



UNA VENTANA AL INTERIOR MAGNÉTICO DE LA TIERRA

La Tierra tiene un escudo que nos protege de las partículas de alta energía que provienen del espacio. Ese escudo, el campo magnético terrestre, se genera en el núcleo de nuestro planeta, a más de 3000 km por debajo de donde estáis leyendo estas líneas, por un mecanismo similar al de la dinamo de una bici, solo que en este caso se debe a los movimientos de hierro y níquel fundidos presentes a esas profundidades. Sin embargo, desde hace más de un milenio hay una zona llamada **Anomalia Magnética del Atlántico Sur** donde este escudo se está debilitando.

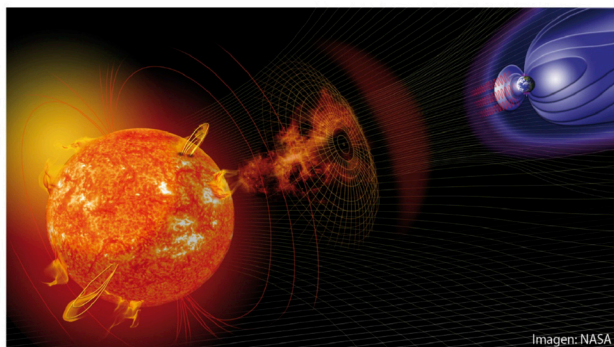
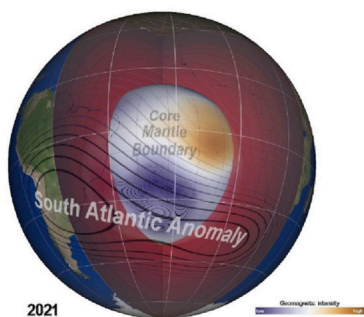


Imagen: NASA



2021

Fuente: NASA Scientific Visualization Studio

Pero **¿qué es lo que pasa exactamente en esta zona?** Lo que pasa es que, en las profundidades de la Tierra, en concreto en la frontera entre el núcleo y el manto, hay unas zonas bajo Sudamérica y Sudáfrica donde el campo magnético va en sentido contrario al que le tocaría, lo que hace que la intensidad en la superficie sea más baja de lo esperable en esa zona (lo que se llama anomalía).

¿Es peligrosa? Esta zona debilitada del escudo magnético permite que entren partículas más fácilmente, lo que puede afectar a los sistemas electrónicos de los satélites. Eso significa que, si sigue como hasta ahora, deberemos seguir cuidando especialmente los satélites

que orbitan cerca de la Tierra, aplicando protocolos de apagado de algunos de sus sistemas para evitar daños por el elevado bombardeo de partículas sobre esta zona.

Pero **¿qué pasa si sigue creciendo?** De hecho, sigue creciendo. En los últimos años no ha dejado de hacerlo y hay muchas hipótesis al respecto: desde que sea algo normal a que sea un indicador de un gran cambio futuro como una inversión. Aún no lo podemos saber con seguridad, pero seguid atentos porque una cosa sí os puedo decir: **el campo magnético nunca deja de cambiar.**



Autora: Saioa Arquero Campuzano. Investigadora del IGE0 (CSIC, UCM).
Contacto: saioa.arquero@igeo.ucm-csic.es



LOS EDIFICIOS Y MONUMENTOS TAMBIÉN ENVEJECEN Y ENFERMAN



Las **rocas** se han utilizado como elemento de construcción desde prácticamente el origen del ser humano. En un principio, se utilizaba la **pedra** que se tuviera más cercana y que fuera fácil de extraer y de transportar con la mano. Hay que pensar que en un pasado muy lejano no había ni caminos ni medios para transportar grandes cantidades de material. Donde no había piedra accesible, se recurría a otros materiales menos resistentes como el barro y/o a la madera. Como el cuento de los tres cerditos ...

Al igual que una montaña sufre desgaste a lo largo del tiempo, los edificios y monumentos contruidos en piedra **envejecen, se deterioran y pueden enfermar**, algo parecido a como sucede con la piel de las personas, que, por efecto del sol, la lluvia y el aire, se arrugan. Además, **la contaminación del aire**, sobre todo en las ciudades, por el humo de las fábricas y de los coches, ha sido muy negativo para el buen mantenimiento de nuestros monumentos.

La buena noticia es que los **científicos y científicas** estamos estudiando mucho para **“sanar”** los monumentos y edificios históricos que constituyen nuestro **patrimonio cultural**, y, así, se ha generado un tema que los científicos investigamos: la Ciencia del Patrimonio. Para que vosotros y vosotras, y vuestros descendientes, sigáis disfrutando de los monumentos y edificios históricos, de nuestro patrimonio.

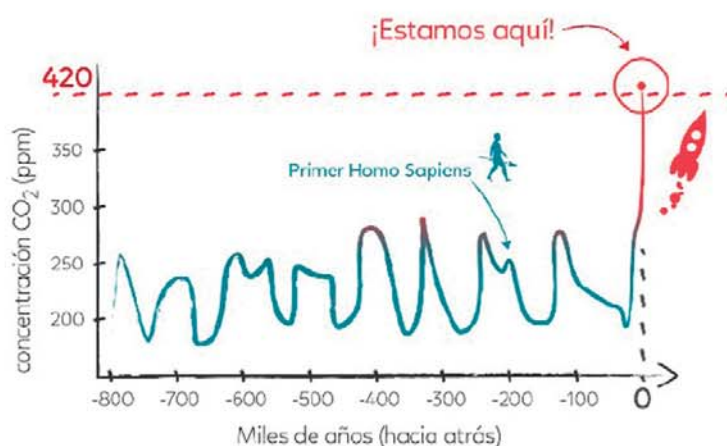


Autora: Mónica Álvarez de Buergo Ballester. Investigadora del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: alvarezm@geo.ucm.es



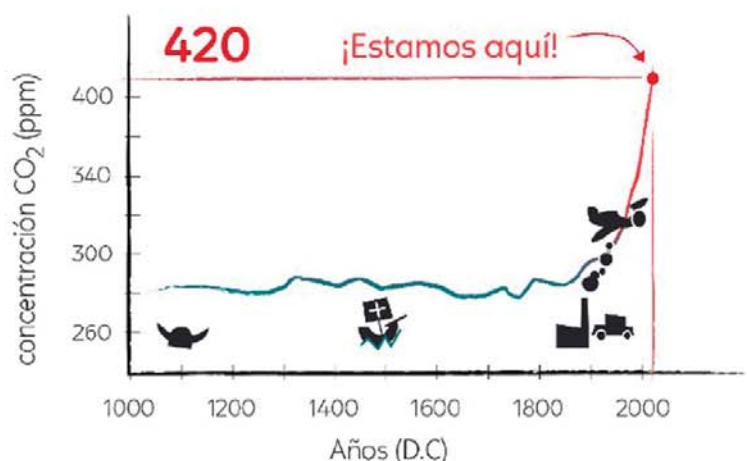
CUATRO, DOS, CERO

La concentración de **dióxido de carbono, CO₂**, no ha parado de crecer desde que a principios del siglo XIX iniciamos la revolución industrial y la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural). El CO₂ es, por su cantidad en la atmósfera, el más importante de los **gases de efecto invernadero**. Junto con el metano (CH₄), óxidos de nitrógeno (NO_x) y otros gases traza, dejan pasar la luz solar pero, como si de una manta se tratase, retienen la energía emitida por la Tierra. **Cuanto mayor es su concentración, mayor es la temperatura del planeta.** A lo largo del último millón de años su concentración ha variado entre períodos glaciares e inter-glaciares de 150 a 300 ppm. En 1850 estaba en 280 ppm; en 1950 había superado los 310 ppm; en el 2000 los 370 ppm y en 2015 los 400 ppm. Este mes de abril se ha establecido lamentablemente un nuevo record. Ha alcanzado el valor de 420 ppm: cuatro, dos, cero.



Evolución de la concentración de CO₂ en la atmósfera a lo largo del último millón de años. Las oscilaciones indican la alternancia de ciclos glaciares.

Ilustraciones: Etor E. Lucio Ecelza.



Ampliación para los últimos mil años. La industrialización se desarrolla a lo largo de los últimos 200 años. Las unidades son partes por millón en volumen. Por cada millón de litros de aire, hoy 420 l son de CO₂. Parece poco pero es determinante para el aumento de temperatura del planeta.



Autor: J. Fidel González Rouco. Investigador del IGEO (CSIC, UCM)
y Profesor de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: fidelgr@ucm.es



EL DESAFÍO DE LA BÚSQUEDA DE VIDA EN MARTE



Tras recorrer más de 470 millones de km, el 18 de febrero llegó a Marte una de las misiones más asombrosas que ha enviado la humanidad a otro planeta: **la misión NASA-Mars2020 (rover Perseverance)**.

Al igual que otras misiones anteriores, el Perseverance tiene como principales objetivos **comprender las características geológicas y atmosféricas de Marte y su evolución**, aunque esta vez también la **búsqueda de huellas de vida pasada**: El planeta rojo tuvo ríos, torrentes, lagos y probablemente un gigantesco océano; zonas donde la vida pudo existir: microorganismos tal vez similares a los terrestres.

Perseverance, apoyado por sus siete instrumentos científicos y un dron/helicóptero, el Ingenuity, intentará desentrañar este misterio. Un desafío científico extraordinario para toda la humanidad.



Autor: Jesús Martínez Frías. Investigador del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: j.m.frias@igeo.ucm-csic.es



MINERALES EN CASI TODO... NECESITAMOS MÁS Y CADA VEZ MÁS RAROS

Para fabricar el teléfono móvil o la pantalla en la que estás leyendo esta noticia, ha sido necesario utilizar una **larga lista de elementos que se extraen de minerales**. Algunos son bien conocidos, como el cuarzo que se emplea para obtener el vidrio de la pantalla, o el grafito, componente esencial de su batería. Otros eran hasta hace poco grandes desconocidos, como la **bastnasita**, de la que se extraen las llamadas tierras raras, imprescindibles para que el teléfono tenga luz, sonido y vibración; o la **espodumena** y la **cobaltita**, fuentes respectivamente de litio y cobalto, componentes también de la batería. La lista incluye otros muchos elementos como el indio, y el germanio, que se extraen de la esfalerita, el tantalio de la tantalita o el galio, de las bauxitas.

Muchos de estos elementos poco conocidos son además esenciales para afrontar retos tecnológicos como el desarrollo de las energías renovables, o los vehículos de motor eléctrico, entre otros, que permitan en el futuro la transición hacia la neutralidad climática.

La demanda de recursos minerales crece cada año y se calcula que puede duplicarse en las próximas décadas.

Sin embargo, en muchos casos existe un importante riesgo de desabastecimiento para estas sustancias con elevada importancia económica, lo que lleva a considerarlas como **Materias Primas Críticas (Critical Raw Materials, CRM)**.

Probablemente en breve se hablará de la dependencia de estas sustancias de modo similar a lo que ocurre actualmente

con el petróleo, aunque sería deseable que esta situación no condujera a nuevos conflictos entre países. La Unión Europea publica periódicamente informes sobre estas materias primas para elaborar estrategias que permitan contar con un suministro seguro y sostenible de las mismas.



Vista de la mina a cielo abierto de Tierras Raras en Mountain Pass (California, EEUU). Foto tomada el 30 de enero de 2020 (Foto: REUTERS/Steve Marcus)



Autor: **José María Barrenechea**, Investigador del IGEO (CSIC, UCM)
y Profesor de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: barrene@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



UN DISPARO, DOS, TRES... ¡FUEGO! VOLCANES, ¿GENTE TÓXICA?

Mamá - dice mi hija- un volcán es una pirámide con un agujero por el que sale lava. Yo me pregunto cómo es capaz de conocer el término lava y lo que implica siendo desconocedora todavía de las formas del paisaje y, por tanto, de lo que es una montaña, morfología que nos viene generalmente a la mente cuando pensamos en volcanes. La respuesta es que un show televisivo, estrenado en tiempos de confinamiento pandémico, ha hecho muy popular este término y las posibles consecuencias de aterrizar sobre un suelo cubierto de lava fresca. Creo que seguro lo conocéis "El suelo es lava" y la lava es la roca fundida que emite un **volcán, orificio en la superficie terrestre por el que se emite dando lugar a estas morfologías características de las zonas volcánicas.**



A. Lago de lava del volcán Nyiragongo (Fuente: Belgian Earth Observation). B. Imagen rádar de alta resolución del cráter del volcán tomada desde satélite el 23/05/2021 (Fuente: R. Grandin, IGP).

