

ABRIL 2019
Año 10 N° 28

Registro de la propiedad intelectual N° 841211 / ISSN 1853-032X

BIOLOGIA Cátedra Banús
Declarada de interés institucional según
resolución (D) n° 1293/10

**Elemental
Watson**
LA REVISTA

10 AÑOS

ESPECIAL

TABLA PERIÓDICA

EN ESTE NÚMERO

**CURIOSIDADES | CÓMO APRENDER DE LA TABLA
ELEMENTOS DESTACADOS | MUJERES Y TABLA PERIÓDICA
| TABLA PERIÓDICA Y ARTE | CIENCIA Y TECNOLOGÍA
EN SOCIEDAD | CAMBIO CLIMÁTICO Y MÁS.....**



UBA



**34
AÑOS**

UBA CBC

TRABAJANDO POR LA EDUCACIÓN

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Jorge Fernández Surribas
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Dra. Liliana Noemí Guerra
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LUJÁN

Dr. Hernán Miguel
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, MONTEVIDEO URUGUAY
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
SOCIEDAD ARGENTINA DE ANÁLISIS FILOSÓFICO

Lic. María del Carmen Banús
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

LA REVISTA

Elemental Watson

STAFF / Elementalwatson "la" revista // Revista cuatrimestral de divulgación / Año10, número 28/ Universidad de Buenos Aires Ciclo Básico Común (CBC) /Departamento de Biología / Cátedra Banús / PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria, Avda. Intendente Cantilo s/n CABA, Argentina // **Propietarios:** María del Carmen Banús, Carlos E. Bertrán / **Editor Director:** María del Carmen Banús // **Escriben en este número:** Alejandro Ayala / María del Carmen Banús / Jorge Bruno / María Gilda Cecenarro / Cecilia Di Risio / Adrián Fernández / Víctor Panza / Laura Rocha / Javier Sabas Francario // **Diseño:** Guillermo Orellana // revista_elementalwatson@yahoo.com.ar, www.elementalwatson.com.ar/larevista.html // 54 011 5285-4307 // Todos los derechos reservados; reproducción parcial o total con permiso previo del Editor y cita de fuente. / Registro de la propiedad intelectual N° 841211, ISSN 1853-032X / Las opiniones vertidas en los artículos son responsabilidad exclusiva de sus autores no comprometiendo posición del editor / **Imagen de tapa:** "Espacios insondables" - Acrílico sobre madera entelada, año 2018 - María del Carmen Banús

**MARÍA DEL CARMEN BANÚS**

Lic. En Ciencias Biológicas
Coordinadora de Biología, CBC-UBA

18 DE MARZO DE 1869

El químico ruso Dmitri Mendeléyev presenta por primera vez lo que pretendía ser un sistema de ordenamiento de los elementos químicos basado en sus pesos atómicos y sus afinidades químicas. ¿Fue bien recibido? No.

¿Era el primer intento dentro de la comunidad científica? Tampoco!

Entonces ¿Qué hacía de particular y diferente esta presentación respecto de las anteriores?

A diferencia de sus predecesores, esta presentación incluía no sólo a los 63 elementos conocidos por entonces, sino que reservaba espacios para elementos que todavía no habían sido descubiertos. Así, Mendeléyev anticipaba su existencia y se atrevía a predecir sus propiedades químicas y su masa atómica.

Para sus colegas, eso era casi un acto de soberbia, de prepotencia. Y el resultado, si hubiésemos estado en época de redes sociales: un sinfín de haters que ignoraron la predicción, acostumbrados a atender solo datos empíricos y pruebas experimentales.

Un golpe de ¿suerte?, más bien de justicia química, hizo que entre 1875 y 1886 se descubrieran 3 nuevos elementos que encajaban exactamente con los huecos dejados por él y con las predicciones de sus propiedades: eka-aluminio (galio), eka-boro (escandio) y el eka-silicio (germanio) permitieron la consagración y el éxito.

18 de marzo de 2019: 150 años de la Tabla periódica de los elementos químicos y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) celebrará este hito con un año de eventos.

Por eso decidimos comenzar nuestros festejos por los 10 años de "la" revista, con una celebración tan importante. Química y biología muy a menudo van de la mano y no podíamos ni queríamos dejar de dedicarle un número especial.

¿Y qué pasa con los 10 años de ElementalWatson? Estate atento, porque estamos preparando cosas lindas, interesantes, pero estamos tomando nuestro tiempo, para que salgan como a nosotros nos gustan.

¡¡¡10 años de muchas gracias!!!

A los que confiaron en nosotros desde el primer día y a los que se suman año a año con su interés, sus aportes, su sabiduría. Personas e instituciones. ¡¡Cada vez somos más!!

10 años comunicando la ciencia, y eso, hay que celebrarlo a lo grande.

Y como siempre, Facebook, instagram y todo lo necesario, para mantenernos en contacto.



María del Carmen Banús

CORREO DE LECTORES (Comunicate con nosotros!)

revista_elementalwatson@yahoo.com.ar



ABRIL 2019

CONTENIDO

Especial Tabla Periódica

01/ Editorial

04/ Interpretando la Tabla

ALEJANDRO AYALA

18/ Curiosidades de la Tabla

VÍCTOR PANZA

24/ **ENSEÑANDO LA TABLA**

CECILIA DI RISIO

La enseñanza tiene muy diferentes enfoques; aquí queremos compartir lo que hacemos en nuestro curso, qué enseñamos y qué no, y cuál es nuestra idea de lo que debería llevarse un alumno novel de su primer encuentro con la Tabla Periódica.



32/ Carbono y la Tabla Periódica

ADRIAN FERNANDEZ

38/ Marie Curie, Vida y descubrimientos

GILDA CECENARRO

48/ Tabla Periódica ¿en el arte?

