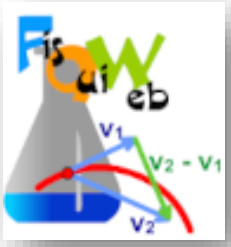
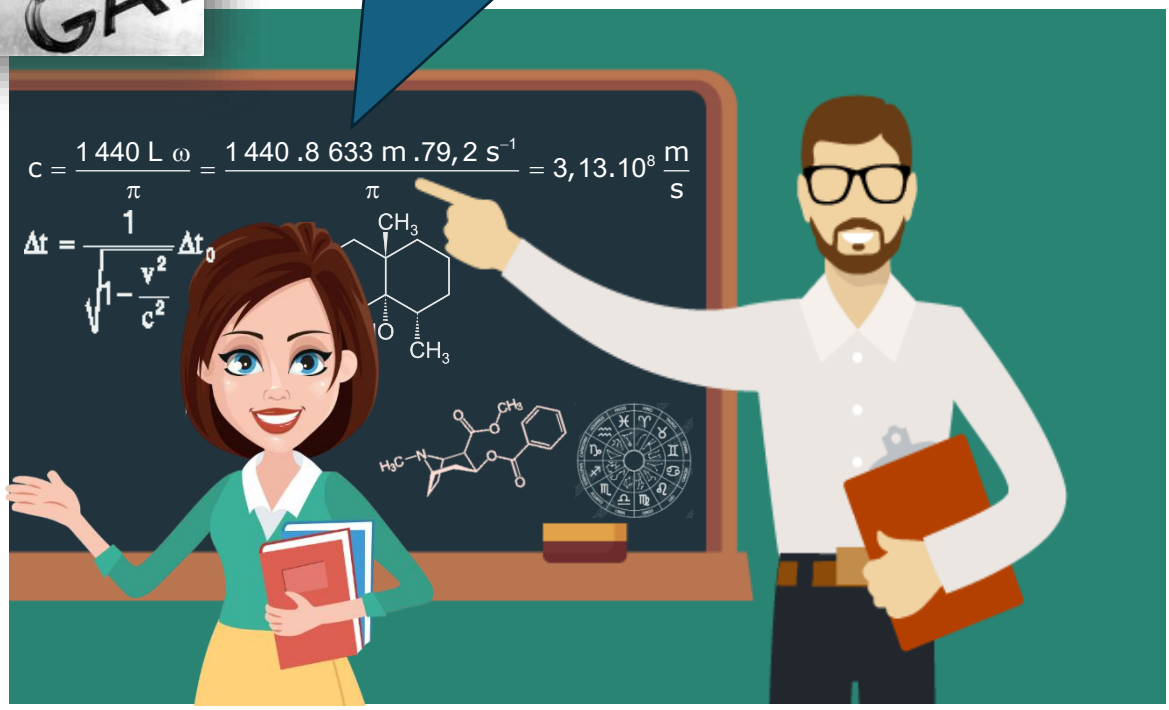
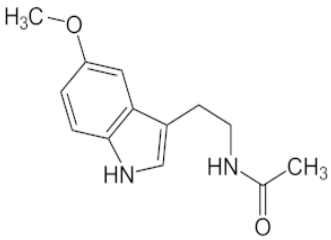


Historias para contar en clase (II)



Luis Ignacio García



Melatonina

Historias para contar en clase (II)

NOTA A LOS LECTORES

Estos materiales pueden descargarse desde http://www.fisquiweb.es y han sido diseñados con el propósito de servir como complemento y ayuda para el profesorado.

No obstante, pediríamos a quienes los lean, y queden satisfechos con la lectura, los divulguen entre sus compañeros, a través de las RR. SS. o cualquier otro procedimiento que juzguen adecuado.

El autor también agradecería que le hagan llegar impresiones y sugerencias a través de las varias posibilidades de contacto que se facilitan.

Historias para contar en clase (II)

Luis Ignacio García

Materiales bajo licencia ***Creative Commons***.

Pueden ser distribuidos, copiados, exhibidos y/o modificados siempre que:

- Se cite su autoría (Luis Ignacio García)
- No se les dé un uso comercial
- Se distribuyan bajo la misma licencia

Luis Ignacio García

Contacto:

Email: garlan2@telecable.es

Página web: www.fisquiweb.es

Facebook: Luis Ignacio García

X (Twitter): @garlan2

Instagram: @gonzalezluisignaciogarcia

BluSky: @garlan2.bsky.social

Algunos de los contenidos han sido adaptados de los guiones del programa ***Ondas con Ciencia*** emitido por Onda Peñes durante 2023 y 2024. Los podcast pueden ser escuchados en:

FisQuiWeb. Ondas con Ciencia

Índice

1. Introducción 13
2. El Zodiaco y los horóscopos 15
3. Química verde 19
4. La (velocidad) más grande 23
5. Este agua sabe a cloro 27
6. El plancton, invisible e imprescindible 31
7. Olores que embriagan (o apestan) 35
8. El (re)nacimiento de Prometeo 39
9. Un niño y un hombre gordo 43
10. It will not burn. It will not melt 47
11. Del fósforo verde a la tecnología OLED 53
12. Micrófonos y teléfonos 55
13. Mercury 13 59
14. Científicos y espiritistas 65
15. Bolígrafos y cafeteras 69
16. Nuevas minerías 73
17. Luz más luz, igual a oscuridad 77
18. ¿Hay alguien ahí? 81
19. La nieve, el caballo, el fetty y el crack 87
20. Un invento que da calambre 91
21. Cazadores de CO_2 95
22. Lo son todo, pero poco sabemos 101
23. Grafeno, siliceno, germaneno… 107
24. Ni idea, ¡llámalo X! 111
25. ¿Quién fuma a quién? 115
26. ¿Dónde estarán los gemelos? 121

Índice temático

A

Adición de velocidades, 23

Alcaloides, 87

Asistencia gravitacional, 121

Asteroides, minería, 73

Astronautas, 59

B

Baquelita, 47

BIC, bolígrafo, 69

Biro, Ladislao, 69

Bomba atómica, 43

Bortle, escala, 77

C

Cloración del agua, 27

CO_2, almacenamiento, 95

CO_2, captura, 95

CO_2, sumideros, 95

Contaminación lumínica, 77

Cortisol, 77

Cristales líquidos, 53

Crookes,William, 65

D

Drake, ecuación de, 81

E

Electricidad, 91

Electromagnetismo, 55, 91

Espacio, 101

F

Fentanilo, 87

Fisión nuclear, 39

Fitoplancton, 31

Fizeau, experiencia de, 23

Fullerenos, 107

Función clorofílica, 31

G

Grafito, 107

H

Heliopausa, 121

Horóscopo, 15

J

Jerrie Cobb, 59

L

LCD, tecnología, 53

Lise Meitner, 39

Lodge, Joseph, 65

M

Marihuana, 87

Melatonin, 77

Mercury, programa, 59

Mesmerismo, 65

Método científico, 27

Minería urbana, 73

N

Nanotubos, 107

Nicotina, 115

O

OLED. tecnología, 53

Olfato, 35

Olor a mar, 35

Olor a tierra mojada, 35

Oppenheimer, 43

Otto Hahn, 39

Oxicodona, 87

P

Plásticos, 47

Proyecto Manhattan, 43

Pseudociencias, 15

Q

Quimofobia, 19

R

Rayos catódicos, 111

Rayos Roentgen, 111

Rayos uránicos, 111

S

SETI, proyecto, 81

Snow, John, 27

Snus, 115

Sostenibilidad, 19

T

Teléfono, 55

Teléfonos móviles, 55

Telégrafo, 91

Temperatura de ebullición, 69

Teoría Especial de la Relatividad (TER), 101

Tiempo, 101

Tierras raras, 73

Tioles, 35

V

Vapear, 115

Velocidad de la luz, 23

Vida extraterrestre, 81

Volta, pila de, 91

Voyager, proyecto, 121

Z

Zodiaco, 15

Zooplancton, 31

Introducción

Relacionar los contenidos de la asignatura de Física y Química con la vida real y con los protagonistas de los principales descubrimientos y avances, fue una preocupación constante en mi etapa como profesor de secundaria. No obstante, no es una tarea sencilla. El profesorado tiene múltiples cosas que hacer, además de la docencia directa, y el tiempo es finito, por eso no pueden emplearlo en buscar información a menudo dispersa, contrastarla, resumirla y prepararla para que pueda servir como complemento a las explicaciones.

Estas ***Historias para contar en clase*** pretenden cubrir esa necesidad proporcionando historias cortas, poco conocidas, explicadas de forma sencilla, y a la altura de los conocimientos de los alumnos de secundaria, para que puedan servir como ilustración de algunos de los principales conceptos tratados en esa etapa.

Para facilitar su uso, al principio de cada una, se ha incluido una lista de contenidos que se han recogido en un índice temático para facilitar la búsqueda.

Espero que esta publicación sea de utilidad a los miles de docentes que cada día se esfuerzan para que la ciencia sea algo asequible, próximo y emocionante para sus alumnos.

Luis Ignacio García

El Zodiaco y los horóscopos

✓Zodiaco
✓Horóscopo
✓Pseudociencias

¿Influyen los astros en nuestro carácter? ¿Podemos predecir el futuro estudiando sus posiciones en el cielo?

Ptolomeo escribió en el año 145 un tratado de astronomía, titulado ***Sintaxis*** o ***Tratado Matemático***, en el que explicaba pormenorizadamente su modelo de universo y la forma de predecir las posiciones de los planetas (solo cinco entonces, pues aún no habían sido descubiertos ni Urano ni Neptuno), el Sol y la Luna. El tratado de Ptolomeo pasó a la historia de la astronomía con el nombre de ***El Almagesto*** y fue la biblia de los astrónomos durante casi mil quinientos años.

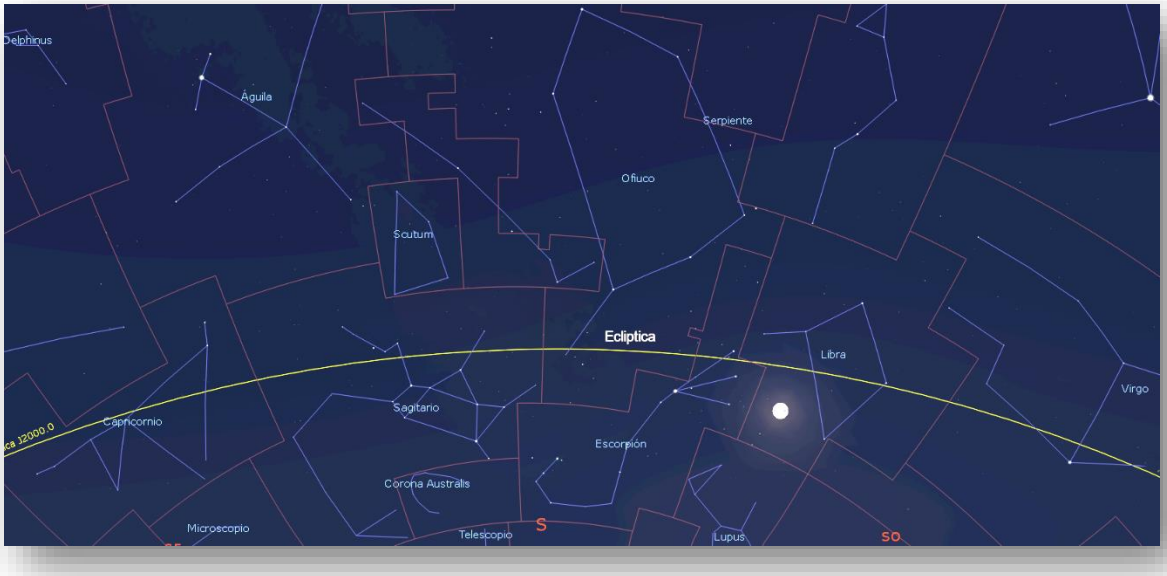
No contento con ello, también escribió el ***Tetrabiblos***, cuatro volúmenes dedicados a la ***astrología*** que incluso hoy día está considerado como "*indispensable para cualquier estudiante serio de astrología.*"

El Sol, en su movimiento aparente, se mueve y traza una trayectoria sobre el fondo de estrellas fijas, conocida como ***eclíptica***, que atraviesa doce de las ochenta y ocho constelaciones reconocidas por la Unión Astronómica Internacional:

Aries, Tauro, Géminis, signos de tierra; los de aire: Cáncer, Leo, Virgo; los de agua: Libra, Escorpio, Sagitario, y los de fuego: Capricornio, Acuario y Piscis. Como los planetas tienen sus órbitas situadas en, aproximadamente, el mismo plano, también se mueven a lo largo de la eclíptica.

Un momento… ¿y Ofiuco (Serpentario)? Echando un vistazo observamos que ese camino imaginario del Sol también atraviesa esta constelación que, por cierto, representa a Asclepio[1] y su serpiente.

[1] Asclepio era el dios griego de la medicina y la curación. Zeus lo mató temiendo (dicen que inducido por Hades) que su arte vaciara el Inframundo. Quedó para siempre en los cielos asociado a la constelación de Serpentario. Uno de sus símbolos es una serpiente enrollada en un bastón, adoptado como distintivo de las farmacias/farmacéuticos.



Captura de pantalla de Stellarium donde se muestra cómo la eclíptica atraviesa las constelaciones de Capricornio, Sagitario, (Ofiuco), Escorpión, Libra y Virgo.

Bueno… es que con Ofiuco tenemos trece constelaciones y trece no es un número cómodo. Es primo, no tiene divisores.

Mejor lo dejamos en doce, porque así una vuelta completa (360^0) da para asignar 30^0 exactos a cada constelación.

Algo de esto debieron de pensar los babilonios cuando dividieron el cielo en doce (no trece) sectores. La cosa cuadraba muy bien: tres sectores por estación y un sector por mes o periodo lunar.

Otro problema era fijar el punto desde el que empezar a contar (¡siempre lo mismo!) y esto se resolvió tomando un punto singular en astronomía: ***el equinoccio de primavera***, que, astronómicamente, tiene lugar cuando el sol está situado justo sobre el ecuador terrestre, lo que sucede entre el 19 y el 21 de marzo, fecha del inicio de la primavera en el hemisferio norte (o el otoño en el hemisferio sur). A este punto también se le conoce como ***punto de Aries***, pues cuando se determinó, hace 2000 años, estaba situado en esa constelación.

El inconveniente es que (como ya queda apuntado) este punto no es fijo, se mueve hacia el oeste (1^0 cada 71,6 años), hecho conocido desde dos siglos antes de Jesucristo.

Hoy día ya no está situado en Aries, sino en Piscis, así que, poco a poco, los doce sectores establecidos originalmente coinciden cada vez menos con las constelaciones

asignadas inicialmente… pero eso no debe preocuparnos, los astrólogos advierten: no hay que confundir los sectores asociados a los doce signos con las respectivas constelaciones.

Según la astrología los cuerpos celestes ejercen sobre nosotros acciones magnéticas y gravitatorias. Puede ser cierto, pero si hacemos números vemos que cualquier electrodoméstico que tengamos en casa crea campos magnéticos mayores y no se nos ocurre pensar que la lavadora influye en nuestro carácter o condiciona nuestro futuro. La interacción gravitatoria, por otro lado, decrece con el cuadrado de la distancia, lo que quiere decir que a medida que dos cuerpos se alejan disminuye rápidamente, por lo que, consideradas las distancias a los astros, el influjo se puede considerar nulo.

Afirmaciones pintorescas como: "*es que estamos formados en un 70% de agua y la gravedad de la Luna tiene una gran influencia sobre el agua, ya que provoca las mareas"* no deja de ser eso: pintoresca. La gravedad no actúa sobre el agua como tal, sino sobre los cuerpos con masa y, en consecuencia, ejerce sobre la gran masa de agua de los océanos una fuerza que la deforma, pero el agua de nuestro cuerpo se encuentra retenida en las células y la acción gravitatoria sobre una masa de pocos litros es inapreciable ¿has visto bajar o subir el nivel de agua en una piscina debido a la atracción de la Luna?

Bertran R. Forer fue un psicólogo que en 1948 hizo con sus alumnos un singular experimento. Les repartió unas fichas en las que describía su personalidad basándose en el signo del zodiaco al que pertenecían y les pidió que evaluasen el grado de acierto.

El resultado fue concluyente: 4,65 sobre 5 … ¡Asombroso! Una vez más se confirmaba la influencia astral en nuestra personalidad… pero el asombro se transformó en perplejidad cuando Forer les pidió que se intercambiaran las fichas repartidas: ¡eran idénticas! y las había elaborado recopilando frases que había encontrado en horóscopos publicados en revistas.

Los psicólogos afirman que el llamado *"sesgo de confirmación"* es determinante. ***Preferimos las cosas que confirman nuestra opinión***. Recordamos las predicciones que encajan con nuestra autoimagen. Si a esto añadimos que la mayor parte de las cosas que nos anuncian los horóscopos son positivas y lo suficientemente generales para que sirvan igual para un roto que para un descosido, no es extraño que estemos de acuerdo con ellas.

Con las predicciones también pasa algo bastante curioso. Si se confirman se exalta el acierto; si no se cumplen, se olvidan y no pasa nada (*apofemia* llaman a esto los entendidos). Predice, que si aciertas, te ensalzaran; y si no das una, nadie se acordará.

La estrecha relación entre el horóscopo y los medios de comunicación comenzó en 1930 coincidiendo con el nacimiento de la princesa Margarita, la hija menor de los entonces reyes del Reino Unido. Al editor del Sunday Express se le ocurrió consultar con un astrólogo lo que los astros profetizaban para la criatura y lo publicó. Ante el éxito decidió introducir una columna semanal… hasta hoy.

Para ser honrados hay que decir que muchos astrólogos comentan que este tipo de predicciones (las que se publican en los periódicos) tienen una fiabilidad prácticamente nula, otra cosa (en su opinión) son las cartas astrales y los horóscopos "serios".

Ante esto uno se pregunta: si los astros ejercen algún tipo de influencia sobre nosotros, ¿por qué es tan importante el instante del nacimiento? ¿No sería más lógico considerar el momento de la concepción? La respuesta es que en el vientre materno estás protegido y en el momento en que naces es cuando quedas "expuesto" a su influencia.

No deja de ser curiosa una supuesta acción, capaz de atravesar las paredes y muros de un hospital, pero que es absorbida por unos pocos centímetros de piel y carne.

Más cosas… los horóscopos llevan haciéndose desde hace miles de años. Urano fue descubierto en 1781, por lo tanto, hasta entonces, no se consideraba su influencia. ¿Hemos de concluir que todos los horóscopos realizados hasta ese año estaban equivocados?

Habría que repetir la cuestión al menos dos veces más, porque Neptuno fue descubierto en 1846 y Plutón en 1930. Y… ¿por qué no se consideran las influencias de las grandes lunas de Júpiter y Saturno, por ejemplo? ¿y las de los asteroides de tamaño considerable situados entre la Tierra y Marte?

Podríamos seguir formulando preguntas o intentar explicar el auge de la astrología a través del surgimiento de una ***sociedad líquida*** (término introducido por el sociólogo Zygmunt Bauman), caracterizada por una cierta angustia existencial, sentido común inconsistente, consumismo desenfrenado y repentización del tiempo.

Los conceptos (sólidos) *"para toda la vida"* se han desvanecido sustituidos por conceptos líquidos que, como el agua, se te escapan entre los dedos antes de que puedas atraparlos, y es que necesitamos certezas, saber lo que el futuro nos depara, pensar que todo está determinado y, por tanto, escrito en los astros ¿dónde si no?

Química verde

✓Quimofobia
✓Sostenibilidad

Empieza un nuevo día: conectas la radio y te preparas el desayuno: café con leche…mejor desnatada, que hay que guardar la línea; unas tostadas… hoy te duele la espalda: "me tomaré un ibuprofeno", piensas. Cuando terminas, echas un poco de lavavajillas sobre la fibra verde del estropajo y friegas la taza…

Seguro que te reconoces en la mayoría de esos actos cotidianos; podríamos seguir, porque solo hemos cubierto los primeros minutos del día, pero es suficiente: en las pilas que hacen funcionar tu radio, en el tratamiento del café, en el proceso de desnatado de la leche, en el ibuprofeno que te alivia el dolor, en la fibra del estropajo, en el lavavajillas que usas o, incluso, en el tratamiento del agua que brota abundante y potable al abrir el grifo, está presente la química.

Para muchos esa palabra se contrapone a natural y tiene una connotación peyorativa: química es igual a artificial, cuando no a perjudicial para la salud. Algunos llevan esto al extremo y convierten la precaución en miedo elevándola a la categoría de fobia***. La quimiofobia*** se define como un miedo irracional a los productos químicos aunque, de momento, no está considerada como una auténtica fobia desde el punto de vista médico.

Es evidente que hay sustancias químicas perjudiciales y que deben ser evitadas, pero si hacemos un balance beneficios/perjuicios el resultado es claramente positivo. El miedo está basado, fundamentalmente, en el desconocimiento.

Lo verde, sin embargo, tiene connotaciones positivas: lo asociamos a las plantas, a espacios vírgenes, a naturaleza.

¿Y si juntamos la Química con lo Verde?... Tendríamos la ***Química Verde***, una disciplina nueva que trataría de evitar las malas prácticas que puedan existir en la industria química, como la síntesis de productos perjudiciales, y que adapte los procesos a normas respetuosas con el medio ambiente haciéndolos sostenibles.

Nos enseñaron que la Química es la ciencia que se ocupa del estudio de la materia y de su transformación. Las reacciones son su corazón, el procedimiento normalmente seguido para lograr transformaciones que, en ocasiones, pueden rozar la magia.

Para obtener algo mediante una reacción química hay que alimentar el proceso con las sustancias de partida, los reactivos, los cuales terminan desapareciendo para formar unas sustancias nuevas, los productos, aunque no solo los que nos interesan, puede haber otros que no buscábamos pero que aparecen; los procesos de disolución, purificación o separación pueden requerir el uso de nuevas sustancias; el rendimiento del proceso puede ser bajo, con lo que gran parte de los reactivos utilizados se desperdician… Además, en muchos casos, hemos de suministrar energía, tendremos que quemar combustibles fósiles o carbón con el impacto ambiental que eso produce

Podríamos seguir sumando inconvenientes, pero con esto basta para darnos cuenta de que la industria química, como cualquier otra, ***genera problemas medioambientales y de sostenibilidad*** que es necesario afrontar.

Lejos de mostrarse ajenos a la cara más oscura de la química, los profesionales tienen bastante claro lo que se debe de hacer. En el código de conducta de la ***American Chemical Society*** se establece que:

> *"Los químicos tienen como responsabilidad profesional servir al interés público, al bienestar y al avance del conocimiento científico, preocuparse de la salud y el bienestar de sus compañeros, consumidores y resto de la comunidad; comprender y anticiparse a las consecuencias medioambientales de su trabajo, evitar la polución y proteger el medio ambiente".*

Esta preocupación es creciente, y cada vez más acuciante, avanzándose hacia la toma de conciencia de que nuestras actividades deben ser sostenibles:

> *"El mayor reto para la química es desacoplar el desarrollo económico del impacto ambiental".*
>
> ***Javier García Martínez***.
> *Universidad de Alicante. Presidente de la IUPAC*

Dicho de otra forma: tenemos que ser capaces de conciliar el desarrollo económico e industrial con el respeto al medio ambiente; la industria química debe convertirse en una actividad sostenible, hay que avanzar hacia la ***Química Verde.***

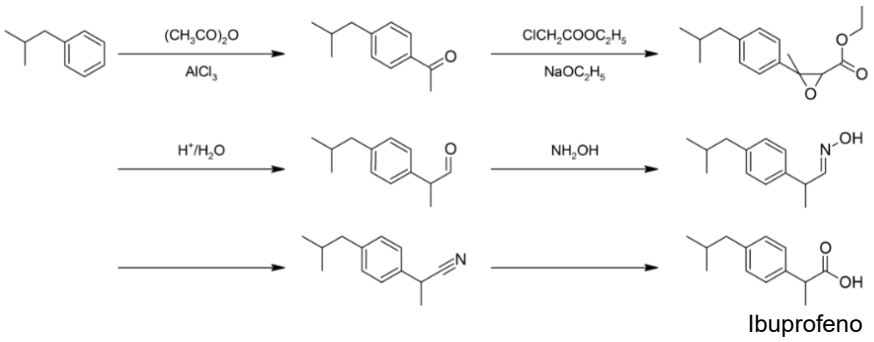
Una máxima resume muy bien lo que se pretende:

"Es preferible no producir desperdicios que tener que eliminarlos"

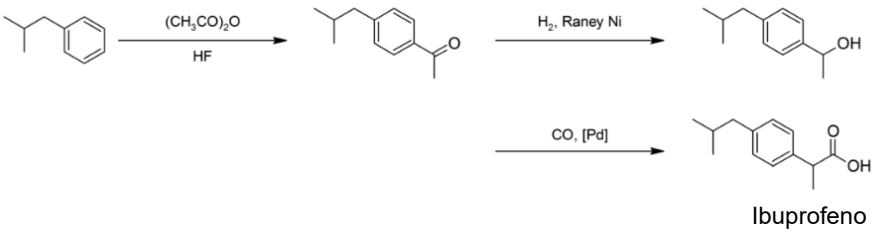
Hay que pasar de una industria basada en la transformación para llegar a otra basada en ***la reutilización***; hay que introducir procesos más eficientes en los que los materiales de partida se incorporen a los productos sin generar desechos, usando para ello sustancias más sostenibles, si es posible renovables, que no se agoten, y con una toxicidad baja.

Volvamos al **ibuprofeno** con el que empezamos el día.

La síntesis original de este producto consistía en seis pasos con un rendimiento bajo, alto coste energético y unos costes considerables a la hora de gestionar y reciclar los residuos producidos.



La síntesis mejorada (que se utiliza actualmente) requiere solo tres pasos, caracterizados por un rendimiento elevado y en los que no se generan apenas residuos.



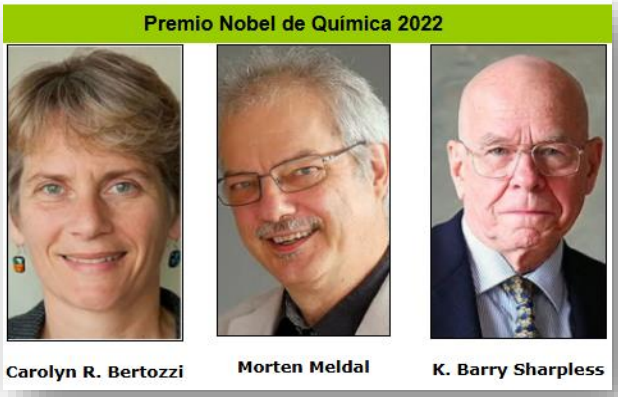
Piensa en los miles de cajas de ibuprofeno que se consumen diariamente en el mundo y trata de estimar los miles de toneladas de desechos que nos hemos ahorrado con esa mejora.

La fotoquímica estudia la utilización de la luz para impulsar las reacciones. Con esa fuente de energía las plantas obtienen su alimento y fabrican algo tan sólido y versátil como la madera. Si consiguiéramos imitarlas evitaríamos usar fuentes de energía contaminantes y no renovables y fabricar productos biodegradables.

Se puede pensar que la tarea no es sencilla, pero es posible. Actualmente contamos con herramientas que no teníamos hace unos años (la IA entre ellas,), son cosas que debemos aprovechar para mejorar nuestras vidas y nuestra relación con el medio ambiente.

El Premio Nobel de Química 2022 se otorgó *"por el desarrollo de la química clic"*, una manera de sintetizar moléculas muy complejas ahorrando tiempo, pasos y costes, que muy bien podría ser caracterizada como química verde

Posteriores perfeccionamientos permitieron aplicar la química clic a reacciones de los organismos vivos sin interferir en las funciones normales de las células, lo cual puede ser el punto de partida para crear nuevos fármacos eliminando sus efectos secundarios.



"Por el desarrollo de la química clic y la química ortogonal"

Hoy empieza a hablarse de lo que se denomina ***capital natural*** o capacidad de la Tierra para proporcionar materiales, protección y condiciones propicias para la vida. Es algo que debe mantenerse, administrarse y, si es posible, ampliarse. ***El capitalismo natural*** seguramente va a ser tendencia en el siglo XXI: debemos tomar en consideración no solo el enriquecimiento y el capital dinerario, hay que empezar a considerar otros capitales sin los cuales la economía no sería posible. Y, al parecer, no es un mal negocio, por cada euro gastado en restauración se obtienen beneficios, estimados entre 8 y 38 euros**,** derivados de los servicios que prestan unos ecosistemas sanos. El coste de la degradación del suelo de la UE, por ejemplo, supera los 50 000 M de euros al año.

La (velocidad) más grande

✓Velocidad de la luz
✓Adición de velocidades
✓Fizeau, experiencia de

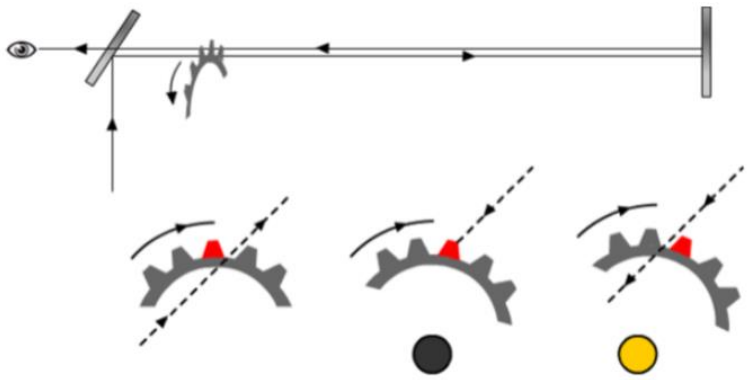
La velocidad del sonido nos parece respetable (340 m/s; 1224 km/h), pero todos nosotros viajamos a velocidades muy superiores, ya que, sin darnos cuenta, lo hacemos a través de un espacio vacío y frío describiendo una órbita alrededor del Sol. La Tierra se mueve a una velocidad media de 107 000 km/h, aproximadamente, recorriendo unos 30 km por segundo. A pesar de ello, mucha gente estaría dispuesta a jugarse toda su hacienda afirmando que está en reposo cuando, cómodamente sentado en su salón, disfruta de su serie favorita.

Y ya que hablamos de velocidades, enfrentémonos a la Velocidad, a la más grande (la Rocío Jurado de las velocidades): ***la velocidad de la luz.***

Medirla no fue sencillo, estamos hablando de 300 000 km/s. Traducido a km/h: 1000 000 000 km/h. Sí, has leído bien: mil millones de kilómetros por hora. A esa velocidad daríamos una vuelta a la Tierra en poco más de una décima de segundo.

Hyppolyte Fizeau (1819-1896) logó medir en 1849 la velocidad de la luz mediante uno de los experimentos más ingeniosos de la historia obteniendo un valor muy próximo al que hoy consideramos como verdadero.

Un rayo de luz procedente de una fuente de luz intensa se hace incidir sobre un espejo semi plateado que la desvía haciéndola pasar a través de los dientes de una rueda, cuya velocidad de giro se puede variar a voluntad. El rayo se refleja en un segundo espejo volviendo a pasar, en su camino de regreso, a través de la misma rueda. Dependiendo de la



Esquema del experimento de Fizeau (1849)

velocidad de giro, el rayo puede encontrarse con un diente, con lo que no se observaría luz de retorno, o con un hueco, y se vería luz.