A lo largo de la historia de la humanidad han sido numerosos los ejemplos del **poder destructivo de los volcanes.** Hoy mismo, el volcán Nyiragongo (República Democrática del Congo) se encuentra en erupción. Los ríos de lava han obligado a evacuar a los residentes de la ciudad de Goma, causando la destrucción de muchos hogares y la desaparición de más de 150 personas. Sin embargo, los volcanes **proporcionan recursos minerales, agrícolas, energéticos...**, es decir, muchos **beneficios para facilitar nuestra vida.** Se asocian con el reciclado geológico de la corteza terrestre y contribuyen al ciclo geológico del carbono. Así, si tan necesarios son para el funcionamiento del planeta y tan beneficiosos para nuestra vida, ¿qué podemos hacer como científicos para paliar los efectos de los peligros asociados con la actividad volcánica? ¿Tenemos capacidad de predecir erupciones volcánicas anticipándonos a un posible desastre?

Actualmente, no podemos realizar predicciones en el sentido de augurar el momento preciso en que se va a producir una erupción, cómo será y sus posibles efectos. No obstante, **la experiencia nos dice que los volcanes vigilados,**

generalmente avisan, dan signos de su actividad interna. Y, aunque no podemos descender a las profundidades para observar dicha actividad, **podemos registrar, medir y analizar las señales sobre la superficie terrestre.** Los terremotos, los gases emitidos y las deformaciones del terreno son parte de estas señales. En concreto, la "**Observación de la Tierra desde el Espacio**" mediante satélites artificiales ha quintuplicado el número de volcanes vigilados, permitiendo registrar deformaciones en zonas peligrosas e intransitables.

La observación junto con herramientas físicas y matemáticas nos ayudan a inferir el origen de las mismas. La roca fundida, congelada en el tiempo, proporciona información acerca de la actividad pasada y algunos volcanes tienen expuesto su interior más superficial como resultado de los procesos de formación de la corteza terrestre. Todo ello, nos ayuda a descifrar el funcionamiento de los volcanes con el fin de, al menos "predecir" en términos probabilísticos, es decir, pronosticar, la actividad volcánica y sus posibles efectos.



Autora: **María Charco Romero.** Investigadora del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: mcharco@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter [@igeociencias](https://twitter.com/igeociencias) con el hashtag [#GeocienciasEnElCole](https://twitter.com/igeociencias)



LA ANTÁRTIDA CONTRAATAACA

¿Qué es el manto de hielo antártico y cómo afecta al nivel del mar?

Alrededor del polo sur existe un continente, la Antártida, cubierto por un manto de hielo inmenso que almacena más del 90% del agua dulce del planeta. Si todo este hielo se fundiera, el nivel del mar subiría unos 60 metros de media. En las últimas décadas la Antártida ha perdido hielo cada vez más rápidamente, lo que ha contribuido a un aumento acelerado del nivel del mar.

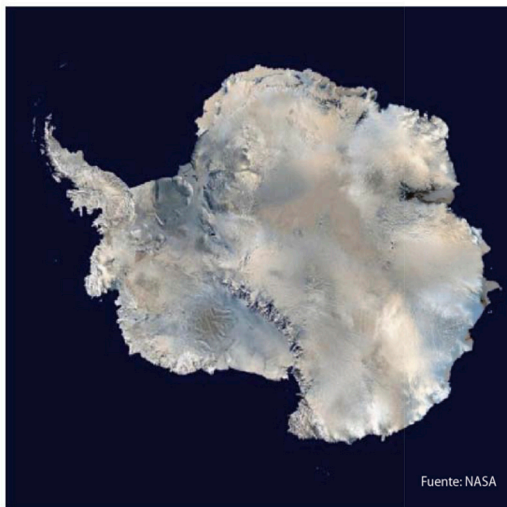
¿Por qué pierde hielo la Antártida?

La temperatura en la Antártida es tan baja que el hielo en contacto con el aire prácticamente no se funde en ningún sitio. Sin embargo, en los márgenes del manto el hielo forma plataformas flotantes, en contacto con el mar, que al ser más cálido sí es capaz de fundir el hielo. Estas plataformas se forman porque el hielo fluye desde el interior del manto hacia fuera, y actúan como presas o contrafuertes,

conteniendo la descarga de hielo hacia el mar. Al fundirse las plataformas, su efecto de contrafuerte se debilita y la descarga de hielo se acelera. Esto es lo que se ha venido observando en las últimas décadas.

¿Qué va a ocurrir en el futuro? El aumento de las temperaturas oceánicas alrededor de la Antártida como consecuencia del cambio climático podría aumentar la fusión de las plataformas de hielo, acelerando aún más su descarga. El escenario más temido es una pérdida importante de hielo en el sector occidental, que produciría una subida importante del nivel del mar, irreversible en milenios.

¿Hay alguna forma de evitarlo? La forma directa de evitar este escenario es limitando el calentamiento global. El Acuerdo de París alcanzado en 2015 pretende limitar el aumento de temperatura global en el siglo XXI a menos de 2°C desde que comenzaron las emisiones industriales humanas. Estudios recientes indican que si estos límites se rebasan se podría producir un incremento rápido e irreversible del nivel del mar. Para corroborar este resultado es necesario reproducirlo mediante estudios independientes. No obstante, las reconstrucciones de climas pasados indican un aumento de varios metros del nivel del mar procedente de la Antártida en épocas pasadas con temperaturas similares a las que podrían alcanzarse en los próximos siglos. Mientras este escenario no pueda descartarse, seguir emitiendo CO₂ al ritmo actual es un experimento peligroso.



Fuente: NASA



Autora: **Marisa Montoya**. Investigadora del IGEO (CSIC, UCM) y Profesora de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: marisa.montoya@fis.ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



UNA GRAN BOLA DE HIERRO INCANDESCENTE Y BAJO PRESIÓN EN EL CENTRO DE LA TIERRA

El **núcleo interno** de la Tierra es el lugar más inaccesible y misterioso del interior de nuestro planeta, situado a más de 5000 kilómetros por debajo de nuestros pies. Este cuerpo **casi esférico está hecho principalmente de hierro sólido** y se ha desarrollado lentamente desde hace más de mil millones de años dentro de un baño de hierro fundido. **En el centro de la Tierra las condiciones son extremas**, la presión es millones de veces la presión en la superficie y la temperatura puede superar la de la superficie del Sol.

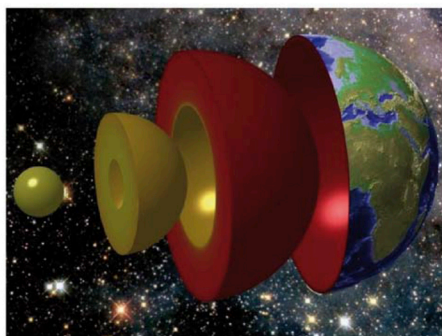


Figura: La Tierra está formada por varias capas, la corteza, el manto, el núcleo externo y el núcleo interno. Este último es una esfera sólida de radio de 1220 km compuesta principalmente por hierro.

No es nada fácil estudiar el centro de la Tierra. De hecho, **podríamos pensar en perforar el planeta para llegar al centro y coger unas muestras**, pero el agujero más profundo que se ha perforado hasta la actualidad ha alcanzado menos de 12 km por debajo de la superficie terrestre. Sin embargo, estudiar el núcleo terrestre es de fundamental importancia para conocer el estado de salud del planeta en el que vivimos.

Así que no podemos perforar la Tierra, pero **¿podríamos bajar hasta su centro con una sonda y comprobar su estado de salud?** En principio se podría enviar una misión no tripulada hasta el centro de la Tierra. Se calcula que sería suficiente una detonación de unos pocos megatones de explosivo para agrietar la corteza del planeta en la que se vertería hierro fundido. La masa del metal forzaría a abrir una grieta que se propagaría hacia abajo, llegando al núcleo en dos

semanas. Pero, no te preocupes, **¡no vamos a detonar el planeta!**

Los científicos tienen a su disposición otro método menos invasivo para estudiar el centro de la Tierra: **¡la sismología!** Los terremotos generan ondas sísmicas que se propagan por el interior del planeta y algunas de ellas atraviesan el núcleo. Cuando estas ondas emergen hacia la superficie terrestre, los sismógrafos registran una señal que contiene esa información valiosa que necesitamos. Mediante esta técnica se detecta que el núcleo interno es bastante heterogéneo.

Algunos científicos creen que esta peculiaridad se debe a **una colisión gigante de la Tierra en su estado primordial con un planeta del tamaño similar a Marte llamado Theia**. Este impacto podría haber marcado profundamente el proceso de crecimiento del núcleo y explicaría también la formación de la Luna. Uno de los grandes retos de los geofísicos es pues dar una explicación física a estos fenómenos.



Autor: **Maurizio Mattesini**. Investigador del IGEO (CSIC, UCM) y Catedrático de Física de la Tierra de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: mmattesi@ucm.es

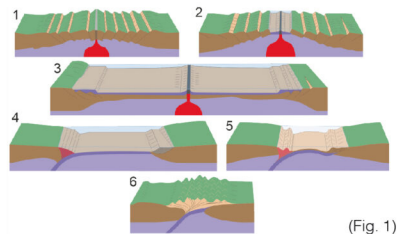


Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



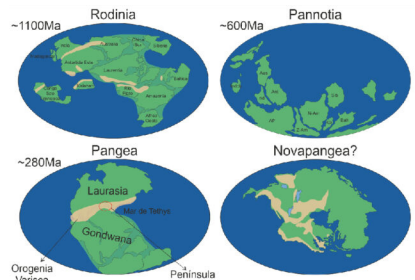
LAS MONTAÑAS NACEN, CRECEN, SE DESMANTELAN, MUEREN... Y VUELVEN A NACER

Una orogenia es el evento geológico por el que las placas tectónicas colisionan, se “arrugan” y apilan formando cadenas montañosas. Como la Tierra es un planeta que sigue “vivo” desde su formación, es decir, que mantiene suficiente calor interno como para movilizar grandes masas continentales sobre el manto, este proceso ha tenido lugar de forma cíclica a lo largo de su historia en lo que se conoce como Ciclo de Wilson (Fig. 1). Esta teoría propone que cada 400-500 millones de años todas las masas emergidas de la tierra se unen formando un supercontinente. El calor de la tierra bajo estas zonas de corteza gruesa no podría escapar y se acumularía hasta formar puntos calientes que abombarían y fracturarían la corteza terrestre formando rifts como el actual Rift africano. En estos rift se empezaría a formar corteza oceánica que al enfriarse empujaría las masas continentales separándolas cada vez más y formando una cuenca oceánica. Cuando la cuenca es lo suficientemente antigua los bordes más alejados, y por lo tanto más viejos y densos, comienzan a hundirse bajo el continente iniciando una subducción y, si esta progresa más rápido que la formación de corteza oceánica en las dorsales, la cuenca oceánica puede llegar a cerrarse volviendo otra vez a la situación de colisión continental.



(Fig. 1)

El ejemplo más conocido de super continente es la Pangea (Fig. 2), que se ensambló hace unos ~252 Ma, pero se han encontrado pruebas de al menos otros dos más antiguos: Rodinia, que comenzó a ensamblarse hace unos ~1300 Ma en lo que se conoce como Orogenia Grenville, y Pannotia que se formó a partir de los fragmentos de Rodinia durante la Orogenia Panafricana (~640 Ma). Pannotia se desintegró hace unos 540 Ma en cuatro continentes (Laurentia, Báltica, Siberia y Gondwana) que formarían más tarde la Pangea al colisionar.



(Fig. 2)

Precisamente en España podemos observar parte del resultado de esta colisión ya que el Macizo Ibérico es de los lugares donde se encuentra una sección más completa y mejor expuesta de la Orogenia Varisca, que representa la zona norte del ensamblaje de Pangea, causada por la colisión de Laurasia (formado por la colisión previa de Baltica y Laurentia) al Norte y de Gondwana al sur, y que en su día debió de asemejarse al actual Himalaya.