MARÍA DEL CARMEN BANÚS

56/ CTenS: satélites y sociedad

MARÍA DEL CARMEN BANÚS

64/ Cambio climático

MARÍA DEL CARMEN BANÚS / LAURA ROCHA

70/ Viaje a Islas Malvinas

JAVIER FRANCARIO


ALEJANDRO AYALA

Lic. en Ciencias Biológicas
Docente de Biología, CBC-UBA

INTERPRETANDO LA TABLA PERIÓDICA

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró al 2019 como el año de la Tabla Periódica de los Elementos porque se cumplen 150 años desde que el químico ruso Dmitrij Mendeleev creó la primera versión en 1869. No sólo para la Química sino también para otras disciplinas, la Tabla Periódica es un instrumento fundamental que ordena los elementos en base al número atómico, configuración electrónica y propiedades. Intentaremos desentrañar en un nivel técnico lo más simple posible, lo que a primera vista parece un jeroglífico inaccesible.

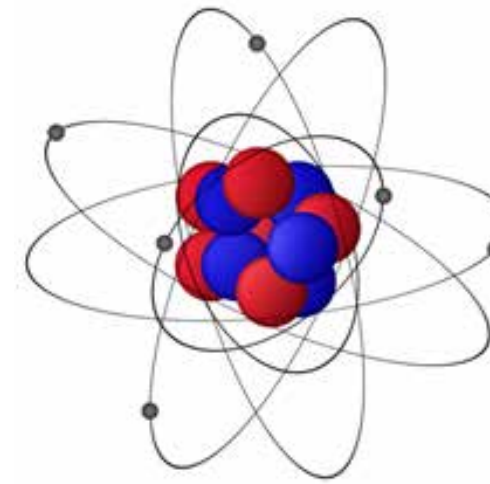
INTRODUCCIÓN

Por qué una revista dedicada principalmente a la Biología le dedicaría un número a la Tabla Periódica de los elementos químicos? En los comienzos de la ciencia la relación entre el hombre y la naturaleza se enfocaba en la descripción. Describir era una forma de conocer. Pero esta concepción estática de la vida pronto se demostró insuficiente porque nos cuenta lo que pasa, pero nada nos dice acerca del cuándo,

el por qué o el cómo. La vida no puede ser descrita en sus detalles como una entelequia sino que debe ser comprendida en su dinámica como un proceso, y para ello hacen falta instrumentos conceptuales provenientes de otras ciencias como las Matemáticas, la Física, y sobretodo y muy especialmente la Química. Todo ser vivo es un sistema organizado, dinámico, formado por moléculas y macromoléculas que inte-

ractúan continuamente entre sí de una manera compleja y sofisticada. Tal como explicara el prestigioso biólogo chileno Humberto Maturana, un sistema viviente se caracteriza por la capacidad de construirse a sí mismo, y a lo largo de su vida experimenta un proceso de reconstrucción permanente que se manifiesta en fenómenos como el crecimiento, el desarrollo, la reparación de tejidos, la maduración reproducti-

va, o el simple mantenimiento de las propias estructuras. En otras palabras “*la realización de esa producción de sí mismo como sistema molecular constituye el vivir*”, definía el científico. Para describir este proceso Maturana diseñó el término “autopoiesis”. Una palabra compuesta derivada del griego: “auto” (a sí mismo) y “poiesis” (creación o producción). Los procesos celulares responsables de la vida son propieda-



des emergentes de la materia organizada. La fotosíntesis, la respiración celular, la acumulación o consumo de reservas energéticas, la generación y conducción de impulsos nerviosos, la producción y el funcionamiento de las hormonas, la contracción muscular, la composición de los huesos, o el simple fluir del agua a través de las células, son ejemplos de esta dinámica, donde sustancias orgánicas e inorgá-

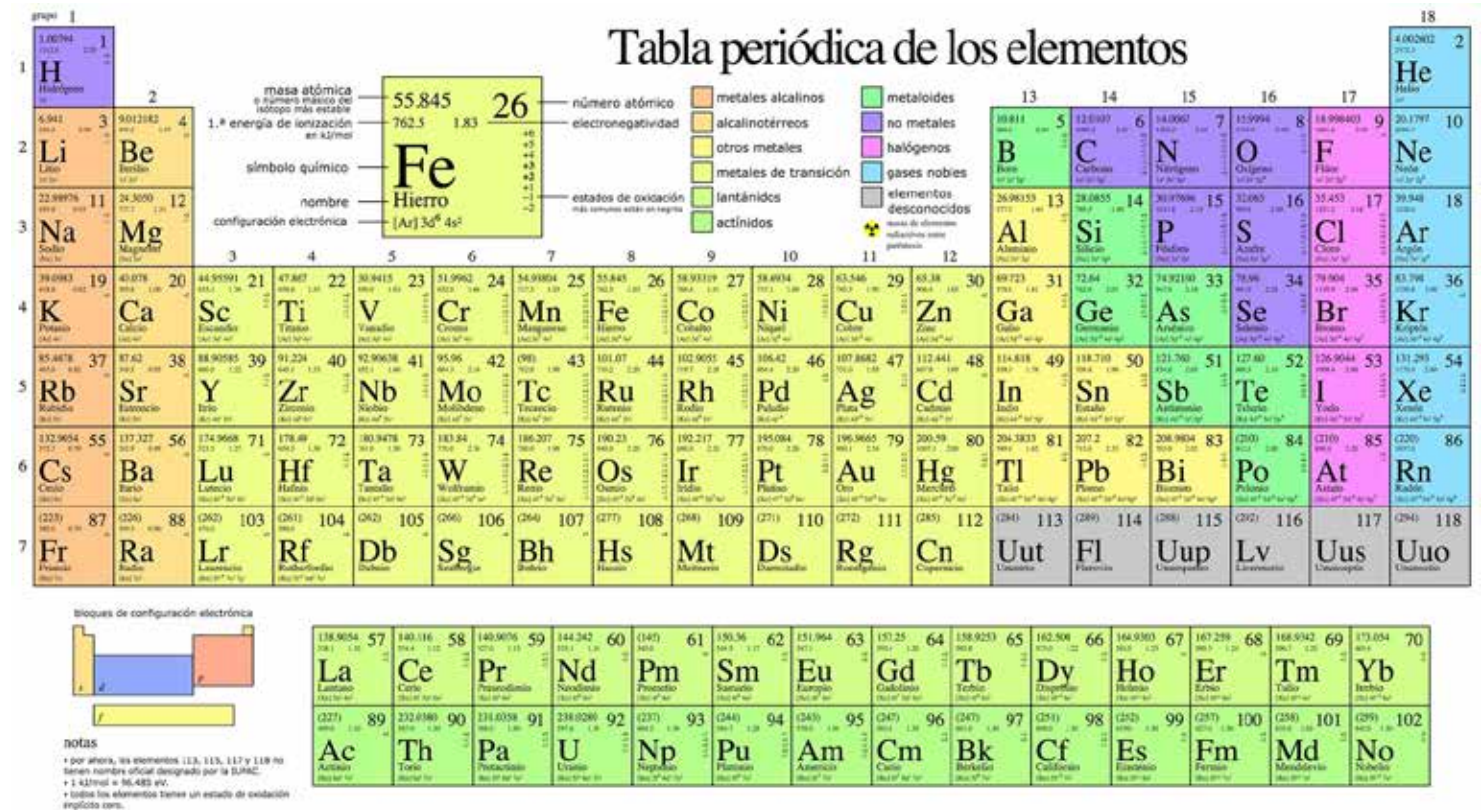
nicas se mueven en un ballet exquisitamente coordinado. Estudiar en detalle la composición de las biomoléculas es un requisito indispensable para comprender sus funciones biológicas. La estructura química de tales biomoléculas resulta de la interacción entre los átomos que la componen, lo que nos conduce directamente al punto de partida: **la Tabla Periódica de los Elementos.**