En su experimento original Fizeau situó el primer espejo en una colina de Suresnes (Francia) y el segundo en la colina de Montmartre, distante 8633 m.

La rueda dentada usada en la experiencia constaba de 720 dientes y se observaba la extinción del rayo reflejado cuando giraba a 12,6 rev/s (79,2 rad/s). Por tanto, cuando no se observa luz es debido a que la rueda ha girado un ángulo:

$$\varphi = \frac{2\pi}{1\,440} = \frac{\pi}{720}\ \text{rad}$$

El tiempo que tarda la luz en regresar vendría dada por:

$$c = \frac{e}{t} = \frac{2\,L}{t}\ ;\ \ t = \frac{2\,L}{c}$$

Y la velocidad angular de giro de la rueda:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{\frac{\pi}{720}\ \text{rad}}{\frac{2\,L}{c}\ \text{s}} = \frac{\pi\,c}{1\,440\,L}$$

Por tanto:

$$\boxed{c = \frac{1\,440\,L\,\omega}{\pi} = \frac{1\,440\,.8\,633\ \text{m}\,.79{,}2\ \text{s}^{-1}}{\pi} = 3{,}13.10^{8}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

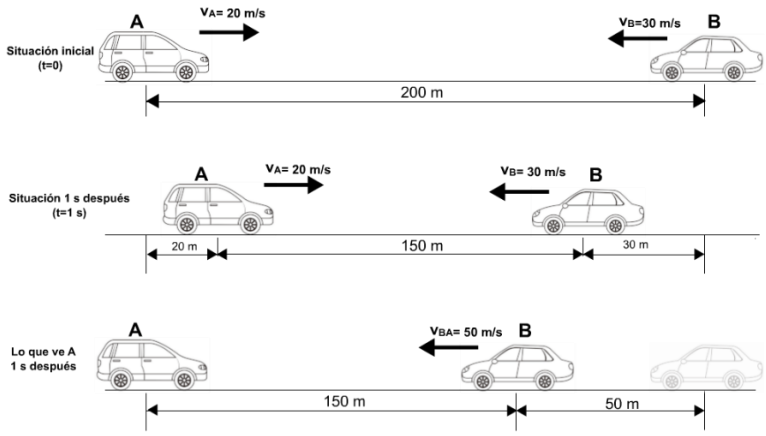
Con el método desarrollado por Fizeau[2] no solo se obtuvo un valor mucho más cercano a la cifra verdadera, además se pudo medir su velocidad en el agua.

La velocidad de la luz es tan importante que, en Física, se le asigna una letra específica, “c”. Según el NIST (National Institute of Standars and Technology) su valor en el aire o en el vacío es c = 299 792 458 m/s (aproximadamente 300 000 km/s) y según la Teoría Especial de la Relatividad (TER) es una velocidad tope, nada puede moverse más rápido.

Supongamos ahora que el sistema de referencia que estamos considerando se mueve con determinada velocidad. Para nuestros propósitos es suficiente considerar el caso más sencillo: que la trayectoria sea una línea recta.

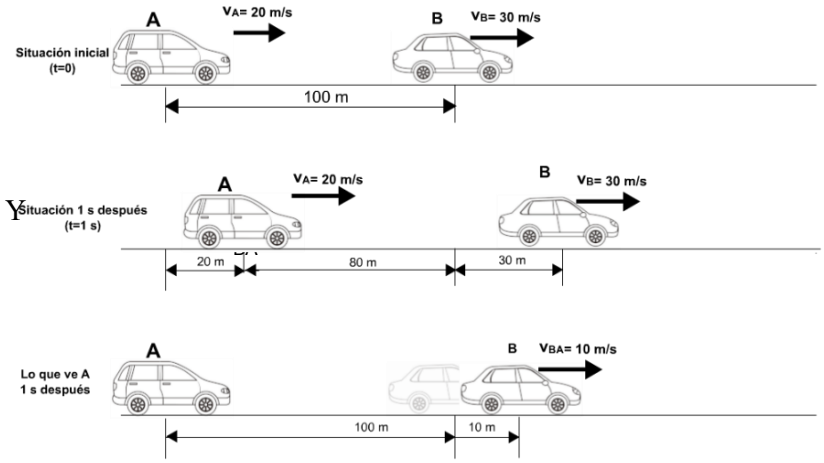
[2] Vídeo de la experiencia en: https://bit.ly/4a7LT4B

Imaginemos un automóvil, A, que se desplaza hacia la derecha a una velocidad de 20 m/s, mientras que otro, B, situado a 200 m del primero, se mueve hacia la izquierda a 30 m/s. Al cabo de 1 segundo, A se habrá desplazado 20 m hacia la derecha de su posición inicial, mientras que B lo ha hecho 30 m hacia la izquierda (ver figura).

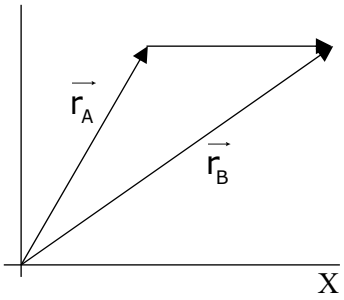


Por tanto, la distancia entre ambos es ahora de 150 m. El conductor del automóvil A concluirá, por tanto, que B ha recorrido 50 m (al principio los separaban 200 m). Por lo tanto, la velocidad de B que mide A (velocidad de B respecto de A, v_{BA}) será: $v_{BA} = \frac{e}{t} = \frac{50\ m}{1\ s} = 50\frac{m}{s}$. Es decir, A observa que B se acerca a 50 m/s, la suma de las velocidades de ambos. ¡Cuidado con esos adelantamientos en rectas en las que los automóviles que vienen de frente parecen lejanos! ¡No tenemos tanto tiempo para adelantar!

Reiterando el proceso vemos que si ambos se desplazan en el mismo sentido, y con datos análogos (ver figura), v_{BA}= 10 m/s, las velocidades se restan:



Lo que se acaba de discutir ocurre cuando las velocidades se miden desde un sistema que no está quieto. En resumen: ***la velocidad de un objeto no será la misma si el sistema desde el que se mide está quieto o en movimiento.*** De forma general:



$$\vec{r}_A + \vec{r}_{BA} = \vec{r}_B \; ; \quad \vec{r}_{BA} = \vec{r}_B - \vec{r}_A$$

$$\frac{d}{dt}\left(\vec{r}_{BA}\right) = \frac{d}{dt}\left(\vec{r}_B\right) - \frac{d}{dt}\left(\vec{r}_A\right)$$

$$\boxed{\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A}$$

Para los casos considerados:

$$\vec{v}_{BA} = -\vec{v}_B - \vec{v}_A = 20\,\vec{i} - \left(-30\,\vec{i}\right) = 50\,\vec{i}$$

$$\vec{v}_{BA} = -\vec{v}_B - \vec{v}_A = 30\,\vec{i} - 20\,\vec{i} = 10\,\vec{i}$$

El dato curioso es que la TER se sustenta en un hecho que contradice la ley de adición de las velocidades que se ha planteado: ***la velocidad de la luz es un invariante****, siempre vale lo mismo, sin importar desde qué sistema de referencia se mida (esté quieto o en movimiento).*

Estamos diciendo que si un rayo de luz viene a nuestro encuentro a 300 000 km/s y viajamos en línea recta hacia él a 100 000 km/s, la luz no se aproxima a 400 000 km/s tal y como hemos comentado más arriba, sino a 300 000 km/s, la misma velocidad que mediríamos en reposo. ¿Viola la luz las leyes de la Física?

Buena pregunta. A. Einstein se debió de plantear algo similar, pero tenía poderosas razones (sobre todo teóricas) para pensar que la velocidad de la luz era siempre la misma, con independencia de que el sistema de referencia estuviera quieto o en movimiento.

El admitir esto le llevaría a revisar los conceptos de espacio y tiempo, llegando a conclusiones que van directamente en contra del sentido común, pero en sus propias palabras: "*El sentido común se alimenta de la experiencia y nosotros no tenemos ninguna experiencia a esas velocidades*". Así que la TER, que para muchos se resume en "todo es relativo", está basada, paradójicamente, en ***la afirmación de la constancia de la velocidad de la luz*** que, de esta manera, asciende al rango de ley física fundamental.

Este agua sabe a cloro

✓Snow, John
✓Método científico
✓Cloración del agua

Viajamos en el espacio y en el tiempo y nos trasladamos al Londres de 1854.Intentemos hacernos una idea de lo que allí nos encontraremos.

Londres era entonces una ciudad de unos 2 millones de habitantes, seguramente la mayor del planeta, pero las ciudades de mediados del s. XIX no eran como las de ahora. El Londres de entonces podía describirse como un auténtico vertedero… Bueno, las élites, como siempre, vivían cómodamente protegidas en sus exclusivas zonas, pero en los barrios en los que las clases populares se hacinaban el saneamiento era inexistente y sus habitantes vivían entre la inmundicia, los excrementos o los cadáveres a medio enterrar, pues los cementerios se ubicaban en el interior de la ciudad y estaban saturados. Las aguas del Támesis contribuían lo suyo a *"envolver la capital en un insoportable y perpetuo hedor"*. Era el Londres que Charles Dickens retrató en sus novelas.

Con este panorama podemos entender que la ciudad era un lugar ideal para que todo tipo de bacterias proliferaran fuera de control, así que en agosto de 1854, y en el barrio del Soho, en pleno centro, apareció una temible enfermedad: el cólera, "la enfermedad azul", llamada así por el color azulado de las deposiciones que acaban deshidratando en poco tiempo a los infectados.

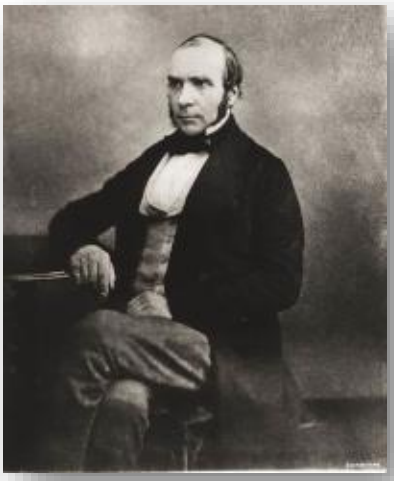
El brote fue brutal. En menos de quince días hubo setecientos muertos. Había que cortar la epidemia ¿cómo hacerlo?

En la época, la llamada ***teoría miasmática*** mantenía que la causa de las enfermedades, como el cólera, eran los "efluvios malignos" de suelos y aguas impuras, ***los miasmas***, y los métodos más comunes para combatirlos eran las sangrías y lavativas.

Pero, había una persona que no estaba convencida con la teoría de los miasmas, era un médico que se había hecho famoso porque había asistido a su majestad, la reina Victoria, en el parto de su octavo hijo administrándole cloroformo para aliviar los dolores.

Probablemente el primer parto sin dolor de la historia, lo que le valió al médico, ***John Snow***, el nombramiento de sir.

Y aunque el nombramiento no es cosa nada despreciable, Snow pasó a la historia por una intervención que no solo alivió el dolor de muchos de sus conciudadanos, sino que libró de una muerte segura a muchos de ellos: contribuir a parar la epidemia de cólera.



John Snow (1813-1858)
Fuente: Wikipedia

Para determinar el origen de la epidemia utilizó un método novedoso, creativo y sumamente efectivo: fue recabando datos de los enfermos y fallecidos con la ayuda del párroco Henry Whitehead, de los registros del hospital de Middlesex e, incluso, de forma personal, visitando a los afectados. Después, fue situando en un mapa los casos registrados. El resultado fue revelador: la mayor parte de contagiados se concentraban en las proximidades de Broad Street (hoy día, Broadwick Street). Allí había una bomba de agua que era usada por los vecinos.

Mapa elaborado por John Snow. Se puede apreciar (rectángulo rojo) la acumulación de casos en torno a Broad Street.

Fuente: Wikipedia

Snow llegó a la conclusión de que el cólera era transmitido por el agua contaminada y no por los pestilentes efluvios de las calles londinenses. Efectivamente, más tarde se supo que en los inicios de la epidemia un bebé enfermó de cólera en las inmediaciones y el agua procedente del lavado de sus pañales terminó filtrándose a la fuente de Broad Street.

Una vez clausurada la fuente la epidemia empezó a remitir y el doctor Snow se ganó para la posteridad el título de ***padre de la epidemiología*** moderna e iniciador del llamado ***método geográfico*** para la detección de enfermedades contagiosas.

Hoy día, justo enfrente del 39 de Broadwick Street, en el punto en el que estaba la bomba original, podemos encontrar una réplica y un pub dedicado al médico salvador. En

la fachada, una de las famosas placas azules de la Royal Society of Chemistry le rinde homenaje.

Años más tarde (en 1883) ***Robert Koch***, aisló la bacteria que causaba el cólera, desenmascarando definitivamente al minúsculo, pero poderoso enemigo, que infectaba a los humanos. Solo faltaba encontrar un remedio para combatir a las bacterias y relegar al cólera a la lista de las enfermedades vencidas por el hombre.

La solución no estaba lejos, en la casilla 17 del sistema periódico. Ahí se encuentra situado ***el cloro***, un elemento descubierto por un químico sueco, Scheele, a finales del s. XVIII, y cuyas propiedades desinfectantes y blanqueantes no pasaron desapercibidas.

John L. Leal, un bacteriólogo estadounidense, estaba muy interesado en cuestiones de salud pública y especialmente en el problema de la potabilidad del agua. Tenía razones para ello, su propio padre contrajo una enfermedad debido al consumo de agua contaminada durante la guerra civil que terminó acabando con su vida años después.

Leal pensaba que la cloración del agua podía ser una buena solución. Efectivamente, el cloro es un oxidante enérgico, esto es, tiene tal avidez por los electrones que termina quedándose con los que mantienen unidos los átomos en las moléculas, rompiendo el enlace y deteriorando la molécula irremediablemente. Si esto es así, el cloro podría destruir las moléculas de las paredes más externas de las bacterias provocando su muerte, así que Leal utilizó el hipoclorito de calcio para purificar las aguas destinada al consumo humano.

John L. Leal
(1858-1914)
Fuente: Wikipedia

Desde entonces la cloración del agua se ha mostrado como la forma más efectiva para combatir no solo el cólera, también la fiebre tifoidea, la disentería o la hepatitis A. El método fue extendiéndose, poco a poco, por todo el mundo. En España la primera planta de cloración se construyó en La Coruña en 1918 y en 1925 en todas las grandes ciudades.

En 1997 la revista ***Life*** afirmaba que ***disponer de agua potable es probablemente el avance de salud más significativo del milenio***. Desgraciadamente, en la actualidad, una de cada seis personas no tiene acceso a agua apta para el consumo.

El plancton, invisible e imprescindible

- ✓Fitoplancton
- ✓Zooplancton
- ✓Función clorofílica

Sabemos que los océanos están llenos de vida: peces, crustáceos, algas… pero lo curioso es que esto es una mínima parte. Hay una multitud de seres invisibles que pueblan nuestros mares, dejándose arrastrar por las corrientes, sin los cuales no tendríamos ni alimento ni aire respirable.

Albert Calbert, investigador del Instituto de Ciencias de la Mar, del CSIC, nos ilustra sobre la magnitud de ese mundo invisible:

> *"Para que nos hagamos una idea… en una cucharadita de agua de mar (unos 5 mL) podemos encontrar 50 millones de virus (no peligrosos), 5 millones de bacterias, cientos de miles de seres unicelulares, miles de algas microscópicas y pequeños animales y crustáceos".*

Un biólogo alemán de finales del s. XIX, ***Victor Hensen***, dio el nombre de ***plancton*** (del griego: el que va errante) a esa multitud de organismos muy pequeños, la mayor parte microscópicos, que flotan en las aguas (dulces y saladas) hasta una profundidad máxima de unos 200 m. Este abigarrado conjunto de pequeños seres es imprescindible para la vida, aunque la mayor parte de nosotros ignora su existencia. Realmente no pertenecen a nuestro mundo, el suyo es diminuto y apenas existen puntos de conexión entre ambos.

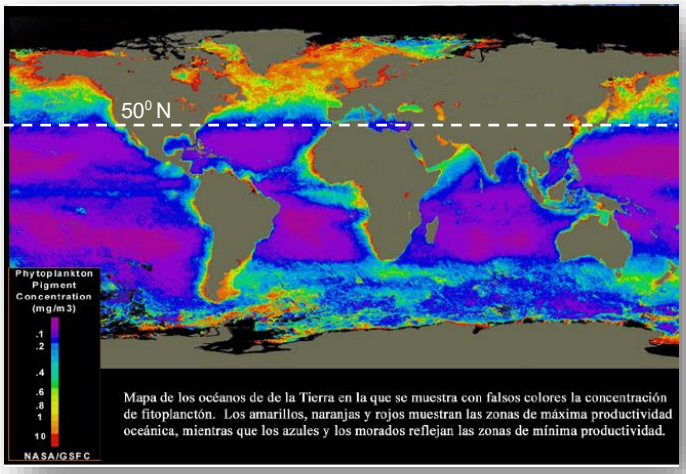
Como casi todo en la vida el plancton admite clasificaciones, la más común y evidente es diferenciar entre ***fitoplancton y zooplancton***.

El fitoplancton es la parte vegetal, muy dependiente de la luz solar, por lo que se localiza en las aguas más superficiales, hasta unos 30 m como máximo. Son organismos autótrofos, es decir, capaces de producir su propio alimento mediante fotosíntesis. Son pequeñas algas: ***las verdeazuladas o cianobacterias***, ***las diatomeas***, ***o los dinoflagelados***.

El zooplancton es la parte animal del plancton y está integrado por diminutos animales unicelulares, pequeños gusanos, larvas: de almejas, de mejillones, de peces… etc. y por pequeños crustáceos. El grupo más abundante es el de ***los copépodos***, crustáceos que apenas llegan a 1 mm de longitud.

Algunas veces también se habla del ***bacterioplancton***, integrado por legiones de bacterias encargadas de la descomposición de la materia orgánica y del ***virioplancton,*** virus no nocivos para los humanos que se encargan de mantener a raya a las bacterias y participan en la remineralización de los nutrientes.

En internet se pueden consultar mapas (ver figura) en los que se muestra la distribución del plancton en los océanos. Salta a la vista que la mayor concentración se localiza por encima de los 50º de latitud norte, en la costa occidental de África y en la costa oriental de América del Sur, y es más abundante en primavera que en el invierno.



Fuente: NASA/GSFC

¿Hay razones para esta distribución? Naturalmente.

Empecemos por la segunda afirmación: en primavera la radiación solar es abundante, algo vital para el crecimiento del fitoplancton y, en consecuencia, del zooplancton que se alimenta de aquél.

Por otro lado, el hierro es necesario para las algas y cerca de las costas es donde es más abundante, pues los vientos de tierra transportan los granos de arena que lo contienen. Además, son necesarios el nitrógeno y el fósforo que pueden proceder de la descomposición de animales muertos y depositados en el fondo marino, pero también de la actividad agrícola en forma de nitratos y fosfatos, que llegan a la mar arrastrados por los ríos.

Es evidente que la aportación de nutrientes debida a la participación del hombre puede llegar a ser perjudicial; si los nitratos y fosfatos vertidos son excesivos el fitoplancton puede crecer de manera incontrolada, consumen el oxígeno de las aguas y asfixian a las algas y a los peces dando lugar a las llamadas “mareas rojas” o FAN (Florecimientos Algales Nocivos). No es raro que estas algas produzcan toxinas para defenderse de los depredadores, pudiendo afectar a los humanos.

A pesar de estos episodios de crecimiento descontrolado el fitoplancton es algo imprescindible para la vida, a la que contribuye de manera significativa gracias a que las algas,

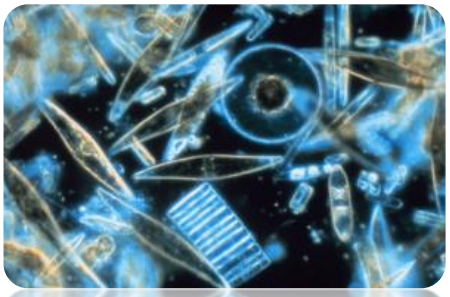
como las plantas, son capaces de realizar la fotosíntesis para sintetizar glucosa a partir de CO_2 y agua.

La glucosa es un azúcar sencillo cuyas moléculas se unen después unas a otras para obtener polímeros más complejos con los que construyen sus propios tejidos. De esta manera las plantas terrestres, por ejemplo, son capaces de fabricar (literalmente del aire) un material tan extraordinario como la madera.

Resumiendo, las algas del fitoplancton extraen el CO_2 disuelto en los mares y junto con el agua y la energía solar obtienen su alimento: la glucosa, pero, además, generan oxígeno que pasa a la atmósfera. Este aportación es tan importante que se estima que casi el 50% del oxígeno que se produce en el planeta procede de los mares y océanos.

Los beneficios del fitoplancton no se limitan a la producción de oxígeno. Al extraer el CO_2 disuelto consiguen que las aguas no se saturen, facilitando su disolución y evitando que se acumule en la atmósfera.

En nuestros mares y océanos tenemos una verdadera legión de seres desconocidos para el gran público, pero que de forma callada e invisible inyectan en la atmósfera toneladas de oxígeno, limpiándola a la vez del perjudicial CO_2. Tengamos muy presente que todo ello sucede gracias a un delicadísimo equilibrio que se ha ido ajustando a través de millones de años y que es imprescindible preservar.



Fitoplancton: diatomeas
Fuente: Wikipedia

Cuando el fitoplancton muere termina depositándose en el fondo y crea una capa de sedimentos que con el tiempo puede terminar convirtiéndose en petróleo. Al final, y con una perspectiva de millones de años, las diminutas algas planctónicas terminan sintetizando petróleo ¡del aire!

El fitoplancton es el principal alimento del zooplancton y alimenta a multitud de pequeños peces o grandes mamíferos como las ballenas; los pequeños peces sirven, a su vez, de alimento a peces mayores que son devorados después por los grandes depredadores situados en la cúspide de lo que se denominan ***redes tróficas marinas.*** Realmente los datos hacen pensar: para conseguir una tonelada de materia orgánica de estos últimos depredadores se necesitan consumir 5000 toneladas de plancton. ¿Cómo es posible que no se agote? ¿Cómo se puede mantener esa increíble producción? La naturaleza ha echado sus cuentas

y ha ajustado los ingresos y gastos durante millones de años, hasta establecer otro sutil equilibrio: un tiburón ballena, por ejemplo, se alimenta de muchos kilos de plancton, pero tiene solo una cría al año. Un alga diatomea es capaz de generar un millón de descendientes en un par de días… y así se mantiene la inagotable prodigalidad de los mares. Su capacidad para proveernos de alimentos depende, en última instancia, de unas microalgas.

¿***Y el zooplancton***? esa multitud de pequeños animales, larvas y diminutos crustáceos que se alimentan del fitoplancton… pues… alimentarse y nadar es lo que hacen en su vida, pero lo hacen a conciencia, sobre todo lo primero.

Los protozoos son animales unicelulares que están considerados como los grandes devoradores de los océanos; se alimentan de algas, bacterias o de otros protozoos, son unas sofisticadas e insaciables máquinas de tragar que emplean mil estrategias para aproximarse a sus presas e hincarles el diente al menor descuido. Ellos solitos son capaces de consumir el 60% del carbono fijado por el fitoplancton.

Los copépodos no son tan voraces como sus congéneres. La mayoría miden menos de un milímetro. Son diminutos crustáceos cuyas formas recuerdan a pequeñas gambas. Están considerados los animales más rápidos del mundo en relación con su tamaño, y sus migraciones son fundamentales en la alimentación de los peces. Durante el día se ocultan en los fondos con el fin de evitar a los depredadores y ascienden a la superficie durante la noche para alimentarse del fitoplancton.

Zooplancton: copépodos
Fuente: Wikimedia Commons

La pesquería del bacalao, en el mar del Norte, depende por completo de una especie de copépodos (*Calamus fimanchicus*) que, al parecer, y debido al calentamiento global, se desplaza cada vez más al norte, siendo sustituidos por otras especies con una tasa de reproducción más baja y cualidades nutritivas diferentes. Es evidente que esto ha de tener una influencia decisiva en el futuro de la pesca del bacalao.

Algo similar está ocurriendo con los bancos de sardinas y bocartes en el Mediterráneo. Un cambio en las especies del plancton que consumen está provocando su disminución afectando, además, a su contenido en grasas nutritivas.

Olores que embriagan (o apestan)

✓Olfato
✓Olor a mar
✓Olor a tierra mojada
✓Tioles

En la Edad de Piedra ya se quemaban maderas olorosas y resinas con el propósito de que su humo llegará a los dioses y estos, complacidos, protegieran a los humanos a través del humo (***per fumum***), así que la historia de los perfumes tiene un larguísimo recorrido, tan antiguo como los seres humanos.

Y fragancias hay para elegir, algunos investigadores estiman que somos capaces de detectar unos 10 000 olores diferentes, aunque otros elevan esta cifra considerablemente.

El olfato es el sentido encargado de percibir los olores, y si hay algo representativo de este sentido, es la nariz, uno de nuestros canales de conexión con el mundo exterior, que nos permite introducir aire en nuestro interior; en ese aire van suspendidas variadas moléculas y algunas de ellas actúan como estimulantes del olfato al entrar en contacto con el ***epitelio olfativo o pituitaria amarilla***, situado en la parte alta de las fosas nasales, y dotado con receptores capaces de detectar estas moléculas activando así una cadena de neuronas que transmiten impulsos eléctricos al cerebro y llegan al bulbo olfatorio. De ahí a la corteza cerebral, donde son interpretados produciéndonos la sensación de olor. Por tanto, en contra de lo que muchos pensamos, ***no olemos con la nariz, sino con el cerebro***. Nuestra nariz solo nos pone en contacto con el exterior, es la entrada de los productos químicos, que han de ser gaseosos y solubles en agua para poder disolverse en la mucosa.

Entre los olores agradables, y familiares, seguramente tendremos que empezar por **el olor a mar**[3] Tenemos malas noticias para todos/as los que consideran que los productos químicos son malos "per se", porque el olor a mar, como todos, es debido a productos químicos volátiles, algunos de olor poco agradable en determinadas cantidades, pero que cuando se encuentran en pequeñas concentraciones se transforman, automáticamente, en aromas gratos.

[3] Aunque no está admitido por la RAE es llamado *maresía.*

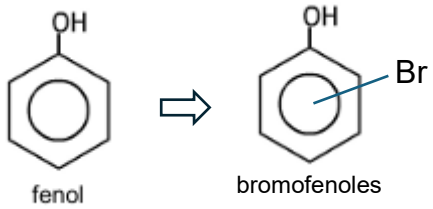
¿Cuáles son los componentes de ese aroma?

El primer componente es el llamado ***dimetilsulfuro o DMS:*** **(CH_3-S-CH_3)**

Los sulfuros no se caracterizan por oler bien. Los compuestos de azufre son los responsables de olores tan desagradables como el de los huevos podridos o pescado en mal estado. Pues bien, un sulfuro: el DMS, está entre los integrantes del aroma a mar, y es que la dosis es muy importante, y las compañías… también. Las bajas concentraciones en las que el DMS está presente y una sabia combinación con otros compuestos da como resultado que lo fétido pase a ser un exquisito aroma, fresco y agradable.

El DMS lo producen algunas algas como producto de desecho metabólico o tras su muerte, cuando se descomponen. Su producción también se asocia a la formación de nubes que actúan como pantalla ante la radiación solar contribuyendo a bajar las temperaturas en los entornos marinos.

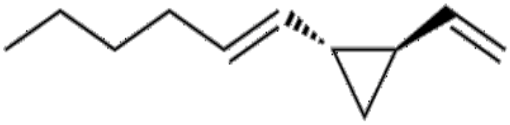
El segundo componente tampoco es para tirar cohetes: ***los bromofenoles***, compuestos aromáticos, derivados del fenol, en los que uno o más átomos de H han sido sustituidos por átomos de Br.



En principio, cualquiera que sepa un poco de química, sabe que los vapores de bromo son irritantes, asfixiantes y muy peligrosos.

El bromo (su nombre deriva del latín "*bromos"*, que significa "*hedor"*) es muy soluble en agua por lo que se encuentra en los océanos en cantidades apreciables.

Y el tercer componente es el que algunos denominan "el olor de la sexualidad": ***los dictiopterenos,*** compuestos volátiles producidos en el proceso de reproducción de las algas que están presentes en ***las feromonas***, hormonas secretadas por animales y plantas, cuya misión es, fundamentalmente, despertar el apetito sexual de la otra parte.



El ***dictioeptereno A*** es un dieno muy volátil característico de las algas marinas.

Fuente: Wikipedia

Pues bien, la sabia naturaleza ha logrado mezclar el sulfuro de dimetilo (responsable del olor a huevos podridos), el bromofenol (cercano a la pestilencia) y las feromonas, con tal acierto, que la combinación nos proporciona ese olor a mar que a todos nos embriaga.

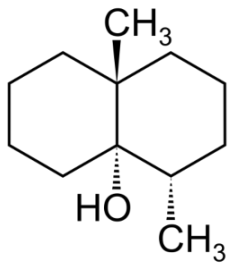
Imagínate una tarde de verano. De repente el cielo empieza a encapotarse y al cabo de poco tiempo descarga un chubasco. Tras el aguacero… el olor a tierra mojada, otro de los aromas que más se han esforzado en replicar los perfumistas. En la India, en medio Oriente o en Asia, andaban tras ello combinando barro seco y aceite de sándalo. El perfume se utilizaba como medicina, en rituales religiosos y, evidentemente, como complemento, aunque eso sí, estaba solo al alcance de bolsillos bien repletos.

El petricor, que así se llama el aroma, es, como ya hemos visto con el olor a mar, una mezcla de gases presentes en el aire, vapores producidos por la acción de las bacterias y compuestos orgánicos aromáticos depositados encima de las piedras o de las plantas.

El aroma es más intenso cuanto más seco esté el suelo, pues los compuestos se acumulan y concentran en ausencia de humedad para liberarse con la lluvia, recogiendo las notas aromáticas de la tierra (distinta para cada lugar) y creando unos matices singulares y únicos.

¿Por qué este olor nos resulta tan agradable? Los científicos dan una explicación muy curiosa: es un aroma que puede resultar salvador: nuestro cerebro, entrenado durante miles de años, sabe que allí donde esté es muy probable que haya agua, un líquido imprescindible para la supervivencia. Singularmente, los camellos y otros animales del desierto tienen, al parecer, una gran sensibilidad para percibirlo.

Los perfumistas, como es lógico, tratan de imitarlo y con ayuda de la ciencia han llegado a la conclusión de que ***la geosmina*** (“*aroma de la tierra”)* es uno de los responsables.



Molécula de **geosmina**
Fuente: Wikipedia

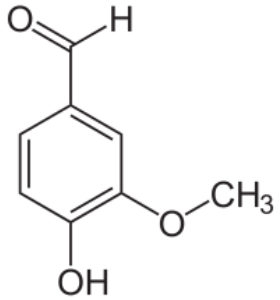
La geosmina es una molécula derivada del antraceno y que es producida por una bacteria del género ***Streptomyces***[4].

