirán muriendo cada año por causas relacionadas con el calor”.

***Marcelino González Martín**, médico jubilado, ex Jefe Unidad de Trasplantes y Servicio de Urología del Hospital Universitario de A Coruña (CHUAC)*