PREVIAMENTE, ALGUNOS CONCEPTOS BÁSICOS

Los átomos son las unidades de construcción de la materia. No son simples corpúsculos, muy por el contrario presentan una estructura compleja formada por partículas subatómicas como los protones, neutrones y electrones, entre los más importantes. Para presentarlo de una manera sencilla podemos decir que en el átomo se distinguen dos partes, una central llamada núcleo que contiene el 99,96 % de la masa del átomo y una zona a su alrededor conocida como nube electrónica, que ocupa el 99 % del volumen del átomo. En el núcleo se encuentran los protones y neutrones, que presentan una masa más o menos similar entre ellos (es decir están formados por una cantidad similar de materia). Los protones tienen carga eléctrica neta positiva, mientras que los neutrones son

neutros en cuanto a la misma, y de ahí su nombre. En la nube electrónica alrededor del núcleo, se ubican los electrones que tienen carga eléctrica neta negativa y una masa 1.836 veces menor que la de un protón. Si el núcleo de un átomo tuviera el tamaño de un prototo, el volumen del átomo sería como el de un campo de fútbol. Según el modelo atómico de Bohr los electrones giran alrededor del núcleo en espacios definidos llamados orbitales, los cuales a su vez están organizados en capas. Cada capa representa un cierto nivel de energía que se incrementa a medida que se aleja del núcleo. Los electrones son atraídos por los protones dado que entre ellos tienen cargas opuestas, y las cargas opuestas se atraen. La distribución de los electrones en el átomo determina las propiedades químicas del elemento. En su estado natural un átomo es eléctricamente neutro por-

que contiene el mismo número de protones que de electrones, o sea, cuando tiene la misma cantidad de cargas positivas que negativas. Si en cambio presenta más o menos electrones que protones, entonces tendrá una carga eléctrica neta que podrá ser positiva (si tiene más protones que electrones) o negativa (si tiene más electrones que protones). Cuando el átomo tiene carga eléctrica neta recibe el nombre de ion. Si la carga es negativa se llama específicamente anión, y si la carga es positiva recibe el nombre de catión. Todos los átomos del mismo elemento tienen el mismo número de protones y electrones, o sea que, los diferentes elementos de la Tabla Periódica se diferencian en el número de protones y por ende de electrones. Precisamente es el número de protones, conocido como Número Atómico (Z), uno de los parámetros utilizados para ordenar la Tabla.



138.9054 538.1 1.10 La Lantano [Xe] 5d ¹ 6s ²	140.116 534.4 1.12 Ce Cerio [Xe] 4f ¹ 5d ¹ 6s ²	140.9076 527.0 1.13 Pr Praseodimio [Xe] 4f ³ 6s ²	144.242 533.1 1.14 Nd Neodimio [Xe] 4f ⁴ 6s ²	(145) 540.0 Pm Prometio [Xe] 4f ⁵ 6s ²	150.36 544.5 1.17 Sm Samario [Xe] 4f ⁶ 6s ²	151.964 547.1 Eu Europio [Xe] 4f ⁷ 6s ²	157.25 593.4 1.20 Gd Gadolinio [Xe] 4f ⁷ 5d ¹ 6s ²	158.9253 565.8 Tb Terbio [Xe] 4f ⁹ 6s ²	162.500 573.0 1.22 Dy Disprósio [Xe] 4f ¹⁰ 6s ²	164.9303 581.0 1.23 Ho Holmio [Xe] 4f ¹¹ 6s ²	167.259 589.3 1.24 Er Erbio [Xe] 4f ¹² 6s ²	168.9342 596.7 1.25 Tm Tulio [Xe] 4f ¹³ 6s ²	173.054 603.4 Yb Iterbio [Xe] 4f ¹⁴ 6s ²
(227) 499.0 1.10 Ac Actinio [Rn] 6d ¹ 7s ²	232.0380 587.0 1.30 Th Torio [Rn] 6d ² 7s ²	231.0358 568.0 1.30 Pa Protactinio [Rn] 5f ² 6d ¹ 7s ²	238.0289 597.6 1.38 U Uranio [Rn] 5f ³ 6d ¹ 7s ²	(237) 604.5 1.36 Np Neptunio [Rn] 5f ⁴ 6d ¹ 7s ²	(244) 584.7 1.28 Pu Plutonio [Rn] 5f ⁶ 7s ²	(243) 578.0 1.30 Am Americio [Rn] 5f ⁷ 7s ²	(247) 581.0 1.30 Cm Curio [Rn] 5f ⁷ 6d ¹ 7s ²	(247) 601.0 1.30 Bk Berkelio [Rn] 5f ⁹ 7s ²	(251) 608.0 1.30 Cf Californio [Rn] 5f ¹⁰ 7s ²	(252) 619.0 1.30 Es Einstenio [Rn] 5f ¹¹ 6d ¹ 7s ²	(257) 627.0 1.30 Fm Fermio [Rn] 5f ¹² 7s ²	(258) 635.0 1.30 Md Mendelevio [Rn] 5f ¹³ 7s ²	(259) 642.0 1.30 No Nobelio [Rn] 5f ¹⁴ 7s ²