Y es que no solo la geosmina se ha estudiado en profundidad, también el proceso mediante el cual pasa al aire. Un grupo de

[4] La ***estreptomicina***, uno de los primeros antibióticos obtenidos a partir de este género de bacterias, figura en la ***Lista de medicamentos esenciales de la OMS*** y ha sido clasificado como de importancia crítica para la medicina humana.

investigadores del MIT usó cámaras de alta velocidad y sustancias fluorescentes para poder saber con detalle qué es lo que ocurre cuando las gotas de lluvia llegan al suelo, y esto es lo que sucede: debido al impacto quedan atrapadas en el agua diminutas burbujas de aire que terminan aplastadas contra el suelo cuando la gota adquiere esa forma característica con una elevación en el centro. Cuando se estabiliza las burbujas ascienden y explotan, liberando partículas procedentes del suelo, entre ellas bacterias (inocuas para el ser humano) que quedan suspendidas en el aire y que son las responsables del olor.

En un ranking de olores agradables, probablemente habría que situar al ***4-hidroxi-3-metoxibenzaldehido,*** más conocido como ***vainillina,*** pues en un reciente estudio aparece como el olor más universal. Gusta a los urbanitas de New York y a los habitantes de las selvas de Ecuador, y es que según este estudio, más allá de un asunto cultural (que también está presente, aunque menos de lo que se creía) la percepción de un olor como agradable o desagradable es prácticamente universal.



4-hidroxi-3-metoxibenzaldehido
Vainilla

También deberían estar el ***butirato de etilo***, el aroma característico de la ***piña***; ***el linalool***, presente en plantas aromáticas o ***el alcohol fenetílico,*** de las rosas, claveles o flor de azahar.

Olores desagradables: ***ácido isovalérico***: presente en el sudor humano y en las grasas rancias; ***los tioles o mercaptanos*** (compuestos de azufre) responsables, por ejemplo, del olor a huevos podridos, y el ***ácido octanoico***, presente en los aceites de coco y palma y en la leche.

$$CH_3 - SH$$

Metil tiol o metil mercaptano

El grupo funcional -SH (tiol o sulfhidrilo) es el característico de los tioles o mercaptanos

El (re)nacimiento de Prometeo

✓Fisión nuclear
✓Otto Hahn
✓Lise Meitner

Prometeo desafió a los dioses, al propio Zeus, y se atrevió a subir hasta el Olimpo y robarles el fuego que, generoso, devolvió a los mortales… pero no son los olímpicos gente que deje sin castigo chulerías de secundarios, así que Zeus, que para algo era el dios de dioses, se encargaría de Prometeo, aunque también repartió a los pobres mortales y pensando, pensando… se le ocurrió enviar a una bella mujer, Pandora, con una cajita (en realidad, tinaja) repleta de males y calamidades. La curiosidad pudo a Pandora que abrió la caja dejando escapar la maldad, el sufrimiento, la avaricia y todos los males que puedas imaginar, antes de que pudiera ser tapada. Cuando la tapa volvió a su sitio en la caja solo quedaba la esperanza, el único bien que los dioses habían metido. Así que ya sabes de dónde viene aquello de "la esperanza es lo último que se pierde".

Prometeo lleva el fuego a la humanidad
Heinrich Friedrich Füger (1817)

Siglos después, mediado el s. XX, los humanos logramos acceder a un "fuego" que la diosa Naturaleza ocultaba en un lugar teóricamente inaccesible: el interior de los átomos. Mantengamos la esperanza de que no hayamos destapado, otra vez, la caja de Pandora.

Aunque ahora sabemos que la materia está compuesta de átomos, este conocimiento es muy reciente, apenas ciento veinticinco años. A principios del siglo pasado se empezó a especular con su existencia y en 1911, E. Rutherford con su famoso experimento, llegó a la conclusión de que no eran algo macizo e indivisible (como indica la palabra "átomo"), sino que también tenían su corazoncito: el núcleo, una parte pequeña, pesada y con carga positiva, alrededor de la cual se sitúan pequeñas cargas negativas llamadas electrones.

Con el tiempo se supo que el núcleo estaba densamente poblado. Sus habitantes, los nucleones, no eran todos iguales, había pequeñas partículas con carga positiva, los ***protones***, y otras un pelín más pesadas, pero sin carga, que fueron bautizados como ***neutrones***.

E interrogando a la naturaleza, que eso, ni más ni menos, es la experimentación, llegaron a un asombroso descubrimiento que hizo pensar a los físicos que habían descubierto el secreto perseguido por miles de alquimistas***: la transmutación de la materia.***

Teóricamente la cosa era bastante sencilla: usaban un átomo como blanco y disparaban contra su núcleo neutrones que, al carecer de carga, penetraban en el átomo esquivando la repulsión de lo protones, y ¡voilá! se obtenían elementos más pesados. De esta manera el procedimiento se convirtió en el deporte de moda en la mayor parte de los laboratorios y, en consecuencia, el sistema periódico fue alargándose, casilla a casilla, con elementos nuevos: Neptunio, Plutonio, Americio…

Y, mientras en los laboratorios de física los científicos avanzaban en el conocimiento de los núcleos atómicos y en la transmutación radiactiva, la sociedad no se detenía y la historia estaba a punto de entrar en una nueva era:

> *"La señorita Meitner —profesora Meitner— ha tenido que abandonar nuestro laboratorio en junio de 1938 a causa de estas cosas del régimen de Hitler, y ha tenido que ir a Suecia. Y Strassmann y yo mismo hemos tenido que trabajar en solitario de nuevo hasta que en el otoño de 1938 encontramos extraños resultados".*

Son palabras de ***Otto Hahn***, un químico alemán del Instituto Kaiser Wilhelm, en Berlín. En su equipo trabajaba una mujer, ***Lise Meitner***, que tuvo la mala suerte de ser de ascendencia judía, con lo cual, cuando Hitler subió al poder en 1933, se le prohibió seguir dando clases, aunque pudo permanecer en Alemania, ya que era austriaca.

Pero la historia siguió su curso y cuando Alemania se anexionó Austria, Meitner pasó a ser ciudadana alemana estando, por tanto, afectada por las leyes xenófobas nazis. La presión sobre los judíos se hacía cada vez más asfixiante y en 1938 Meitner escapa de Alemania para no ser detenida por la policía y se instala en Estocolmo.

El experimento que daba *"extraños resultados*", según las palabras de Otto Hahn, era inexplicable en la época.

Hasta entonces, cuando el uranio se bombardeaba con neutrones aparecían elementos nuevos, más pesados, pero entre las sustancias resultantes de la reacción se detectaron

átomos de bario, un elemento que tiene una masa que es prácticamente la mitad de la de los átomos de partida ¿De dónde habían salido?

El primer impulso era considerar que el átomo de uranio se había roto por la mitad, pero eso era injustificable desde el punto de vista teórico. Como alguien explicó muy gráficamente es como suponer que una roca se parte disparando perdigones contra ella.

Hacía falta una gran cantidad de energía para que se produjera la ruptura del núcleo. Así que Otto (que trabajaba con Fritz Strassmann), vencido, recurrió a enviar una carta a Lise para intentar llegar a una explicación. La carta llegó mientras Meitner pasaba las navidades, cerca de Goteburgo, con su sobrino Otto Frisch, también físico y especialista en física nuclear.

Durante un paseo por un bosque nevado Meitner y Frisch hablaron del problema:

"… sentados sobre el tronco de un árbol comenzamos a hacer cálculos sobre restos de papel… el núcleo de uranio podía ser como una gota de agua que, sometida a vibración a consecuencia del impacto, podía dividirse en dos".

Pero… ¿de dónde salía la enorme cantidad de energía necesaria para la ruptura? Analizando las masas de los isótopos de partida y los productos obtenidos observaron que faltaba una pequeña cantidad de masa, la equivalente a la quinta parte de la de un protón. Si esta masa se hubiera transformado en energía, según la ecuación de Einstein: $\boldsymbol{E = m\,c^2}$, tendríamos el impulso necesario para la fisión del núcleo.

Otto Hahn Fritz Strassmann Lise Meitner Otto Frisch

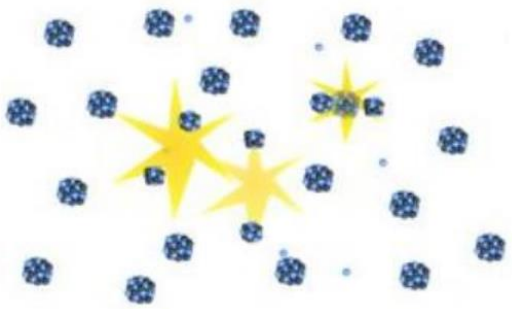
Estamos a principios de 1939, a escasos nueve meses de la invasión de Polonia por Alemania, hecho que históricamente marca el inicio de la Segunda Guerra Mundial.

El descubrimiento tuvo un enorme impacto en la comunidad científica pues en la fisión de los átomos de uranio se liberaba una gran cantidad de energía.

Se atisbaba el inicio de un prometedor camino, pero había un inquietante detalle que añadía una gran peligrosidad a la reacción descubierta: al romperse los núcleos de uranio se liberaban neutrones en un número indeterminado. Esto apuntaba la posibilidad de ***una reacción en cadena***: los neutrones procedentes de la primera fisión romperían otros núcleos que volverían a dar neutrones, que a su vez provocarían nuevas fisiones, y más, y más… Si en cada fisión se produce energía y la reacción se propaga rápidamente, se liberaría una cantidad enorme de energía provocando una explosión de efectos devastadores.

Reacción en cadena

Pueden observarse (de izquierda a derecha) tres fisiones sucesivas. Los pequeños puntos azules son algunos de los neutrones generados en las fisiones.



Todo era nuevo y había que resolver problemas teóricos muy complejos que, seguramente, llevarían muchos años. Ahí va una pequeña relación:

- ✓ ***No todos los átomos de uranio son iguales***, existen átomos con más o menos neutrones en el núcleo (isótopos) y no todos se fisionan, algunos simplemente absorben los neutrones sin más.
- ✓ ***El resultado es distinto si los neutrones incidentes son más o menos rápidos***.
- ✓ ***Si en cada fisión se produce un solo neutrón*** la reacción progresará lentamente, pero ***si son dos o más*** se propagará exponencialmente.
- ✓ ***Si la cantidad de átomos fisionables es pequeña*** la mayor parte de los neutrones se perderán sin encontrar una diana contra la cual impactar y la reacción se "apagará" apenas iniciada…

La investigación de la fisión abría un campo desconocido y apasionante de enorme dificultad teórica y con unos grandes requerimientos tecnológicos. Tiempo y tecnología significan dinero para poder llegar a conclusiones útiles, pero en tiempos de guerra las prioridades pueden cambiar rápidamente.

Un niño y un hombre gordo

✓Bomba atómica

✓Proyecto Manhattan

✓Oppenheimer

El ***2 de agosto de 1939*** Albert Einstein estampaba su firma en una carta dirigida al presidente Roosevelt que había sido escrita por ***Szilard*** y otros físicos. Una carta firmada por él tendría garantía de llegar al presidente. Lo que en ella se afirmaba tenía una importancia capital, ya que se decía que los estudios que se estaban realizando en Alemania podían conducir a la *"fabricación de bombas extremadamente poderosas…"*.

El ***6 de diciembre de 1941*** Roosevelt autorizó los fondos necesarios para iniciar un programa que condujera a la construcción de una bomba atómica. Al día siguiente, los japoneses atacaban Pearl Harbor.

El proyecto Manhattan, nombre con el que ***el general Groves*** lo había bautizado (debido a que la mayor parte de la investigación nuclear se había desarrollado en la universidad de Columbia, situada en Manhattan) ***se inicia en 1942*** y pronto adquiriría una importancia estratégica crucial. Echó a andar con el general como responsable máximo y con ***Robert Oppenheimer***, el brillante físico nuclear, dirigiendo la parte científica.

Fuente: https://www.lanl.gov

En esa fecha ya estaba bastante claro que una reacción en cadena era posible, pero aún quedaban muchas cuestiones por resolver. La principal: construir un reactor experimental en el que producir la fisión de forma controlada.

Antes de liberar el fuego los nuevos prometeos querían saber casi todo sobre él, pero obtener la información necesaria llevaba implícito un peligro considerable ¿qué pasaría si una vez iniciada la reacción se descontrolaba y no pudiera pararse?

¿Incendiaría la atmósfera la brutal explosión? Era una posibilidad.

Las líneas de investigación estaban claras: cómo controlar la reacción para que la energía liberada fuera aprovechable y, por otro lado, cómo lograr que la reacción fuera en cadena y explosiva.

Los explosivos nucleares ya habían sido identificados:

- ✓ ***El U-235***, un isótopo del uranio bastante raro, ya que su abundancia natural no llega al 1%. Para ser usado en una bomba se debía "enriquecer" el uranio natural en U-235 hasta un 85 %. Lo cual no era sencillo.
- ✓ ***El Pu-239***, un elemento transuránico, descubierto en enero de 1941, y que aparecía como producto de la fisión del uranio. Por tanto, para disponer de él haría falta construir un reactor nuclear.

Groves empezó por el principio, adquirir una gran extensión de terreno prácticamente desértica en Tennesse en la que se levantaron las infraestructuras necesarias para llevar a cabo un proyecto ultrasecreto. Allí se ubicaría el mundialmente famoso ***ORNL (Oak Ridge National Laboratory)***. En este emplazamiento se situarían las instalaciones destinadas al enriquecimiento del uranio para obtener U-235 con la pureza adecuada para poder ser usado en la bomba.

En Chicago, debajo de las gradas de un estadio abandonado, se construyó el ***Chicago Pile-1 (CP-1)*** que se convertiría en el primer reactor nuclear del mundo en el que se produjo una reacción en cadena auto mantenida. El equipo dirigido por ***Enrico Fermi*** lo logró en la mañana del 2 de diciembre de 1942. Los neutrones se "moderaban" mediante bloques de grafito: los rapidísimos neutrones liberados en la fisión chocaban con los átomos de carbono del grafito perdiendo velocidad y volviéndose aptos para nuevas fisiones. Unas barras de cadmio (que absorbe neutrones) permitían controlar la reacción.

El éxito obtenido con el CP-1 permitió construir nuevos reactores nucleares con el fin de obtener el plutonio necesario. De su recuperación se encargaban los químicos del ***Metallurgical Laboratory (Met Lab)*** de Chicago dirigidos por ***Seaborg***, uno de los descubridores del elemento.

Una vez fabricado el combustible nuclear todavía quedaba un paso fundamental: la construcción de la bomba.

Esta misión fue encargada a un equipo de científicos e ingenieros dirigidos por ***J.R. Oppenheimer,*** quienes fueron llegando a un inhóspito lugar de Nuevo México: ***Los Álamos***. La vida allí no era sencilla ni para los jóvenes científicos ni para sus esposas, que debieron adaptarse a una vida con las comodidades mínimas y al extenuante trabajo de sus maridos que, además, tenían prohibido cualquier comentario con personas ajenas al proyecto. El liderazgo ejercido por Oppy y su capacidad para unir a los distintos departamentos fue fundamental para el éxito del proyecto.

La culminación sería la ***prueba Trinity*** que tendría lugar el ***16 de julio de 1945*** en una zona remota de Álamo Gordo, 300 km al sur. Allí se iba a efectuar la primera detonación de lo que podría ser una bomba atómica. Nadie estaba seguro de lo que pasaría.

Como explosivo se usaría una esfera de plutonio que alcanzaría la masa crítica necesaria para la detonación tras ser comprimida gracias a una envoltura de explosivos convencionales. Para tener éxito todos los puntos de la esfera debían ser comprimidos con idéntica fuerza, una asimetría podía hacer fracasar el intento. Un problema añadido fue el diseño de las llamadas *"lentes explosivas",* construidas con cargas cuyos tiempos de detonación son distintos y que permiten concentrar la onda expansiva de forma similar a como una lente óptica concentra los rayos de luz.

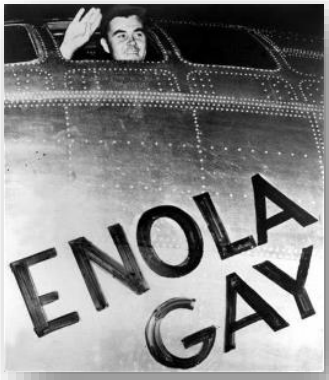
La detonación estaba prevista para las 4:00 h de la mañana del 16 de julio pero la lluvia hizo que se retrasara casi hora y media. La expectación era máxima entre los observadores situados a nueve kilómetros del punto. Nadie estaba muy seguro de lo que podría ocurrir, así que incluso se llegaron a hacer apuestas sobre el resultado. Los que más confiaban en los cálculos apostaban porque la explosión alcanzaría los 18 kt (1 kt es la energía liberada en la explosión de 1000 t de TNT), los más pesimistas pensaban que la prueba sería un fracaso y la apuesta catastrofista predecía (aunque se reconocía que la probabilidad era muy baja) que la atmósfera entraría en ignición destruyendo Nuevo México o, tal vez, todo el planeta.

Oppenheimer y Groves ante los restos de la prueba Trinity
Fuente: Wikipedia

A las 5:29 (hora local) Trinity explotó iluminando el desierto como un nuevo sol y produciendo una nube de 12 km de altura con su característica forma de hongo que pasó del blanco resplandeciente al amarillo y, luego, al rojo claro.

Tras el colosal espectáculo el propio Oppenheimer comentó: "*Me he convertido en la muerte. En el destructor de mundos".*

En la madrugada del ***6 de agosto de 1945*** en el aeropuerto militar de ***la isla de Tinian***, situada en el Pacífico a más de 2500 km al SE de Japón, había una especial actividad en torno a un bombardero B-29. En su morro se había pintado con grades letras ***"Enola Gay"*** por orden de su comandante ***Paul Tibbets,*** como homenaje a su madre (así se llamaba) que siempre lo había estimulado. Tibbets necesitaba sentir ese apoyo que tanto le ayudó en su juventud, pues en las entrañas del bombardero se ocultaba ***"Litte boy",*** una bomba atómica de uranio.



Paul Tibbets en la cabina del Enola Gay

A las 6:40, cerca ya de Japón, iniciaron el ascenso hasta los 9000 m.

A Las 8:14, sobre Hiroshima, la visibilidad era buena; como punto de referencia para soltar la bomba habían seleccionado el puente Aioi que trazaba una T sobre el río. El comandante, John Ferebee, comunicó:

—¡Lo tengo! El puente de Aioi estaba en el centro de la cruz de su visor.

A las 8 h 15 min 17 s se abrieron las compuertas del depósito de bombas y Little boy inició su caída. Tibbets empezó a inclinar el avión para girar en picado hacia su derecha, las órdenes eran alejarse todo lo posible.

El acierto de los artilleros fue pleno, apenas un error de 250 m. La bomba estalló a unos 600 m sobre la vertical de un hospital: la Clínica Quirúrgica del doctor Shima.

El resto es conocido: miles de muertos, algunos de ellos se evaporaron sometidos a temperaturas de 1 000 000 de grados.

Tres días más tarde ***Fat Man***, una segunda bomba atómica, esta vez de plutonio, fue lanzada sobre Nagashaki. Japón presentó su rendición incondicional poniendo fin al conflicto armado.

It will not burn. It will not melt

✓Plásticos

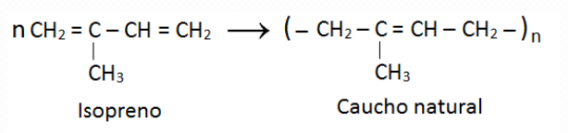
✓Baquelita

Hace unos 125 años nadie sabía qué eran los plásticos, poco más de un siglo después constituyen un gran problema llegando a formar enormes islas, extensiones equivalentes a la superficie de la península ibérica (en las estimaciones más conservadoras) de pequeños fragmentos indetectables por satélites o radares. Son precisamente las propiedades que los hacen útiles: ser duraderos, inalterables a la intemperie, su baja densidad… etc., las que los convierten en peligrosos, ya que pueden permanecer en el medio ambiente durante años.

Los nativos de la selva amazónica sabían que cuando se hacía una hendidura en la corteza de ciertos árboles, estos "lloraban". El resultado del llanto era una sustancia de un blanco amarillento, ***el látex***, que tras la exposición al aire se volvía sólido y elástico, y con él podían fabricar, por ejemplo, las pelotas que utilizaban en sus juegos.

El látex es la materia prima utilizada para fabricar ***el caucho,*** un polímero.

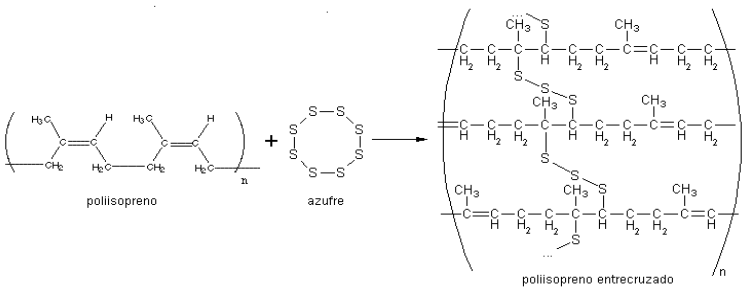
En química reciben el nombre de ***polímeros*** las grandes moléculas que constan de otras más pequeñas (monómeros) unidas entre sí, igual que las cuentas en un collar. ***En el caso del caucho*** los monómeros son moléculas de ***isopreno*** o ***2-metilbuta-1,3-dieno***, que se encuentra en el látex en una proporción aproximada del 35 % y que en contacto con el aire se polimerizan formando caucho:



A finales del s. XIX, y principios del XX, la extracción y comercialización del caucho en Sudamérica adquirió un papel importante. Hasta entonces, debido a que el caucho natural se deteriora fácilmente y se vuelve pegajoso al aumentar la temperatura, se usaba poco más que como goma de borrar, pero a mediados del s. XIX, un inventor estadounidense, ***Charles Goodyear,*** dio con un procedimiento fantástico: calentó el caucho y añadió azufre. Con esto, sorprendentemente, dejaba de ser pegajoso y sus propiedades mejoraban ostensiblemente volviéndose más resistente, duro y estable, conservando su elasticidad.

Goodyear acababa de inventar ***el vulcanizado*** obteniendo de esta manera el primer material ***termoestable*** (que no funde con el calor).

Los átomos de azufre establecen puentes que unen las cadenas lineales del caucho natural dando lugar a un entramado que da mayor estabilidad y dureza al material.



Curiosamente, Goodyear no ganó dinero con la invención de un procedimiento que debería haberlo hecho multimillonario, por el contrario murió en 1860 con una deuda de más de 200 000 $.

A finales del s. XIX la demanda del caucho creció espectacularmente en Europa y Norteamérica, pues se necesitaba para fabricar los neumáticos de las bicicletas y de los automóviles, cuya industria empezaba a despegar.

Los industriales del primer mundo sabían dónde encontrar la materia prima: "*los árboles de sangre blanca"* que crecen en la Amazonía, la impresionante mancha verde que abarca Brasil, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela…

Así surgieron ***"los caucheros"***, exitosos empresarios (por llamarlos de alguna manera), que sometieron a los indígenas a una inhumana explotación.

Y como la codicia no tiene límites, semillas sacadas ilegalmente de Sudamérica dieron lugar a grandes plantaciones de caucho en Ceilán, la Malasia Británica o el África subsahariana, consiguiendo que la Amazonía empezara a perder importancia como abastecedora mundial del caucho.

Durante la Segunda Guerra Mundial, cuando el ejército japonés cortó las vías de suministro en el Pacífico, los norteamericanos pactaron con Brasil un aumento en la producción del látex, lo que motivó la movilización de centeneres de miles de brasileños hacia la Amazonía brasileña, los llamados *"soldados del caucho".* La mayor parte fueron, posteriormente, abandonados en la selva a pesar de la promesa de facilitarles la vuelta.

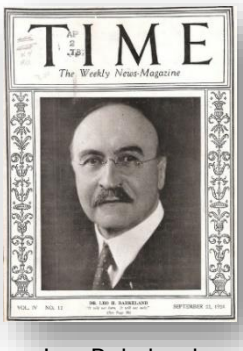
El celuloide está considerado como el primer plástico. Fue fabricado en 1870 disolviendo celulosa en alcanfor y etanol. Aunque posee las propiedades características de los plásticos: flexibilidad, facilidad para el moldeado… etc., tiene la desventaja de que es fácilmente inflamable.

Si nos ceñimos a ***polímeros totalmente sintéticos*** el honor de haber sintetizado el primero es para un químico belga: ***Leo Hendrik Baekeland (1863-1944)***, al que se le da el pomposo sobrenombre de *"Padre de la industria de los plásticos*", aunque su fortuna la hizo, inicialmente, gracias a la invención del papel fotográfico Velox, cuyos derechos vendió a Kodak (1899) por 750 000 $. Con tan sustanciosas ganancias se compró una casa a la orilla del río Hudson, en Nueva York, donde montó un laboratorio en el que gozar de su pasión por la química.

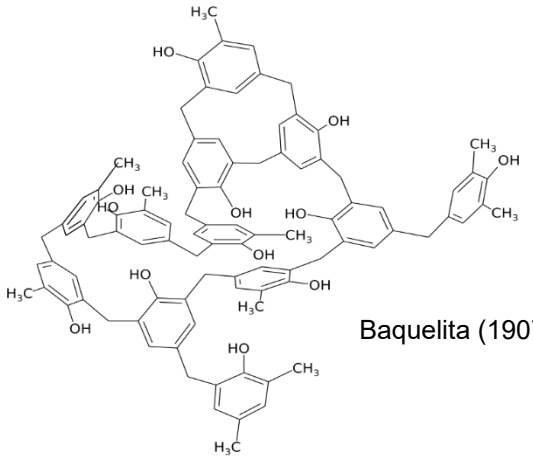
Y lo que es la vida (y la química) en el verano de 1907 inició unos experimentos con fenol y formaldehído que le llevarían a la síntesis de un plástico en el que el formaldehído hace de puente entre las moléculas de fenol que, a su vez, forman un polímero.

Fácilmente moldeable en caliente, se endurece al enfriarse debido al entrecruzamiento de sus cadenas, adquiriendo una estructura tridimensional que lo vuelve termoestable: no se derrite al calentar.

Baekeland bautizó a su nuevo invento con el nombre de ***"baquelita":*** *"A menos que esté muy equivocado, esta invención resultará importante en el futuro",* escribió en su diario de laboratorio. No se equivocó, *"el material de los mil usos",* como el mismo lo bautizó iniciaría toda una época.



Leo Bakeland
1863-1944



Baquelita (1907)

La portada de la revista TIME del mes de septiembre de 1924 estaba ocupada por un retrato de Leo Baekeland. Debajo estaba escrito:

"It will not burn. It will not melt".

Y como el camino estaba abierto, numerosos químicos de todo el mundo descubrieron nuevas formas de unir las moléculas o entrelazarlas para formar polímeros con mejores propiedades, más baratos y útiles. ***Empezaba la era del plástico.***

Desde el punto de vista químico el polímero más sencillo probablemente sea ***el polietileno (PE)*** constituido por moléculas de etileno (eteno) unidas entre sí. Es un polímero lineal, de uso muy común, debido a su bajo precio.

Curiosamente, si en el proceso de síntesis se somete a presión forma una red tridimensional dando ***un polímero "con memoria"***, que si se deforma puede recuperar su forma original calentándolo. El polietileno es uno de los plásticos más fáciles de reciclar para ser reutilizado en la producción de nuevo material.

El biopolietileno se obtiene a partir del etanol y se puede producir a partir de la fermentación del azúcar de caña, la remolacha azucarera o el trigo. La fabricación del polietileno por esta vía resulta ecológicamente sostenible.

El polipropileno **(PP)** es un polímero termoplástico (se ablanda al elevar la temperatura) constituido por polimerización del propileno (propeno).

El PVC (cloruro de polivinilo) es otro termoplástico obtenido a partir de la polimerización del ***cloruro de polivinilo*** (cloroeteno); es durable, resistente y versátil, propiedades que permiten su aplicación en multitud de campos.

El PET (tereftalato de polietileno) se emplea en la fabricación de envases para alimentos y bebidas.

La característica más sobresaliente de ***los policarbonatos (PC),*** tal vez sea su transparencia, similar a la del vidrio, pero muchísimo más resistente. Los escudos de los antidisturbios, por ejemplo, están hechos de policarbonato.

- ✓ Polietileno (PE)
- ✓ Polipropileno (PP)
- ✓ Poliestireno (PS)
- ✓ Cloruro de polivinilo (PVC)
- ✓ Tereftalato de polipropileno (PET)
- ✓ Policarbonatos (PC)

La aceptación de los plásticos como material para construir casi todo se debe a su elevada ***inercia química***, resistencia al agua, baja densidad y a que son fáciles de moldear, elásticos y buenos aislantes térmicos y eléctricos. Pero esa estabilidad hace que sean prácticamente eternos y su presencia en el medio ambiente puede llegar a ser un gran problema… problema con el que nos estamos encontrando tras casi un siglo de producir, usar y tirar millones de toneladas que terminan llegando a la mar.

Enormes ***islas de plástico*** se han formado en las confluencias de las corrientes oceánicas, donde terminan concentrándose las más de 8 M de t de residuos plásticos que se vierten anualmente y que, poco a poco, son degradados por el sol rompiéndose en trozos cada vez más pequeños.

La gran isla de basura (en su mayor parte, plásticos) del ***Pacífico Norte*** se encuentra situada a medio camino entre Hawai y California y tiene una extensión calculada de 1,6 M de km^2, lo que equivale a más del triple de la extensión de la península ibérica.

¿Quién debe acometer la labor de limpiar esa ingente cantidad de basura situada en aguas que no pertenecen a ningún país?

Intentos para poner de acuerdo a los gobiernos con el fin de acometer esa titánica labor ha habido, pero todos han fracasado.

The Ocean Cleanup es una organización sin fines de lucro que desarrolla tecnologías para eliminar el plástico de los océanos. Colocando colectores de basura en los grandes ríos asiáticos y con enormes barreras, arrastradas por buques, ha demostrado que la limpieza de la gran mancha del Pacífico Norte es posible. El plástico recogido se clasifica y se recicla evitando de esta manera que vuelva a la mar.

Del fósforo verde a la tecnología OLED

✓LCD, tecnología
✓OLED, tecnología
✓Cristales líquidos

En nuestra vida diaria estamos rodeados de útiles, aparatos y procesos que nos facilitan la vida y que, al ser tan conocidos y/o usados, nos pasan desapercibidos. Evidentemente, muchos de ellos tienen una estrecha relación con la ciencia.