Pero esto todavía no ha acabado, el ciclo continúa y ya hay quién se ha lanzado a teorizar sobre futuros supercontinentes... Novopangea?



Autora: **Emma Losantos Guillén**. Investigadora postdoctoral del IGEO (CSIC, UCM), Madrid.
Contacto: e.losantos@csic.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



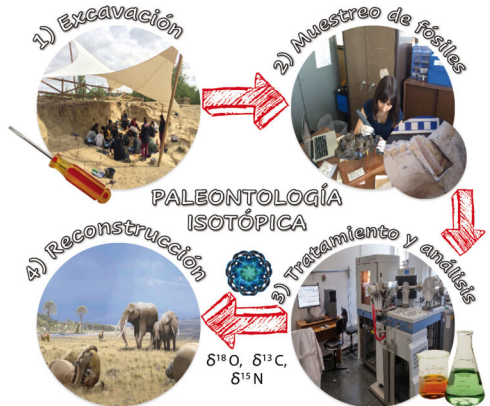
FÓSILES Y ÁTOMOS

¿A quién no le gustan los fósiles? Todas y todos sentimos fascinación por descubrir cómo fueron los organismos que vivieron en nuestro planeta desde su formación hace nada menos que unos 4550 millones de años. Museos, documentales y películas son ventanas que nos permiten conocer aquellas formas de vida que actualmente ya no se encuentran en la Tierra como trilobites, ammonites o dinosaurios no avianos (recordemos que las aves son dinosaurios). El estudio de los fósiles entraña elevadas dosis de curiosidad y un trabajo casi detectivesco.

¿Qué profesionales estudian los fósiles? Se trata de las palaeontologías que formalmente se definen como "restos de organismos o de su actividad que quedan preservados en las rocas (normalmente sedimentarias)". La Paleontología clásica se vale del estudio del aspecto externo de los fósiles y, mediante anatomía comparada con organismos recientes, investiga si existía algún parentesco con ellos. De este modo se pueden hacer clasificaciones y agrupaciones de organismos y estudiar cómo han cambiado (evolucionado) a lo largo del tiempo

Sin embargo, además del estudio de la forma y comparación anatómica de los fósiles, existen otras técnicas en Paleontología que nos permiten obtener datos sobre el clima y los ecosistemas del pasado, así como sobre la ecología de los organismos que habitaron en nuestro planeta. Os voy a hablar sobre el campo de especialidad de nuestro equipo que tiene un nombre tan curioso como Paleontología Isotópica. Nuestro trabajo consiste en el estudio de los fósiles a nivel atómico. Empleando unos equipos denominados espectrómetros de masas estudiamos la abundancia de un tipo de átomos (llamados isótopos) presentes en fósiles tales como huesos y dientes de vertebrados (como mamíferos o dinosaurios) o conchas de moluscos (como bivalvos o cefalópodos). Entre los elementos que más estudiamos se encuentran el oxígeno, el carbono y el nitrógeno. De esta manera somos capaces de calcular, por ejemplo, variaciones en la temperatura a lo largo del tiempo que hayan podido desencadenar una glaciación como la que se nos muestra en la célebre película Ice Age. También podemos conocer cuál habría sido la dieta de los animales cuyos fósiles analizamos. ¿Eran carnívoros como los tigres dientes de sable o herbívoros como los mammutos?. Finalmente, y muy importante por la relevancia que tiene en la actualidad, la Paleontología Isotópica nos permite determinar cómo respondieron los organismos del pasado ante los cambios climáticos y ambientales que se han venido sucediendo a lo largo de la historia de la Tierra.

La Paleontología, por tanto, no solo investiga el pasado de nuestro planeta, sino que es una rama del saber científico que nos proporciona información muy útil para aprender a gestionar y mitigar los efectos que pueda causar el cambio climático actual (de origen antrópico) en organismos y ecosistemas.



Metodología para el análisis isotópico en vertebrados fósiles:

- 1) Paleontólogos y paleontólogos hallamos los fósiles en excavaciones y prospecciones paleontológicas;
- 2) Se procede al muestreo del esmalte dental y otro material óseo de vertebrados fósiles;
- 3) Se realiza un tratamiento químico previo para preparar las muestras antes del análisis mediante espectrometría de masas;
- 4) Los resultados isotópicos nos permiten realizar reconstrucciones del clima y ambiente del pasado e inferir el modo de vida de los animales estudiados. Ilustración de Oscar Sanisidro.



Autora: **Laura Domingo Martínez**, Investigadora del IGEO (CSIC, UCM) y Profesora de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: ldomingo@ucm.es. Instagram: [@laurisdomingo](https://www.instagram.com/laurisdomingo). Twitter: [@LauriDomingo](https://twitter.com/LauriDomingo)



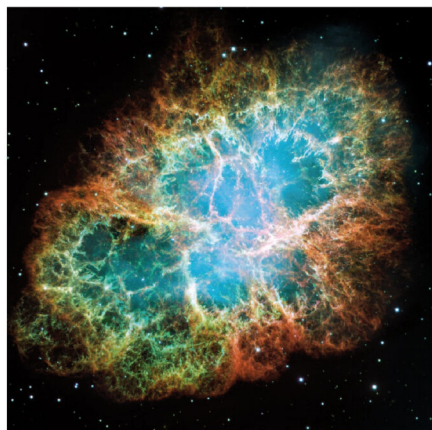
Síguenos en nuestra cuenta de Twitter [@igeociencias](https://twitter.com/igeociencias) con el hashtag [#GeocienciasEnElCole](https://twitter.com/igeociencias)



POLVO DE ESTRELLAS

Sabemos que todo lo que nos rodea está formado por átomos de distintos elementos químicos combinados entre sí. Lo que no se cuenta tan a menudo es la apasionante historia de cómo se formaron estos átomos.

En el inicio del Universo conocido, el Big Bang, toda la materia y energía se hallaban en un punto minúsculo. Al expandirse, el Universo se fue enfriando y la materia se fue combinando en estructuras cada vez más complejas. Primero se formaron los protones y neutrones, que son los constituyentes esenciales de los átomos y, a continuación, se combinaron en los primeros núcleos complejos. En apenas 16 minutos el Universo se enfrió tanto que se detuvo el proceso y quedó establecida la proporción de elementos que todavía domina hoy en día: 75% de hidrógeno, cuyo núcleo consiste en un solo protón, 25% de helio, y cantidades menores de litio y berilio.



La Nebulosa del Cangrejo

Con el tiempo la materia se fue agrupando en nubes de gas, las nebulosas. Dentro de éstas, zonas ligeramente más densas se fueron compactando por gravedad y calentando cada vez más hasta que, unos 500 millones después del Big Bang, la temperatura subió tanto que los núcleos atómicos empezaron a fusionarse entre sí. La fusión de núcleos de hidrógeno generó núcleos de helio liberando enormes cantidades de energía; en ese momento las nubes de gas se “encendieron”, convirtiéndose en las primeras estrellas. Al consumirse gran parte del hidrógeno empezó la fusión del helio, y así, sucesivamente, se fueron generando elementos cada vez con más protones y neutrones, hasta llegar al hierro y cobalto. Éstos últimos son los elementos más pesados que se pueden formar en las estrellas porque generar núcleos más pesados no libera energía, sino que la consume.

Pero entonces, ¿cómo se formaron el resto de los elementos?

Cuando las estrellas más grandes agotan prácticamente todo su combustible se produce un colapso violento conocido como explosión de supernova. Esta explosión libera en un instante cantidades descomunales de energía que provoca que los elementos presentes se puedan recombinar entre sí dando lugar a los elementos más pesados. Debido a la brevedad del proceso, estos son mucho más escasos.

La explosión de las estrellas libera su materia al espacio, formando nubes de gas y polvo que, con el tiempo, se pueden volver a compactar por gravedad, dando lugar a nuevas estrellas y planetas asociados, como nuestro Sol o la Tierra. Por eso podemos decir que, en el fondo, somos polvo de estrellas.



Autor: **Guillem Gisbert Pinto**. Investigador postdoctoral del IGEO (CSIC, UCM), Madrid.
Contacto: ggisbertp@hotmail.com



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



EL AGUJERO DE OZONO SE EMPIEZA A CERRAR

¿Qué es la capa de ozono? El ozono (O₃) es un gas natural escaso. El 90% se encuentra entre 15 y 35 km sobre la superficie, en la llamada 'capa de ozono'. Esta capa protege la vida terrestre ya que absorbe la radiación dañina ultravioleta (UV) emitida por el sol. El ozono se renueva anualmente dando lugar a una concentración natural estable: se forma mediante reacciones químicas activadas por la radiación solar intensa que incide en los trópicos; desde ahí se transporta al polo invernal, donde se acumula; en primavera la radiación solar débil regresa a los polos, iniciando reacciones que destruyen ozono.

El agujero de ozono: la amenaza. En 1985 se descubrió un adelgazamiento inusual o agujero en la capa de ozono antártica del tamaño de Norte América. Desde entonces, este fenómeno se ha observado todas las primaveras australes, causando un aumento de radiación UV en superficie, daños medioambientales y de salud. La pérdida de ozono es mayor en la Antártida que en el Ártico porque allí las temperaturas son muy frías y una barrera de vientos intensos aísla el aire polar impidiendo la entrada de ozono.

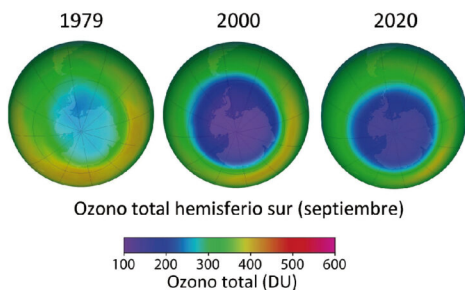


Figura. Evolución del espesor de ozono en la primavera del hemisferio sur (septiembre). La cantidad de ozono se mide en Unidades Dobson (DU; 300 DU equivalen a una capa de 3 mm de espesor sobre el planeta). Los mapas representan el estado de la capa de ozono antártica en tres etapas: 1979 (previo a las emisiones desproporcionadas de SAO), 2000 (mínimos históricos de ozono) y 2020 (recuperación tras el Protocolo de Montreal). Fuente: NASA Ozone Watch (<https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/>).

Descubriendo al culpable. Durante el frío invierno antártico se forman nubes polares que almacenan gases destructores de ozono. Estos gases provienen de Sustancias que Agotan el Ozono (SAO), como los clorofluorocarbonos (CFC). La mayoría son de origen industrial y durante años se usaron en aerosoles, pesticidas, disolventes o sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Las SAO permanecen mucho tiempo en la atmósfera (hasta 100 años) y liberan átomos de cloro y bromo capaces de destruir miles de moléculas de ozono antes de ser eliminados. Así, las emisiones humanas de SAO son las responsables del agujero de ozono.

Una historia de éxito. En 1987 se firmó el primer acuerdo medioambiental mundial: el Protocolo de Montreal, que regula la producción y consumo de SAO. Como resultado, las emisiones de SAO han disminuido, se ha evitado una mayor pérdida de ozono y el agujero de la Antártida se está empezando a cerrar. Aun así, con el descenso previsto de SAO, costará décadas recuperar los niveles de ozono anteriores a 1980. El problema del agujero de ozono no debe confundirse con el del calentamiento global, causado por la emisión de gases de efecto invernadero, pero representa otro ejemplo de las repercusiones medioambientales a largo plazo de las actividades humanas.



Autor: David Barriopedro Cepero. Científico Titular, IGEO (CSIC, UCM), Madrid.
Contacto: davidb@fis.ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



¿QUÉ NOS CUENTAN LAS ROCAS VOLCÁNICAS?

Como no nos es posible viajar al interior de la Tierra, para conocer su composición se utilizan métodos indirectos. Uno de ellos son las rocas volcánicas.

La mayoría de los magmas expulsados en forma de lava por los volcanes se producen cuando se funden los minerales que forman las rocas que hay en el manto terrestre (capa intermedia del planeta, situada a partir de unos 8 a 30 km de profundidad). Igual que una vela solo se funde cuando se le acerca una llama, eso solo ocurre cuando se alcanzan una Presión (P) y Temperatura (T) concretas. Esos magmas ascienden hacia la superficie por su menor densidad y por el camino se van enfriando y descomprimiendo, por lo que cristalizan nuevos minerales. Como la densidad de los minerales y del magma son diferentes, se pueden separar unos de otros y así va cambiando la composición química del magma y de los minerales que van cristalizando. Todo este proceso continúa hasta que el magma es expulsado por un volcán como lava y se solidifica en forma de roca ígnea. ¡A veces incluso tenemos la suerte de encontrar fragmentos de rocas arrancados del interior de la Tierra por los magmas durante su ascenso!