Lantanidos y Actinios

LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

La Tabla Periódica reúne de manera organizada a todos los elementos hasta ahora conocidos que forman el universo. Dichos elementos se caracterizan por sus propiedades físico-químicas únicas. Las propiedades químicas se refieren a la capacidad que tiene cada uno para reaccionar (unirse) con otros elementos para formar compuestos. Las propiedades físicas son características como la dureza, densidad, punto de fusión, punto de ebullición, o la conductividad eléctrica. Elementos distintos tienen propiedades físico-químicas distintas y eso depende de la estructura atómica, sin embargo hay grupos de elementos que presentan propiedades comunes. La Tabla está organizada de modo que es capaz de reflejar ambos aspectos, tanto la individualidad de cada elemento como los grupos de ellos que comparten propie-

dades similares. El químico ruso Dmitri Mendeleev es considerado el padre de la tabla periódica según la Royal Society of Chemistry porque fue el primero en abordar con éxito el problema de cómo ordenar los elementos químicos. Mientras trabajaba en su libro de Química Mendeleev descubrió que podía ordenar los 63 elementos conocidos hasta ese momento en función del peso atómico creciente, y que al hacerlo de ese modo ciertas propiedades químicas se repetían regularmente (periodicidad). Cuenta la historia que el golpe de genio le vino en un sueño donde “vio” los elementos ordenados de esa manera. En la actualidad la tabla periódica agrupa 118 elementos conocidos, de los cuales 94 son naturales y el resto sintetizados artificialmente en el laboratorio. El criterio de ordenamiento de los elementos fue evolucionando y perfeccionándose con los años, y del concepto

del peso atómico de Mendeleev se pasó al ordenamiento en función del número atómico de la actualidad.

LOS NOMBRES Y SÍMBOLOS

Para muchos elementos de la tabla ya sea el nombre, su símbolo (abreviatura que lo representa), o ambos, derivan del latín, como los casos del hierro (Fe, que proviene de *ferrum*), y del oro (Au, que deriva de *aurum*). Otros nombres provienen del griego como el Iodo (I) que viene de *iodes* (violeta), o Cromo (Cr) que deriva de *chroma* (color). El Polonio fue nombrado así en honor a Polonia la tierra natal de sus descubridores, Marie Curie y su marido. Otros elementos fueron bautizados en homenaje a científicos notables como el Curio (Cm) en honor al matrimonio Curie, el Einstenio (Es) en honor de Albert Einstein o el Mendelevio (Md)

en honor al creador de la primera tabla periódica. También hay nombres que refieren a planetas como Uranio (U) y Plutonio (Pu). Otros nombres derivan del inglés o hacen referencia a una propiedad particular del elemento, o al lugar de su descubrimiento.

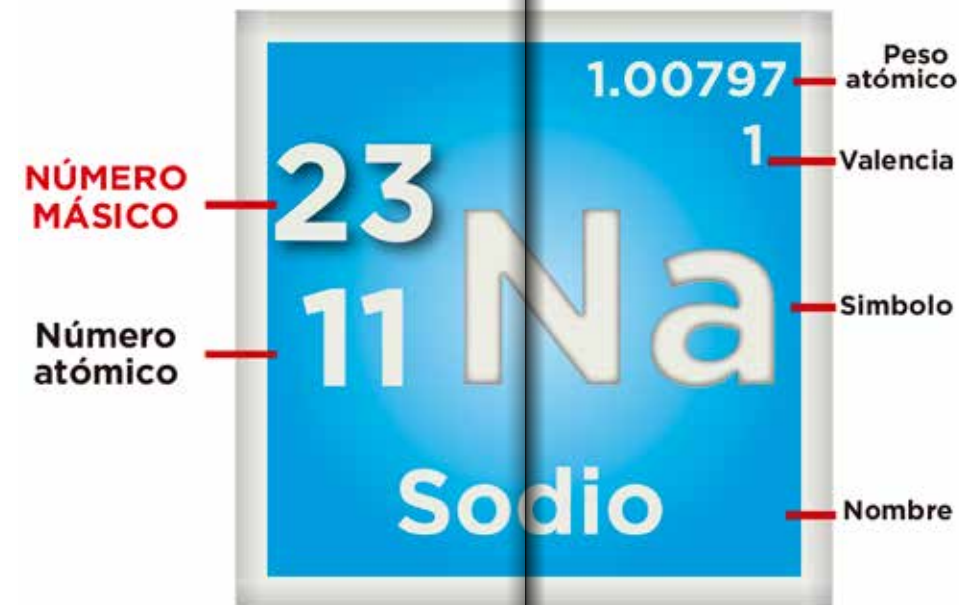
GRUPOS Y PERÍODOS

En la Tabla Periódica los elementos están organizados en columnas y renglones. Las columnas, que reciben el nombre de grupos, son 18 y están numeradas de izquierda a derecha. Los elementos del mismo grupo poseen propiedades químicas similares dadas por sus configuraciones electrónicas similares. El concepto de configuración electrónica es complejo de explicar. Se lo puede entender como la manera en la cual los electrones se organizan en los espacios de la nube electrónica del