Echo un vistazo a mi escritorio buscando ese tipo de cosas con base tecnológica que usamos a diario y a las que no les damos aprecio. No hace falta buscar mucho, delante de mí, hay una pantalla que me permite comunicarme con el ordenador, es la interfaz entre el mundo electrónico de unos y ceros que controla circuitos y puertas lógicas y el de palabras escritas, imágenes y sonidos que constituyen el nuestro. Recuerdo mi primer ordenador con un monitor de fósforo verde. Funcionaba gracias a un tubo de rayos catódicos que ocupaba media mesa y lo comparo con la planitud de mi actual pantalla y con la nitidez de sus imágenes…

La mayor parte de los monitores actuales están basados en la tecnología ***LCD*** (Liquid Cristal Display) que pueden incorporar ***LED*** (LCD-LED) o transistores a la película de píxeles de cristal líquido (**TFT-LC**, Thin Film Transistor) para mejorar la imagen**.**

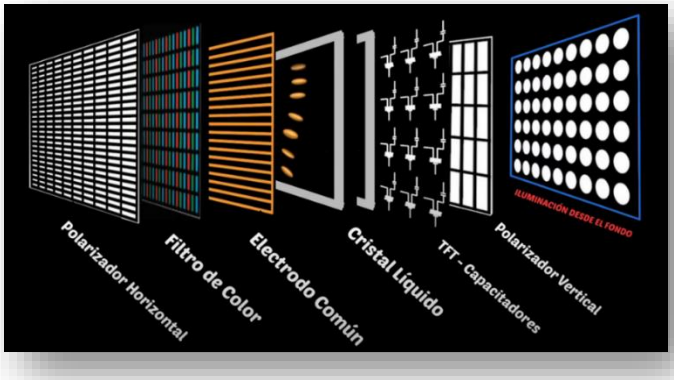
Lo último son los monitores con tecnología ***OLED*** (Organic Light Emiting Diode) en la cual los diodos emiten luz gracias a la excitación eléctrica de una capa de material orgánico. El color dependerá de las ***moléculas orgánicas*** que haya en la capa emisora y el brillo dependerá de la intensidad de corriente.

El OLED está llamado a sustituir al LCD, pero aún necesita tiempo de desarrollo antes de que se popularice.

A todos nos enseñaron aquello de que la materia se encuentra en tres estados: sólido, líquido y gaseoso; pues bien, eso es cierto, pero como en todas las cosas hay excepciones, pues algunas sustancias presentan, simultáneamente, propiedades del estado sólido y líquido. ¿Qué significa esto? Veamos, la característica principal de un líquido es que las moléculas que lo constituyen están muy débilmente ligadas, con lo cual tienen una libertad

considerable para moverse, de ahí que, por ejemplo, el líquido adquiera la forma del recipiente que lo contiene. En un sólido, sin embargo, están fuertemente unidas y ordenadas y por esta razón su forma es inalterable. Sin embargo, las moléculas de un ***cristal líquido*** pueden desplazarse unas respecto de otras con bastante facilidad de forma semejante a las de un líquido tradicional, pero tienen estructura interna y tienden a estar orientadas en una misma dirección, lo que recuerda a un sólido. Lo interesante es que si se aplica una corriente eléctrica de baja intensidad, esta forma híbrida, sólido-líquido (mesofase), sufre alteraciones en su estructura lo que provoca que cambien sus propiedades ópticas. Dicho más claramente, la cantidad de luz que pasa por el cristal líquido está relacionado con la diferencia de potencial aplicada.

Nuestro monitor está iluminado por una fuente de luz situada en la parte de atrás que incide sobre una lámina polarizada; a continuación se coloca el cristal líquido y después un segundo polarizador cruzado con el primero. La luz que pasa por el primer polarizador y atraviesa el cristal líquido se encuentra con el segundo polarizador que impide la transmisión. No llegará luz a nuestra pantalla. Si ahora aplicamos una diferencia de potencial al cristal cambia la orientación del plano de polarización haciendo que pueda salir a través del segundo polarizador. Resultado, el pixel que estamos considerando aparece iluminado en nuestra pantalla. De esta manera podríamos iluminar unos pixeles sí y otros no formando figuras que, además, pueden ser coloreadas si se introducen subpíxeles con los colores básicos: rojo, verde y azul.



Captura de pantalla del vídeo de DarkGamer Geek.
YouTube: https://bit.ly/4fAgJnq

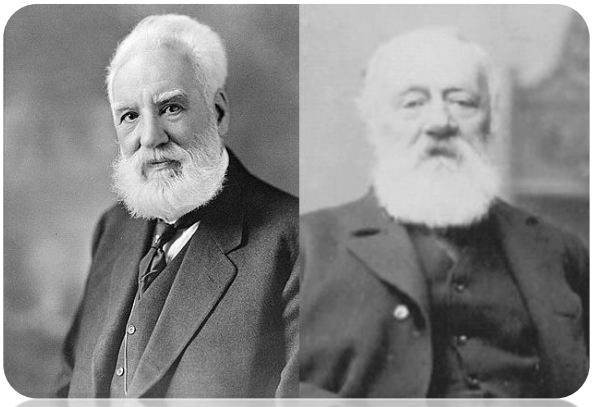
Nuestra pantalla es, pues, una pequeña maravilla que combina luz, sustancias a medio camino entre sólidos y líquidos y multitud de transistores y circuitos eléctricos que se abren o se cierran con el fin de que se puedan dibujar a todo color las imágenes a un ritmo frenético. Ciencia y alta tecnología que observamos indiferentes, pero que no deja de sorprendernos y admirarnos cuando reparamos en todo lo que hay detrás.

Micrófonos y teléfonos

✓Teléfono
✓Electromagnetismo
✓Teléfonos móviles

El teléfono constituyó durante muchos años una avanzada forma de comunicación que a todos nos inspira cierta admiración ¿cómo es posible que nuestra voz viaje a través de un cable y pueda ser reconstruida, y escuchada, a cientos de kilómetros? Una maravilla técnica que, además, arrastra en sus orígenes dos bellas historias de amor totalmente independientes, pero muy parecidas en lo esencial.

Aunque nos enseñaron que el inventor del teléfono fue el escocés ***Alexander Graham Bell,*** desde 2002 es atribuido a un químico e inventor italiano: ***Antonio Meucci***.



Alexander Graham Bell (1847-1922) Antonio Meucci (1808-1889)
Fuente: Wikipedia

Sorprende el parecido físico de ambos, pero su semejanza no se acaba en el aspecto físico, algunos episodios fundamentales de sus vidas parecen calcados. Empecemos.

Antonio Meucci estaba casado con ***Esther Mochi,*** ambos italianos, pero debido a problemas políticos tuvieron que abandonar su patria para emigrar a los EE.UU. y nunca regresaron. Con el tiempo, Esther empezó a padecer los síntomas de un reumatismo severo que terminó postrándola en cama, debido a esto Antonio inventó un aparato, ***el teletrófono***, con el cual era capaz de comunicarse desde su despacho, situado en la planta baja de la vivienda, con el dormitorio de su mujer, en el segundo piso; y como la cosa funcionaba, Meucci pensó en patentarlo, pero el teletrófono era solo uno de sus inventos y las patentes

no eran baratas (250 $), así que el bueno de Antonio dio prioridad a otros diseños, aparentemente más rentables, porque el dinero en casa de los Meucci no sobraba.

El padre de ***Alexander Graham Bell*** era profesor de elocución (modo de hablar o expresarse oralmente) en la universidad de Edimburgo. La madre, que era sorda, llegó a destacar como pianista y pintora y tuvo un gran protagonismo en la educación de Alexander, pues con el tiempo, una vez emigrado a EE. UU, Alexander abrió en Boston la ***Escuela de Fisiología Vocal y Mecánica del Discurso*** al tiempo que iniciaba sus estudios sobre la electricidad y el sonido.

Mabel Hubbard era una de sus alumnas. Había perdido la audición tras haber padecido la escarlatina y con el tiempo se enamoraron y terminaron casándose. Mabel, al igual que Esther con Meucci, sirvió de acicate e inspiración para que Graham Bell investigara la posibilidad de diseñar un aparato que pudiera transmitir y escuchar la voz humana.

Bell no tenía los problemas económicos de Meucci, así que ***en febrero de 1876 patentó el invento.*** Justo a tiempo, pues horas más tarde, ***Elisha Grey***, un cuáquero que hacía demostraciones de su teléfono en los locales de su iglesia, presentó una patente análoga a la de Bell. El pleito sobre la autoría del invento fue ganado por Bell.

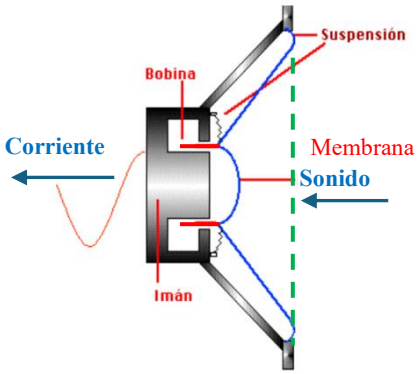
Hasta aquí la intrahistoria que rodea a la invención del teléfono, pero aún no hemos hablado de cómo funciona, por eso vamos a intentar explicar la parte científico-técnica del aparato.

El sonido es una onda, esto es, una perturbación que se propaga por el aire. Aclaremos esto un poco más: cuando nuestras cuerdas vocales vibran producen en el aire que sale de nuestra boca (que funciona como resonador-amplificador) zonas comprimidas y otras con menor presión (enrarecimientos) que se alternan. Estas compresiones y enrarecimientos se transmiten a una velocidad aproximada de 340 m/s. Seguramente nuestros inventores se preguntaron: ¿es posible convertir esas ondas en impulsos eléctricos, mandarlos a través de un cable, recibirlos en un punto distante y reconvertirlos en sonido?... pues sí y ***la clave estaba en el electromagnetismo***.

Oersted había descubierto (1820) que una corriente eléctrica crea un campo magnético. Si la corriente eléctrica es variable, el campo magnético que produce también variará. Por otro lado, Faraday había encontrado que si el flujo de un imán que atraviesa un circuito (una bobina, por ejemplo) varía, se induce una corriente en el circuito. Combinando ambos

descubrimientos podemos construir las dos partes esenciales de un teléfono: un micrófono y un altavoz.

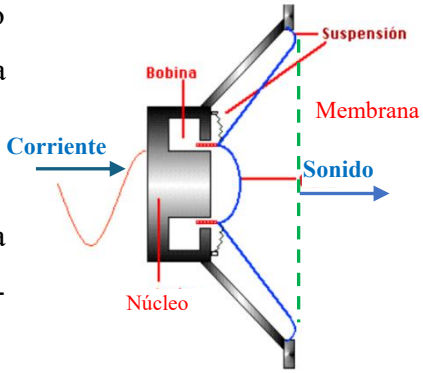
Un micrófono transforma la onda sonora en una corriente eléctrica. Es un transductor. Veamos cómo:



Fuente: https://www.analfatecnicos.net

Si hablamos frente a una membrana las variaciones de presión de las ondas sonoras la harán vibrar. Si la membrana se conecta a una bobina, esta se moverá adelante o atrás. Si ahora colocamos la bobina en un campo magnético, el flujo que la atraviesa variará, creándose una corriente eléctrica oscilante que reproduce fielmente las oscilaciones de la onda sonora. De esta forma hemos transformado una onda de presión en una corriente eléctrica que puede viajar por un cable.

Al otro extremo del cable hemos de situar otro ***transductor electroacústico, el auricular,*** que funciona exactamente a la inversa: la corriente eléctrica sinusoidal llega y circula por una bobina que imanta a un núcleo de hierro; el campo de la bobina variará como la corriente, imantará al hierro y este atraerá a una membrana que al oscilar reproducirá el sonido.



Fuente: https://www.analfatecnicos.net

El teléfono revolucionó no solo las comunicaciones entre las personas, también el mundo de los negocios y la economía, pues rápidamente las compañías telefónicas y de comunicaciones pasaron a tener un papel estratégico.

La competencia entre el telégrafo y el teléfono comenzó inmediatamente. Inicialmente el telégrafo ganó la partida para la transmisión entre estaciones distantes, sin embargo, en las comunicaciones interurbanas el teléfono se vio desde el principio como un instrumento de gran utilidad. Con la industrialización, a finales del siglo XIX, creció el tamaño de las ciudades y la importancia de la comunicación telefónica. En las distancias cortas el teléfono triunfó y su empleo se extendió por las grandes ciudades.

Años después las estadísticas eran impresionantes: a finales de 1988 había instaladas en el mundo cerca de 500 millones de líneas telefónicas, de las que prácticamente el

80% se encuentran situadas en Estados Unidos y Europa, zonas geográficas en las que la telefonía está al alcance de la práctica totalidad de la población.

En relativamente poco tiempo el uso del teléfono fijo se ha visto superado por ***los móviles***, terminales que pueden hacer muchas más cosas que la pura comunicación hablada.

Los teléfonos móviles funcionan enviando y recibiendo señales de radio de baja frecuencia (en el rango de los 1000Hz = 1 kHz) que se intercambian con diferentes antenas conectadas a transmisores y receptores de radio.

Cada dispositivo está siempre conectado a una antena que lo detecta y comunica, son las "células" que se mantienen también conectadas entre sí. Cada célula puede emitir y recibir en muchos canales, lo que permite que un gran número de usuarios pueda usarla simultáneamente. Cuando hacemos una llamada o efectuamos cualquier tipo de conexión con otro teléfono, las células respectivas se ponen en contacto abriéndose un canal que permite la comunicación.

Fuente: Jorge Vargas. Telefonia movil | PPT

Mercury 13

✓Mercury, programa
✓Jerrie Cobb
✓Astronautas

En octubre de 1957 los periódicos recogían en grandes titulares una noticia inquietante: la URSS había conseguido poner en órbita alrededor de la Tierra el primer satélite artificial: ***el Sputnik.*** De repente, el mundo entero, sobre todo los estadounidenses, veían impotentes como un artilugio enemigo volaba por encima de sus cabezas.

Por eso cuando ***John Fitzgerald Kennedy*** fue elegido presidente se dio prisa en parar los pies a la URSS, y en un discurso pronunciado el 25 de mayo de 1961 se comprometió a conquistar nuestro satélite, la Luna, antes de que la década expirara.

El primer proyecto tripulado de los EE. UU fue el ***Programa Mercury*** y los protagonistas fueron siete hombres, todos pilotos militares y con amplia experiencia, que a partir de entonces fueron conocidos como ***"Mercury 7":***

Alan B. ***Shepard,*** *Virgil I.* ***Grissom*** *(fallecería en el incendio del Apolo 1), Gordon* ***Cooper,*** *Walter* ***Schirra,*** *Deke* ***Slayton*** *(apartado por una afección cardíaca), John* ***Glenn y*** *Scott* ***Carpenter.***

Hasta aquí la historia es conocida, pero paralelamente se desarrolló un programa secreto y financiado con fondos privados cuyo objetivo era ***lanzar al espacio una mujer.*** De forma análoga a como se hizo en el programa oficial, se efectuó una selección de ***trece mujeres*** expertas en el pilotaje de aviones o helicópteros comerciales; incluso algunas habían pilotado aviones militares. El grupo fue conocido como ***Mercury 13.*** Quien ideó el programa fue un médico estadounidense especializado en medicina aeroespacial: ***William Randolph, "Randy", Lovelace II.***

Jacky Cochran

Randy, conocía desde hacía años a ***Jacqueline Cochran***, pionera de las mujeres piloto y un mito de la aviación estadounidense. Jacky, durante la Segunda Guerra Mundial, llevó aviones fabricados en EE. UU. desde América hasta Europa, incluidos

bombarderos. Fue el alma de las famosas WASP (mujeres pilotos de las fuerzas aéreas) y la primera mujer que rompió la barrera del sonido.

Con su apoyo, Lovelace inició un programa de investigación para explorar la posibilidad de que las mujeres pudieran ser astronautas, pues su menor peso y tamaño podrían ser una excelente opción a la hora de tripular naves espaciales.

Las pruebas se llevaron a cabo en la clínica de Lovelace ("Lovely Clinic") situada en Albuquerque, Nuevo México.

Jerrie Cobb, conocida de Randy, había conseguido su licencia de piloto con tan solo diecisiete años y había hecho casi todo, desde transportar aviones militares, hasta pilotar cazas y bombarderos. Con solo veintiocho años fue nombrada mejor piloto de los EE. UU.

Cobb realizó las mismas pruebas a las que habían sido sometidos los hombres (algunas de ellas cercanas a la tortura física) y las pasó con éxito, incluso con mayor puntuación. Una muestra: batió el récord en la temida prueba del "aislamiento sensorial": 10 h y 35 min flotando en un tanque con agua a la temperatura del cuerpo humano, a oscuras y aislada en una habitación. La sensación de ingravidez y la falta de estímulos sensoriales llegan a producir alucinaciones difícilmente soportables.

Así que Lovelace pensó que debería comprobar si el éxito obtenido con Cobb podía extenderse a un grupo seleccionado de mujeres cuyos perfiles eran de los más variado: desde ***Jane Briggs***, de cuarenta y un años, la más veterana y madre de ocho hijos, hasta ***Wally Funk*** de solo veintitrés.

Mercury 13
Cobb
Allison, Hart, Funk, Mixton, Cagle, Leverton.
Sloan, Gorelick, Marion Dietrich, Stumbough Steadman, Jan Dietrich.

Curiosamente Jacky Cochran fue excluida por su edad (54 años), hecho que se menciona por la repercusión que tuvo en el futuro del programa.

Cuando Lovelace solicitó el apoyo de la NASA para hacer oficial el programa se encontró con la negativa de la Agencia. Se argumentaba que entre los requerimientos para convertirse en astronauta estaba la de tener experiencia en programas de pruebas de jets militares, pero ese entrenamiento estaba, entonces, prohibido a las mujeres.

Considerando que estaban sufriendo una discriminación por razón de sexo, ***Jerrie Cobb y Jane Hart*** decidieron llevar el caso ante el Senado de los EE. UU, e incluso visitaron al presidente, ***John Kennedy,*** y al entonces vicepresidente, ***Lyndon Johnson***, para solicitarles su apoyo.

La comparecencia ante un subcomité especial del Comité de Ciencia y Astronáutica de la Cámara de Representantes fue fijada para julio de 1962.

En su discuro, Jerrie Cobb, manifestó que el espacio no podía estar limitado solamente a los hombres y utilizó un ejemplo muy gráfico: tiempos atrás, argumentó, no se creía que las mujeres pudieran ser enfermeras, se les consideraba muy frágiles física y emocionalmente. Finalmente, se permitió que algunas mujeres pudieran acceder a la enfermería. Curiosamente, uno de los requisitos era que fueran ¡feas!, ***porque las mujeres feas, supuestamente, tenían un carácter más duro***.

Jerrie Cobb (izquierda) y **Jane Hart** (derecha) en su comparecencia ante el Senado en 1962.

Jerrie concluyó que igual de descabellado era no permitir a las mujeres viajar al espacio.

A Jane Hart se le cuestionó si su empleo como astronauta sería compatible con el cuidado de sus ocho hijos. Janet respondió:

"Con ocho hijos he sido capaz de hacer 2000 horas de vuelo. Pregunten a mis hijos si se han sentido desatendidos".

Pero no todo el mundo opinaba igual, en el segundo día de audiencias los astronautas ***Scott Carpenter y John Glenn*** (Programa Mercury), declaran:

"Es un hecho, los hombres vamos a la guerra y pilotamos los aviones. Que la mujer no esté en este campo ***es un hecho de orden social****."*

Jacqueline Cochran, de la que ya hemos hablado inicialmente como pionera de Mercury 13, también declaró en la segunda jornada, pero, sorprendentemente, lo hizo en contra del programa, oigamos su argumentación:

"Los vuelos espaciales tripulados son muy caros y urgentes para el interés nacional. Por eso, al seleccionar astronautas, es natural elegirlos de entre el grupo de pilotos que ha demostrado, mediante pruebas de aviones y vuelos de alta velocidad, que tiene experiencia y son competentes y capaces de reaccionar frente a posibles emergencias en un entorno nuevo. No queremos retrasar el programa y, por necesidad, se deberá de gastar mucho dinero si dejan participar a un grupo de mujeres ***a las que se puede perder con el matrimonio."***

Existe bastante polémica sobre las razones que movieron a ***Cochran*** a adoptar esta postura: su frustración por no haber sido seleccionada o, tal vez, presiones del ejército, ya que su marido, Floyd B. Odium, era un empresario y millonario que construía aviones para los militares, pero lo que sí está bastante claro es que ***su declaración contribuyó decisivamente a que la comisión votara en contra del proyecto***. Años más tarde, Jacqueline confesaría sentirse avergonzada y muy arrepentida por lo ocurrido.

Es innegable que, además de las declaraciones de Jacky, tuvieron mucho que ver los prejuicios y los personalismos, como casi siempre ocurre: ni los astronautas hombres, ni Cochran, querían perder su situación de privilegio. Si una mujer fuera lanzada al espacio los logros de Cochran pasarían a un segundo plano, y ¿a quién dirigirían su atención los medios de comunicación?

Sobre los prejuicios de aquella época unas palabras atribuidas a Lyndon Johnson (entonces vicepresidente de los EE. UU) pueden ser reveladoras:

"Las mujeres tienen la regla. Ojalá pusieran en las cajas de tampones que puedes volar si tienes la regla".

En consecuencia, los pilotos del programa Mercury fueron todos hombres blancos, porque entonces las personas de piel oscura también estaban discriminadas, y la lucha iniciada por Rosa Parks hacía unos años, cuando se negó a ceder su asiento en el autobús a un joven blanco (que ni siquiera lo había solicitado), estaba en su punto álgido. Eran los tiempos del *"I have a dream"* de Martin Luther King.

La historia algunas veces se ralentiza, pero no se detiene y en junio de 1963, desde el cosmódromo de Baikonur (Kazajistán), es lanzado el ***Vostok*** 6 pilotado en solitario por ***Valentina Tereshkova*** (apodada ***"Chaika",*** gaviota en ruso), la primera mujer astronauta. Tenía 26 años. Estuvo tres días dando vueltas a nuestro planeta, 48 órbitas completas. Un año antes John Gleen había completado tres órbitas, permanecido apenas cinco horas. Valentina estuvo más tiempo en órbita que la suma de todos los astronautas estadounidenses que había sido lanzados hasta esa fecha, y eso que durante el vuelo sufrió vómitos y fuertes migrañas, lo que no impidió que realizara a la perfección todas las tareas asignadas.

"Un pájaro no puede volar con una sola ala. Los vuelos espaciales tripulados no pueden desarrollarse más sin la participación de las mujeres". ***V. Tereskova.***

Valentina Tereskova

Para que una estadounidense viajara al espacio deberían de pasar veinte años, y esa persona fue ***Sally Ride,*** doctora en Física por la universidad de Standford.

Sally Ride

Tras terminar sus estudios se enteró por la prensa de que la NASA estaba buscando futuros astronautas y decidió probar suerte. ***En junio de 1983***, con 32 años, viajó al espacio a bordo del transbordador ***Challenger STS-7***, convirtiéndose en una celebridad. Las camisetas con la frase ***"Ride, Sally, Ride"***, que

hacía referencia a la canción *"Mustang Sally",* fueron tendencia entre el público que presenciaba el lanzamiento del transbordador en el que Sally hacía historia.

Según sus propias declaraciones lo que más temía eran las ruedas de prensa en las que le dirigían preguntas rayanas en lo ofensivo:

"La peor pregunta que me hicieron nunca fue si había llorado cuando tuvimos un problema con el simulador".

En 1995 ***Eileen Marie Collins*** se convirtió en la primera mujer que pilotaba un transbordador espacial, la misión STS-63 del Discovery, durante la cual ***se acopló a la estación espacial rusa Mir***.

Collins rescató del olvido a las Mercury 13, a quienes agradeció su aportación para que las mujeres pudieran ser astronautas:

"Considero importante señalar que no he llegado aquí sola.

Durante este siglo hay muchas mujeres que han conquistado los cielos antes que yo: desde las primeras acróbatas, pasando por las mujeres pilotos de la Segunda Guerra Mundial, ***hasta las Mercury 13*** *a principios de los sesenta. Todas esas mujeres han sido mi inspiración y, sin ellas, yo no estaría aquí, así que quería darles las gracias".*

Eileen Marie Collins

Además, las invitó al lanzamiento del Discovery que ella pilotaría.

El sueño se cumplía, una mujer pilotaba una nave espacial. Ocho de las Mercury 13 estuvieron allí presenciando, emocionadas, la trayectoria que con Collins a los mandos trazaba el Discovery en su despegue. Ellas no lo habían podido hacer, pero su semilla había germinado. Treinta años habían tenido que pasar.

—"Nos sentimos redimidas, nuestra lucha no ha sido en vano"

Científicos y espiritistas

✓Mesmerismo
✓Lodge, Joseph
✓Crookes,William

El siglo XVIII es conocido como *"el siglo de las luces" y* en el XIX cristalizaron los cambios apuntados: la consagración de ***la razón*** como fuente del verdadero conocimiento***, la libertad*** individual y de pensamiento como valores esenciales, y el ***progreso y avance de la ciencia y la tecnología*** como medios para mejorar la vida de las personas y crear una sociedad más justa.

La electricidad producida por las pilas de ***Volta*** y el electromagnetismo de ***Ampere y Faraday*** ampliaron el campo de la Física, y ***Lavoisier, Mendeleyev, Dalton y Prust*** pusieron los cimientos de la Química moderna. Los átomos estaban a punto de ser "redescubiertos" gracias a los experimentos de ***J.J. Thomson.***

El ***término "científico"*** fue acuñado entonces (en 1883, por William Whewell), en sustitución de "filósofo natural", usado hasta entonces.

Desde otra perspectiva, el ser humano, siempre sorprendente, nos muestra en esta época una cara que podría parecer opuesta al positivismo de la ciencia: ***el espiritismo***, que sedujo a científicos de primer nivel.

Franz Mesmer (1734-1815) fue un médico vienés que inventó la llamada ***Astrología Médica,*** la cual, como toda pseudociencia que se precie, juntaba teorías científicas, las amasaba con fenómenos sin explicación y misteriosos fluidos, y extrapolaba el conjunto para llegar a conclusiones que de científicas tenían poco, pero que eran consumidas con avidez por un tipo de gente que nunca falta.

Según ***el mesmerismo*** existe un fluido invisible que hace funcionar el cuerpo humano y cuyo desequilibrio es la causa de todas las enfermedades; lógicamente, Mesmer, según sus propias palabras, conocía la manera de controlar todo esto siendo capaz de ordenar lo desordenado y hacer funcionar lo estropeado.

El llamado ***magnetismo animal*** fue sumamente popular y Mesmer era capaz de encauzarlo y devolverlo a sus condiciones óptimas, usando imanes al principio y luego, ya

puestos, sus propias manos, de las que emanaba un misterioso poder magnético capaz de solucionar todos los males de los creyentes.

¿Resultaba el mesmerismo? … Bueno, alguien siempre sanaba y si tienes la suerte de que el sanado/a sea una persona conocida y reconocida (lo que sería un/a influencer de hoy día), pues miel sobre hojuelas, y seguro que empiezas a facturar cosa loca. Mesmer, al parecer, curó a la mismísima Mª Antonieta (no me digáis de qué) y a partir de ahí las reuniones de gente pudiente en sesiones alrededor del "baquet", una especie de tina de madera con tubos metálicos introducidos en agua magnetizada que servían de "contactos" para los pacientes a los que Mesmer tocaba con sus manos, fueron cada vez más frecuentes y "las curaciones", correspondientemente, aumentaron. El propio Mozart era un ferviente admirador de Mesmer y su magnetismo animal.

"Baquet" usado por Mesmer
Fuente: Wikipedia

El mesmerismo estuvo muy de moda en la primera mitad del s. XIX, a pesar de que una comisión investigadora creada a finales del XVIII y formada por gente tan notable como ***Lavoisier***, el padre de la química moderna, ***Benjamín Franklin*** (científico) y ***Guillotin*** (médico, y "padre" de la guillotina), dictaminaron que el fluido que Mesmer presuntamente manipulaba no existía y que todo era un engaño manifiesto sustentado en la autosugestión de los pacientes.

En 1873 ***J.C. Maxwell*** publica ***su Tratado de Electricidad y Magnetismo***, una obra que muchas veces se compara con los Principia de Newton, en la que se unifican los conocimientos que hasta la fecha se tenían sobre electricidad y magnetismo.

Las ecuaciones de Maxwell preveían la existencia (teórica) de las ***llamadas ondas electromagnéticas*** y todo hacía pensar que ***la propia luz era una de estas ondas***.

En esa época todo el mundo admitía que una onda necesitaba para su propagación un medio material, por eso lo científicos recurrieron a proponer la existencia de una sustancia, hasta entonces nunca observada: ***el éter***, que serviría de soporte material para la propagación de las ondas electromagnéticas.

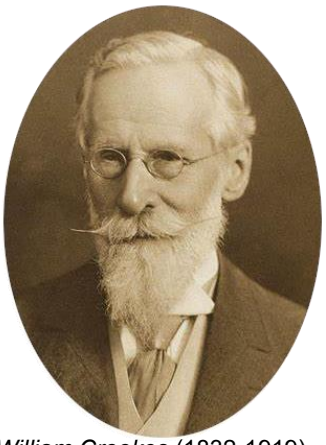
Oliver Joseph Lodge (1851-1940) fue uno de los primeros científicos que se interesó en la producción y detección de dichas ondas, lo que implicaba estudiar y comprender las propiedades del fantasmagórico "éter".

Director de la universidad de Birmingham, Lodge había sido premiado con la medalla Rumford de la Real Sociedad Británica para el avance de la Ciencia y nombrado Sir por el rey Eduardo VII en 1902, pero pocos años después la tragedia entró en su vida: su hijo pequeño, ***Raymond Lodge***, muere en combate durante la Primera Guerra Mundial.

Inspirado por algunas investigaciones sobre telepatía que había efectuado hacía unos años, las (todavía) misteriosas ondas electromagnéticas, y la posible existencia del éter (que él seguida considerando a pesar de que la Teoría de la Relatividad ya lo había relegado al cajón de los trastos inútiles), pero sobre todo martirizado por el inmenso dolor de la pérdida de su hijo, considera la existencia de otro mundo, otra "materialidad", y la posibilidad de establecer una conexión.

Y el que había sido científico se transformó en un convencido espiritista llegando incluso a interesar en sus investigaciones a ***Hertz*** y al propio ***Planck***, quien con el inicio del s. XX había abierto la puerta de un mundo casi tan desconcertante y misterioso: ***el mundo cuántico***.

William Crookes (1832-1919), químico inglés y notable científico, era miembro de la Royal Society, fundador de la revista científica ***Chemical News***, Sir e inventor del archiconocido "***tubo de Crookes"***, usado para estudiar la conductividad de la electricidad por los gases y que sirvió para el descubrimiento de ***los rayos catódicos***. Además, tiene en su haber el ***descubrimiento de un elemento químico: el talio***. Crookes, además de por su capacidad científica y por sus descubrimientos, ha pasado a la historia como un ferviente defensor del espiritismo e investigador de los ***fenómenos mediúmnicos*** (poderes de los médiums).


William Crookes (1832-1919)

Crookes mantuvo al principio una posición de cierto escepticismo. Incluso llegó a analizar en condiciones controladas, y en su propio laboratorio, algunos de los fenómenos paranormales, desenmascarando a presuntos médiums, pero uno de ellos, ***Daniel Douglas***

Hume, exhibió ante Crookes sus poderes para la levitación, la telekinesia (mover objetos con la mente) y la clarividencia, convenciéndolo de sus excepcionales poderes. A Hume nunca pudo probársele ningún fraude, aunque otro gigante de la época, Faraday, lo consideraba, simplemente, "un buen ilusionista".

La cosa no quedó ahí, Crookes, en determinada época de su vida, apoyó a una médium de solo quince años, ***Florence Cook***, quien era capaz de que el espíritu de una joven (***Kaine King***) se materializara, siendo incluso fotografiado varias veces por Crookes.