Los geoquímicos y petrólogos llevan muchos años estudiando todas esas rocas y minerales, en el campo y en el laboratorio, y así hoy disponemos de modelos matemáticos con los que, a partir de la composición química de las rocas volcánicas y de sus minerales podemos conocer cómo, dónde y a partir de qué rocas se formaron los magmas, su composición y cómo evolucionaron durante su ascenso a la superficie. Todo ello, junto a otros muchos datos geológicos y geofísicos, nos sirve para conocer en detalle la composición del manto terrestre y el funcionamiento de los procesos que dan lugar al volcanismo.



Minerales en una roca volcánica vistos al microscopio petrográfico



Lavas cordadas en La Restinga (El Hierro, Islas Canarias)



Autor: José María Cebriá. Investigador del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: jm.cebria@csic.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



LA HISTORIA SUMERGIDA

Existen en España, al menos, 500 pueblos sumergidos bajo las aguas de los embalses. Nuestro país cuenta con alrededor de 1.230 embalses, siendo el quinto país del mundo con mayor número de ellos (en total hay unos 7.000), y el primero de Europa.

En la construcción de las presas muchos asentamientos quedaron anegados bajo las aguas, y con ellos gran parte de su patrimonio cultural; de su arte, de sus tradiciones y de su historia.

En los últimos años se han registrado bajadas drásticas del nivel de agua embalsada, provocando el afloramiento de diferentes conjuntos urbanos y elementos del patrimonio cultural como son los recientes descubrimientos en el embalse de Valdecañas (en Cáceres, Extremadura), donde han aparecido desde esculturas de verracos, un antiguo convento o una inscripción romana, hasta el magnífico Dolmen de Guadalperal (figura 1), bautizado como el Stonehenge español.

Muchos de estos descubrimientos eran desconocidos hasta entonces, no estaban documentados, ¿os imagináis todo lo que puede quedar aún por descubrir bajo las aguas de nuestros 1230 embalses?

Existen también enclaves históricos, como el Real Sitio de la Isabela, en Sacedón (Guadalajara) (figura 2) que, al estar en las orillas de los pantanos, se encuentran en un estado especialmente frágil. Entre los más dañinos agentes de deterioro del patrimonio cultural en general, y del material pétreo en particular, está el agua, causando muy distintos procesos de deterioro que pueden acabar pulverizando la piedra. Este daño será mucho mayor cuando la humedad varíe periódicamente. Y esto es, precisamente, lo que ocurre en este singular sitio. Cuando el nivel del agua sube, cubre las ruinas del histórico Balneario. Cuando baja, en cambio, se da un rápido proceso de secado bajo el sol y el viento causando graves "enfermedades" al material a lo largo de los años, incluso siglos, que tendrá lugar este continuo ir y venir de las aguas.



Figura 1: Afloramiento del Dolmen de Guadalperal, en el embalse de Valdecañas. Fuente: Agencia EFE (www.hoy.es)¹

¹<https://www.hoy.es/prov-caceres/dolmen-guadalperal-agua-20191002211541-nt.html>



Figura 2: Imagen aérea del Real Sitio de la Isabela, en el embalse de Buendía. Fuente: Google Maps

Fue construido por Fernando VII en 1826 como centro de sanación, por su cercanía con fuentes de aguas medicinales para curar distintas enfermedades, como la que sufría el propio monarca -la gota-, entre otras. La Isabela es un lugar único que ha de ser conservado por su valor histórico y cultural. El proyecto DAMAGE, que desarrolla el Instituto de Geociencias (CSIC-UCM) trata de analizar la degradación de los materiales que forman parte de este tipo de sitios, para dar soluciones científicas a su futura preservación y disfrute por parte de toda la sociedad.



Autora: **Natalia Pérez Ema. IGEO (CSIC, UCM).**
Contacto: nataliaperezema@pdi.ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



EL PODER DEL OCÉANO

Los océanos cubren **más del 70 % de la superficie** de nuestro planeta y tienen el 'súper poder' de poder almacenar una gran cantidad de calor en su interior convirtiéndose en una **máquina enorme de energía** (Figura 1). En particular, la energía almacenada en la capa más superficial del océano (hasta los 500m) cuando se libera a la atmósfera es capaz de modificar no solamente las condiciones climáticas (viento en superficie, presión atmosférica,...) sobre esa zona, sino que su efecto **se siente** en otras regiones lejanas del planeta. Esta transmisión de información climática no la realizan las mariposas ('efecto mariposa'), sino unas ondas que viajan por la atmósfera denominadas ondas de Rossby.

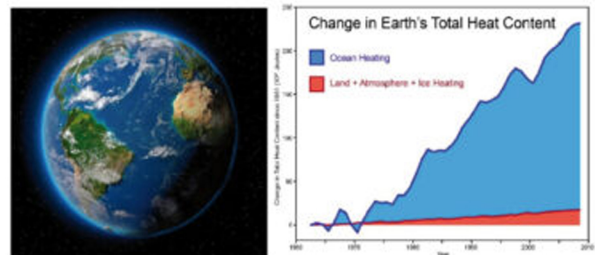


Figura 1. (Izquierda) Imagen de satélite del planeta Tierra. (Derecha) Contenido de calor de la Tierra. La mayor parte de la energía que nos llega del Sol es almacenada en forma de calor en los océanos (azul) y solamente una pequeña cantidad se queda almacenada en la atmósfera, la superficie terrestre, y la cobertura de hielo (rojo). Además el poder del océano de acumular calor ha aumentado mucho en las últimas décadas.

Si calculamos la cantidad de energía almacenada en los primeros 100 m del Pacífico ecuatorial al aumentar 1 grado centígrado su temperatura durante un evento Niño, obtenemos una energía del orden de miles de Megatones, comparable a **¡¡¡miles de bombas atómicas como la bomba de Hiroshima!!!** (Figura 2, derecha). Imaginamos la energía que se generará cada vez que ocurra un fenómeno Niño de 2-3 grados centígrados. No os preocupéis, las consecuencias de un evento Niño no es igual al de la bomba atómica, puesto que la energía se va a repartir a lo largo de todo el globo mediante ondas atmosféricas y los sistemas de vientos que comunican las regiones tropicales con las zonas situadas en latitudes más altas. Las consecuencias del Niño son muy variadas, desde inundaciones/sequías en Sudamérica/Australia, hasta influencia en el afloramiento pesquero de Senegal - Mauritania, en cultivos de trigo e incluso en enfermedades como la Malaria. Por tanto, conocer en profundidad el fenómeno ENSO (Niños y Niñas) y poder predecirlo, es de vital importancia para poder anticiparnos a sus consecuencias.

Entre los fenómenos climáticos que más energía generan en el océano que es posteriormente liberada a la atmósfera, destaca **El Niño-La Oscilación del Sur (ENSO)**. Un evento Niño se caracteriza por un calentamiento anómalo (1-3 grados centígrados por encima de la media) de la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico ecuatorial (Figura 2), debido a un debilitamiento de los vientos alisios. De manera análoga, un enfriamiento anómalo de la superficie del Pacífico tropical se denomina La Niña, y se relaciona con vientos alisios más fuertes de lo normal. Cuando ocurre un fenómeno Niño como el del invierno de 2015-2016 (Figure 2, izquierda), se acumula una cantidad inmensa de energía en la capa más superficial del océano Pacífico tropical. **¿Cómo de fuerte es el súper poder del evento Niño? ¿Cuánta energía genera?**

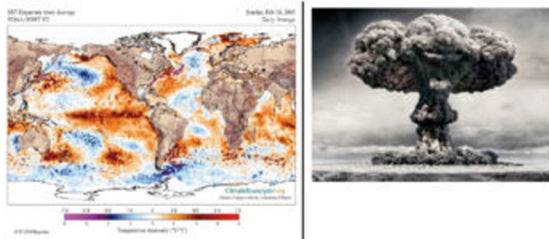


Figure 2. (Izquierda) Evento El Niño 2016. Temperaturas más cálidas de los normal (2-3 C por encima de la media) a lo largo del Pacífico ecuatorial. (Derecha) Imagen de la explosión de la bomba atómica de Iroshima.



Autoras: **Belén Rodríguez de Fonseca** y **Marta Martín del Rey**. Investigadoras del IGEO (CSIC-UCM) y profesoras de la Facultad de Ciencias Físicas de la UCM.
Contacto: brfonsec@fis.ucm.es / charramarta@gmail.com

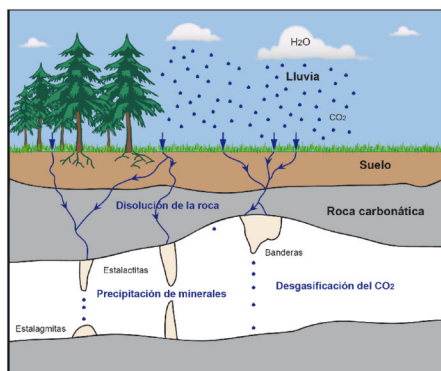


Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



CUEVAS: LABORATORIOS EN LA OSCURIDAD

Las cuevas son lugares fascinantes, si iluminamos la oscuridad podemos encontrar maravillosas formaciones como las estalactitas y las estalagmitas. Además, a lo largo de la historia han sido refugio para el ser humano, al que protegieron de los duros cambios del clima y también de sus enemigos naturales.



Pero, **¿cómo se forman?** La mayoría de las cuevas se desarrollan en rocas carbonáticas como las calizas, cuya composición es casi al 100% carbonato cálcico (CaCO_3). Estas rocas tienen una característica muy importante para la formación de cuevas y otros rasgos kársticos y es que se disuelven cuando entran en contacto con fluidos con pH ácido.

El agua de lluvia es un poco ácida de forma natural ($\text{pH} = 5.6$) debido a la presencia de dióxido de carbono (CO_2) disuelto en ella, de forma que cuando entra en contacto con las rocas y se cuela por sus fisuras y pequeños poros comienza poco a poco a disolverlas. Esta **disolución** es una reacción química que hace que se separen el calcio (Ca^{2+}) y el carbonato (CO_3^{2-}) y se mantengan así mientras en el agua haya CO_2 que, como es un gas, no se puede escapar mientras el agua está fluyendo por las pequeñas grietas de la roca. Los pequeños agujeros de disolución que se forman en la roca van creciendo hasta que se

convierten en galerías y salas por las que pueden fluir ríos que agrandan aún más las cuevas. Puede parecer un proceso rápido pero toda esta historia **ocurre de forma lentísima durante millones de años**. Según las salas y galerías se van haciendo cada vez más grandes hay otro proceso que entra en juego, aparte de la disolución, que es la caída de bloques del techo por inestabilidad. La caída de bloques agranda enormemente las salas de una cueva, en algunas podríamos meter una catedral, y en tiempo récord.

Las salas y galerías de las cuevas normalmente están adornadas por estalactitas, estalagmitas, columnas, coladas, etc., a las que llamamos espeleotemas. **Los espeleotemas** son formaciones minerales que crecen en las paredes, techos y suelos de las cuevas por acción del agua de goteo. Este goteo es la misma agua que venía disolviendo la roca a través de las fisuras y que tenía CO_2 atrapado. Cuando el agua llega al techo de una sala el CO_2 deja de estar confinado y escapa a la atmósfera, de la misma manera que se escapa cuando abrimos una botella de refresco, y por fin el calcio y el carbonato se pueden volver a juntar para **precipitar calcita o aragonito**, dos minerales con la misma composición química (CaCO_3) pero diferente estructura. Los espeleotemas van creciendo, a medida que las gotas van llegando con su pequeña carga mineral y los cristales de calcita o aragonito se van apilando, a una velocidad de unos pocos milímetros cada 100 años, así que es muy importante no tocarlos ni romperlos para que puedan seguir creciendo durante unos cuantos siglos más.