átomo. En efecto, los electrones ocupan espacios que podemos imaginarlos como capas con subcapas, cada una caracterizada por un cierto nivel de energía que se incrementa con la distancia al núcleo. La disposición de los electrones, especialmente los que se ubican en la capa más externa, determina las propiedades químicas del elemento, esto es, su tendencia a formar uniones con otros átomos. Los enlaces químicos son el resultado de una interacción entre átomos que involucra a los electrones de la capa más externa, los llamados electrones de valencia. Como resultado de tal interacción un átomo puede ceder electrones al unirse a otro que los acepta, como el caso del cloruro de sodio NaCl (sal común de mesa) o bien los electrones pueden ser compartidos, como sucede en la molécula de agua H₂O o la de oxígeno O₂. Los elementos del mismo grupo tienen la misma valencia,

o sea, la misma cantidad de electrones en la capa más externa, y por ende tienden a comportarse de manera similar en cuanto a sus propiedades de combinación con otros elementos. Los renglones o períodos (son 7) por su parte organizan elementos que presentan el mismo número de niveles de energía. Por ejemplo el hierro (Fe) pertenece al período 4 y eso indica que tiene a sus electrones organizados en 4 niveles de energía.

La cantidad de niveles y subniveles de energía (antes los llamamos capas) ocupados con electrones generan propiedades similares, por eso los elementos del mismo período muestran tendencias similares en características como el radio atómico, la energía de ionización, la afinidad electrónica y la electronegatividad.



EL NÚMERO ATÓMICO

Todos los átomos del mismo elemento tienen el mismo número de protones, así por ejemplo todos los átomos de oxígeno (O) tienen 8 protones en el núcleo. El carbono (C) en cambio tiene 6 protones en su núcleo y todos los átomos de carbono comparten esa característica. Cada elemento está determinado por el número de protones, por eso el oxígeno y el carbono son elementos diferentes. En la tabla periódica al número de protones se lo denomina número atómico y viene indicado generalmente con la letra Z. Suele escribirse

el número atómico como un subíndice por delante del símbolo del elemento, por ejemplo ${}_1\text{H}$ para el hidrógeno, ${}_2\text{He}$ para el helio, o ${}_6\text{C}$ para el carbono. Recordemos que los protones tienen masa y carga eléctrica neta positiva, sin embargo en el estado natural los átomos de los elementos son neutros en cuanto a la carga eléctrica, porque contienen la misma cantidad de electrones, que tienen carga eléctrica negativa, que protones, y entonces se compensan. Conociendo el número atómico sabemos también el número de electrones del elemento.

NUMERO MÁSCICO

Otro dato que suele aportar la tabla periódica es el número másico que se suele representar con la letra A. El número másico es igual al número total de partículas nucleares, es decir, es la suma de protones y neutrones. Este dato suele representarse como un superíndice a la izquierda del símbolo del elemento, así por ejemplo el helio se vería de este modo: ${}_{24}\text{He}$, lo que nos está indicando que el átomo de helio (He) tiene 2 protones, 2 neutrones (por eso su número másico es 4) y aunque no está indicado directamente sabemos que

tiene además, 2 electrones. Y si a eso le agregamos que el helio está ubicado en el periodo 1, podemos concluir que los dos electrones se ubican en el primer nivel de energía alrededor del núcleo. Analicemos otro ejemplo, el potasio. Su nombre viene del latín "potassium" y se lo simboliza con la letra K que también viene del latín "kalium" y es el antiguo nombre que recibía este elemento. Cuando ubicamos al potasio en la tabla vemos que su número atómico es 19 ($Z=19$), por lo tanto tiene 19 protones y 19 electrones. El número másico es $A=41$, eso quiere decir que tiene 22

neutrones ($41-19$). Entonces el átomo de K tiene 19 protones + 22 neutrones en el núcleo, y 19 electrones repartidos correspondientemente en 4 niveles de energía en la nube electrónica: ${}_{19}^{41}\text{K}$.