Lo cierto es que el supuesto espíritu se parecía muchísimo a la propia Florence y hay fundamentadas reservas sobre las elogiosas afirmaciones de Crookes quien, al parecer, mantuvo un romance con Cook lo que, muy probablemente, lo llevó a complicidades poco claras. Ya se sabe que el amor es ciego y Crookes, además, era corto de vista.

No obstante, hay que decir en su descargo que tras abandonar los devaneos con el espiritismo (aunque no del todo), recuperó su carrera como científico, inventando el famoso tubo que lleva su nombre, precursor de los tubos fluorescentes.

Todos podemos tener una mala época, ver lo que no hay y negar lo que deberíamos ver con claridad, y en ese "todos" están también incluidos los grandes científicos y Premios Nobel, porque, al final todos somos humanos, vulnerables e indefensos ante la muerte de los seres queridos, por ejemplo.

La diferencia entre ciencia y pseudociencia está bastante clara, la primera te va a hablar de lo que está probado y/o demostrado, dejando bien claros los límites y las zonas de inseguridad; la segunda te va a vender lo que se desconoce, lo que no sabemos y, seguramente, argumentará que *"la ciencia no lo sabe todo, puede haber cosas desconocidas"*. Vale, pero, por favor, no me vendas lo que no sabemos.

Bolígrafos y cafeteras

✓Biro, Ladislao
✓BIC, bolígrafo
✓Temperatura de ebullición

El bolígrafo es una de esas maravillas cotidianas donde se usan principios físicos y químicos para facilitarnos la vida. ¿Cuál ha sido el proceso que condujo a la invención del humilde "boli", la "birome" en Argentina o el "biro" en los países anglosajones?

No hace falta ser un experto en etimología para darse cuenta de que "bolígrafo" significa literalmente "escritura con una bola" o algo similar. El *"biro"* de los anglosajones o la *"birome"* argentina proceden del apellido de ***Ladislao José Biro***, un periodista húngaro nacionalizado argentino y afortunado inventor de ese objeto tan cotidiano como útil que permanece prácticamente igual que cuando fue inventado ¡en 1943!

Ladislao Biro
Fuente: Wikipedia

La propia hija de Ladislao Biro cuenta en la página web de la ***Fundación Biro*** que la idea se le ocurrió a su padre observando cómo se imprimían los periódicos mediante un rodillo empapado en tinta, pero la cosa no fue sencilla había que resolver varios problemas.

Ya anteriormente se había intentado sustituir la punta de las plumas estilográficas por una bolita, pero en ninguno de los intentos el invento había funcionado adecuadamente. La razón: se usaba la misma tinta que la empleada en las plumas estilográficas. Laszlo se dio cuenta de que había que fabricar una más viscosa y de secado casi instantáneo. Necesitaba a un químico, pero por suerte tenía uno muy cerca: su hermano ***Georg Biro.***

Los Biro eran de origen judío y en el inicio de la 2ª Guerra Mundial se vieron obligados a emigrar a Buenos Aires, donde, Biro, registró su invento el 19 de junio de 1943.

La "esferográfica", como fue conocida al principio, parecía que acababa con el reinado de la pluma estilográfica, pues era limpia, proporcionaba una escritura continua, estaba permanentemente cargada y podía escribir en cualquier posición.

La bolita que tiene en la punta, y de la cual toma el nombre era, inicialmente, de acero inoxidable; actualmente es de carburo de wolframio, un material especialmente duro

que resiste el roce con el papel sin desgastarse. Es un elemento clave y ha de ser fabricada con una precisión del orden de los micrómetros. Han de ser esferas perfectas de 0,9 mm de diámetro que deben ajustar perfectamente en la punta del bolígrafo permitiendo su entintado y rotación, pero cerrándolo herméticamente para evitar que la tinta se escape.

Una década después, el bolígrafo recibió su impulso definitivo de mano del empresario ***Marcel Bich***, quien suprimió la "h" final de su apellido en el lanzamiento del ***Bic cristal,*** que con su característica sección de plástico hexagonal y capaz de escribir entre 3 y 5 km, conquistó el mundo entero, y es que aquello de *"BIC naranja, escribe fino; BIC cristal, escribe normal",* fue una cantinela que quedó grabada en el cerebro de muchas generaciones. El diseño de "los bic" está considerado como un ejemplo, hasta el punto de que forma parte de la colección permanente del Museo de Arte de Nueva York.

Su cuerpo hexagonal no solo proporciona un buen agarre, además se consigue emplear la mínima cantidad de plástico en su fabricación. Su transparencia permite apreciar el nivel de tinta. Un pequeño agujero mantiene la misma presión de aire tanto dentro como fuera, evitando accidentes si cambia la presión; la tinta es empujada hacia abajo por la gravedad y, a partir de 1991, incluso se cortó la parte superior de su icónico tapón para evitar ahogamientos si traga por accidente.

Y si hablamos de escribir comentemos, rápido, como enmendar lo escrito. Las gomas de borrar son de caucho y debido a que sus moléculas interaccionan con el grafito del lápiz, son capaces de tirar de él separándolo del papel.

Los bolígrafos cuya tinta se puede borrar funcionan según el mismo principio: el caucho de la goma es capaz de interaccionar con la tinta arrancándola del papel.

Dejemos de escribir. Mientras nuestro Bic reposa un rato sobre la mesa decidimos tomarnos una pausa y prepararnos un café.

Hagámoslo como lo hagamos, lo fundamental es extraer de los granos de café molidos los componentes esenciales que le dan el aroma, sabor y propiedades estimulantes. Como todos ellos son solubles en agua y, dado que la solubilidad aumenta con la temperatura, lo inmediato es calentar y filtrar para separar la parte sólida (poso). Este es el procedimiento tradicionalmente seguido. Seguro que los más viejos recuerden ***el café de puchero o pota*** que se obtenía según este esquema: echar el café molido en una manga de tela, añadir agua caliente y recoger el líquido filtrado.

En la actualidad esto ya no se hace, y es que ***la cafetera italiana o moka*** fue inventada para proporcionarnos un café sabroso e intenso, pero elaborado de una manera más funcional.

Todos conocemos su estructura: dos cuerpos que se roscan por la parte central. En el inferior se coloca el agua, entre ambos un filtro metálico en forma de embudo donde colocamos el café molido y, por fin, la parte superior, a la que llega el café líquido a través de una torre perforada.

Fuente: http://7 mejor.top

Lo primero que llama la atención, y que va un poco en contra del sentido común, es que la preparación se hace ahora de abajo a arriba, el café asciende, pero todo tiene su explicación.

Al calentar la parte inferior el agua se evapora aumentando la presión en el recipiente, con lo que asciende por el embudo, disuelve el café molido y sube por el tubo hasta la parte superior donde se recoge. Para evitar accidentes se coloca una válvula de seguridad que impide que la presión sea excesiva.

Dicen los entendidos que la temperatura ideal del agua para la preparación del café está sobre los 95^0C, pero el agua asciende porque ***hierve*** en el cuerpo inferior y todos sabemos que su temperatura de ebullición son 100^0 C. ¿Estamos estropeando el café? Pues… ¡no!, porque el vapor acumulado en el recipiente inferior hace que la presión sea elevada y, como la temperatura de ebullición desciende al aumentar la presión, nuestro agua hierve a temperatura inferior a 100^0C proporcionándonos un café con todo su aroma y sabor.

Fuente: http://7 mejor.top

Apuramos el café, sabroso, humeante y reconfortante, la química y la física lo hacen posible, una vez más.

Nuevas minerías

- ✓Minería urbana
- ✓Tierras raras
- ✓Asteroides, minería

Si hablamos de minas, mineros o minería, seguro que nos vienen a la mente oscuras galerías, trabajo penoso y rostros tiznados. La extracción del carbón o de los minerales, requieren este tipo de trabajo: escarbar profundamente en las entrañas de la tierra e ir sacando al exterior los materiales de los que separar la mena de la ganga hasta obtener el producto buscado. Eso se ha hecho así desde tiempos inmemoriales: los hombres nos convertíamos en topos que horadaban largas galerías sin ver la luz del sol durante toda la jornada de trabajo, pero esto está cambiando; ahora, después de decenios de extraer los metales de las profundidades, nos hemos dado cuenta de que ya no es necesario seguir haciéndolo, la materia no se destruye y lo que, trabajosamente, se ha sacado a la superficie debe de seguir ahí, solo es necesario determinar dónde, encontrar las llamadas "minas secundarias", y recuperar lo extraído.

Estamos en la época de lo que se ha denominado ***minería urbana***; los yacimientos no están bajo tierra, sino en la superficie, en las ciudades y en los vertederos, y esto no es ninguna utopía o modernez: el 37% del aluminio y el 40% del acero consumido en Europa en 2015 se obtuvieron gracias al reciclado, así que los vertederos han pasado de ser considerados lugares donde se amontonan toneladas de residuos inservibles, difíciles de gestionar y en eterno crecimiento, a verlos como verdaderos depósitos de las denominadas ***materias primas secundarias***.

Japón es un país en el que la recuperación y reutilización de los metales ya tiene una historia. Las aproximadamente 5000 medallas concedidas a los deportistas que participaron en los Juegos Olímpicos de Tokio 2020 (celebradas en 2021) se fabricaron con oro, plata o broce obtenidos a partir de más

de seis millones de móviles donados por los ciudadanos. De ellos se recuperaron 32 kg de oro, 3500 kg de plata y 2200 kg de bronce.

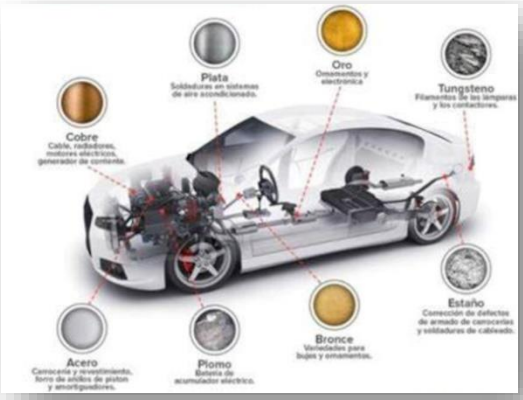
"El metal se puede recuperar y volver a utilizar infinitas veces, sin perder ninguna de sus propiedades", son palabras de Alicia García-Franco, directora general de la Federación Española de Recuperación y Reciclaje (FER), publicadas en El País (junio 2022). Así, que lo que ha salido de las entrañas de nuestras minas puede tener mil vidas, liberándonos de la amenaza del agotamiento de las materias primas.

Para muestra un botón: de los 83 elementos estables (no radiactivos) que se recogen en la tabla periódica, al menos 70 se pueden encontrar en nuestro teléfonos móviles.

Cuando hablamos de metales no nos referimos solo a los típicos: Au, Ag, Cu, Al, Pb… también a aquellos mucho más exóticos y escasos, los lantánidos y los actínidos: Nd, Eu, Gd, Dy… etc., que junto con el Sc, Y y La se agrupan bajo el revelador nombre de ***"tierras raras".*** Y lo que es la vida… los raritos del S.P. se han convertido en imprescindibles en la industria de la electrónica, la informática o la defensa:

- ***Nd*** para los imanes de nuestros discos duros
- ***Y y Eu*** en las pantallas planas de TV, de móviles, tablets u ordenadores
- ***Dy, Nd, Pr Sm y Tb*** para los móviles
- ***Dy, La, Nd y Pr*** en los coches híbridos

Un dato: Toyota necesita 10 000 t/año de tierras raras, cuya producción mundial está controlada prácticamente al 100% por China desde 1985, año en el que sustituyó a EE. UU. como mayor productor tras agotarse la mina de Mountain Pass, en California, clausurada en 2002 por falta de rentabilidad.



Uno de los grandes problemas de la minería de las tierras raras es que la riqueza de los minerales es muy baja. Hay que remover una cantidad enorme de tierra y generar toneladas ingentes de desperdicios de elevada toxicidad que generan un enorme impacto ambiental, pues para extraer los metales es necesario disolver los minerales con ácido sulfúrico o nítrico que contaminan los lodos resultantes.

En ***Baotou*** (Mongolia Interior) se localiza la mayor mina del mundo de tierras raras. En 1950 esta ciudad contaba con unos 97 000 habitantes, hoy día supera los 2 500 000.

En abril de 2015 Tim Maughan ("Mougn") un periodista de la BBC visitó la ciudad y escribió un revelador artículo titulado *"El lago distópico llenado por la lujuria tecnológica del mundo"*. Para muestra, un párrafo:

> *"Las empresas de tecnología nos instan a actualizarnos continuamente, a comprar la tableta o el teléfono más nuevo… pero me es imposible olvidar que todo comienza en un lugar como Bautou, a orillas de un terrible lago tóxico que se extiende hasta el horizonte."*

Baotou (Mongolia Interior)
Weng Huam/Chinafotopress

Frente a la desoladora estampa que Maughan nos muestra, la minería urbana pretende recuperar los metales de los vertederos para no tener que seguir aumentando las superficies dedicadas a lagos negros y ácidos.

En España el 80% del Cu; el 75% del Al y el 100% del Pb son reciclados. Las tierras raras u otros metales como el In o el Ga, usados en cantidades de miligramos, son más difíciles de recuperar pues requieren un proceso costoso. Solo hay tres plantas en Europa capaces de hacerlo mediante ***procesos hidrometalúrgicos*** y son necesarias varias toneladas de móviles para recuperar unos pocos gramos.

No estamos hablando de utopías, en nuestro país existen más de 5000 empresas dedicadas al reciclaje que generan anualmente 10 000 M de euros, el 1% del PIB.

Veamos un ejemplo: de cada tonelada de tierra movida en una mina de oro se extraen unos 5 g del metal; de una tonelada de residuos, 30 veces más: 150 g. Hay posibilidad de negocio y, además, la materia prima parece abundante. En 2019 (último año para el que hay datos) el mundo generó 53,6 M de toneladas de residuos electrónicos. De ellos, solo un 17% fueron reciclados adecuadamente, lo que demuestra que la capacidad de reciclado todavía está muy por debajo de la producción de residuos.

Volviendo a los smartphones, el ciclo de renovación está en unos 18 meses. Solamente en España se desechan 20 M al año. La buena noticia es que se reciclan el 90 % de los materiales. De un móvil de unos 100 g se obtienen 62 g de plásticos, 25 g de Cu y Al y 0,8 mg de otros metales más raros. Junto con los móviles y ordenadores, que tienen una

tasa de reciclado similar, las impresoras y las pilas también son buenos filones. A partir de las últimas se obtienen 2,7 t de Fe y 2,5 t de Zn diariamente.

Según ***Asterank***, una base de datos de los más de 600 000 asteroides conocidos, más de mil de ellos podrían contener millones, incluso cientos de miles de millones de dólares, en materias primas. Solamente tenemos que desarrollar la tecnología necesaria para recogerlos y después utilizarlos como mejor nos convenga, contando con la ventaja de que esta minería no afectaría para nada nuestro planeta, nos ahorraríamos los daños medioambientales que la minería terrestre ocasiona. Pero… ¿es posible?

La respuesta, al parecer, está bastante clara para varias de las empresas que ya se han constituido con el fin de explotar estos nichos de riqueza: ***sí.***

Asteroid Mining Corporation (AMC) desarrolla actualmente un proyecto con el cual se pretende recuperar el platino que contiene el asteroide ***1986DA***, de unos 3 km de diámetro y situado a una distancia media del Sol de 2,8 ua, pero que llega a estar a solo 0,19 ua de la Tierra en su posición de máxima aproximación.

http://www.asteroidminingcorporation.co.uk

Según los datos que se manejan se estima que contiene unas 100 000 t de Pt, valoradas en 3 billones de dólares, además de 10 000 t de oro (90 000 M de dólares); 10 000 millones de t de Fe y 1000 millones de t de níquel.

La empresa asegura haber desarrollado la capacidad tecnológica necesaria para hacerlo e incluso han sido diseñado un plan.

Podríamos decir, entonces, que la época de los mineros tradicionales está llegando a su fin, las minas futuras no estarán bajo la superficie del planeta, sino en los vertederos o fuera de nuestra atmósfera, en lejanos asteroides que perforaremos para extraer metales ya escasos en la Tierra.

Luz más luz, igual a oscuridad

- ✓Contaminación lumínica
- ✓Bortle, escala
- ✓Cortisol
- ✓Melatonina

El libro *"El fin de la oscuridad. El ocaso de la noche en la era de la luz artificial"* fue escrito en 2013 por el estadounidense ***Paul Bogard*** y se organiza siguiendo la llamada ***escala de Bortle***, establecida por el astrónomo John E. Bortle para medir la oscuridad de los cielos. La escala tiene 9 niveles: el ***nivel 1*** corresponde a los cielos más oscuros de nuestro planeta, donde podemos ver las estrellas más tenues y la Vía Láctea con todo detalle. El ***nivel 9***, sería el cielo visto desde el centro de una ciudad, de color casi blanco, solo somos capaces de distinguir un puñado de estrellas, las más brillantes.

Escala de Bortle. Fuente: Wikipedia

Esta diferencia en la tonalidad del cielo es debida a la contaminación lumínica y es que en palabras del propio *Bogard "vistos desde los satélites los continentes de nuestro planeta parecen estar en llamas"*.

¿Nos perdemos algo por iluminar la oscuridad? ¿Acaso no es mejor la claridad que la oscuridad?... Bueno… el cielo que nosotros conocemos tiene poco que ver con el que contemplaba la gente de principios del s. XX, por ejemplo. Casi ninguno de nosotros puede

imaginarse (porque nunca lo ha visto) un cielo que en la escala de Bortle sería tipo 3, correspondiente a un cielo rural con unas pocas luces en el horizonte.

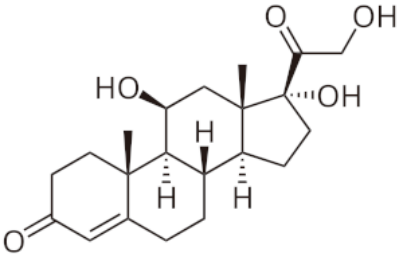
Además, aunque nos pueda resultar extraño, hay formas de vida que dependen, en mayor o menor medida, de la oscuridad.

Nosotros también nos vemos afectados por esa sobre iluminación. Nuestro organismo también responde a los ciclos diarios luz – oscuridad. Necesitamos saber cuándo velar y cuándo dormir y para eso generamos y procesamos mensajes químicos que nos predisponen al sueño o a la vigilia. Si el estímulo exterior es confuso tal vez nuestra respuesta también lo sea y los patrones del sueño se vean afectados.

Los ritmos circadianos (del latín *circa*, "alrededor de" y *dies*, "día") sirven para adaptar nuestras necesidades fisiológicas al ambiente.

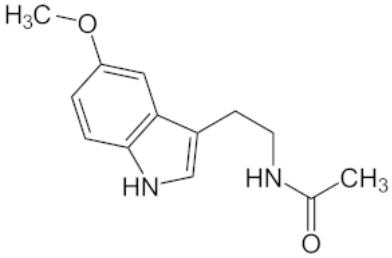
Cuando es de día necesitamos estar despiertos y activos, y la noche trae consigo la somnolencia y el sueño reparador, todo esto está regido por dos hormonas: ***el cortisol y la melatonina***, cuya secreción/inhibición vienen determinadas por la luz brillante, que activa la producción de cortisol e inhibe la de melatonina.

El cortisol es la llamada "hormona del estrés" y aumenta significativamente tras despertar dando lugar a un aumento de glucosa en sangre. Nuestro organismo se prepara para tener a mano la principal fuente de energía que le resultará imprescindible para acometer el aumento de actividad asociado a la vigilia.



Cortisol. Fuente: Wikipedia

Por su parte***, la melatonina u "hormona del sueño"***, también llamada "hormona vampiro", dada su afición a salir por la noche**,** comienza a liberarse al atardecer activada por la falta de luz y, al contrario del cortisol, prepara al organismo para el descanso, alcanzando su pico de madrugada (3-4 de la noche). A partir de ahí, empieza a decaer. La melatonina ralentiza las funciones vitales y advierte a nuestro organismo que ha llegado la hora de cerrar los ojos.



Melatonina. Fuente: Wikipedia

Es fácil deducir que si el ambiente "engaña" a nuestro cerebro (tanto el cortisol como la melatonina se producen en la glándula pineal) y, a pesar de que ha caído el sol nuestros ojos captan luz al estar inmersos en un ambiente fuertemente iluminado, o la luz

que nos llega es muy brillante (como la que recibimos cuando utilizamos pantallas de ordenadores, tablets o móviles), la melatonina no se liberará, el sueño tardará en llegar y las cosas dejarán de funcionar como deberían hacerlo. Por eso, se desaconseja el uso de pantallas antes de irse a la cama o que las bombillas de las lámparas tengan una tonalidad blanco-brillante (como la producida por algunas lámparas LED).

Nosotros, los humanos, somos esencialmente diurnos, por eso tenemos la falsa percepción de que la vida se detiene, o se ralentiza, por la noche, pero esto no es así. Todo lo contrario, casi el 30% de los vertebrados y más del 60% de los invertebrados, son nocturnos, lo que implica que su comportamiento está condicionado por la oscuridad.

Se ha comprobado que las luces artificiales afectan, y mucho a la orientación de las aves en sus migraciones a África en temporada invernal o de vuelta a Europa.

La luz intensa también atrae a los insectos, haciéndolos más vulnerables. Y... ¿es esto algo de lo que tengamos que preocuparnos?... pues sí, porque la naturaleza funciona gracias a un perfecto encaje de sutiles equilibrios. Si falta una pieza, el sistema entero se resiente: si hay menos insectos la polinización se verá comprometida. Si hay menos plantas el CO_2 no se fija y aumenta su proporción en el aire provocando más calentamiento…

Curiosamente la atracción de los insectos por las luces está creando una situación nueva: la extensión de las enfermedades transmitidas por la picadura de los mosquitos, como el dengue o la malaria. En España tenemos el caso del mosquito tigre, transmisor de la fiebre del Nilo.

Decía ***Immanuel Kant*** (1724-1804), el gran filósofo del "Siglo de las luces":

> *"Dos cosas llenan la mente de admiración y temor siempre nuevos y crecientes:* ***el cielo estrellado*** *sobre mí,* ***y la ley moral*** *dentro de mí".*

Se nota que, entonces, los cielos llenos de estrellas, producían esa mezcla de admiración y temor. En la actualidad, la mayor parte de las estrellas han sido opacadas por el resplandor de luces que ya no encendemos solo para ver, también para alimentar nuestro ego. El interés por los cielos se ha desplazado hacia las pantallas de brillante luz que nos mantienen dando la espalda a las estrellas que inspiraron a Kant y a tantos otros.

Esperemos que la ley moral, que debería de estar dentro de nosotros, sobreviva.

¿Hay alguien ahí?

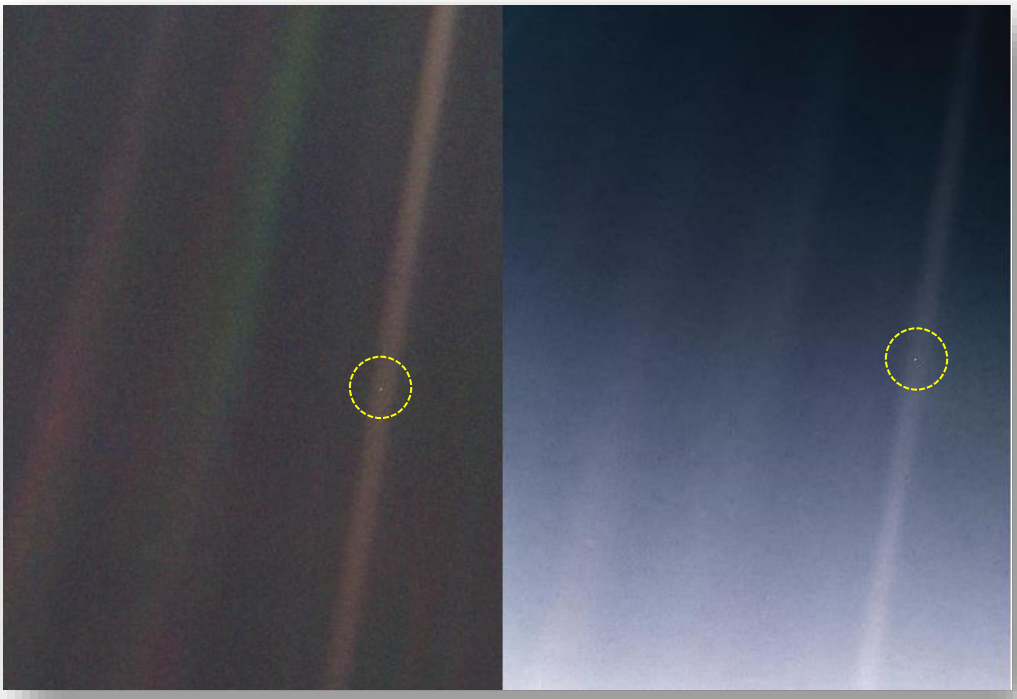
✓Vida extraterrestre

✓Drake, ecuación de

✓SETI, proyecto

Las sondas Voyager (Voyager 1 y Voyager 2) fueron lanzadas en 1977 con el fin de llegar a los planetas más exteriores de nuestro sistema solar. Llevan a bordo un disco de oro en el que los humanos nos presentamos y mostramos parte de nuestra cultura: música, una muestra de las diversas lenguas, sonidos de nuestro planeta, imágenes…

El objetivo principal no es que el mensaje sea descifrado, simplemente se pretende enviar un saludo de una civilización inteligente a otras que pudieran vivir en algún lugar del cosmos. Además, la Voyager 2 nos sirvió para hacernos una idea del lugar que ocupamos en el firmamento, y es que cuando estaba a la altura de Saturno, a una distancia de 6000 M de kilómetros (la luz, que viaja a 1000 Mkm/h tarda en llegar desde allí 6 h) giró su cámara para hacer una "fotografía de familia" de los planetas del Sistema Solar. La correspondiente a nuestro planeta muestra varias bandas coloreadas, resultado de la reflexión de la luz solar en la nave, y en una de ellas se puede apreciar con bastante dificultad (hay que forzar la vista) un pequeño punto azul pálido: nuestro planeta.



Fotografía tomada por la Voyager 1 en 1990 (distancia: 6000 M de km, órbita de Saturno).
En el interior del círculo se aprecia un pequeño punto luminoso: el planeta Tierra.
Izquierda: original (1990). Derecha: fotografía reprocesada por la NASA en 2020.
Fuente: Wikipedia

La imagen inspiró a Carl Sagan una profunda y bella reflexión:

> *"Mira ese punto. Ahí está. Eso es nuestro hogar. Eso somos nosotros. En él están todos los que amas, todos los que conoces, todos de los que alguna vez escuchaste, cada ser humano que ha existido. La suma de todas nuestras alegrías y sufrimientos, miles de religiones seguras de sí mismas, ideologías y doctrinas económicas, cada cazador y recolector, cada héroe y cobarde, cada creador y destructor de civilizaciones, cada rey y campesino, cada joven pareja enamorada, cada madre y padre, niño esperanzado, inventor y explorador, cada maestro de la moral, cada político corrupto, cada "superestrella", cada "líder supremo", cada santo y pecador en la historia de nuestra especie, vivió ahí… en una mota de polvo suspendida en un rayo de sol".*

Ese pequeño punto azul pálido es el único lugar del universo en el que sabemos que existe vida inteligente: nosotros, los humanos. Pero… dada la inmensidad del universo ¿qué probabilidad hay de que pueda haber vida inteligente en algún otro lugar?

La primera aproximación teórica al problema tal vez sea la conocida como ***ecuación de Drake***, dada a conocer a principios de la década de los sesenta del s. XX.

La ecuación es una simple multiplicación de siete factores cuyo resultado nos da el número de civilizaciones de nuestra galaxia con capacidad para comunicarse con nosotros. Tengamos en cuenta que al ser un producto de factores con que uno de ellos sea nulo, el producto también lo sería:

$$\boxed{N = R \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot L}$$

- ***N****: número de civilizaciones* ***tecnológicamente avanzadas***
- ***R****:* ***número total de estrellas*** *en la Vía Láctea*
- ***fp****: fracción de esas estrellas* ***que tienen sistemas planetarios***
- ***ne****: número de* ***planetas apropiados para la vida*** *en cada sistema planetario*
- ***fl****: fracción de esos planetas donde* ***se desarrolla vida***
- ***fi:*** *fracción de esos planetas donde se* ***desarrolla la inteligencia***
- ***fc****: fracción de esos planetas capaces de* ***comunicarse con señales de radio***
- ***L****: fracción de tiempo de vida del planeta que* ***vive la civilización***

Salta a la vista el principal problema de la ecuación: evaluar correctamente cada uno de los factores. La primera evaluación llevada a cabo por Drake y su equipo en 1961 arrojó un valor ***de diez posibles civilizaciones***, lo cual no está nada mal. Desde entonces se han

reevaluado cada uno de los factores o se han introducido otros no contemplados en la ecuación original, obteniéndose valores tan dispares como ***una sola civilización o 10 millones***, por lo que su utilidad está bastante cuestionada.

En 2013, ***Sara Seager,*** una astrónoma del MIT, propuso una ecuación similar centrada en la probabilidad de encontrar planetas con signos de vida: si consideramos únicamente las estrellas del tipo M, las más comunes, la ecuación predice que ***al menos dos planetas con vida podrían descubrirse en la próxima década.***

Según C. Sagan para que la vida pueda surgir son necesarias, al menos, tres cosas:

1. ***Espacio***. Esto es, muchos lugares potenciales en los que pueda desarrollarse.
2. ***Materia orgánica***, abundante y diseminada.
3. ***Tiempo:*** millones de años para posibilitar que la evolución de lugar a la vida.

Extraña que no se mencione la necesidad de ***una fuente de energía***, aunque nos podemos imaginar que Sagan la daba por supuesta al existir una estrella próxima.

Nuestro universo tiene las tres (cuatro) y, en este sentido, es posible que la vida haya surgido en otros lugares; no obstante, como alguien dijo: "*En este tema hay mucho ruido y poca ciencia"*, porque una cosa es hablar de vida (simplemente microscópica) y otra de vida inteligente y con un desarrollo tecnológico importante. Sí que es evidente que si recibimos un mensaje del cosmos no puede ser de alguien menos desarrollado que nosotros, sino bastante más avanzado y, volviendo a C. Sagan *"... quizás tan avanzado como nosotros lo estamos respecto de las hormigas o los gusanos".* Así que podemos preguntarnos, ¿tenemos nosotros interés en comunicarnos con las hormigas y los gusanos?

Pero si seguimos interesados, quizás lo primero que debamos tener claro es dónde buscar. Para ello los astro biólogos rastrean lo que llaman ***biofirmas:*** moléculas como el agua, el oxígeno o el metano, isótopos… etc. Basándonos en esto, el lugar más apropiado para albergar vida en el sistema solar (además de la Tierra, claro) son dos lunas: una de júpiter, ***Europa***, y otra de Saturno, ***Encelado***. Ambas tienen agua líquida bajo una capa de hielo superficial y, seguramente, una fuente de energía interna.

¿Y si posibles civilizaciones extraterrestres trataran de comunicarse?

SETI (***S****earch for* ***E****xtra* ***T****errestrial* ***I****ntelligence)* es el acrónimo de "*búsqueda de inteligencia extraterrestre*"; el proyecto funcionó durante dos décadas, hasta 2020, fecha en la que el radiotelescopio de Arecibo (Puerto Rico) dejó de estar en servicio.