© John Spies Photography



Autora: **Rebeca Martín García**. IGEO (CSIC, UCM) y Facultad de CC. Geológicas, UCM.
Contacto: rebecm05@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



HABITABILIDAD EN MARTE

La vida ha ido colonizando y habitando distintos ambientes en nuestro planeta: los fondos marinos y oceánicos, la tierra y también la atmósfera. Pero, nos encontramos en un momento crucial en el que, por primera vez, los seres humanos podemos salir de la Tierra y comenzar a habitar otros entornos. **Marte es nuestro primer objetivo planetario de habitabilidad.**

Este año han llegado al planeta rojo tres misiones espaciales de agencias y países tan dispares como EEUU, China y Emiratos Árabes Unidos. Un hecho que demuestra que la humanidad se está abriendo al cosmos y que el espacio ya está siendo un crisol interdisciplinar e intercultural.

Las condiciones de habitabilidad marciana son hostiles con un viaje de seis meses de ida y otros seis de vuelta, temperaturas extremadamente bajas, una atmósfera con una presión también muy baja y muy rica en dióxido de carbono (CO₂), altas dosis de radiación y, en definitiva, un ambiente difícil para la humanidad. Sin embargo, la ciencia y la tecnología y, en particular, la geología y las geociencias, nos están ayudando a combatir este nuevo desafío para poder establecer, en un futuro no muy lejano, bases semipermanentes y permanentes similares, en cierto modo, a las que tenemos en la Antártida o en el Ártico.



Gracias a la geología, mediante el estudio de los meteoritos marcianos, las misiones geológicas al planeta rojo y los análogos que existen en la Tierra, como por ejemplo Lanzarote, **comprendemos mucho mejor cuáles son los denominados "recursos de utilización in-situ" de Marte, que son fundamentales para nuestra habitabilidad.** Minerales, rocas y suelos que nos ayudarán a: 1) fabricar escudos anti-radiación compuestos del regolito (suelo) volcánico; 2) seleccionar el material que será más favorable para realizar carreteras, caminos, pistas de despegue y aterrizaje; 3) saber qué minerales son portadores de oxígeno y agua, que podamos extraer del propio regolito, para ayudarnos a respirar; 4) conocer cómo usar el suelo marciano para la construcción de invernaderos que nos

permitan el crecimiento de plantas y el cultivo de alimentos, etc. Sobre muchos de estos temas ya existen proyectos científicos y tecnológicos concretos, con financiación y equipos humanos que los están desarrollando.

Como indica el geólogo planetario y astronauta de la misión Apolo 17 Harrison H. Smith *"Debería ser relevante el ser conscientes de que, muy probablemente, los padres de los primeros humanos que nazcan en Marte*



Autor: **Jesús Martínez Frias**. Investigador del IGEO (CSIC, UCM)
Contacto: j.m.frias@igeo.ucm-csic.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



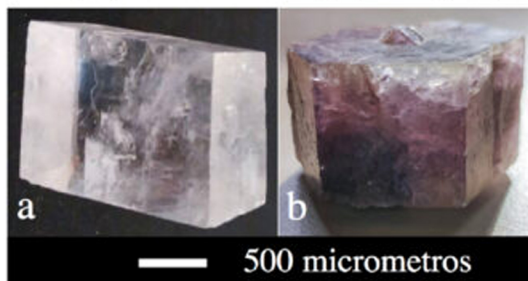
CRISTALES DE CALCITA POR DOQUIER

La calcita es mineral que está formado por átomos de calcio (Ca), carbono (C) y oxígeno (O), formando moléculas de carbonato cálcico (CaCO_3). En el interior de la calcita, estos átomos aparecen repetidos de forma homogénea, periódica y simétrica. Existen otros minerales, como el aragonito o la vaterita, que tienen la misma composición que la calcita. Todos ellos son polimorfos del carbonato cálcico y representan las muchas (poli) formas (morfo) en

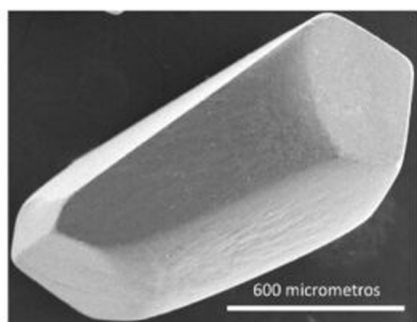
que los átomos de Ca, C y O se pueden ordenar para llenar el espacio y formar cristales. La calcita es el polimorfo más abundante del carbonato cálcico. **En la superficie de la Tierra, encontramos calcita casi en cualquier sitio** en que miremos, y si no, aragonito. Las rocas calizas están formadas de pequeños cristales de calcita. Las estalactitas y las estalagmitas que definen los misteriosos paisajes de las cuevas kársticas las forman cristales de calcita o aragonito. En el mundo biológico, cristales de calcita y/o aragonito, mezclados con biopolímeros (azúcares, proteínas, fosfolípidos, etc.), forman la gran mayoría de los exoesqueletos de los invertebrados marinos (conchas de mejillones, almejas, ostras o berberechos) y terrestres (caracol de tierra). El componente mineral hace que estos exoesqueletos sean duros, mientras el biológico los hace resistentes y ligeros. La combinación de ambos les confiere propiedades mecánicas extraordinarias. También encontramos calcita en los canales auditivos de los vertebrados, incluidos los humanos, formando otolitos, que ayudan a percibir los sonidos, la gravedad y la aceleración.

A lo largo de la historia de la Tierra, la formación de cristales de calcita u otros carbonatos ha ayudado a **regular el clima** al reducir la concentración de dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera y en los océanos. Algunos investigadores están estudiando cómo inducir la formación de calcita para eliminar CO_2 . Los primeros experimentos se desarrollan en Islandia, en la estación Geotérmica de Hellisheiði, donde disuelven CO_2 en agua y la inyectan en el subsuelo basáltico. De momento, ya se ha comprobado que, transcurridos dos años, el 95 % del CO_2 ha pasado a formar cristales de calcita.

La formación de calcita también contribuye a **preservar el medioambiente** al hacer disminuir la concentración de elementos contaminantes como cadmio (Cd) o cromo (Cr), mutágenos y cancerígenos, en aguas y suelos. Al incorporarse en la estructura de los cristales de calcita, estos dejan de estar biodisponibles.



a) cristal de calcita. b) cristal de aragonito.



Cristal de calcita que ha incorporado cromo en su estructura durante su crecimiento.



Autora: Lourdes Fernández Díaz. IGEO (CSIC-UCM).
Dpto Mineralogía y Petrología. Fac. CC Geológicas, UCM.
Contacto: lshtar@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



LOS MINERALES EN NUESTRA VIDA DIARIA

Desde que nos despertamos con el sonido de nuestro móvil, encendemos la luz en nuestra habitación o desayunamos con un café, té o cacao en una taza de porcelana o un vaso de vidrio estamos en contacto con los minerales. Es decir, los minerales están presentes continuamente en nuestra vida cotidiana. Desde el punto de vista de su utilización los minerales pueden agruparse en dos tipos: minerales de mena y minerales industriales.

Los minerales de mena, o simplemente menas, son aquellos de los que, tras un proceso químico, se obtiene un determinado elemento, generalmente un metal. Para que un mineral pueda considerarse mena de un metal debe contenerlo en una cierta proporción y debe poder ser extraído de ese mineral de una forma sencilla. La mayor parte de minerales de mena corresponden, químicamente, a sulfuros y óxidos (por ejemplo, la calcopirita, un sulfuro de hierro y cobre, es la principal mena de cobre, el metal que transmite la electricidad y permite encender la luz de nuestra habitación; el hematites o la magnetita, dos óxidos de hierro, son las principales menas de este metal). **Los minerales industriales** son aquellos que se utilizan por alguna de sus propiedades físicas (relacionadas principalmente con su estructura cristalina) y no requieren apenas ningún tratamiento más allá de su separación de los otros minerales con los que pueda aparecer en la mina o cantera, trituración y secado.

Algunos ejemplos pueden ser la sepiolita (mineral con una elevada capacidad de absorción que se utiliza en las camas de gatos y del que España es el principal productor mundial), el diamante (mineral compuesto exclusivamente por carbono) que por su gran dureza se utiliza como abrasivo o, en el extremo opuesto, el grafito (también compuesto por carbono, pero con una estructura y enlaces químicos diferentes a los del diamante), cuya baja dureza y morfología laminar permiten su empleo como lubricante sólido en maquinaria industrial.



Las minas de los lápices están hechas de grafito.

De los objetos que mencionábamos al principio, algunos derivan de un único mineral (por ejemplo, el vaso de vidrio que se fabrica a partir de cuarzo, uno de los minerales más comunes en la Naturaleza), pero otros, como nuestros móviles, contienen más de 70 elementos químicos (algunos de ellos extremadamente escasos) obtenidos a partir de diferentes minerales. Por todo ello, **nuestra sociedad tiene una gran dependencia de los minerales** y la necesidad de una **explotación racional y respetuosa con el medioambiente** de esos recursos minerales que, en aquellos casos en los que sea posible, **debe incluir su reutilización y reciclado**. Porque, claro, lo de prescindir del móvil o de tener luz en nuestras casas mejor no plantearlo...



Autor: Javier Luque del Villar.
Departamento de Mineralogía y Petrología.
Facultad de CC. Geológicas, UCM e Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM).
Contacto: jlucque@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



SUPERHÉROES MAGNÉTICOS Y SU PODER PARA CONOCER EL CAMPO MAGNÉTICO DE LA TIERRA EN EL PASADO

El campo magnético de la Tierra tiene su origen en el núcleo externo de la Tierra. El núcleo externo es líquido y está compuesto principalmente por hierro y níquel. Este hierro, altamente conductor, está cargado eléctricamente por lo que es capaz de producir corrientes eléctricas que, a su vez, generan un campo magnético. **El campo magnético terrestre** no siempre ha sido como el actual, sino que **varía en el espacio y en el tiempo**. Es decir, el campo magnético de la Tierra no siempre ha tenido la misma dirección ni la misma intensidad magnética. Los primeros datos de la dirección del campo magnético terrestre fueron recopilados por los navegantes en los siglos XV y XVI. Los datos de intensidad magnética, sin embargo, se empezaron a recopilar mucho más tarde, en el siglo XIX. En la actualidad, podemos estudiar las variaciones del campo magnético terrestre con una gran precisión gracias a los datos recopilados en los observatorios magnéticos y por los satélites. Sin embargo, para conocer como se comportó el campo magnético de la Tierra en el pasado, antes de la existencia de las observaciones directas, hay que recurrir al paleomagnetismo y al arqueomagnetismo, disciplinas que estudian el campo magnético terrestre a partir de rocas y restos arqueológicos calentados, respectivamente.

¿Cómo pueden las rocas u objetos arqueológicos informarnos del campo magnético terrestre del pasado?

Algunos minerales que se encuentran en ciertas rocas y objetos arqueológicos, llamados minerales ferromagnéticos, son

capaces de conservar la dirección e intensidad del campo geomagnético del momento en el que se formó la roca o de la última vez en la que se calentó el objeto arqueológico a altas temperaturas. En la figura 1 vemos, como ejemplo, un ladrillo de un horno arqueológico del 500 años de Cristo. Al subir la temperatura por encima de un cierto valor (unos 400-600 °C dependiendo del material) los minerales ferromagnéticos son capaces de orientarse a la dirección e intensidad del campo magnético de terrestre presente en ese momento y en ese punto de la Tierra (representado en la figura por las flechas marrones).

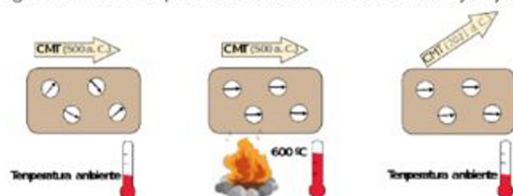


Figura 1. Comportamiento de los minerales ferromagnéticos al ser sometidos a altas temperaturas. Donde CMT es campo magnético terrestre, a. C. antes de Cristo y d. C. después de Cristo.