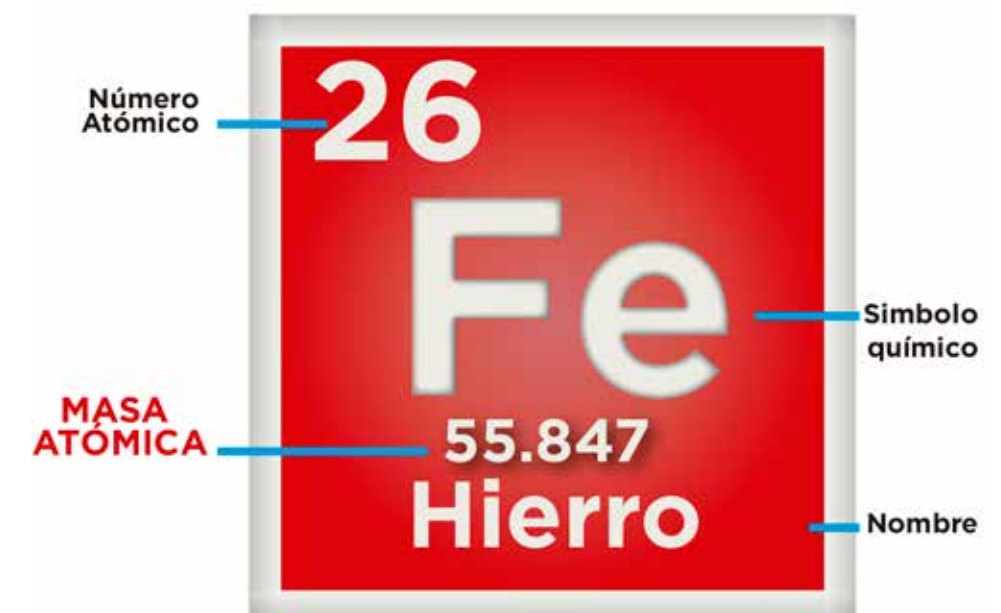
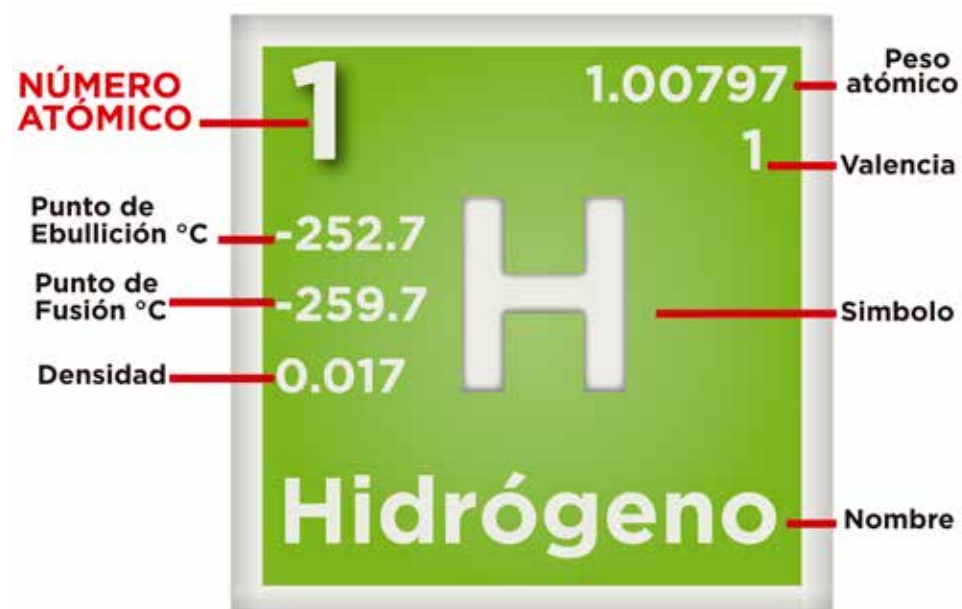
MASA ATÓMICA

Es la masa de un átomo expresada en unidades de masa atómica. Como en un solo átomo la masa de los electrones es prácticamente despreciable se considera que la masa atómica viene determinada por la suma de la masa total de protones y neutrones. En

el cuadrado de cada elemento en la tabla periódica el valor de la masa atómica suele indicarse en el ángulo superior izquierdo, así si observamos el hierro (Fe), su masa atómica es de 55.845 uma.

ENERGÍA DE IONIZACIÓN

Como se ha mencionado antes los átomos en estado natural son neutros desde el punto de vista de la carga eléctrica neta, es decir, no tienen. Sin embargo bajo ciertas circunstancias los átomos pueden ganar o perder electrones, lo que se denomina ioniza-



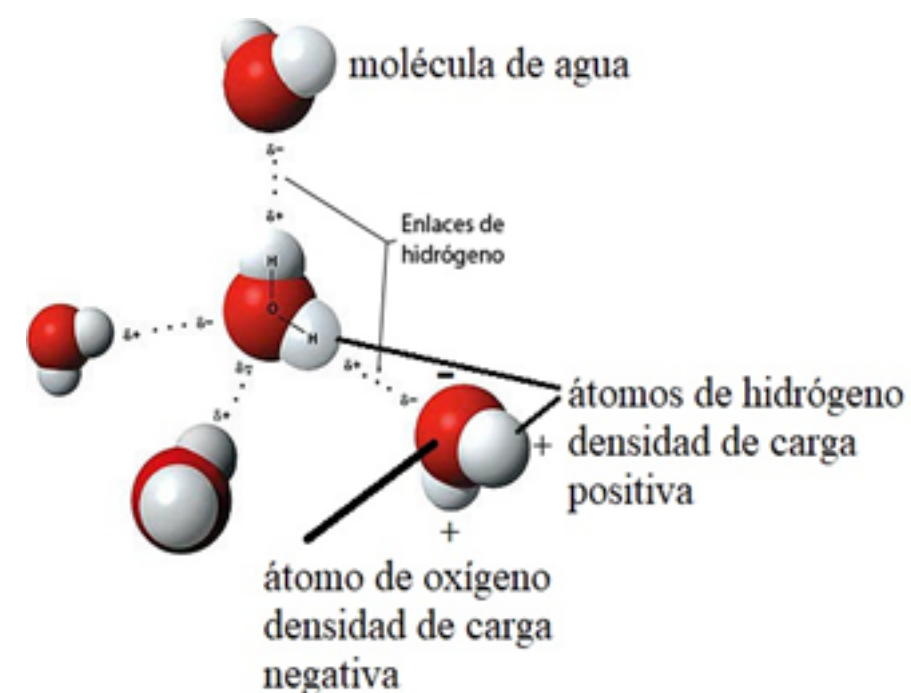
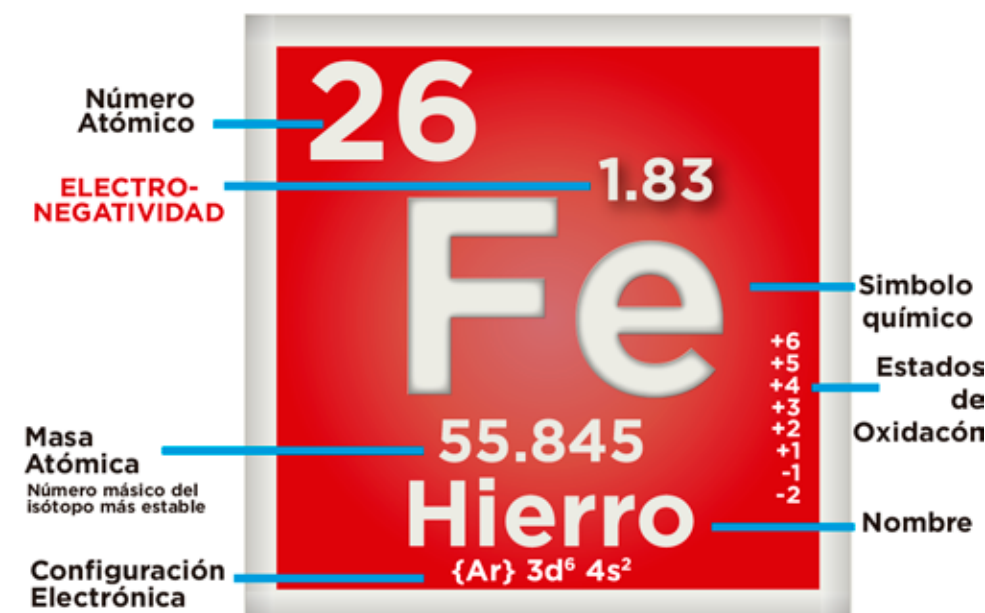
ción. El átomo neutro se transforma en un ion con carga eléctrica neta positiva si pierde electrones o carga eléctrica neta negativa si gana electrones. Dado que los electrones son atraídos hacia el núcleo por parte de los protones (por sus cargas opuestas) para arrancar un electrón de su lugar en el átomo se necesita una cierta cantidad de energía que se denominada energía de ionización, y es particular para cada elemento.