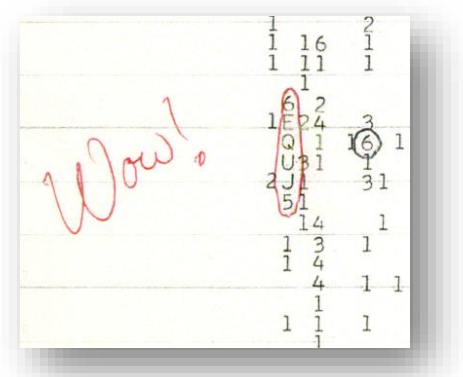
Durante este tiempo casi nada que reseñar, desde luego nada que pueda asociarse inequívocamente a señales de una civilización extraterrestre. Lo más parecido, tres emisiones detectadas cuyo origen no está del todo claro:

- ***Señal WOW****,* captada por el radiotelescopio Big Ear, Ohio, en agosto de 1977: un sonido agudo de intensidad variable. Duró poco más de un minuto y provenía de la zona donde está la constelación de Sagitario, concretamente de las proximidades de la estrella Tau Sagittari.

  Audio señal WOV: fisquiweb.es/HistoriasClase/Wov.mp3

  A pesar de que se han hecho repetidos intentos no se ha vuelto a detectar,

  En 2017 (40 años después) un estudio realizado por un grupo de investigadores del Center of Planetary Science propuso que muy probablemente la señal fue debida a la interacción de la nube de hidrógeno de un cometa con la luz solar. Efectivamente, dos cometas pasaron por esa región del espacio en agosto de 1977.

  6EQUJ5: Secuencia que indica la posible señal. Jerry R. Ehman anotó al lado la exclamación Wov!
  Fuente: Wikipedia

  También se dieron otras explicaciones, pero ninguna plenamente aceptada por la comunidad científica, así que, actualmente, ***WOV sigue siendo la señal que tiene más posibilidades de tener un origen extraterrestre*** según algunas opiniones.

- ***FRB 121 102***: "*ráfagas de radio rápidas*". Son pulsaciones que duran unos milisegundos. Fueron detectadas en 2007 por un telescopio de Australia y provienen de una galaxia enana situada a 3000 M de años luz de la Tierra.

  Se ha detectado varias veces y se cree que pueda provenir de un pulsar cercano a un agujero negro.

  Audio señal FRB fisquiweb.es/HistoriasClase/FRB.mp3

- ***Señal BLC1.*** Detectada en 2019 y hecha pública en 2021. Proviene, aparentemente, de próxima Centauri la estrella más próxima a nosotros, situada a 4,2 a. l. Presenta un corrimiento hacia el azul, compatible con el movimiento de un exoplaneta que orbita dicha estrella, lo que quiere decir que podría haber sido emitida desde él. Duró 30 h y no se ha vuelto a detectar,
  Audio señal BLC: fisquiweb.es/HistoriasClase/BLC1.mp3

"Lo más probable (al 99%) es que tenga origen humano", afirma Pete Worden, uno de los científicos que ha realizado el descubrimiento. Se supone que fue debida a interferencias del mismo telescopio.

Tengamos en cuenta que es difícil eliminar las señales humanas. Un teléfono móvil puede producir una señal mayor que la proveniente de un planeta situado a años luz.

Debemos tener en cuenta que si recibimos una señal de una supuesta civilización y llegamos a la conclusión de que tiene origen extraterrestre ¿es eso evidencia de que existe actualmente tal civilización? La señal puede haber sido emitida antes de que la Tierra existiera (4500 M años), así que es posible que dicha civilización ya se haya extinguido.

Dejemos el primer canal de evidencias y vayamos a otro, tal vez más sugestivo para casi todo el mundo. ¿Hay evidencias, directas, contacto físico o visual con extraterrestres?

En septiembre de 2023 el mundo entero pudo ver lo que, al parecer, eran cuerpos "no humanos" en la comparecencia que ante el Congreso de México tuvo el ufólogo ***Jaime Maussan***: unos esqueletos de aspecto humanoide con solo tres dedos en las manos, que habían sido recuperados en una mina de Perú en 2017, cerca de las famosas líneas de Nazca.

"Humanoide" descubierto por J. Maussan.
Fuente: The Sun

Aunque el objetivo de la sesión parlamentaria era que México fuera el primer estado que reconociera la existencia de vida extraterrestre, la cosa quedó en pura anécdota ya que una investigación del Instituto de Medicina Legal y Ciencias Forenses de Perú consideró que eran "*muñecos manufacturados hechos con huesos de animales*".

En 1947 en ***Roswell (Nuevo México)*** un objeto volador desconocido se estrelló. Aunque el gobierno de los EE. UU mantiene que no ha ocurrido nada de naturaleza anormal o extraterrestre, los ufólogos consideraron que había sido una nave extraterrestre de la cual el ejército había recuperado cuerpos de alienígenas. Se piensa que se trató de un globo espía utilizado para detectar pruebas atómicas de los soviéticos.

Roswell Daily Record

RAAF Captures Flying Saucer On Ranch in Roswell Region

Claims Army Is Stacking Courts Martial

House Passes Tax Slash by Large Margin

No Details of Flying Disk Are Revealed

Some of Soviet Satellites May Attend Paris Meeting

Miners and Operators Sign Highest Wage Pact in History

Portada de un periódico de Roswell (08/07/1947) anunciando la captura de un platillo volante.
Fuente: Wikipedia

El incidente se convirtió en un clásico de la ufología dando lugar a libros, series de televisión, películas de cine, oleadas de turistas en Roswell e incluso piezas de rock duro:

"They came to visit in secret
But something really happened
They lost control and crashed in Roswell in 1947"

Roswell 47. Hypocrisy

A mediados del mes de septiembre de 2023 todos los medios y RR. SS. se hicieron eco de que: *"La NASA se toma en serio lo de los extraterrestres"*. Efectivamente, la agencia espacial norteamericana anunció el nombramiento de un director de investigación de fenómenos aéreos no identificados (FANI, UAP en inglés), y lo hicieron siguiendo la recomendación de un equipo independiente de dieciséis expertos que habían estudiado algunos fenómenos "inexplicables", sobre todo vídeos de avistamientos de extraños objetos voladores hechos por pilotos de la fuerza aérea americana.

La conclusión de este equipo fue que la baja calidad de las imágenes hace imposible dar una explicación fiable. Según Nicola Fox, jefa de la Misión Científica de la Agencia Espacial Estadounidense: "*Los OVNIS son uno de los mayores misterios de nuestro planeta y esto se debe a la cantidad limitada de datos de alta calidad".*

La creación del nuevo departamento es fundamental para dejar de ver los UAP como algo sensacionalista y empezar a estudiarlos como un fenómeno puramente científico.

La nieve, el caballo, el fetty y el crack

- ✓Alcaloides
- ✓Fentanilo
- ✓Oxicodona
- ✓Marihuana

Si vas al médico y comentas que tienes un dolor, seguramente te mandarán que lo valores del 0 al 10. Tu impresión será luego traducida a la escala numeral del dolor establecida por la OMS: dolor leve de 0-2; moderado de 3-6; severo de 7-8 e insoportable de 9-10. Para el tratamiento se emplean ***analgésicos no opioides*** para los dolores leves, ***opioides débiles*** para el dolor moderado y los ***opioides fuertes*** para los dolores severos. La palabra *"opioide"* es aquí la protagonista y es empleada para referirse a las sustancias obtenidas a partir del opio o que tienen efectos semejantes a él. Veamos, pues, qué es el opio.

Si a la planta ***adormidera*** se le hacen cortes aparece un jugo blanco***, el opio,*** que al secarse se convierte en una resina marrón, ***el opio en bruto***. Si se deja secar durante más tiempo pierde más agua y termina convertida en una piedra oscura y cristalina. Del opio se extraen ***la morfina y otros alcaloides como la heroína o la codeína.***

Adormidera y opio
Fuente: https://www.weltseher.de

La producción y comercio del opio tuvo una enorme importancia durante el s. XIX, llegando a originar dos guerras (Guerras del Opio), la primera entre China y el imperio británico, y entre China y los británicos unidos a los franceses, la segunda, ganadas ambas por los europeos que impusieron el libre comercio del opio en el gigante asiático.

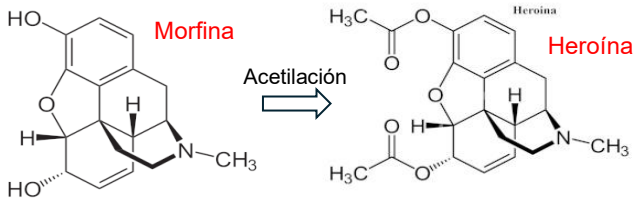
La primera consecuencia fue una epidemia de adición y fumaderos; además, el pago de grandes indemnizaciones terminó colapsando la economía de la zona y los emigrantes chinos se convirtieron en algo común en las minas o en la construcción de ferrocarriles, como mano de obra barata.

Los alcaloides deben el nombre a su carácter básico (álcalis), debido a la existencia en su molécula de heterociclos con nitrógeno.

La morfina (que debe su nombre a Morfeo, dios del sueño), fue aislada a principios del s. XIX y comercializada como analgésico. Adquirió notoriedad durante la Guerra de

Secesión, a mediados del siglo XIX (1861-1865), y como rastro dejó una multitud de adictos que se ocultaban bajo la curiosa denominación de *"la enfermedad del soldado"*.

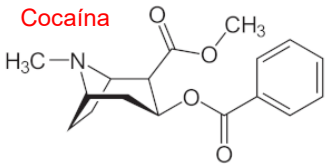
La ***acetil morfina, o heroína,*** es un derivado de la morfina, obtenida por acetilación, que es cuatro veces más potente y con efectos más rápidos. Curiosamente, se puso en circulación como sustituto de la morfina y se comercializó como un supresor de la tos *"que no crea adicción ni otros efectos secundarios*".



Los opiáceos se unen a receptores específicos que tenemos en el cerebro. De esta manera bloquean la percepción del dolor. El inconveniente está en que pueden causar efectos secundarios como náuseas, confusión y somnolencia y ***generan dependencia y tolerancia***, por lo que requieren dosis cada vez más altas.

La codeína o metilmorfina es conocida como antitusígeno. En farmacología se clasifica como un profármaco, pues en el interior del organismo se metaboliza a morfina.

La cocaína, obtenida a partir de la hoja de coca, es probablemente el alcaloide más antiguo y, detrás de la marihuana, la droga más consumida en el mundo. Aunque se conoce desde hace siglos se aisló por primera vez en 1860 y a principios del s. XX se usaba en muchos tónicos, como el ***Vin Mariani,*** una mezcla de vino de Burdeos y hojas de coca que gozó de gran popularidad entre la intelectualidad europea, incluso entre el papado. Se afirma que los papas Pio X y León XIII lo tomaban.



Una variación del Vin Mariani, la ***Pemberton's French Wine Coca,*** fue muy popular en Norteamérica, pero en 1886 el estado de Georgia prohibió el consumo de alcohol y reemplazaron el vino por sirope. La nueva bebida sería la precursora de la ***Coca Cola***; el famoso refresco contenía cocaína hasta que, a principios del s. XX, se sustituyó por cafeína.

El ***clorhidrato de cocaína***, conocido como ***"polvo"*** o ***"nieve"***, es la forma más habitual, las rayas que se esnifan, la droga de los ejecutivos. Ayuda a mantenerse eufórico, lúcido y con una gran capacidad de trabajo. En el lado oscuro encontramos a los adictos harapientos y en oscuros callejones. Los traficantes "cortan" la droga con sustancias como talco, maicena o azúcar. Cuando llega al mercado una droga menos cortada, los

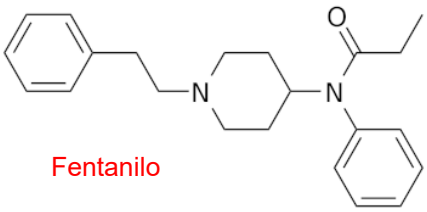
cocainómanos, acostumbrados a consumir determinada cantidad, fallecen por sobredosis. También suele mezclarse con otros estimulantes como las anfetaminas o con heroína (***speed ball***).

El "crack" o "piedra" se obtiene por reacción entre el clorhidrato y el bicarbonato de sodio, lo que rinde una sustancia sólida y cristalina con un punto de fusión por debajo de los 100 ^{0}C, barata y fácil de preparar. Cuando se calienta cruje (de ahí su nombre).

Debido a su bajo precio ***se convirtió en la droga de los barrios pobres*** de Los Ángeles, Houston, Detroit o Filadelfia. Es tremendamente adictivo y sus efectos sobre los pulmones son devastadores: edemas, hemorragias, daños en los alvéolos … etc.

En la droga también hay clases: "nieve" de elevada pureza para mantener alerta y productivos a los altos ejecutivos blancos del centro, y crack cortado con raticida, para los adictos de los barrios pobres y periféricos.

Si la heroína y la cocaína fueron las drogas de las años setenta y ochenta, al final del s. XX y principios del XXI aparecieron nuevas sustancias***, generalmente sintetizadas en el laboratorio,*** que recogieron el testigo.



El fentanilo (fetty), es un opioide que fue sintetizado y aprobado como medicamento para el tratamiento de dolores severos y para la realización de grandes cirugías (sobre todo cirugía cardiaca) en los años sesenta del siglo pasado. Con un poder analgésico cien veces superior a la morfina crea dependencia si su consumo es prolongado. En Norteamérica, su consumo, está adquiriendo las proporciones de una epidemia. Se le considera el responsable de unas 400 000 muertes habidas entre 1997 y 2017.

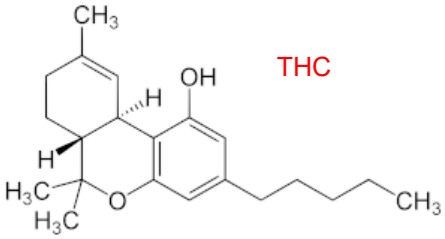
La puerta de entrada al fentanilo para miles de estadounidenses fue el medicamento ***OxyContin***, comercializado por la empresa Purdue Pharma como remedio para dolores no crónicos. Su principio activo, ***la oxicodona,*** pertenece a la familia de los opioides y la tolerancia y la dependencia aparecen si se alarga su ingesta. La existencia de una legislación poco estricta permitió una agresiva campaña que presentaba al OxyContin como el gran remedio contra el dolor, asegurando que no provocaba dependencia.

Realmente la provocaba, dependencia y tolerancia, así que cuando el OxyContin dejó de ser suficiente sus adictos se lanzaron a la calle en busca de opioides más fuertes y se encontraron con el fetty, sintetizado en laboratorios mexicanos y controlados por el cártel de Sinaloa a partir de precursores fabricados en Wuhan (China).

Las droga sintética más famosa (Breaking Bad), ***la metanfetamina o desoxiefedrina,*** te mantiene despierto y mejora la atención. Gracias a su consumo (Pervitín) los soldados nazis se mantenían activos e insomnes durante días haciendo posible la famosa guerra relámpago (Blitzkrieg), durante la cual las unidades alemanas parecían inmunes al cansancio.

Y para relajar un poco el discurso, vamos a bajar un peldaño, dejemos el mundo de las grandes adiciones y hablemos de una droga muy popular y menos adictiva: ***el cannabis o marihuana***, las hojas secas de la planta ***Cannabis Sativa***, considerada una droga psicoactiva y depresora del sistema nervioso al que afecta produciendo sedación.

Sus efectos tranquilizantes se deben a la existencia de gran cantidad de cannabinoides, pero de ellos ***solo el THC (tetrahidrocannabinol)*** es psicoactivo ("coloca"), produciendo relajación, euforia, sensación de hambre, percepción más lenta del tiempo, risa y aumento de la frecuencia cardiaca.



El CBD, cannabidiol, otro de los cannabinoides presentes, no produce los efectos psicoactivos del THC y es usado como ayuda contra la ansiedad y el insomnio y también como analgésico y antiinflamatorio. Actualmente, solo existe un medicamento aprobado por los organismos sanitarios (Espidiolex) utilizado como anticonvulsivo.

Marta Torrens, psiquiatra experta en drogodependencias en el Hospital del Mar de Barcelona, aclara: *"Está bien que podamos usar algún cannabinoide con fines terapéuticos, pero no significa que no pase nada por fumarte un porro"*, advierte. Y recuerda que el cannabis "*sigue en la lista de sustancias que requieren un control estricto porque no ha dejado de ser adictiva"*.

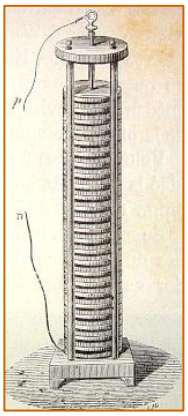
Un invento que da calambre

✓Electricidad
✓Volta, pila de
✓Electromagnetismo
✓Telégrafo

El 13 de julio de 1977 fue un día especialmente caluroso en Nueva York, pero las incomodidades no se acabaron con el final del día. A las 9 de la noche ***un gran apagón*** dejó a oscuras a prácticamente la totalidad de la población, que vivió unas horas de pesadilla: miles de personas atrapadas en los ascensores; cierre de los aeropuertos; túneles de autopistas cerrados por falta de ventilación; 4000 personas evacuadas del metro; caos circulatorio debido al apagado de los semáforos… Es un buen ejemplo de la enorme dependencia que nuestra sociedad tiene de eso que llamamos ***electricidad***, una forma de energía limpia y de fácil acceso; convertible en calor en las estufas, en frío en los frigoríficos, en movimiento en los motores o en luz en las bombillas.

Es bien conocido el asombro que debió mostrar ***Luigi Galvani*** en el último cuarto del s. XVIII cuando su bisturí chocó accidentalmente con el hilo de cobre del que colgaba una de las patas de rana que estaba diseccionando, provocando su contracción. Luigi pensó que estaba contemplando ***la fuerza vital*** que gobernaba los organismos. La llamó ***"electricidad animal".*** Según ***el galvanismo***, esa electricidad se genera en el cerebro y viaja por los nervios hasta los músculos haciendo que estos se contraigan.

Años después otro italiano, ***Alessandro Volta***, construyó un aparato que iniciaría una auténtica revolución: la ***pila de Volta***.



Pila de Volta
Fuente: Wikipedia

La combinación de la pila de Volta y las teorías de Galvani dieron lugar a experiencias bastante macabras, como la llevada a cabo por ***Giovanni Aldini***, quien usando una pila de Volta aplicó electricidad mediante varillas metálicas en diversas partes del cuerpo de un ajusticiado provocando contracciones de los músculos faciales. El cadáver "volvía a la vida".

Seguramente estos experimentos sirvieron de inspiración a la escritora ***Mary Shelley*** a la hora de escribir su famoso ***Frankenstein*** al que se da vida gracias a la descarga eléctrica de un rayo en una noche de tormenta.

Y usando pilas de Volta, que cada vez apilaban mayor número de discos de cobre y cinc, el misterioso fluido eléctrico que circulaba por los cables pudo ser producido y estudiado y el mundo, una vez más, gracias a la ciencia (y a la habilidad de Volta) empezó a cambiar, y para no olvidar al insigne científico su apellido quedó inmortalizado como la unidad de diferencia de potencial (voltio).

Sir ***Humphry Davy*** (1778-1829) tuvo la ocurrencia, a principios del s. XIX, de hacer pasar electricidad a través de disoluciones de diversas sales y comprobó que en el polo negativo (cátodo) se depositaban metales que nadie había visto. Davy se convirtió así en el mayor cazador/descubridor de metales, pues a él se atribuye el aislamiento del manganeso, bario, estroncio, calcio, sodio o boro, todos obtenidos mediante ***electrolisis*** de sus sales.

La electricidad seguía siendo una total desconocida, pero sus efectos eran cada vez más sorprendentes. Como ejemplo, un valiosísimo botón que marcó un hito: el danés ***Hans Christian Oersted (1777-1851)*** observó (1820) que una brújula colocada en las proximidades de un cable por el que circula una corriente se desvía. Fuera lo que fuera lo que circulara por el cable creaba un campo magnético capaz de interaccionar con la aguja imantada de la brújula. ***La electricidad y el magnetismo estaban relacionados.***

Michael Faraday (1791-1867), uno de los grandes nombres de la física, no tenía ningún título ni tampoco había estudiado en ninguna universidad. De familia humilde trabajaba en una imprenta y se dedicaba a leer los libros de ciencia que le traían para imprimir. Así adquirió el suficiente conocimiento para realizar sus propios experimentos e iniciar una carrera que le llevaría muy lejos, pues sus carencias en matemáticas eran suplidas por una creatividad y originalidad de pensamiento poco comunes. A él se debe la creación de lo que se considera el primer motor eléctrico. Nada que ver con lo que hoy tenemos por tal, pero que constituye su esencia: transformar la energía eléctrica en energía cinética. El llamado ***motor de Faraday*** [5], ideado en 1821**,** es simple, pero asombroso: un cable que cuelga e introduce su extremo libre en una disolución acuosa de una sal, casi tocando un imán

[5] Ver en: https://www.fisquiweb.es/Videos/MotorFaraday/MotorFaraday.htm

colocado en el fondo del recipiente. Cuando se conecta la corriente eléctrica el cable describe círculos en torno al imán. En resumidas cuentas, la conjunción de imanes y corrientes eléctrica produce movimiento, luego solo hace falta ponerse a pensar e inventar un dispositivo con el que lograr que un eje, por ejemplo, gire para tener un motor eléctrico.

Un gran avance para el aprovechamiento de la corriente eléctrica fue el descubrimiento atribuido a ***William Sturgeon (1783-1850)*** en 1824.

Sturgeon arrolló un hilo de cobre sobre un trozo de hierro y comprobó que cuando por el hilo circulaba una corriente, el conjunto se convertía en un imán capaz de levantar trozos de hierro de cerca de 4 kg. Se había construido el primer ***electroimán*** de la historia. La electricidad iba camino no solo de sustituir a los animales para hacer girar las piedras de los molinos, también podría facilitarnos la vida levantando pesos considerables.

Humphry Davy Christian Oersted Michael Faraday William Sturgeon

Fuente: Wikipedia

Joseph Henry (1797-1878) ejercía de maestro en Albany (estado de N.Y). Había llegado allí después de pasar por varios trabajos y encontró un excelente método para motivar a sus alumnos: les propuso construir electroimanes cada vez más grandes con los que levantar pesos cada vez mayores. Llegaron a levantar 800 kg, y un buen día, Henry tuvo otra luminosa idea: colocó un pulsador en el cable que conectaba la batería con el electroimán. De esta manera podía interrumpir a voluntad el flujo de corriente. Cuando esta circulaba el electroimán se activaba atrayendo una lengüeta metálica que golpeaba contra el núcleo de hierro produciendo un “clic”. Como el cable podía ser muy largo podía situar el pulsador en una habitación y el electroimán en otra, logrando que quien pulsaba el interruptor pudiera comunicarse con quien tuviera el electroimán, si, previamente, se establecía un código de señales entre ambos. Henry había inventado el ***telégrafo***. Corría el año 1929.

Samuel Morse (1791 -1872) es conocido por ser el inventor del alfabeto de rayas y puntos que lleva su nombre: **"… --- …"** es un mensaje (en morse) entendido por casi todo el mundo: ***SOS***, la señal internacional de socorro. En contra de lo que se cree no tiene ningún significado especial, se eligió esta combinación de letras (a veces asociada a: ***"Save our souls"***) por su simplicidad.

Samuel Morse era un reputado pintor retratista, que a pesar de su fama malvivía de su trabajo, hasta que empezó a interesarse por el trabajo de Henry y consiguió perfeccionar el invento del estadounidense, patentando el primer telégrafo en 1835 (Henry no se había molestado en patentar su invento), por lo que muchas veces aparece como su inventor. A partir de aquí y gracias a los sucesivos perfeccionamientos, las ciudades, e incluso los continentes, ya no estaban tan lejos como su posición geográfica marcaba, sino que la información viajaba, casi instantáneamente, entre ellas. ***La electricidad achicaba las distancias y revolucionaba la vida***: las cosas empezaron a hacerse de otra manera, y el mundo ya no sería igual, todo gracias al extraño fluido que la pila de Volta era capaz de impulsar a través de un cable de cobre.

Samuel Morse
Fuente: Wikipedia

Recién iniciada la última década del siglo ***G.H. Stoney (1826-1911),*** un físico irlandés, consideraba que la corriente eléctrica era debida a la circulación de unas minúsculas partículas, que nadie había visto, y que él bautizó como ***"electrones"***.

Los electrones fueron detectados por primera vez por ***J.J. Thomson*** (1856-1940) en los rayos catódicos. Su masa era muy pequeña y tenían carga eléctrica negativa, lo que permitía controlarlos. La cosa dio para tanto que el estudio, construcción, y perfeccionamiento de estos dispositivos daría lugar, pasados unos años, a la ciencia de ***la electrónica.***

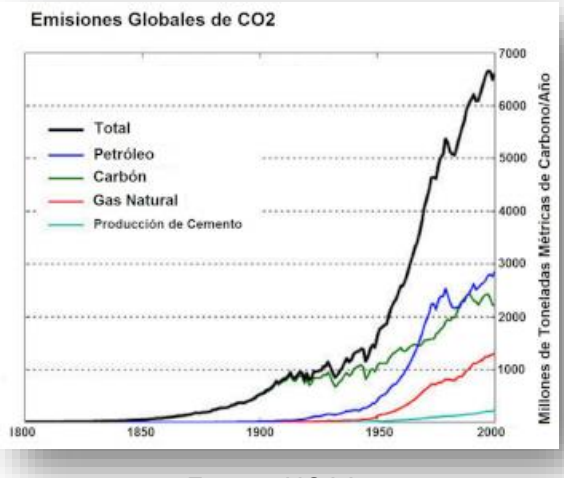
El descubrimiento del electrón permitió comprender cómo funcionaba la corriente eléctrica o por qué las láminas de cobre y cinc de la pila de Volta eran capaces de producirla.

Cazadores de CO_2

✓CO_2, sumideros
✓CO_2, captura
✓CO_2, almacenamiento

En el mundo de la química, igual que en el nuestro, hay gente con buena prensa y otros con notoria mala fama. Nuestra reacción no es la misma cuando oímos la palabra "agua" que "CO_2". Ya empezamos porque "ceodós", es una palabra más áspera, suena bastante peor que "agua. Con "agua" se te ahueca la boca y hasta te produce una agradable sensación y, además, el CO_2 se ha vuelto sinónimo de enemigo que acecha ahí, invisible.

Actualmente obtenemos la mayor parte de la energía por la quema de los combustibles fósiles, fundamentalmente carbón e hidrocarburos. La reacción química correspondiente, de sobra conocida por todos, consume oxígeno y rinde CO_2 y agua en estado vapor. Como el CO_2 acababa en la atmósfera, la proporción de este gas no ha dejado de aumentar desde la revolución industrial provocando cambios climáticos cada vez más evidentes, y es que los enlaces de la molécula absorben energía y se ponen a vibrar y a oscilar, pero por cosas de la cuántica la absorción es muy selectiva. La situación es similar a una máquina expendedora que admitiera solo monedas de euro. Te devuelve el producto si metes una moneda de euro, pero no funciona con una de dos o con dos de cincuenta céntimos.

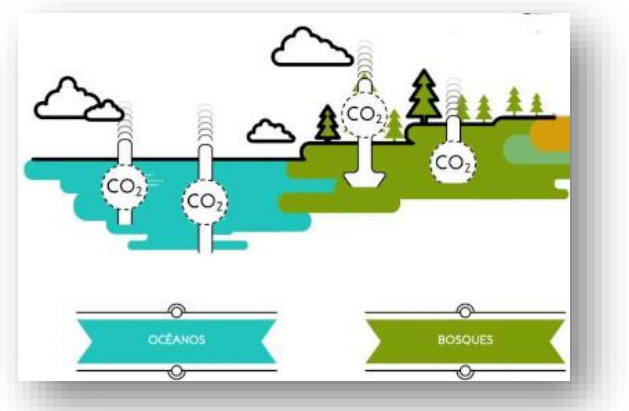


Fuente: NOAA

Las moléculas de CO_2 solo absorben la luz infrarroja, por lo que la mayoría de la luz incidente (pobre en luz infrarroja) llega a la superficie de la Tierra. Una vez que parte de su energía ha sido absorbida, el resto es reflejada, pero tiene una mayor proporción de radiación infrarroja, así que las moléculas de CO_2 se dan un verdadero festín y se ponen a vibrar intensamente. En pocas palabras, el calor que debería escapar hacia el espacio exterior queda atrapado en las capas bajas de la atmósfera, aumentando su temperatura y alterando el delicadísimo equilibrio establecido durante millones de años.

¿Qué hacer? Sabemos, por miles de estudios realizados, que la concentración de CO_2 aumenta de manera exponencial, acercándose a lo que se considera el límite de no retorno, por tanto, ***hay que frenar drásticamente*** el vertido de miles de toneladas anuales, además de empezar a limpiar lo que ya se ha vertido. Tenemos que intentar capturar el CO_2 en exceso. De ello se encargan los ***"cazadores de CO_2".***

Empecemos por el principio, la naturaleza tiene sus propios cazadores de CO_2: ***las plantas, los árboles, los océanos y los suelos.*** Las primeras, gracias a la función clorofílica, son capaces de transformarlo en hidratos de carbono, materia orgánica o madera. ***Los árboles*** absorben también carbono, sobre todo los de maderas duras, aunque necesitan muchos años para crecer. Cuando el árbol muere la madera se descompone y el carbono pasa a formar parte de la biomasa.



Fuente: ACCIONA

Los océanos son los principales sumideros naturales de carbono. El ***fitoplancton*** consume el CO_2 y regresa oxígeno a la atmósfera. Para aumentar la tasa de captación se ha sugerido la adición de micropartículas de hierro al agua. Entre 10 000 y 100 000 átomos de carbono son absorbidos por cada átomo de hierro. No obstante, esta "siembra" artificial no es aconsejable: el CO_2 se disuelve dando ácido carbónico que aumenta la acidez del agua.

Las tierras de cultivo, en principio, ***son emisoras*** ya que las labores de arado las exponen a la oxidación dando CO_2, pero es posible invertir la tendencia recurriendo a lo que se llama ***"labranza de conservación***", a la rotación y diversificación de cultivos o los llamados ***cultivos de cobertura***: trébol, judías, guisantes y otros, que plantados después de la cosecha principal actúan como un "abono verde".

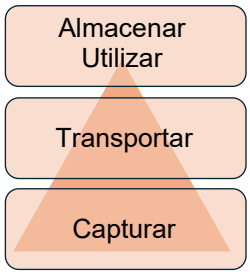
El proyecto Carbon2Mine, financiado por la Unión Europea se desarrollará en Asturias en las cuencas del Nalón y el Caudal y pretende la restauración de áreas mineras recuperando el entorno natural y mejorando la capacidad del suelo para retener el carbono.

Pasemos ahora revista a las ***formas de captura***.