Al enfriarse los minerales ferromagnéticos tienen el superpoder de bloquear esa señal y, con ello, conservar la dirección e intensidad del campo magnético de la Tierra. Por eso, como vemos en la figura 1, aunque el campo magnético actual sea diferente, los minerales ferromagnéticos conservan la información del campo geomagnético del año 500 a. C. Gracias a los minerales ferromagnéticos o superhéroes magnéticos podemos, por tanto, conocer cómo ha variado el campo magnético terrestre en el pasado a partir de ciertos restos arqueológicos calentados (como hornos, hogares, cerámicas, baldosas o ladrillos) que utilizaron personas que habitaron la Tierra en el pasado. Un ejemplo del tipo de material que estudiamos los arqueomagnetistas es el horno que vemos en la figura 2 y que nos ha permitido conocer cómo era el campo geomagnético en el noreste de la península ibérica en la Edad del Hierro temprana. **Conocer cómo ha cambiado en campo magnético terrestre en el pasado es importante, ya que nos ayuda a comprender su variabilidad presente y futura.**



Figura 2. Hogar de la Edad del Hierro temprana del yacimiento arqueológico de Sant Jaume localizado al NE de la península ibérica.



Autora: Mercedes Rivero Montero. Investigadora del Instituto de Geociencias, IGEO (CSIC-UCM).
Contacto: merlvero@ucm.es

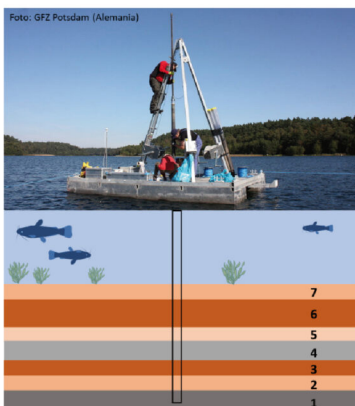


Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



LOS LAGOS REVELAN EL CLIMA DEL PASADO

Durante los últimos 150 años, las temperaturas de la Tierra han aumentado significativamente debido principalmente a las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono o el metano, causadas por la quema de combustibles fósiles desde el inicio de la llamada **Revolución Industrial**. El **calentamiento global** es uno de los principales retos de la sociedad actual y para poder predecir cómo va a cambiar el clima en el futuro los científicos necesitan conocer y comprender los cambios que ha experimentado el planeta durante el pasado, antes de que las actividades humanas alteraran el sistema climático.



Los sedimentos de los lagos se recuperan mediante sondeos perforados desde plataformas flotantes como la de la imagen. Estos sedimentos se acumulan en el fondo de los lagos formando capas, de forma que los más antiguos son los inferiores (1) y los más modernos son los superiores (7).

¿Cómo podemos conocer el clima del pasado?

La mayoría de las medidas instrumentales de temperaturas y precipitaciones llevadas a cabo con termómetros y pluviómetros solo alcanzan los últimos 150 o 200 años. Sin embargo, podemos conocer el clima de épocas anteriores (siglos e incluso milenios antes de la actualidad) a través del estudio de los llamados **"archivos naturales"**. Por ejemplo, los lagos son muy sensibles a los cambios en las condiciones climáticas y experimentan modificaciones importantes en función de estas variaciones. Los **sedimentos** que se van acumulando progresivamente en el fondo de los lagos también cambian sus características (color, tamaño de grano, composición química, restos de organismos, etc.) dependiendo de las condiciones climáticas. Podemos acceder a los sedimentos de estos lagos perforando y recuperando **sondeos** y estudiarlos en el laboratorio para reconstruir los cambios en el clima del pasado.

¿Cómo estudiamos los sondeos en el laboratorio?

Uno de los aspectos más importantes a la hora de estudiar los sondeos es conocer la **edad exacta** de las diferentes capas de sedimentos. Sabemos que las más antiguas son las inferiores y las más modernas son las superiores, pero para conocer esta edad de una forma más precisa utilizamos otros métodos como el **carbono-14**.

¿Qué información nos han aportado los sedimentos de los lagos sobre el clima del pasado?

El estudio de los sedimentos de los lagos de la Península Ibérica nos ha permitido conocer que el clima fue más húmedo y frío que el actual entre los siglos XIV y XIX, durante la llamada **"Pequeña Edad de Hielo"** y que antes de esa época las condiciones eran algo más templadas y áridas, durante lo que se conoce como **"Periodo Cálido Medieval"**, entre los siglos X y XIII. Por lo tanto, sabemos que el clima de la Tierra ha cambiado de forma natural antes de que se produjera la actual **"Calentamiento Global"**.



Autor: **Mario Morellón Marteles**.
Profesor Contratado Doctor de la Fac. CC Geológicas.
Universidad Complutense de Madrid e investigador del IGEo (CSIC, UCM)
Contacto: mmorello@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole

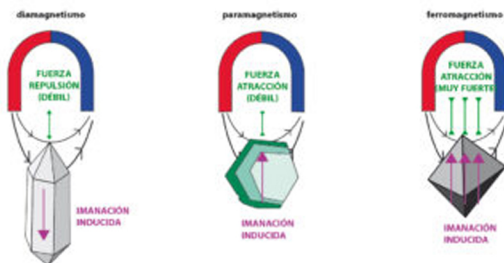
¿QUÉ ES MAGNÉTICO EN LA SUPERFICIE DE LA TIERRA?

Si se hace esta pregunta a una niña o niño, la respuesta es seguramente la misma, "los imanes". Pero no parece que en la naturaleza, al salir al campo, estemos rodeados de imanes. A lo mejor es más adecuado preguntarnos qué tipo de materiales son magnéticos. Ahí, seguramente si la niña o el niño es mayor, imaginará algo relacionado con el hierro. Y en realidad algo de razón tienen, el hierro, los óxidos de hierro, etc., tienen un comportamiento magnético intenso. Si preguntas a especialistas en magnetismo natural qué es magnético, te responderá rápidamente: ¡TODO!.

En Física se clasifica el magnetismo de un material según sea su respuesta ante un campo externo. Como todos los materiales tienen algún tipo de respuesta, más o menos intensa, ante un campo magnético, entonces podemos decir que **TODO en la naturaleza es magnético**.

Vamos entonces a describir las diferentes clasificaciones según su comportamiento al acercarnos un imán permanente:

- **Materiales Diamagnéticos.** Al acercar un imán lo repelen de forma débil. El fenómeno desaparece tan pronto como se aleja el campo (imán). Ejemplos de materiales diamagnéticos en la naturaleza son el cuarzo, calcita o diamante.
- **Materiales Paramagnéticos.** El fenómeno también es débil pero al acercar un imán, se sienten atraídos a él de forma también temporal. Ejemplos de materiales paramagnéticos se encuentran en olivinos, anfíboles, piroxenos.
- **Materiales ferromagnéticos.** Son los que habitualmente se llaman magnéticos, es decir, presentan imanación antes incluso de que el imán se acerque. ¿Qué pasa si acercamos un imán a estos materiales? Pues que son atraídos por él, como en el caso anterior, solo que en esta ocasión cuando alejamos el imán el efecto perdura en el tiempo.. Ejemplos naturales de materiales ferromagnéticos habituales son óxidos de hierro como magnetita, hematites y goetita o sulfuros de hierro como pirrotina o greigita.



Pero probablemente lo más interesante es **¿dónde se encuentran los minerales ferromagnéticos en la naturaleza?** Pues están omnipresentes, prácticamente en todas partes. Se han descubierto inclusiones de magnetita en zircones del Arcaico (masas más antiguas sobre la superficie terrestre). Estas inclusiones de magnetita fueron capaces de registrar el campo magnético terrestre en el momento de su formación y por ello sabemos que el campo Geomagnético tiene al menos 4.2 Gy (Giga-años). Minerales magnéticos existen en abundancia en materiales volcánicos e ígneos (coladas de lava, basaltos...) que no han sido de gran utilidad para describir el campo magnético en el pasado y su variación temporal. También se forman en materiales de construcción, incluso de época antigua, lo que permite a los investigadores estudiar el campo magnético que registran al ser calentados en hornos, termas, lares y otras estructuras arqueológicas. Pequeñas inclusiones magnéticas están siempre presentes en sedimentos de toda índole que cambian su concentración y composición según sean las condiciones ambientales, parámetro que se reconstruye al estudiar estas partículas. También sabemos que algunos animales tienen inclusiones de minerales magnéticos en diferentes partes del cuerpo, (cerebro, terminaciones nerviosas, etc) probablemente asociadas con orientación espacial aunque también hacen uso de ellos como parte de su sistema inmunitario. Como veis, todo es magnético, y el magnetismo está en todas partes, solo tenéis que observar alrededor para descubrirlo.



Autora: **Fátima Martín Hernández**.
Profesora Titular de la Fac. de Ciencias Físicas de la UCM
e investigadora del IGEO (CSIC-UCM)
Contacto: fatima@ucm.es

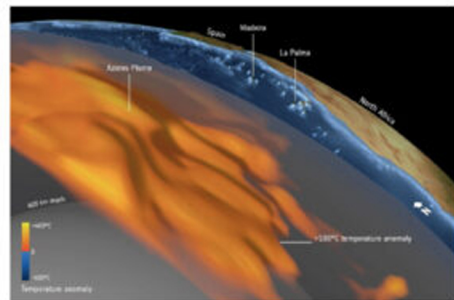


Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



CUMBRE VIEJA (LA PALMA). ¿QUÉ HACE UN VOLCÁN COMO TÚ EN UN SITIO COMO ESTE?

Si alguna vez has tenido entre tus manos un mapa del mundo de volcanes, lo primero que llama la atención es que muchos volcanes dibujan un gran círculo alrededor del océano Pacífico. Como a los científicos nos gusta la poesía, lo llamamos Anillo de Fuego. Sin embargo, la mayor parte de los volcanes están en el centro de los océanos, y forman esas grandes cordilleras submarinas, que suman una longitud de más de 60000 km. Son las dorsales meso-oceánicas, el lugar donde nacen los fondos de los océanos al solidificarse la lava. Esta corteza que nace en las dorsales 'viaja' hacia los lados, alejándose de las dorsales y acercándose a las fosas oceánicas. Estas fosas son zonas profundas donde la corteza vuelve a introducirse en el interior de la tierra, en un proceso al que llamamos subducción. Así es la vida de los océanos: nacer en las dorsales y 'morir' en las fosas de subducción.



Zona caliente en el manto terrestre bajo Canarias y Azores. Fuente: Agencia Espacial Europea.

Pero en realidad, las rocas nunca mueren, se transforman en el interior de la tierra. En las zonas de subducción, los materiales que entran en el interior de la tierra están sometidos a mucha presión y temperatura. La presión tan alta hace que los minerales se deshidraten. Es algo parecido a escurrir una esponja: el agua es expulsada de los huecos de la esponja. Así, el agua pasa de los minerales al manto que tiene alrededor y hace que éste se funda más fácilmente. Al fundirse se forma magma que al ser más ligero que las rocas de alrededor va a querer ascender hasta la superficie. Si consigue llegar, tendremos una erupción volcánica. Así se forman los volcanes del Anillo de fuego.

Esto es lo que ocurrió en la reciente erupción de Tonga, en diciembre de 2021, la erupción más violenta que ha ocurrido en la Tierra en los últimos 30 años, con más energía que la bomba de Hiroshima. Pero no todas las erupciones volcánicas son iguales, la erupción de Cumbre Vieja, en la isla de La Palma, fue mucho más tranquila, pero duró casi tres meses a final de 2021. Los volcanes de las Islas Canarias, al igual que en Hawái o Yellowstone, no están situados en una dorsal oceánica ni en una zona de subducción. Entonces, ¿a qué se deben estos volcanes?, se han propuesto teorías muy variadas, pero los estudios recientes de la Agencia Espacial Europea, en que participan investigadores españoles, confirman la presencia de una gran cantidad de material caliente bajo las Canarias, hasta profundidades de 400 km. Esta zona caliente del manto se muestra en la imagen en colores anaranjados. Estos estudios utilizan gran cantidad de datos de diferentes tipos, que se toman tanto en tierra como desde satélites. Es curioso que alejándonos de la Tierra seamos capaces de comprender mejor lo que hay en su interior.