ELECTRONEGATIVIDAD

Este concepto tiene gran relación con la tendencia de un elemento a unirse con otros y formar compuestos, se la puede definir como la capacidad de un átomo para atraer electrones cuando se encuentra involucrado en una unión química. Para cada elemento la electronegatividad depende de la

masa atómica y de la distancia promedio de los electrones de valencia con respecto al núcleo. Para ejemplificar como la electronegatividad incide en la formación y propiedades de las moléculas veamos el ejemplo del agua. Esta molécula está formada por un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno. Cada átomo de hidrógeno se une al oxígeno a través de una unión llamada covalente, en donde todos los átomos participantes comparten sus electrones de valencia. El oxígeno "aporta" sus 6 electrones y cada hidrógeno el único que tiene, de esa manera la molécula de agua presenta una capa electrónica externa completa con 8 electrones, lo que da estabilidad a la molécula. El átomo de oxígeno presenta una electronegatividad muy superior a la de los hidrógenos, lo que resulta en una distribución asimétrica de los electrones en la molécula. En la molécula de agua los

electrones más externos se encuentran desplazados hacia el núcleo del oxígeno generando una distribución desigual de las cargas eléctricas, en efecto, la molécula de agua muestra una densidad de carga negativa alrededor del oxígeno (por acumulación de electrones) y cargas positivas alrededor de los hidrógenos (por defecto de electrones). Esto le confiere al agua una característica llamada polaridad y es lo que causa que el agua por ejemplo disuelva muy bien a sustancias polares como los azúcares, y sea en cambio un mal solubilizante de grasas y aceites. Cabe señalar que la electronegatividad no es una propiedad estrictamente del átomo porque su magnitud se manifiesta en relación con otros átomos en una unión química, sin embargo existe una propiedad equivalente a la electronegatividad que es propia del átomo, y que se denomina afinidad electrónica.



Número Atómico	26	762.5	1a Energía de Ionización en Kg/mol
Electro-Negatividad		1.83	
	Fe		Símbolo químico
		+6 +5 +4 +3 +2 +1 -2	ESTADOS DE OXIDACIÓN
Masa Atómica Número másico del isótopo más estable	55.845		
Configuración Electrónica	{Ar} 3d ⁶ 4s ²		Nombre
	Hierro		

el nivel de energía más externo y lograr la configuración electrónica de los gases nobles, es decir, 8 electrones en su capa de valencia (siendo el hidrógeno la excepción ya que completa su nivel más externo con dos electrones, igual que el helio). Si un átomo gana electrones su número de oxidación será igual al número de electrones ganados precedido por el signo menos (-) que representa la carga negativa del electrón. Así si un elemento gana 3 electrones su estado de oxidación se indica como -3. Si por el contrario un átomo se oxida, es decir, pierde electrones (por ejemplo 1) su estado de oxidación será +1.

CONFIGURACION ELECTRÓNICA

Como ya mencionamos antes la configuración electrónica se refiere a como se distribuyen los electrones

en las diferentes niveles y subniveles de energía en la nube electrónica. Los niveles y subniveles se codifican con números y letras, además existe una cierta manera ordenada en la que se van completando lo que da origen a la clasificación de los elementos en los llamados Bloques. Una tabla periódica podrá indicar cuantos electrones hay en cada nivel y subnivel, o solamente en el más externo. El desarrollo de este tópico es muy complejo y excede el propósito del artículo. Más información sobre esto último o sobre los temas anteriores se puede ampliar en cualquier libro de texto de Química Inorgánica General.

BLOQUES

Los bloques se definen según como se van completando las capas de electrones y reciben el nombre correspondiente al último nivel. Sobre la izquier-

ESTADOS DE OXIDACIÓN

Es una modificación que sufre un átomo cuando pierde o gana electrones en una unión química. Si una sustancia pierde electrones se oxida y cuando los gana se reduce (reacciones redox). Esta característica de ganar o perder electrones es natural en los elementos y responsable de su tendencia a combinarse con otros átomos, excepto para el grupo 18 de la tabla periódica que reúne a los gases nobles (helio, neón, argón, kriptón, xenón y radón), que muestran poca tendencia a combinarse con otros elementos justamente porque su nivel de energía más externo se encuentra completo de electrones. Existe una regla llamada "la regla del octeto" que dice que los elementos experimentan una tendencia a completar



Periodic Table of the Elements

St. Paul's Convent School Curriculum Tour 2005

I		II												III	IV	V	VI	VII	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt											
* Lanthanoids		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
** Actinoids		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Legend: metal (blue), non-metal (purple), noble gas (green). solid (blue), liquid (yellow), gas (green).