Tengamos en cuenta que en sus informes el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC), advierte que:

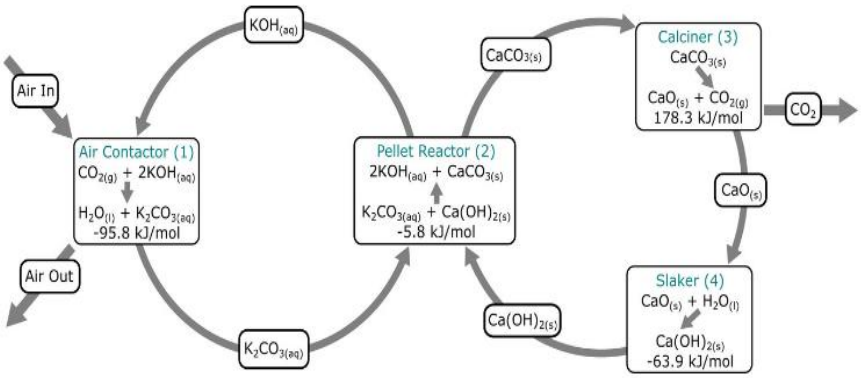
> "N*inguna opción tecnológica proporcionará por si sola la reducción de las emisiones necesaria para lograr la estabilización, sino que se necesitará una cartera de medidas de mitigación, entre ellas la mejora de la eficiencia energética, la preferencia de combustibles que dependan menos intensivamente del carbono, las fuentes de energía renovables, etc.".*

La **C**aptación y **A**lmacenamiento de **C**O_2 (***CAC)*** implica:



Para ***capturar el CO_2*** necesitaríamos separarlo del aire, lo cual no es una labor sencilla, puesto que supone solo un 0,04% en volumen. Ya nos podemos imaginar que procesar volúmenes tan grandes de aire tiene un gasto energético considerable, aunque poco a poco los costes empiezan a ser razonables.

El procedimiento es sencillo desde el punto de vista químico: el CO_2 se hace reaccionar primero con hidróxido de potasio para formar carbonato de potasio. Para poder utilizar el CO_2 es necesario purificarlo y esto se hace acoplando una segunda reacción gracias a la cual el carbonato de potasio reacciona con hidróxido de calcio rindiendo carbonato de calcio que posteriormente se calcina desprendiendo CO_2, mucho más puro, que puede ser utilizado en la síntesis de los combustibles.



https://bit.ly/4i3tZm0

Fuente: https://www.xataka.com

El proceso permite reducir a una cuarta parte el contenido de CO_2 del aire (de 400 ppm a unas 100 ppm), lo que implicaría que a partir de 2025 se retiraría anualmente un millón de toneladas/planta.

La tecnología, conocida como ***DAC*** (Direct Air Capture), imita a las plantas, aunque fija el carbono de forma más rápida.

Algo ha de haber en el proceso porque Carbon Engineering fue comprada por Occidental Petroleum (Oxy), por 1100 M de dólares, y han anunciado planes para construir cien plantas de aquí a 2035. Un dato que dice mucho es que la mayor parte de las petroleras están invirtiendo en tecnologías orientadas a la captura de carbono.

La carbonatación es una técnica que fija el CO_2 convirtiéndolo en carbonatos de calcio y magnesio que permanecerán estables durante largos periodos de tiempo y que después pueden ser almacenados en minas, por ejemplo. El coste del proceso es bastante más bajo (en torno 100 $/t), porque el CO_2 empleado es captado directamente en industrias, centrales eléctricas, minería… etc.

Investigadores de la Universidad Metropolitana de Tokio han publicado un trabajo (2022) en el que afirman que la eficiencia en los procesos de captación del CO_2 atmosférico puede llevarse hasta un asombroso 99%. La responsable sería una amina: la IPDA (3-(aminometil)-3,5,5-trimetilciclohexilamina) capaz de retener casi el 100 % del CO_2 del aire. Además, lo hace velozmente, al doble de la velocidad que se consigue con las tecnologías actuales. Es una noticia esperanzadora.

El transporte se puede realizar con gasoductos o bien con barcos, como los usados con los gases licuados, camiones o vagones cisterna. En EE. UU. más de 2500 km de gasoductos transportan el CO_2 hasta Texas donde es utilizado para extraer petróleo.

Para el almacenaje se propone el ***almacenamiento geológico*** en yacimientos de petróleo y gas, formaciones salinas profundas o antiguas minas de carbón. Una ventaja importante de este método es que las tecnologías necesarias ya existen, pues son las utilizadas en la industria del petróleo y del gas.

Para inyectar el CO_2 se aprovechan vetas de carbón que suelen contener metano. Como la tasa de adsorción del CO_2 es aproximadamente el doble de la del metano, este termina siendo expulsado y el CO_2 ocupa su lugar. Al parecer, es un procedimiento que ha

dado buenos resultados en las pruebas realizadas, pero no está optimizado y se debe garantizar una alta eficiencia en la captura del metano desplazado, ya que como es un gas con un potente efecto invernadero, del orden de veinte veces superior al CO_2, si una parte va a parar a la atmósfera, el remedio sería peor que la enfermedad.

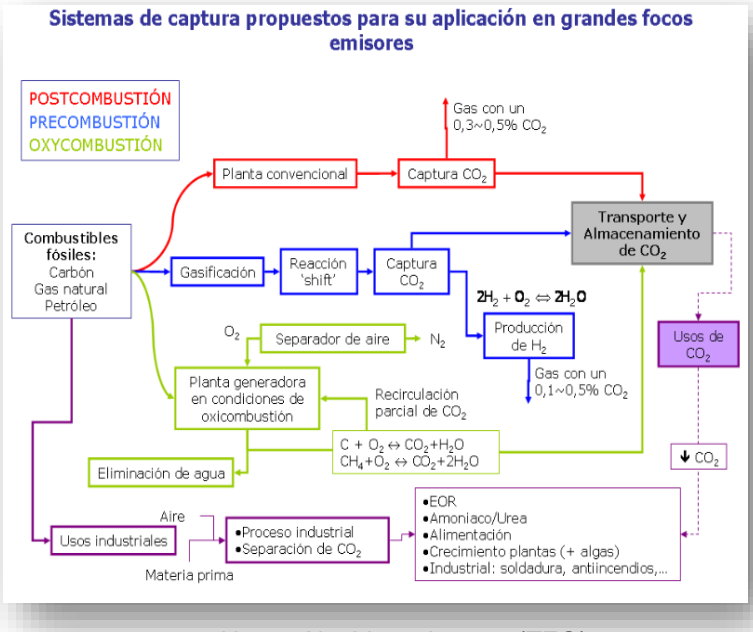
Complementando lo visto hasta aquí nos resta una opción intermedia entre la no emisión y la captura del gas en la atmósfera: la ***captura en las propias industrias emisoras***.

Existen tres tipos de procedimientos diferentes:

Precombustión: Se trata el combustible primario y se convierte en una mezcla de H_2 y CO_2 y se absorbe el CO_2. El H_2, después empleado como combustible, no emite CO_2.

Oxicombustión: El combustible se quema con oxígeno puro, obteniéndose un gas rico en dióxido de carbono y muy denso, que se recoge.

Postcombustión: Es el procedimiento más usado. El CO_2 formado en la combustión se separa. Aunque no es el proceso más eficiente, es el más barato ya que es posible implementarlo en las fábricas convencionales.



Nerea Alcubierre Lorenz (TFG).

¿Es posible alcanzar la neutralidad (emisiones cero) en 2050? Como hemos podido ver existen soluciones. Lo que está claro es que es una tarea en la que la ciencia y la tecnología tienen un papel importantísimo, pero seguramente no pueden hacerlo todo, recordemos que nosotros también podemos contribuir. Hemos de ser conscientes de que el reto también es cosa nuestra.

Lo son todo, pero poco sabemos

✓Espacio
✓Tiempo
✓Teoría Especial Relatividad (TER)

Espacio y tiempo son dos conceptos básicos en ciencia, pero si nos paramos a reflexionar sobre ambos veremos que aunque son cosas admitidas *a priori* por todo el mundo, son difíciles de entender. Y no creáis que es cosa nuestra, gente normal, y con inteligencias regulares. El propio ***S. Agustín,*** "Doctor de la Iglesia", y considerado el máximo pensador del cristianismo del primer milenio, se hacía un pequeño lío si tenía que responder a la pregunta: ***¿qué es el tiempo?***

> *"Si nadie me lo pregunta lo sé; pero si quiero explicárselo al que me lo pregunta no lo sé."*

Platón (380 a.C.) decía: "***El tiempo es un reflejo, una sombra del mundo intemporal, eterno y superior de las ideas.*** En sus propias palabras: ***"El tiempo no es más que una imperfecta imagen de la eternidad". Aristóteles***, su aventajado discípulo, relaciona tiempo y movimiento: ***"El tiempo es la medida del movimiento desde un antes a un después"***. Si observamos un objeto moviéndose vemos que hay una sucesión de posiciones y que unas preceden a las otras, así que podemos medir el tiempo transcurrido entre dos posiciones sucesivas. No obstante, ***la gran preocupación de Aristóteles era el ahora:***

> *"**El pasado, como tal, ya no existe, y el futuro, que todavía no ha llegado**, tampoco existe. El ahora está hecho de la conjunción de dos cosas que no existen, así que sería lógico pensar que **el ahora tampoco existe**".*

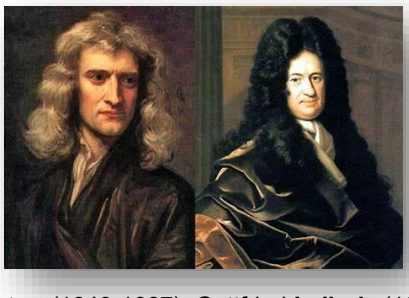
Para Newton, un creyente convencido, ***tanto el espacio como el tiempo eran atributos divinos,*** ambos son universales e inmutables. ***El espacio es la inmensidad y el tiempo la eternidad***. El espacio es una entidad sin relación a nada externo (es absoluto), el inmenso escenario en el que su ubican los cuerpos y tienen lugar los fenómenos naturales.

El tiempo fluye sin relación a nada externo (también es absoluto) y nos permite apreciar los cambios.

> ***"Dios es la persona que se manifiesta como espacio y tiempo. El espacio es el órgano sensorial de Dios**, aquello que garantiza su omnipresencia".*

Para ***Leibniz***, sin embargo, ***tanto espacio como tiempo son relativos y para apreciarlos necesitamos de la presencia de la materia, de los cuerpos materiales.***

Imagínate una diapositiva de Power Point totalmente blanca, sin nada, seguramente pensarías, "no haya nada", pero si colocas un par de objetos en ella, "aparece" el espacio. La distancia entre los objetos puede ser medida y si no se muestran a la vez podemos decir cual ha aparecido antes; ***espacio y tiempo están asociados a la presencia de objetos, sin ellos, no pueden existir.***

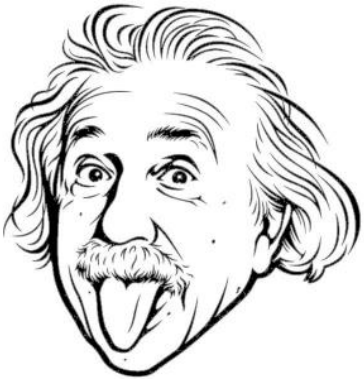


Isaac **Newton** (1643-1627). Gottfried **Leibniz** (1646-1716)

Y por traer a otro grande para completar el pódium, vamos a mencionar a ***Inmanuel Kant*** quien, aparentemente, vuelve de alguna manera a la concepción platónica. Tanto espacio como tiempo son formas subjetivas, internas. En su propio lenguaje: "***Sensibilidades "a priori" del hombre***. ***Intuiciones internas que ayudan a entender la realidad***. ***El tiempo está en nosotros***".

Para recuperar el aliento vamos a recurrir a ***Ernest Mach***, quien a finales del s. XIX mantiene que: ***"El tiempo es una abstracción a la cual llegamos por la variación de las cosas"***. Es decir, el tiempo es una idea a la cual nos llevan ***los cambios*** que podemos percibir a nuestro alrededor.

Lo que realmente existe son los cambios: somos niños, jóvenes, adultos, viejos, nuestro aspecto va cambiando; son los cambios que percibimos en nosotros mismos, y en la naturaleza, los que nos llevan a pensar en eso que llamamos tiempo. ***Si nada cambiara el tiempo no transcurriría.*** La eternidad es un universo inmutable, congelado… muerto.



En este punto, aparece ***Albert Einstein***, nos mira fijamente un rato y … nos saca la lengua.

La Teoría de la Relatividad Especial (TER) nos aporta la interpretación más original de los conceptos de espacio y de tiempo**.** Lo curioso es que, a pesar de la creencia de que en esta teoría *"todo es relativo"*, su génesis está en una pregunta que Einstein se hizo siendo un adolescente: ¿cómo se vería el mundo si lograba correr a la misma velocidad que un rayo de luz? ¿Vería el rayo de luz "parado"?

En física, la velocidad de un objeto depende del sistema de referencia, puede moverse respecto de un sistema de referencia y permanecer quieto respecto de otro, pero… la luz rompe las reglas, ***se mueve siempre a la velocidad c, tomes el sistema de referencia que tomes, hagas lo que hagas.*** ¿Cómo es posible?

Partiendo de este presupuesto, Einstein elabora (1905) una teoría tan alucinante que a pesar de ser una de las más bellas y productivas de la historia de la física, nunca fue premiada con el Nobel (el Nobel de Física de 1921 le fue concedido por la interpretación del efecto fotoeléctrico, no por la TER).

Los conceptos de espacio y tiempo hasta entonces vigentes, y fuertemente arraigados en nuestra forma de pensar, eran revisados de una forma tan original que la teoría nos mostraba una realidad nueva.

La consideración de la velocidad de la luz como un invariante llevará a concluir que ***el espacio y el tiempo no son absolutos*** (la medida efectuada para cada una de estas magnitudes depende del estado de movimiento del observador que realiza la medida)[6]. Además, espacio y tiempo no son independientes, ***ambos están ligados formando lo que se llama un continuo espacio-tiempo***.

Recordemos que según Newton tanto espacio como tiempos son conceptos absolutos. Además, son conceptos independientes, no ligados entre sí, por eso, la física newtoniana se acomoda mucho mejor a nuestro sentido común, esto es, a la forma de razonar ***según nuestra experiencia***.

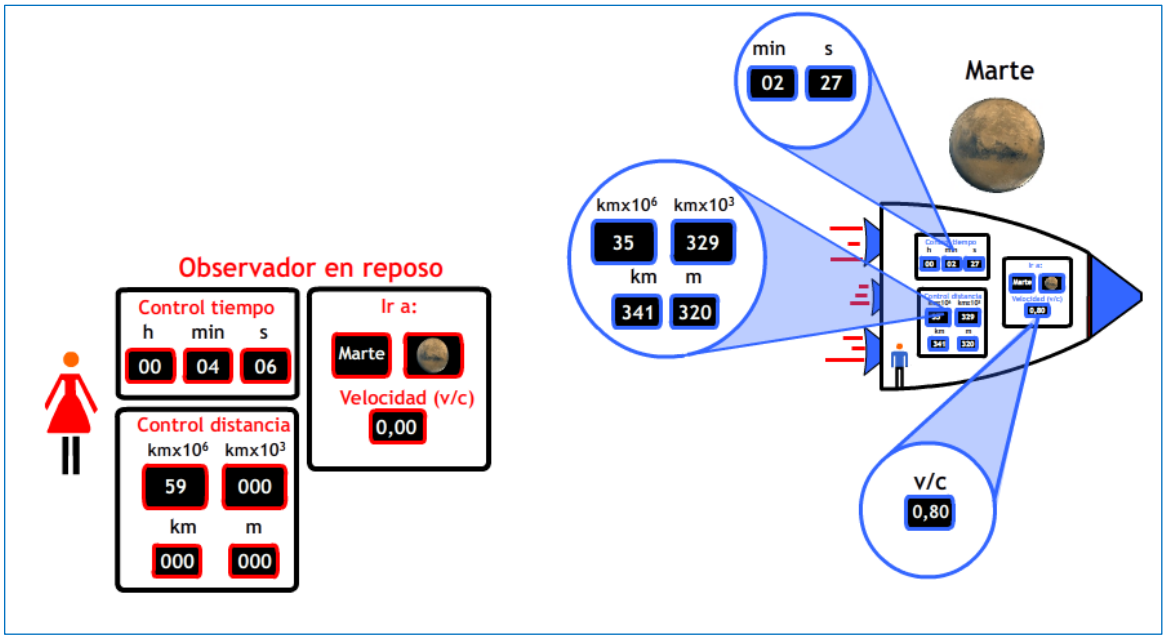
[6] Para más información ver apuntes de **Física moderna** en FisQuiWeb: FisQuiWeb. Apuntes Física 2º Bachillerato

Nuestro sentido común nos indica la manera en la que suceden las cosas de acuerdo con las experiencias que tenemos, pero nuestras experiencias han sido adquiridas a velocidades muchísimo más bajas que las de la luz (1000 M km/h). Cuando viajamos a velocidades próximas a las de la luz, comprobamos que un mismo suceso, por ejemplo, tiene lugar en un tiempo menor que el medido por otro observador considerado en reposo. El reloj del primer observador *"atrasa"* respecto del observador considerado en reposo. El tiempo transcurre *"más lentamente"* para el observador en movimiento. ***El tiempo se dilata cuando nos movemos a velocidades próximas a las de la luz.***

De forma análoga a lo que hemos visto con el tiempo, ***las distancias (medidas en la misma dirección del movimiento) se contraen para un observador en movimiento.***

El significado profundo de la dilatación del tiempo y la contracción de longitudes radica en que si aceptamos los postulados de la TER, el tiempo y el espacio dejan de ser magnitudes independientes para estar íntimamente relacionadas.

Cuando dos observadores van de un punto A a otro B, situados en el espacio-tiempo, y lo hacen siguiendo distintas trayectorias en el continuo espacio-tiempo, sus intervalos espacio-temporales no coinciden, cada uno tiene su espacio y tiempo. Cuando dos automóviles van de una ciudad a otra siguiendo distintos caminos ¿nos extrañamos de que una vez en el destino sus cuentakilómetros marquen distinto kilometraje o el tiempo empleado sea distinto?



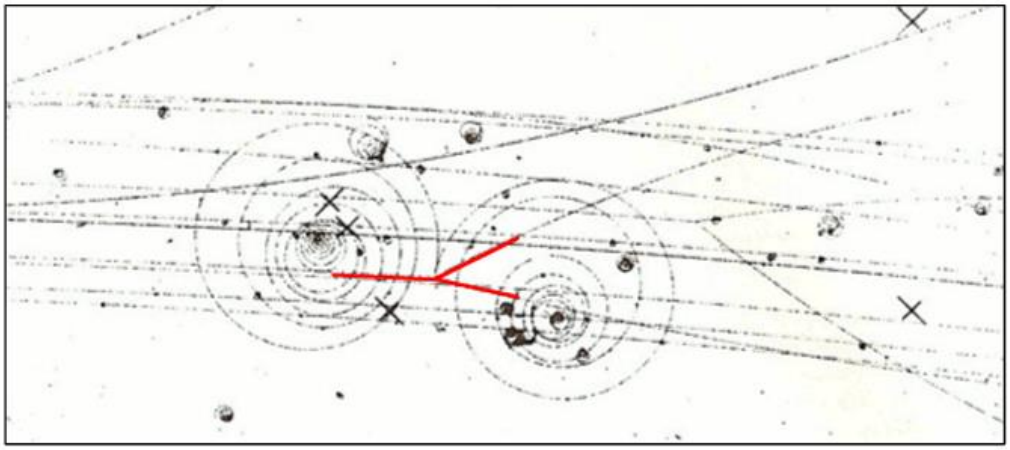
La TER establece que tanto espacio como tiempo son relativos. Un observador en reposo (izquierda) mide la distancia a Marte y el tiempo empleado en el viaje por la nave. El resultado de sus mediciones es distinto de las efectuadas por el viajero que se desplaza a una velocidad próxima a la de la luz (0,80 c).

La TER introdujo conceptos tan nuevos que la Física hubo de ser reescrita, elevando a rango de ley física la invarianza de "c". ¿Cuál es la conclusión final?:

"***Al igual que el tiempo y el espacio están interconectados, también lo están la energía, la masa y el momento lineal de una partícula.".***

Llegamos así a una de las ecuaciones más famosas $E_0 = mc^2$ donde se plantea la equivalencia entre masa y energía, *"dos expresiones del mismo ente".*

La expresión recoge, por tanto, la posibilidad de ***obtener enormes cantidades de energía a partir de la aniquilación de pequeñas cantidades de materia***, posibilidad que condujo a la construcción de la primera bomba atómica. Otra posibilidad es la de ***crear partículas con masa a partir de pura energía***, hecho también comprobado.



Un chorro de mesones K^- entra desde la izquierda. Su trayectoria se curva muy ligeramente en el sentido de las agujas del reloj (debido al campo magnético perpendicular al papel y entrante) ya que tienen una masa considerable.

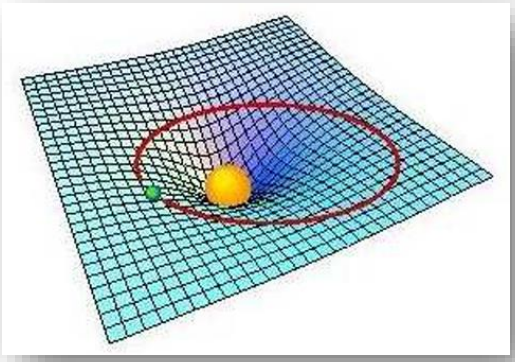
En el centro de la imagen uno de los mesones se desintegra dando lugar a dos nuevas partículas cargadas (ver trazo rojo) y un rayo gamma de alta energía. Este no deja traza alguna al carecer de carga, pero da lugar a un par electrón-positrón (creación de partículas a partir de energía) cuyas trazas en espiral pueden apreciarse claramente.

La espiral de la derecha (curvada en el sentido de las agujas del reloj) pertenece al electrón y la de la izquierda (curvada en sentido antihorario), al positrón.

La cosa no se acaba aquí, las ecuaciones del campo gravitatorio que Einstein obtuvo en 1915 contenían una conclusión asombrosa: ***el continuo espacio-tiempo era sensible a la presencia de masas***. Estas podían deformarlo. Una masa deforma el espacio tiempo haciendo que otras próximas caigan hacia ella. **L*a gravedad no es una fuerza, es una geometría, una deformación del continuo espacio tiempo,*** con la particularidad de

que los campos gravitatorios deforman el espacio y el tiempo provocando, por ejemplo, que el tiempo "se estire", o transcurra más lentamente.

Resultado: ***espacio y tiempo, los conceptos que podíamos considerar primarios, están interrelacionados y, además, la materia y energía también están relacionadas entre ellas y modifican el espacio-tiempo.***



Las masas deforman el continuo espacio-tiempo

Quedan muchas preguntas sin contestar, pero sabemos más que hace dos siglos. Si la energía es capaz de deformar el continuo espacio-tiempo ¿seremos capaces de arrugarlo aproximando dos puntos distantes y actualmente inaccesibles para poder recorrer distancias imposibles hoy día?

¿Podremos viajar al futuro?… pues sí (teóricamente). Móntate en una nave, viaja al 99 % de la luz, date una vuelta de tal manera que tu reloj indique que ha pasado un año (estás, por ejemplo, en 2025) y vuelve a la Tierra, ahí ya viven en el 2031. Ya estás en el futuro.

Los viajes al pasado, según la TER, son imposibles, ya que implican viajar a una velocidad superior a la de la luz (lo que está prohibido). Menos mal, porque imagínate que viajas al pasado, te encuentras con tu padre, irreconocible para ti; por alguna razón te peleas con él y lo matas… no podrías haber nacido. ***El principio de causalidad sería violado,*** pues el efecto (tu nacimiento) siempre tiene que ser posterior a la causa (que seas engendrado).

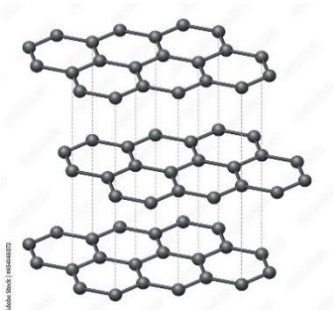
Grafeno, siliceno, germaneno…

✓Grafito
✓ Nanotubos
✓ Fullerenos

Hasta hace bien poco teníamos que apañarnos con los materiales que podíamos extraer directamente de la naturaleza o que éramos capaces de fabricar mediante procedimientos más o menos simples, poco sofisticados.

El descubrimiento de que todo está compuesto por átomos (principios del s. XX) y el estudio de cómo estos se unen para formar las sustancias, nos abrió las puertas de un micro universo fascinante, pues entendimos que las propiedades de los materiales están determinadas no sólo por el tipo de átomos, también es importante la forma en la que se enlazan o su disposición espacial.

El *"citius, altius, fortius* se traduce en la industria de los nuevos materiales en más resistente, más inalterable, o más ligero, y la innovación en el campo de los nuevos materiales, parece no tener fin.



Estructura del grafito

Fuente: https://artpictures.club/autumn-2023.html

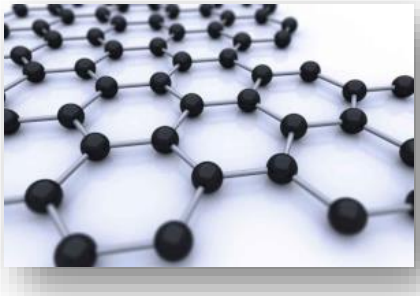
En el grafito cada átomo de carbono se une a otros tres formando hexágonos en los que cada vértice está ocupado por un átomo. Los hexágonos, forman una lámina y gracias al débil enlace que pueden formar los electrones restantes, se apilan unas sobre otras.

¿Sería posible obtener las láminas hexagonales por separado?

Muchos científicos pensaron que sería imposible aislar materiales tan finos: deberían arrugarse a temperatura ambiente o simplemente desaparecer, pero ***Andre Geim y Konstantin Novoselov***[7] lo lograron y fueron galardonados en 2010 con el Premio Nobel de

[7] Para más información ver: https://www.fisquiweb.es/PNob/PNobF10.htm

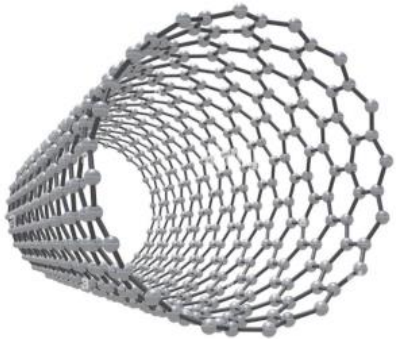
Física por obtener ***el grafeno***, un material cuya constitución es análoga a las láminas hexagonales del grafito. Sus propiedades resultaron ser fantásticas: ligereza, flexibilidad, ultra resistencia, excelente conductor del calor y de la electricidad, biocompatible… y el grafeno se convirtió en la gran esperanza: sería posible mejorar los transistores, construir pantallas flexibles, usarlo en medicina…



Grafeno

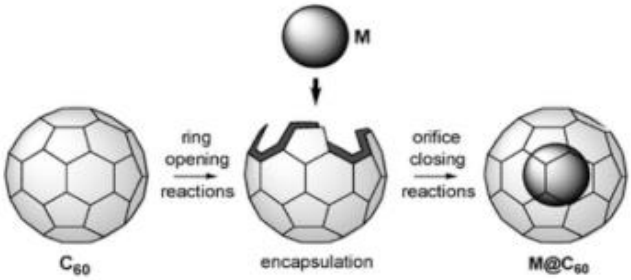
Poco después, los investigadores consiguieron arrollar las láminas de grafeno formando estructuras tubulares: ***los nanotubos de carbono***, que tienen un espesor 10 000 veces inferior al de un cabello humano (10^{-9} m: una millonésima de milímetro) y presentan una enorme resistencia, una increíble elasticidad y propiedades eléctricas sorprendentes.

Los nanotubos de carbono han servido para lograr algo que se venía persiguiendo desde hacía muchos años: estabilizar ***los carbinos,*** moléculas lineales de átomos de carbono unidos y con tres electrones sin enlazar, lo que les permite formar enlaces múltiples en la cadena (dobles y triples) rindiendo un material extraordinariamente fuerte y rígido. El problema era la gran inestabilidad de las cadenas a medida que aumentaban el número de átomos de carbono. En 2016, una vía de investigación abierta por químicos de la universidad de Viena (Austria), con la participación de la Universidad del País Vasco, han logrado cadenas con más de 6000 átomos de carbono usando un ingenioso truco: las cadenas se sintetizan en el interior de nanotubos.



Nanotubo
Fuente: https://www.alamy.com

Y si se pueden hacer tubos ¿por qué no esferas minúsculas?, ***nanoesferas***, semejantes a balones de fútbol, construidas con hexágonos y pentágonos de átomos de carbono: ***los fullerenos.*** El más característico es el C60 con anillos hexagonales y pentagonales. Se conocen fullerenos de cerca de 1000 átomos. Dopados con átomos de metales

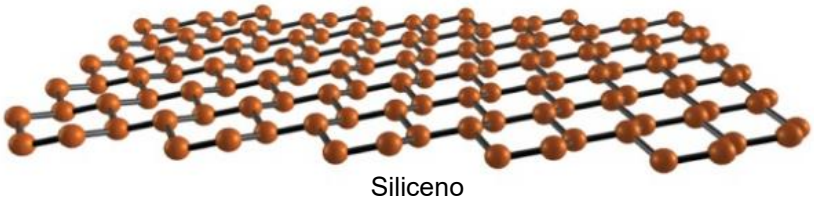


Los fullerenos pueden servir como cápsulas
Fuente: https://pubs.rsc.org

alcalinos se convierten en semiconductores o, incluso, en superconductores a bajas temperaturas. Además, pueden llevar en su interior sustancias (medicamentos, por ejemplo) que de esta manera viajan protegidas hasta su punto de destino, donde serían liberadas.

Carbono, silicio, germanio, estaño… si todos pertenecen al mismo grupo del S.P, probablemente tengan propiedades parecidas, entre ***ellas la de formar láminas planas, bidimensionales, con estructura "tipo panal", similares al grafeno*** y que presenten propiedades insospechadas a la hora de conducir la corriente eléctrica, lo que seguro ha de tener una inmediata aplicación en la industria de la electrónica.

El siliceno, tiene una estructura similar al grafeno, se obtiene, como este, por *"crecimiento epitexial":* depositando átomos en condiciones de alto vacío y temperaturas elevadas sobre un sustrato que da estabilidad a la estructura. Para el silicio se emplea la plata.



Siliceno
Fuente: https://tendencias21.levante-emv.com/

El germaneno es un material del mismo tipo de los dos anteriores que presenta propiedades electrónicas nuevas, incluso desconcertantes, que lo convierten en un candidato a ser usado en la computación cuántica. La movilidad de los electrones en el germaneno ***podría llegar a ser diez veces más rápida que en el silicio***.

El estaneno fue predicho a nivel teórico. Los cálculos realizados por los científicos del Laboratorio de Aceleración de Partículas SLAC, mostraban que una fina capa de átomos de estaño podría conducir la electricidad con un 100% de eficiencia, esto es, sin presentar resistencia alguna. ***Sería un superconductor a temperatura ambiente,*** un sueño largamente perseguido que evitaría, entre otros inconvenientes, el calentamiento de los equipos electrónicos, ya que combinado con el flúor podría mantener la superconductividad hasta temperaturas cercanas a los 100 ^{0}C, aunque hablamos en condicional, porque hasta la fecha es solo una predicción.