Autora: Ana M. Negrodo Moreno.
Profesora en la Fac. de CC. Físicas de la UCM en el Dpto. de Física de la Tierra
y Astrofísica e Investigadora del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: anegrodo@fis.ucm.es

Siíguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



MADRID HACE MÁS DE 9 MILLONES DE AÑOS

Al sur de la Comunidad de Madrid, en el término municipal de Torrejón de Velasco, se encuentra el **Cerro de los Batallones** lugar en el que se han encontrado **9 yacimientos paleontológicos con restos de vertebrados de hace algo más de 9 millones de años.**

Se trata de **yacimientos excepcionales** por varias razones; en primer lugar, porque los fósiles que en ellos se encuentran son muy numerosos y abundantes, están **muy bien conservados**, e incluso a veces, se encuentran **esqueletos completos con las piezas en conexión anatómica**. En segundo lugar, porque en algunos de estos yacimientos **encontramos grandes concentraciones de restos de mamíferos carnívoros** (suelen ser escasos en la mayoría de los yacimientos, son los herbívoros los que suelen ser más frecuentes).

Estos yacimientos se formaron a partir de **cavidades con forma de reloj de arena** que se desarrollaron en el cerro, algunas de ellas tendrían entre **8 y 10 metros de profundidad**. A la parte más profunda de estas cavidades llegaban los carnívoros buscando comida y bebida, una vez que entraban no podrían salir porque las paredes eran muy altas y verticales, se quedarían atrapados sirviendo de "reclamo" a otros carnívoros que entrarían a comer y a beber y que tampoco podrían salir. Las cavidades se irían rellenando con restos de vertebrados y sedimentos. En la parte superior de las cavidades se encuentran también yacimientos excepcionales en los que abundan los restos de **animales herbívoros** y que se habrían formado cuando ya se había rellenado por completo la cavidad.



Ilustración: Reconstrucción del Cerro de los Batallones hace 9 millones de años realizada por Mauricio Antón. <https://mauricioanton.wordpress.com/>.

Gracias a los fósiles encontrados en estos yacimientos se ha podido **reconstruir el paisaje de esta área de Madrid hace algo más de 9 millones de años**. Ese paisaje estaría dominado por la existencia de un gran lago en un **ambiente arbolado abierto y praderas**. Se podrían ver vertebrados como, por ejemplo, peces de agua dulce, ranas, **enormes tortugas terrestres**, grandes varanos, numerosas aves. Llamaría nuestra atención la presencia de carnívoros, entre ellos dos félidos **dientes de sables** (uno del tamaño de un león y otro del tamaño de un leopardo), dos felinos, unos **carnívoros extinguidos llamados "perros-osos", hienas y osos**, grandes mastodontes, varios tipos de **rinocerontes** (con o sin cuernos), dos équidos de diferente tamaño, **jirafas de cuello corto**, jabalíes, rumiantes, y pequeños mamíferos como, castores, ardillas, hámsters y **picas** (las picas son **parientes lejanos de pikachu**), entre otros.

Los paleontólogos nos dedicamos a la **reconstrucción del pasado gracias al estudio de los fósiles**, el Cerro de los Batallones es un claro ejemplo de ello.



Autora: **Mª Ángeles Álvarez Sierra**,
Investigadora del IGEO (CSIC, UCM) y Profesora de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: masierra@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



EL AIRE QUE RESPIRO

¿Puede un solo átomo marcar una gran diferencia en la forma en la que funciona una molécula? El ozono (O_3) es un gas formado por tres átomos de oxígeno, mientras que el gas que necesitamos respirar diariamente, O_2 , está formado por dos de ellos. El oxígeno agrupado en forma de moléculas de ozono nos puede perjudicar o beneficiar dependiendo de dónde se encuentre.

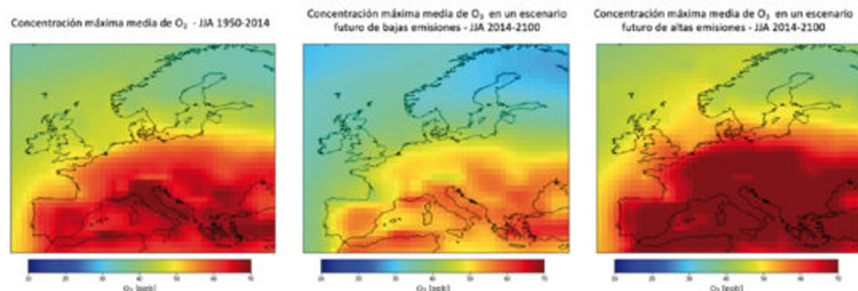


Figura 1. Concentración máxima de ozono para los meses de junio, julio y agosto del periodo 1950-2014 (izquierda), y para dos posibles escenarios futuros de emisiones bajas (centro) y altas (derecha) de compuestos precursores.

El ozono más beneficioso para el ser humano se localiza en la estratosfera, a más de 15 kilómetros de altitud. Forma la capa de ozono, que nos protege de la radiación ultravioleta procedente del Sol. Sin embargo, si **el ozono se concentra cerca de la superficie**, en la parte más baja de la atmósfera, **puede llegar a ser dañino para los seres vivos**, ya que se trata de un gas tóxico. El ozono superficial se forma a partir de reacciones químicas entre distintos compuestos que son emitidos tanto de forma natural como resultado de las actividades humanas (ej. el tráfico y las industrias). Normalmente alcanza sus concentraciones más altas y, por tanto, más perjudiciales en regiones con climas templados durante los meses de verano (Figura 1, izquierda). Afecta especialmente a zonas suburbanas y rurales, y puede ser transportado por el viento largas distancias, llegando a regiones muy alejadas.

Las concentraciones de este gas en Europa son, hoy en día, entre dos y tres veces superiores a las de la década de 1950, pero ¿cómo serán en el futuro? Mediante el uso de modelos climáticos es posible predecir el clima de las próximas décadas en base a los cambios en los distintos factores que influyen en él. Las concentraciones futuras de ozono superficial dependen de varios aspectos que incluyen la temperatura y las emisiones de sus compuestos precursores. Si se mantuvieran constantes las emisiones antropogénicas de estos compuestos (y otros factores), el calentamiento global daría lugar a concentraciones de ozono más altas que las actuales en gran parte de Europa, con lo que aumentaría la frecuencia de episodios de contaminación (Figura 1, derecha). Sin embargo, las concentraciones máximas de ozono podrían disminuir si se redujeran de forma conjunta las emisiones de sus distintos precursores (Figura 1, centro). Por tanto, aunque no sea posible revertir el calentamiento global en las próximas décadas, **el control de emisiones mediante políticas de "aire limpio" limitaría los efectos de estos episodios de contaminación**.



Autores: Nicolás Tacoronte y David Barriopedro.
Instituto de Geociencias IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: nicotacor@ucm.es
david.barriopedro@csic.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



DRONES, ¡LOS NUEVOS “VIGILANTES” DEL PLANETA!

La superficie terrestre está en constante cambio debido a la acción de procesos naturales, tales como el oleaje o la acción del viento o ríos, que modelan el paisaje dando lugar a valles, acantilados o playas. El ser humano también es responsable de dar forma al planeta, con actividades tales como proyectos urbanización, actividad agrícola, o explotaciones mineras (Figura 1). De hecho, se considera que en la actualidad el principal agente transformador de la Tierra es la especie humana, dando lugar a la era geológica del **Antropoceno**.

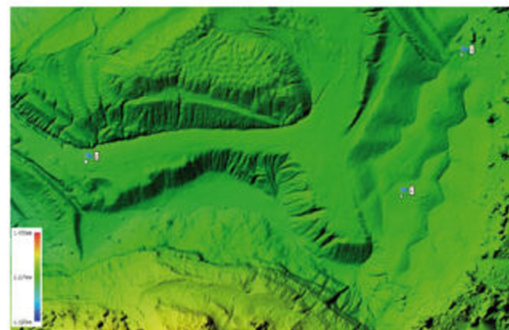
Todos estos cambios necesitan ser estudiados, para conocer la magnitud y los efectos que las actividades humanas tienen sobre el territorio, y poder así desarrollar estrategias que permitan armonizar la explotación de los recursos naturales con la conservación del planeta. Existen multitud de técnicas e instrumentos que nos permiten hacer dichos análisis; sin embargo, estamos viviendo el auge de un nuevo tipo de dispositivo, el **Remotly Piloted Aircraft System (RPAS)**, más comúnmente conocido como **drón** (Figura 2). Se trata de vehículos manejados por control remoto y que llevan incorporado distintos sensores, como cámaras de fotos, que permiten tomar datos en zonas de difícil acceso.



Figura 1: explotación minera de caolín (CAOBAR S.A.).



Figura 2: dron tomando fotos en una mina.



Las fotos tomadas por un dron se pueden usar para obtener representaciones tridimensionales de la superficie terrestre (Figura 3) mediante **técnicas fotogramétricas** (<https://www.youtube.com/watch?v=cLXiXzVvoXc>). Con esta información, los geomorfólogos podemos cuantificar los cambios producidos sobre la superficie terrestre, ya sea por procesos naturales o antrópicos, tales como el avance/retroceso de una playa, detectar la aparición de formas erosivas como las cárcavas, o cuantificar la tierra que mueven las máquinas en una mina.

Figura 3: topografía alta resolución.



Autor: **Ignacio Zapico**,
Profesor de la Universidad Complutense de Madrid.
Contacto: izapico@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



ELEMENTAL, QUERIDO WATSON: MICROONDAS PARA VIGILAR VOLCANES

Existen numerosos ejemplos de erupciones volcánicas que han producido cientos de miles de víctimas, así como muchos daños materiales. En la historia reciente de España tenemos el ejemplo de la erupción del volcán Cumbre Vieja de la isla de La Palma (septiembre 2021), que destruyó cientos de viviendas e infraestructuras. Por esta razón, uno de los grandes retos de los detectives de volcanes, los vulcanólogos, es el pronóstico del comienzo, duración, tamaño y riesgos de una erupción.

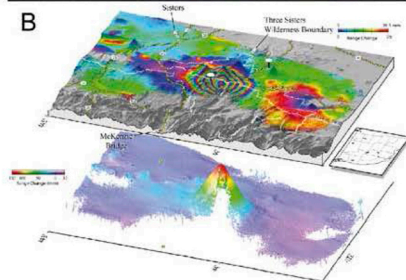
La gran mayoría de erupciones volcánicas están precedidas por procesos de reactivación, los cuales están causados por la interacción del magma con la roca que se va encontrando según asciende hacia la superficie. Así, se puede detectar sismicidad, cambios de temperatura, emisión de gases, deslizamientos, variaciones de gravedad y/o deformaciones que pueden ser medidos sobre la superficie terrestre. Una forma muy importante de vigilancia volcánica es mediante la **monitorización de deformaciones del terreno**, ya que estas se relacionan directamente con las variaciones de presión y los cambios de volumen del medio.

En la detección y vigilancia de deformaciones del terreno se usan técnicas geodésicas espaciales como el **GPS** (similar a los GPS de nuestros smartphones) y la **Interferometría Radar de Apertura Sintética (InSAR)**. Estas técnicas permiten la adquisición de datos de forma remota desde el espacio, lo que ha permitido incrementar significativamente la observación de deformaciones en zonas volcánicas de difícil acceso. El InSAR proporciona imágenes del desplazamiento de grandes extensiones del terreno con precisiones centimétricas. Para ello, hace uso de unas ondas electromagnéticas que son muy comunes en nuestras cocinas, las **microondas**. Pero... ¿por qué se usan microondas? Por dos razones: pasan a través de las nubes y se pueden usar también de noche, algo fundamental, ya que ¡la actividad volcánica no entiende de horarios!

El ciclo de deformación no es algo sencillo, **cada volcán tiene su propia personalidad**. Por ejemplo, el volcán **Three Sisters** (Oregón, EEUU) era considerado un volcán dormido, ya que su última erupción fue hace 2000 años. Sin embargo, gracias al InSAR se descubrió que llevaba inflándose de forma silenciosa (sin sismicidad, ni emisión de gases y sin producir erupción alguna) desde el año 1996 hasta día de hoy, lo que le convierte en un volcán muy inquietante.... Si te has quedado con ganas de saber más sobre volcanes y en concreto sobre Three Sisters te invito a que visites estos dos vídeos de 3 minutos:

www.youtube.com/watch?v=z1by6rAcxf4

www.youtube.com/watch?v=1vJE-OdJUK



- A. Representación de un satélite que vigila un volcán mediante la técnica InSAR.
- B. Datos InSAR del volcán Three Sisters, los cuales muestran una elevación del terreno (inflación) de 13 cm entre 1996 y 2001 (Fuente: USGS).



Autora: **Sara Rodríguez Molina**,
Investigadora del IGEO (CSIC, UCM).
Contacto: srmolina@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



CURANDO LAS HERIDAS DE LA TIERRA

Aunque podemos y deberíamos vivir bien consumiendo y derrochando menos recursos, lo cierto es que para que todos los seres humanos que habitamos nuestro planeta podamos tener un mínimo de calidad de vida **necesitamos extraer minerales y recursos energéticos del interior de la Tierra**. El entorno que nos rodea (casas, carreteras, tendidos eléctricos, coches, ordenadores, teléfonos móviles...) depende totalmente de los minerales que extraemos en minas de todo el mundo.

Para abrir minas es necesario mover muchas tierras, excavando grandes agujeros en el terreno y acumulando montañas de escombreras. Con ello, los paisajes naturales se transforman y destruyen, a la vez que se degradan o contaminan otros recursos como el agua o el suelo, y afectamos negativamente a otros seres vivos (vegetación y todo tipo de fauna). Aunque la mayoría no somos conscientes de ello, sucede que esos recursos que dañamos son incluso más imprescindibles para nuestra supervivencia que los minerales, pues aunque podríamos vivir sin un teléfono móvil, no podríamos vivir sin agua limpia, sin plantas que absorban el CO₂ y nos proporcione maderas, alimentos o fibra vegetal, o sin insectos que polinicen las plantas que cultivamos.

Ante esta situación, un grupo de científicos y científicas nos dedicamos a "curar esas heridas de la Tierra", de un modo similar al que hacen los sanitarios con sus pacientes. Esta bonita profesión, dedicada a **sanar las cicatrices de los paisajes dañados**, se llama

Restauración de Ecosistemas. Y dentro de esta disciplina, los que nos dedicamos a las Geociencias, realizamos una verdadera 'cirugía de los paisajes'.

Así, por ejemplo, bien tras explotar una gran mina, bien a la vez que la explotamos -mejor, si es posible-, podemos diseñar, en el interior de la mina, acantilados, escarpes, canchales, lomas, valles, colinas y cursos fluviales que son prácticamente iguales a los de la Naturaleza.

Debido a los avances tecnológicos modernos, estos paisajes



marzo 2020

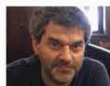


mayo 2021

La imagen de la izquierda muestra una mina abandonada. Los colores blancos corresponden a grandes barrancos y cárcavas, formados por una intensa erosión. La imagen de la derecha muestra la misma mina, parcialmente restaurada (zonas por debajo del camino) una vez que se ha restaurado su geomorfología —imitando la topografía natural—, y se han recuperado los suelos y se ha sembrado una cubierta de plantas herbáceas. Este ejemplo tan espectacular se encuentra en Peñalén, provincia de Guadalajara, y ha sido restaurado dentro del proyecto LIFE RIBERMINA. Para saber más sobre este proyecto, visita su página web: https://liferibermine.com/es/homepage_es-2/. Imágenes de Miguel Ángel Langa.

'artificialmente naturales' se dibujan por ordenador, de modo parecido al que se diseña un edificio o un vehículo. Y luego, se construyen con grandes máquinas. Más tarde, se extiende sobre los mismos un suelo sobre el que crecerá la vegetación. Sobre esos nuevos paisajes, que tras su construcción son prácticamente indistinguibles de los naturales, la lluvia no causa excesiva erosión, y el agua circula por sus cauces, como lo hace en los ríos que no han sido transformados. Finalmente, sobre este escenario se establece todo tipo de fauna, y se pueden recuperar nuevas actividades humanas (como cultivos, ganadería extensiva, extracción de maderas, ocio...). De esta manera, donde antes existía una mina, de la que hemos extraído recursos muy beneficiosos, acabaremos teniendo ecosistemas y paisajes semejantes a los naturales, que nos seguirán proporcionando los bienes y servicios que también necesitamos.

¿Si te interesa ser un "sanitario de la Tierra", sólo tienes que estudiar muchas Ciencias Naturales y perseguir tus sueños!



Autor: **José Francisco Martín Duque**,
Investigador del IGEO (CSIC, UCM) y Profesor Titular de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Contacto: josefco@ucm.es



Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



LA GRAVEDAD QUE NOS MANTIENE EN LA TIERRA

Gracias a la fuerza de la gravedad podemos mantenernos en la superficie de la Tierra y desarrollar nuestra vida sobre ella. Esta fuerza permite mantener a la Tierra orbitando alrededor del Sol y también al resto de los planetas. Sin la fuerza de la gravedad no existiríamos tal como lo hacemos ahora. Pero, ¿qué es la gravedad?, ¿cómo podemos medirla con exactitud? y ¿para qué nos puede servir su medida?

La fuerza gravitatoria es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza. La Ley de gravitación Universal, desarrollada por **Isaac Newton**, nos indica que dos cuerpos se atraen de forma directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. Aplicando esta ley, podemos conocer la fuerza de atracción que experimenta un cuerpo en la superficie terrestre por efecto de las masas de la Tierra y de otros cuerpos celestes. Sin embargo, sobre este cuerpo no solo influye esta fuerza de atracción gravitatoria, sino que también lo hace la fuerza centrífuga que se origina por la rotación terrestre. La resultante de ambas, gravitatoria y centrífuga, es la **fuerza de la gravedad**. Esta fuerza es la que nos mantiene en la superficie de la Tierra y es la responsable de que un cuerpo caiga libremente en ella. La aceleración que se genera con esta fuerza es la **aceleración de la gravedad**, cuya magnitud es lo que comúnmente conocemos como **gravedad** y representamos por g .

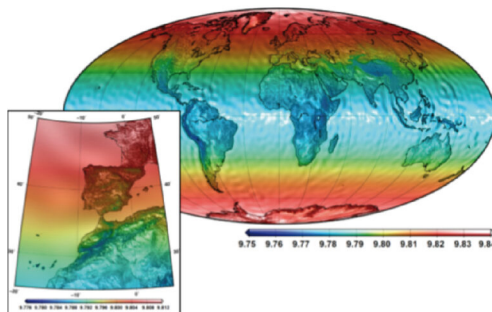


Figura 1. Distribución del valor de la gravedad (en m/s^2) en la Tierra. En detalle, el entorno próximo de España (fuente: GFZ, Potsdam).



Figura 2. Tomando datos de gravedad sobre la superficie terrestre con un gravímetro Scintrex CG5.

Un valor promedio de la gravedad en la superficie terrestre es de unos $9.81 m/s^2$. Pero este valor es solo aproximado, porque la gravedad varía en el espacio y en el tiempo y, además, también depende del lugar en que nos encontremos (una montaña, el mar, los polos, el ecuador...) o de la posición de la Luna y el Sol (y otros astros, que también atraen a la Tierra). Hoy en día, para medir el valor de la gravedad, se emplean instrumentos muy precisos denominados **Gravímetros**. Conocer el valor preciso de la gravedad tiene muchas aplicaciones como, por ejemplo, para calcular la órbita de un satélite que lancemos al espacio, para definir las altitudes que medimos sobre el nivel del mar. Incluso se utiliza para investigar las erupciones volcánicas o para buscar recursos naturales (agua, minerales, hidrocarburos, ...).



Autor: **J. Armoso**,
Investigador del Instituto de Geociencias (CSIC, UCM).
Contacto: jose.amoso@csic.es

 Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeociencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole



EL SAHEL, UN LABORATORIO DEL IMPACTO DEL CLIMA EN LA SOCIEDAD

En el Norte de África, al sur del desierto del Sahara y al norte de la región tropical se encuentra el Sahel, donde la **economía se basa en la agricultura, la pesca y la ganadería, actividades fuertemente relacionadas con el régimen de precipitación y vientos**. Una vez al año, al oeste de esta región, frente a la costa Atlántica, entre los meses de julio y septiembre, se produce un Monzón. Los vientos se vuelven del suroeste y la lluvia se desplaza al Sahel. La llegada del monzón condiciona la siembra del mijo y el arroz. Los baobabs brotan y los ríos crecen. Tras el monzón, muchas regiones quedan inundadas y las altas temperaturas y la humedad, junto a la presencia de charcos, condicionan la mayor incidencia de malaria en esta época del año. Con la llegada del año nuevo, y tras estos duros meses, los vientos se vuelven del norte frente a la costa y la rotación de la tierra favorece que, gracias a estos vientos, el agua costera se desplace hacia el interior del océano, dejando aflorar aguas frías del fondo del océano, ricas en nutrientes. Empieza la temporada de pesca y al lado de esta árida región un ecosistema emerge y alimenta a la población, resurgiendo la economía.

El **océano**, uno de los componentes fundamentales del sistema climático y el gran reservorio de calor y energía del planeta, **puede cambiar el ritmo de esta economía**. También el cambio climático de origen antropogénico puede alterar el régimen de lluvias de esta región. Así, en los años 70 y 80, el norte del océano Atlántico se enfrió provocando una sequía sin precedentes que asoló la región. Parece estar clara la influencia de las temperaturas del océano a la hora de modular la presencia de periodos secos y lluviosos como los que tuvieron lugar en estas décadas. Mohino et al. (2011) atribuyen la disminución de la precipitación en el Sahel a un enfriamiento del Atlántico norte que corresponde a una oscilación que tiene lugar cada 70 años y que se conoce como la Variabilidad Multidecadal del Atlántico. Este enfriamiento produciría un desplazamiento hacia latitudes menores del cinturón de lluvias, mientras que el calentamiento u otras variaciones en la temperatura del Pacífico estarían relacionados con mayor precipitación. A escalas menores, y de unos años a otros, las variaciones de la temperatura del mar en la

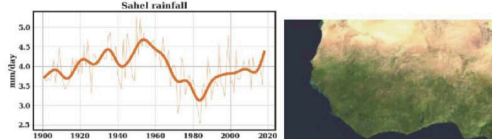


Figura 1. Foto de satélite de la región de África Occidental donde se encuentra el Sahel. Evolución de las precipitaciones en el Sahel desde 1900. Se observa la gran sequía que tuvo lugar en los años 70 y 80 y la recuperación posterior

superficie del Pacífico (fenómeno de El Niño) son capaces de alterar también el régimen normal de la lluvia y el afloramiento costero (Wade et al., 2022; Rodríguez-Fonseca et al., 2015). Se ha encontrado que los Niños (calentamiento) afectan a los vientos del Norte, reduciendo el afloramiento de nutrientes. En verano, los Niños producen sequías mientras que las Niñas (enfriamiento del Pacífico ecuatorial) son responsables de un aumento de extremos.

La gran sequía en las décadas 1970-1990 cambió las actividades de pastoreo y agricultura obligando a desplazar a miles de personas. **La limitación de los recursos genera conflicto y movimiento de personas migrantes hacia lugares más seguros**. Si estas personas cruzan las fronteras se convierten en posibles refugiadas, aunque el estatuto de refugiado aún no contempla que la migración forzosa pueda ser por motivos climáticos (Pajares, 2001). La emergencia climática, principalmente causada por las emisiones en los países enriquecidos del norte global, agrava la situación disminuyendo el oxígeno en las zonas de afloramiento, haciéndolas menos productivas para la pesca y aumentando las temperaturas y los eventos extremos de lluvia en los trópicos como indica el último informe de evaluación del cambio climático (IPCC, 2021). Desde 2021 está en marcha la Red inter-universitaria e inter-disciplinar para la reflexión sobre Migraciones Climáticas y Refugiad@s en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas (**MASCARAS**). Esta red está liderada por investigadores del IGEO y la UCM.

Tenemos que comprender la variabilidad climática de esta región, las interacciones entre las variables climáticas, la vulnerabilidad al cambio climático y traducir nuestros conocimientos para que la sociedad del Sahel haga frente a esta emergencia.



Figura 2. Personas trabajando en la agricultura, pastoreo y pesca en la región del Sahel. Dcha: Logo de Red MASCARAS



Autoras: **Belén Rodríguez de Fonseca, Elsa Mohino Harris e Irene Polo Sánchez.**
Facultad de CC. Físicas de la Universidad Complutense de Madrid
Instituto de Geociencias (CSIC, UCM)
Contacto: brfonsec@ucm.es / emohino@fis.ucm.es / ipolo@ucm.es

 Síguenos en nuestra cuenta de Twitter @igeciencias con el hashtag #GeocienciasEnElCole