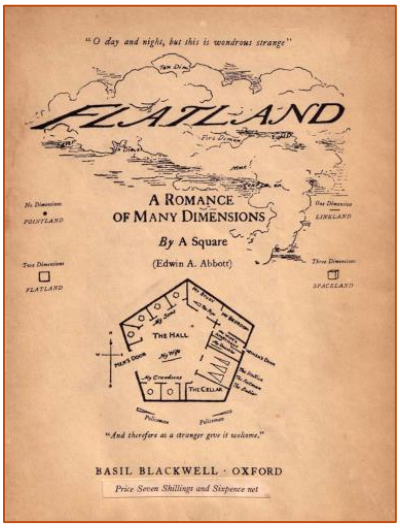
Se han obtenido láminas de estaneno sobre una superficie de *telururo de bismuto* (Bi_2Te_3), pero aún no se han podido confirmar las propiedades predichas. De confirmarse

alguna de estas predicciones, probablemente la industria de los microprocesadores sufra una auténtica revolución.

Los nuevos materiales que acabamos de mencionar son un ejemplo de predicciones teóricas que la ciencia es capaz de hacer pero que han de ser verificadas/confirmadas por la experiencia.

Evidentemente, estos nuevos materiales harán avanzar la tecnología abriendo campos inexplorados, como ***la spintrónica***, una nueva ciencia que amenaza con relegar a la electrónica al cajón de los trastos viejos y que emplea una propiedad cuántica de los electrones, su ***spin***, para controlar su flujo.

Cad vez la investigación añade más habitantes a este mundo plano y casi ignoto, el mundo de los materiales 2D: borofeno, fosforeno… ¡Bienvenidos a Planilandia!

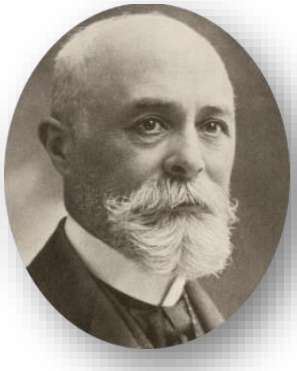


Flatland, la novela escrita en 1884 por de ***Adwin Abbout***, explora de forma satírica el mundo 2D (Planilandia) y el salto a otras dimensiones.

Ni idea, ¡llámalo X!

✓Rayos uránicos
✓Rayos catódicos
✓ Rayos Roentgen

Hace doscientos años, a principios del s. XIX, ***César Becquerel***, un científico francés, se quedó admirado al contemplar en Venecia un fantástico espectáculo. El agua del mar presentaba una hermosa fosforescencia debido, muy probablemente, a microalgas bioluminiscentes. Seguramente fue este episodio el desencadenante del interés que César mostró por el fenómeno de la fosforescencia o capacidad para brillar en la oscuridad que algunos minerales tienen tras ser expuestos a la luz. César, transmitió esa pasión a uno de sus hijos, Edmund, y este al suyo, ***Henri Becquerel***, quien se centró en el estudio de la fosforescencia producida por las sales de uranio.


Henri Becquerel (1852-1908)

Tal y como se ha comentado, la fosforescencia es la capacidad que algunas sustancias poseen para absorber luz y emitirla después. Con esto en la cabeza, Henri Becquerel decidió posponer los experimentos que estaba realizando con sales de uranio, ya que ese día estaba nublado y, en consecuencia, no se daban las condiciones para obtener una buena fosforescencia de la muestra, así que, para impedir que se velasen, envolvió en un papel negro las placas fotográficas que usaba para detectar la fosforescencia, colocó sobre ellas la muestra de uranio y guardó todo ello en un cajón.

A los pocos días se dispuso a reanudar los experimentos, pero al examinar las placas observó con sorpresa que estaban ennegrecidas. Al parecer, la muestra de uranio presentaba fosforescencia incluso en la oscuridad, un fenómeno nuevo. Para asegurarse, repitió el experimento y obtuvo los mismos resultados. Llegó a la conclusión de que había descubierto una nueva forma de fosforescencia a la que llamó ***fosforescencia invisible,*** que atribuyó a unos desconocidos ***rayos uránicos*** supuestamente emitidos por la muestra (***1896)***.

Los uránicos no eran los únicos rayos misteriosos, años antes (***1879***), ***William Crookes***, estudiando la conductividad de la electricidad por los gases observó que haciendo casi el vacío en el interior de un tubo en el que había introducido dos electrodos conectados a

una fuente de corriente aparecían, procedentes del polo negativo, o cátodo, otros misteriosos rayos que hacía brillar algunas sustancias, Crookes los bautizó como ***rayos catódicos.***

Izquierda. Los rayos catódicos al incidir sobre una rueda de paletas la hacen girar y desplazarse, demostrándose así que tienen masa.

Derecha. Los rayos catódicos son desviados por un imán. Tienen carga negativa.

Vídeo de la experiencia en: https://www.fisquiweb.es/Videos/RayosCatodicos/RayosCatodicos2.htm

Casi al mismo tiempo del descubrimiento de los rayos uránicos de Becquerel, un científico alemán, profesor en la universidad de Wüzburg, ***Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923)***, estaba experimentando con un tubo de Crookes intentando comprender los rayos catódicos, y se dio cuenta de que una sustancia sensible a la luz que había metros más allá se iluminaba misteriosamente a pesar de haber recubierto el montaje con un papel negro. Dado que los rayos catódicos no podían producir la fluorescencia, pues el recubrimiento del tubo lo hacía imposible, otros extraños rayos eran capaces de atravesarlo. Decidió llamarlos, provisionalmente, ***"rayos X***", como muestra de su naturaleza desconocida.

Su posterior estudio aportó datos increíbles, podían penetrar casi todo, incluso la piel y la carne humana; situando la mano de su esposa sobre una placa fotográfica, y exponiéndola a los misteriosos rayos, se hicieron visibles los huesos de los dedos. Roentgen había obtenido ***la primera radiografía de la historia.*** Sus investigaciones, a las que rápidamente se vieron aplicaciones médicas, fueron premiadas en 1901 con ***el primer Premio Nobel de Física***:

> *"En reconocimiento a los extraordinarios servicios que ha prestado con el descubrimiento de los notables rayos que llevan su nombre".*

Los rayos Roentgen (rayos X) no tardaron en acaparar la atención de la comunidad científica pues penetraban en nuestro interior y permitían diagnosticar, por ejemplo, fracturas, observar el interior de una caja cerrada, o detectar pequeñas grietas, invisibles al ojo, en los metales.

Derecha. Wilhelm Conrad Roentgen (1845-1923)

Izquierda. Lo que se puede considerar la primera radiografía de la historia: la mano de su mujer. Se puede apreciar, claramente, el anillo.

Los rayos uránicos quedaron de esta manera relegados a un segundo plano, muy pocos equipos seguían intentando descubrir qué eran, pero una joven investigadora de ascendencia polaca seguía empeñada en descifrar el secreto que encerraban. Su marido, Pierre Curie, profesor de la Escuela Superior de Física y Química Industriales de París, le había conseguido un espacio en el cual montar un laboratorio para investigar aquellas muestras que durante la noche brillaban intensamente. Nada del otro jueves, más bien todo lo contrario, un cobertizo acristalado, bastante cutre, con goteras y grietas en las paredes que había servido de almacén. Un lugar que en invierno era una nevera y en verano un horno; sin campanas extractoras en las que realizar de forma segura las reacciones químicas que pudieran desprender gases nocivos. Como alternativa disponían de un patio exterior en el que hacerlo a la intemperie, pero ***Marie Sklodowska, Marie Curíe*** tenía tenacidad y determinación y no le afectaban excesivamente las precarias condiciones.

Cobertizo de la calle Lhomond

Marie Curie trabajando en el exterior para evitar los vapores tóxicos.

Marie había elegido los rayos uránicos como tema de sus investigaciones, pero había cambiado el método para detectarlos, mientras Becquerel, aficionado a la fotografía, usaba películas, ella decidió usar una balanza especial que su marido había inventado y que estaba basada en la capacidad de los rayos para ionizar el aire produciendo de esta manera pequeñas corrientes eléctricas. Su primer paso fue intentar determinar las sustancias capaces de producir ***radiactividad,*** término de su invención que significa algo así como ***"emitir rayos",*** y que apareció por primera vez en uno de sus trabajos.

Paralelamente, otros investigadores también hacían progresos. Los misteriosos ***"rayos catódicos"*** habían sido estudiados por J.J. Thomson (1897) llegando a la conclusión de que ***estaban formados por electrones,*** diminutas partículas con carga eléctrica negativa que formaban parte de los átomos. Eran precisamente estos electrones quienes al chocar con el ánodo o la pared opuesta del tubo ***producían los rayos X***, radiación electromagnética de longitud de onda muy corta.

Los rayos uránicos, por su parte, se había descubierto que eran una mezcla de radiaciones: la llamada ***radiación α*** integrada por partículas positivas, núcleos de helio y poco penetrante; ***la radiación β*** formada por electrones, y una tercera, ***la radiación*** γ, muy parecida a los rayos X, pero aún más penetrante y de menor longitud de onda.

En este punto entra en escena una persona mítica y conocida por cualquiera que haya estudiado Física o Química en el Bachillerato: ***Ernest Rutherford,*** un neozelandés, que había llegado a Cambridge en 1895 para trabajar con J.J. Thomson en el laboratorio Cavendish, donde se acababa de descubrir el electrón como integrante de los rayos catódicos. Tres años después aceptó la cátedra de Física en la universidad McGill en Montreal (Canadá) donde con la ayuda de ***Frederick Soddy*** llega a la conclusión de que ***la radiactividad era debida a la desintegración de los átomos que*** emitían partículas con una gran energía y ***se transmutaban en otros átomos diferentes***. El descubrimiento era auténticamente rompedor, derrumbaba un dogma de la ciencia del s. XIX: ***que la materia era inmutable e indestructible***, y nos acercaba a los presupuestos de los alquimistas: la transmutación de los elementos.

¿Quién fuma a quién?

✓Nicotina
✓Vapear
✓ Snus

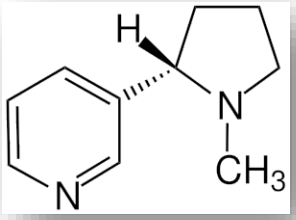
Cuando uno se embarca con los más audaces, se aventura en mares nunca surcados y termina arribando a tierras desconocidas, debe de estar dispuesto a ver cualquier cosa. Esto debió de pasarle al mismísimo Cristóbal Colón el día 6 de diciembre de 1942:

"Y hallamos mucha gente que volvía a sus poblados, mujeres y hombres, con un tizón en la mano, hecho de hierbas secas que hacían un rollo o canuto, lo encendían por un lado y se ponían en la boca el otro, chupaban el humo y lo echaban después al aire".

Los nativos fumaban tabaco, hábito que pronto se extendería al mundo entero.

Durante mucho tiempo el tabaco, por su elevado precio, fue un divertimento de las clases altas. Un divertimento y un verdadero elixir que casi todo lo curaba: asma, gota o jaqueca, y los emplastos con hojas verdes o los concentrados de tabaco estaban de moda, así que no es de extrañar que un tal ***Jean Nicot***, enviara a Catalina de Medicis (1559) tabaco como cura para sus jaquecas. Lo curioso es que el remedio surtió efecto, y su uso se popularizó. El médico de Felipe II aconsejaba inhalar humo de tabaco para ¡curar el asma!

Jean Nicot, aunque no muy acertado como curandero, vio como su apellido quedaba inmortalizado al dar nombre al principio activo del tabaco: la nicotina.



Nicotina
Fuente: Wikipedia

Siglos después tenemos en España 9 M de fumadores y lideramos el ranking europeo de iniciación al hábito de fumar (a los 14 años).

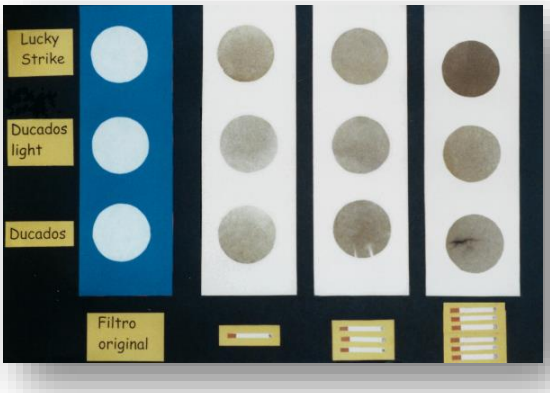
Los últimos datos del Ministerio de Sanidad indican que el gasto asociado al consumo de tabaco se lleva el 15% de su presupuesto. Esto es, unos 15 000 M de euros. Por eso el ***Plan Integral de Prevención y Control del Tabaquismo*** tiene como objetivo reducir el consumo. El plan se basa en cinco ejes estratégicos: proteger a la población de la exposición al humo del tabaco, prevenir el inicio y fomentar el abandono del consumo, regular

los productos relacionados con el tabaco, vigilar y evaluar el impacto del tabaquismo y promover la investigación y la formación.

Hace bastantes años, en el instituto, nos inventamos una *"máquina de fumar"* con la cual se podía visualizar de manera muy gráfica qué es lo que puede pasar en nuestro organismo al inhalar humo de tabaco.

A grandes rasgos el montaje consistía en una trompa de agua que provocaba un vacío. Por medio de un tubo de plástico se unía a un cigarrillo y en el medio se colocaba un papel de filtro a través del cual se veía forzado a pasar el humo. Abriendo y cerrando una llave se podía regular la succión imitando "la calada" del fumador. Hicimos varias pruebas, con uno, tres o seis cigarrillos: de tabaco "negro", "negro light" o "rubio". Tras las pruebas se desmontaban los papeles de filtro, que imitaban a nuestros pulmones, y analizábamos los resultados.

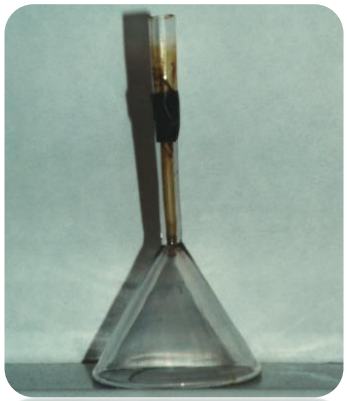
Un simple vistazo dejaba clara una cosa: con un solo cigarrillo el papel pasaba de un blanco inmaculado a un marrón claro, bastante más intenso en el caso del cigarrillo de tabaco rubio.



Resultado obtenidos

Con seis cigarrillos el color era bastante más oscuro y en el caso del tabaco rubio, ostensiblemente más oscuro. Además, uno de los filtros que tenía un pliegue, una imperfección, presentaba en esa zona un color prácticamente negro. Fuera lo que fuera lo que ennegrecía el filtro, ahí se depositaba preferentemente. Una

pequeña imperfección en nuestros pulmones seguro que actuaría de forma parecida. Impresionante era el (mal) aspecto de los tubos de conexión, especialmente en las zonas en las que por necesidades del montaje había estrechamientos o codos: estaban cubiertos de una sustancia marrón muy oscura, casi negra, pegajosa, que todo el mundo identificó como "brea o alquitrán".



Alquitrán acumulado

Lo que sucedía con los filtros y el alquitrán depositado en los tubos, debía, por fuerza, pasar en nuestros pulmones y bronquios cuando inhalamos el humo del tabaco.

El humo contiene miles de compuestos químicos, algunos de ellos, una centena, muy peligrosos o potencialmente peligrosos para nuestra salud. El alquitrán, bien visible en nuestra experiencia, uno de ellos.

Y es que en la punta del cigarrillo, y durante la combustión, se alcanzan temperaturas superiores a los 600 ^{0}C facilitando la formación de sustancias nocivas.

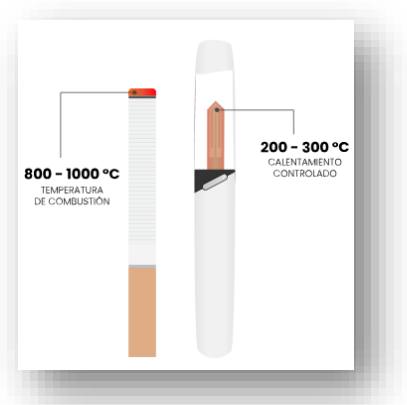
Ahí va una breve enumeración. Hagamos la puntualización que, además del fumador, los fumadores pasivos que están en contacto con el humo del tabaco en locales cerrados inhalan el mismo humo tragándose, por tanto, los mismos productos:

- ***La nicotina*** es, químicamente, un alcaloide. Su nombre se debe a su pH básico (álcali). Los alcaloides son sustancias psicoactivas, y por ello crean adicción. La morfina o la cocaína son dos alcaloides muy conocidos. Farmacológicamente, la nicotina, está considerada un veneno.
- ***El monóxido de carbono*** se forma en la combustión tanto del tabaco como del papel de fumar, especialmente de éste. Cuando se inhala CO se une a los centros activos de la hemoglobina con preferencia al oxígeno. De esta manera la sangre transporta a los órganos, no el oxígeno necesario, sino CO, produciéndose un déficit de oxígeno. Esto es particularmente grave en mujeres embarazadas, ya que puede afectar al feto.
- ***Los alquitranes*** son uno de los componentes más abundantes producidos en las reacciones de combustión del tabaco, uno de estos alquitranes es ***el benzopireno***, un compuesto policíclico aromático con cinco anillos de benceno condensados. Está considerado como un potente carcinógeno.

- ***Acroleína (propen-2-al)*** La acroleína, o aldehído acrílico, es una sustancia sobre la que recaen multitud de sospechas. Aunque su efecto cancerígeno en humanos no está del todo comprobado las evidencias cada vez son mayores.
- ***Otros compuestos*** que pueden afectar a nuestra salud son: ***el óxido nitroso*** (N_2O), ***el cianuro de hidrógeno*** (HCN), ***fenoles*** e incluso ***Po-210***, un isótopo altamente radiactivo. Un microgramo de polonio es suficiente para matar a un hombre. Es del orden de 250 000 veces más tóxico que el cianuro.

Si pretendemos disminuir la cantidad de sustancias nocivas en el humo, podríamos suprimir la combustión, eliminando con ello las denominadas reacciones de pirólisis debidas a las altas temperaturas. Este es el planteamiento de los ***dispositivos electrónicos de calentamiento (PTC)***, pero:

1. Tienen nicotina, de la cual ya conocemos su potencial adictivo.
2. La glicerina y el propilenglicol, utilizados para empapar y prensar el tabaco, se degradan formando acroleínas y otros aldehídos tóxicos.
3. Se añaden cientos de excipientes y algunos contienen metales pesados.
4. También están presentes nitrosaminas, benzopirenos, CO y óxidos de nitrógeno.



Comparación cigarrillos normales y por calentamiento.

Fuente: https://eltabacosincombustion.es

Con todo esto se deduce que ***los PTC son peligrosos para la salud***, pues aunque los estudios iniciales aseguraban que las emisiones de sustancias tóxicas eran mucho menores que en los cigarrillos convencionales, dichos análisis estaban hechos por las propias tabaqueras. Recientes estudios independientes han modificado los datos acercándolos mucho a los correspondientes al humo del cigarrillo convencional.

Echemos un vistazo a otra forma novedosa de fumar, los llamados ***cigarrillos electrónicos o "vapeadores".***

Estos dispositivos no usan tabaco, sino que ***vaporizan una disolución que contiene nicotina***, por eso técnicamente son conocidos como ***"Dispositivos susceptibles de liberación de nicotina (DSLN)"***

La publicidad tiende a calificarlos como más saludables que el tabaco quemado, incluso inocuos, pero esto no es así, publicaciones independientes han suministrado bastantes evidencias de lo contrario, sobre todo en los últimos años. Algunos datos:

- Tienen propilenglicol y glicerina que al ser calentados generan compuestos potencialmente cancerígenos como el formaldehido o la acroleína.
- Llevan aromatizantes y saborizantes que pueden irritar las vías respiratorias y propiciar infecciones. Frecuentemente se han detectado metales pesados como el Cr, Cu, Zn o Sn, además de partículas PM2.5 (partículas de diámetro inferior a 2,5 µm) que dañan los pulmones.

Ha de decirse que hace unos años (hasta 2013) se afirmaba que el riesgo para la salud era mucho más bajo para los vapeadores que para los fumadores tradicionales. Incluso países como Reino Unido apoyaron planes de reducción de riesgo apoyándose en los cigarrillos electrónicos. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que los datos no eran correctos y no pueden considerarse válidos hoy en día, por ello no deben recomendarse como alternativa.

También se ha dicho que pueden ser un buen método, una etapa intermedia, para dejar de fumar. Según los datos barajados por el Ministerio de Sanidad, esto no está nada claro; además, pueden constituir una puerta de entrada al consumo y a la adicción a la nicotina.

El snus es una mezcla de tabaco finamente picado, agua, sal y aromatizantes que se incluye en las llamadas ***"alternativas sin humo".*** Se vende en cajas metálicas que tienen en su interior unas bolsitas que se colocan en la boca, debajo del labio superior, para que con la ayuda de la saliva se vayan liberando las sustancias que contienen. Las concentraciones de nicotina están entre 4 mg/g y 34 mg/g. Este tipo de tabaco está prohibido en la UE, a excepción de Suecia, donde es muy popular.

Sus defensores aducen que la ausencia de humo impide inhalar muchas sustancias nocivas como los alquitranes, pero ha de decirse que no está exento de peligros y, sobre todo, crea dependencia a la nicotina

.

¿Dónde estarán los gemelos?

✓Voyager, proyecto
✓Asistencia gravitacional
✓ Heliopausa

El 5 de septiembre de 1977 los periódicos españoles se hacían eco de la derrota que en el Congreso de los Diputados había sufrido una moción socialista en la que se pedía el cese de Rodolfo Martín Villa.

Ese mismo día, en lo que entonces era Cabo Cañaveral (ahora Cabo Kennedy), se lanzaba la sonda ***Voyager 1.*** Quince días antes se había lanzado su gemela, la ***Voyager 2***. Ambas formaban parte de un proyecto del ***Jet Propulsor Laboratory***, de la NASA, cuyo propósito era alcanzar los planetas más exteriores del Sistema Solar. Sus trayectorias serían casi idénticas hasta alcanzar Saturno, pero tras encontrarse con él sus caminos se separarían para poner rumbo hacia los límites de nuestro sistema solar.[8]

Como ya se ha dicho, sus trayectorias son bastante distintas y a pesar de haber sido lanzada después, la V1 alcanzó Júpiter dos meses antes y llegó a Saturno con nueve meses de ventaja. Cuando se diseñó la misión ese era el punto hasta el cual se garantizaba el buen funcionamiento de las sondas, pero visto que todo funcionaba a la perfección, se decidió bifurcar sus trayectorias. V1 sigue una trayectoria hiperbólica, mucho más abierta, que apunta directamente a la salida de nuestro sistema planetario, mientras que V2, aprovechando la alineación de Urano y Neptuno, se dirige hacia ellos. Un destino familiar, pero los datos que teníamos de Urano hasta enero de 1986 o de Neptuno, hasta agosto de 1989, habían sido obtenidos únicamente mediante la observación telescópica. Los humanos nunca habíamos estado allí, ni siquiera con sondas no tripuladas.

Voyager 1, antes de dirigirse hacia el vacío interestelar, nos envió una valiosísima información sobre los anillos y la atmósfera de Saturno, pero sobre todo supimos que su mayor luna, ***Titán***, tenía atmósfera.

[8] En la web que la NASA dedica al proyecto: Voyager - Mission Status (nasa.gov) se puede seguir al instante la posición y velocidad de ambas sondas.

Voyager 2 descubrió diez lunas de Urano nunca observadas y detectó el campo magnético del planeta.

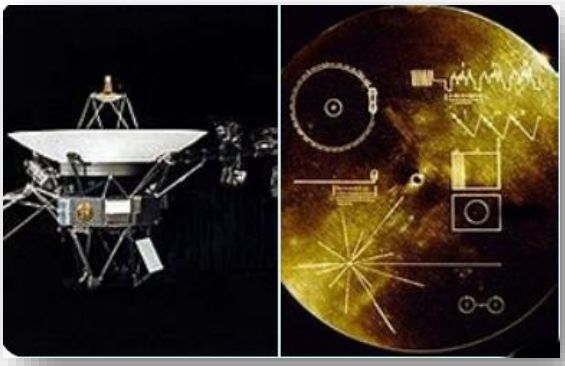
El encuentro con Neptuno (máxima aproximación: 5000 km el 25 de agosto de 1989) también aportó nuevos datos, sobre todo de Tritón, una de sus lunas.

Pero las mellizas viajeras tenían suficiente energía para seguir adelante.

Para comunicarse con la Tierra llevan una gran antena parabólica de 3,7 m de diámetro (la parte más visible de su estructura) que puede ser orientada para que apunte a nuestro planeta y comunicarse con alguna de las tres estaciones de la ***Deep Space Network*** (DSN) situadas en Australia, EE.UU. y España (Robledo de Chavela), cuya situación no es accidental, sino que han sido elegidas para cubrir la totalidad del espacio.

Además, las Voyager van equipadas con una variedad de aparatos: cámaras, magnetómetros, un experimento de ondas de radio y sensores de partículas cargadas y plasma. Son sus sentidos pues les permiten explorar el entorno para determinar dónde están, actuar en consecuencia e informarnos de lo que hay donde nadie ha estado antes.

Es muy conocido que las Voyager llevan un disco de oro (realmente cobre bañado en oro): ***"The Sound of the Earth".*** Diseñado por Carl Sagan va dirigido a posibles civilizaciones y en él se recogen sonidos e imágenes que describen nuestro planeta y nuestra cultura, desde un mensaje de la ONU, hasta saludos en 55 idiomas. Algunos muy curiosos, en indonesio se dice: *"Buenas tardes, señoras y señores. Adiós y los veo la próxima vez"*, o en amoy, un dialecto chino: *"Amigos del espacio, ¿cómo están ustedes? ¿Han comido ya? Vengan a visitarnos si tienen tiempo"*. También está grabada una selección de nuestra música, desde Bach a Chuck Berry, pasando por cánticos de los indios navajos.[9]



Sonda Voyager y disco.
Fuente: Wikipedia

En la portada hay una fuente ultrapura de uranio-238. Su desintegración en sus isótopos hijos lo convierte en una especie de reloj radiactivo. La mitad del uranio-238 se

[9] Más información en: https://goldenrecord.org/#discus-aureus

desintegrará en 4510 M de años. Por lo tanto, al examinar este área de dos centímetros de diámetro en la placa de registro y medir la cantidad de isótopos generados, un receptor extraterrestre podría calcular el tiempo transcurrido desde que se colocó.

Si alguien encuentra alguna vez una nave ¿sabrá descifrar nuestro mensaje? No tenemos ninguna seguridad, lo que sí es razonable es lo que Carl Sagan aventuró:

> *"El objetivo principal no es que sea descifrado, simplemente se pretende enviar un saludo de una civilización inteligente a otras que pudieran vivir en algún lugar del cosmos".*

La energía se obtiene de un generador termoeléctrico de isótopos (RTG) a partir de la desintegración de Pu-238, pero a medida que el tiempo pasa su capacidad decae.

La disponibilidad de energía es un gran problema, por eso se utilizan todos los recursos, sobre todo la llamada ***"asistencia gravitacional*** [10]***"***, que funciona aprovechando la atracción de los planetas, pero una vez en el espacio profundo los únicos recursos son los propios que, poco a poco, se agotan, así que lo único que se puede hacer es exprimir al máximo la energía disponible y evitar el consumo. Aquí los científicos se enfrentan a un dilema: a medida que las sondas están más lejos disponen de menos energía, pero los datos son más valiosos ¿qué apagar?, ¿de qué datos prescindimos?

Las Voyager nos están dando una valiosísima información acerca del extrarradio del Sistema Solar. Hasta hace bien poco nuestro conocimiento de esta zona era solo teórico, no teníamos datos. Ahora sí, y lo que sabemos nos sorprende.

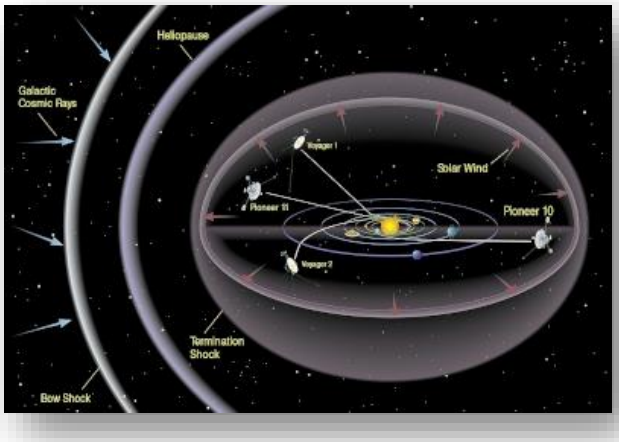
Nuestro sol genera un particular viento de iones, el "viento solar" que recorre miles y miles de kilómetros a velocidades próximas a los 400 km/h. Las teorías suponían que la velocidad se iría frenando poco a poco y, al final, el viento solar se diluiría lentamente en el vacío interestelar, pero… los datos aportados por las Voyager invalidaron esta teoría.

Abre el grifo del fregadero y observa lo que ocurre: en el lugar donde cae el chorro se abre un círculo con poca agua y, un poco más allá, aparece una zona turbulenta, un anillo,

[10] Para entender cómo funciona la asistencia gravitacional ver en FisQuiWeb: https://www.fisquiweb.es/Apuntes/Apuntes2Fis/AsistenciaGrav.pdf

que separa la parte interior del exterior. Pues algo similar ocurre en el espacio si consideramos los datos transmitidos por las Voyager.

La parte interior afectada por el viento solar, ***la helioesfera***, se encuentra con el espacio interestelar y, a la altura del famoso cinturón de Kuiper, donde se han acumulado los escombros más exteriores del Sistema Solar, aparece lo que se llama el ***frente de terminación***, similar al anillo turbulento que se forma en nuestro fregadero; tras este frente aparece otra zona aparentemente tranquila, la ***heliopausa***, tras la que existe un nuevo anillo***, la heliofunda***. Más allá se extiende el vacío interestelar.



Fuente: Wikipedia

Más allá de la heliofunda aún estaremos conectados con nuestro Sol. Si quisiéramos liberarnos de su atracción gravitatoria tendríamos que llegar a la ***Nube de Oort***, donde surgen la mayoría de los cometas. La Voyager 1 llegará ahí dentro de 300 años.

La Voyager1 penetró en el espacio interestelar en agosto de 2012, su magnetómetro, parcialmente averiado, dejó de percibir entonces las partículas características del viento solar. Su gemela la Voyager 2 siguió sus pasos atravesando esa frontera en noviembre de 2018 en un punto muy alejado y con una trayectoria divergente de la de su hermana.

Dentro de un par de años la Voyager 1 estará a unos 22 100 M de km del Sol y la Voyager 2 a 18 400 M de kilómetros de distancia. En unos 40 000 años, V1 pasará a 1,6 a.l de AC+793888, una estrella de la constelación de Camelopardalis y la V2 pasará a 1,7 a. l de la estrella Ross. En unos 296 000 años pasará a 4,3 a.l de Sirio, la estrella más brillante del cielo, y después … seguirán su viaje con rumbo indeterminado…y en silencio.

Se publicó en: http://fisquiweb.es el 5 de marzo de 2025