Labels for Hydrogen (H): atomic number (1), symbol (H), relative atomic mass (1.0).

Source: GulpMatrix.com

da de la tabla se encuentra el bloque s que comprende a los metales alcalinos y alcalinotérreos, así como el hidrógeno y el helio. Del lado derecho están los grupos del 13 al 18 que constituyen el bloque p y contiene entre otros a los metaloides. En la parte central de la tabla se ubica el bloque d (grupos 3 al 12), de los metales de transición. Por último el bloque f que se encuentra aparte y por debajo del resto de la tabla donde se agrupan los lantánidos y los actínidos.

METALES, NO METALES Y METALOIDES

Finalmente, no podemos dejar de mencionar la clasificación de los elementos en tres grandes categorías, que aunque algo imperfecta es de uso corriente: los metales, los metaloides y los no metales. Los metales son sólidos a temperatura ambiente (con la excep-

ción del mercurio), generalmente brillantes y buenos conductores del calor y la electricidad, pueden formar aleaciones y compuestos iónicos. Dentro de la categoría no metales encontramos sólidos, líquidos y gaseosos (siempre a temperatura ambiente). No son maleables ni buenos conductores del calor o la electricidad. Algunos de sus elementos se destacan por sus importantes funciones dinámicas y/o estructurales en los seres vivos como el oxígeno, carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo y azufre. La categoría de los metaloides contiene elementos con propiedades intermedias entre los metales y no metales ya que comparten características de ambos. Algunos son brillantes mientras que otros son opacos, algunos pueden conducir la electricidad y el calor aunque no en la misma magnitud que los metales (semiconductores). Contiene elementos como el boro, el silicio y

el arsénico entre otros.

La Tabla Periódica de los Elementos es sin duda alguna el instrumento más importante en un laboratorio de Química. Fue pensada, desarrollada y mejorada como un modo de organizar a los elementos conocidos del universo (sean naturales o artificialmente creados). Desde que fuera creada por Mendeleev hace 150 años ha evolucionado mucho. De los 63 elementos conocidos en aquella época se ha llegado a los 118 de hoy, pero la tarea no ha terminado ni terminará. Su evolución prosigue, actualmente un grupo de científicos japonés se encuentra empeñado en la búsqueda del elemento 119. Esta historia continuará.....

ALEJANDRO AYALA

[VOLVER](#)

Cerro Tronador
Bariloche (Rio Negro)
PH: DENISE IVONNE BLANCHET


VICTOR H. PANZA

Lic. en Ciencias Biológicas
Docente de Biología, CBC-UBA

CURIOSIDADES DE LA TABLA PERIÓDICA QUE NO CONOCÍAS Y NO TE ATREVÍAS A PREGUNTAR

En esta nota nos centraremos en algunos aspectos curiosos y menos conocidos de la tabla periódica. Entre estos aspectos abordaremos cambios entre la versión original y la más actual, la síntesis artificial de nuevos elementos químicos, los nombres de los elementos, algunas propiedades curiosas y su origen en el universo.

Argentina debe su nombre al elemento químico Plata (Ag), Argentum en latín, y es el único país que lleva el nombre de un elemento químico (primero surgió el nombre del elemento químico y luego el del país). La mayoría de los elementos químicos presentes en la naturaleza y en la tabla periódica existen gracias a las estrellas. Se formaron en ellas o en sus explosiones y mucho tiempo después terminaron siendo parte de los planetas y, en La Tierra, parte de los seres vivos.

La tabla periódica de los elementos es una herramienta fundamental de la química. Su entendimiento, interpretación y utilización se puede leer en otros artículos de este número de "La Revista". En esta nota nos centraremos en algunos aspectos curiosos y menos conocidos de la tabla periódica. La primera versión de la Tabla Periódica se presentó en 1869 con sólo 63 elementos, los que se conocían en ese momento. Hoy en día hay posee 118 elementos y su número seguirá aumentando. Cuando Mendeléyev diseñó la tabla periódica dejó espacios en blanco para poder alinear correctamente los elementos conocidos. Por eso en 1871 la tabla periódica tenía espacios para algunos elementos químicos, como por ejemplo el galio, el germanio y el escandio, que en esa época eran desconocidos. Mendeléyev predijo sus masas atómicas y otras propiedades químicas. Años después, cuando fueron descubiertos, se vio que cumplían plenamente con las características básicas que el químico había predicho. Dicha precisión en las predicciones contribuyó significativamente a la aceptación de la tabla periódica. En 1875 se completa el primer espacio vacío con el galio (Ga), elemento número 31.

Tabla periódica de los elementos¹²

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Bloque	s		d										p						
Periodo	El helio pertenece al bloque s																		
1	1 H																	2 He	
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	
6	55 Cs	56 Ba	57-71 * Lantánidos	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	
7	87 Fr	88 Ra	89-103 ** Actínidos	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og	
				Bloque f															
				57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
				89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	

Leyenda

1
H
← Número atómico
← Símbolo químico

Estado de agregación de la materia a 0°C y 1 atm
(Según el color del número atómico)

Rojo	Azul	Negro	Gris
Gaseoso	Líquido	Sólido	Desconocido

Categorías (según el color de fondo)

Metales					Metaloides		No metales		
Alcalinos	Alcalino-térreos	Lantánidos	Metales de transición	Otros metales			Otros no metales	Halógenos	Gases nobles
		Actínidos							

mineral plata (Ag)



De los 118 elementos conocidos sólo 94 de ellos existen en la naturaleza, el resto son sintetizados de forma artificial y su vida es de unos pocos milisegundos. Para fabricarlos, se utilizan aceleradores de partículas. En los aceleradores se colisionan átomos para obtener nuevos elementos con más protones. El primer elemento fabricado artificialmente fue el del tecnecio (Tc) y es el elemento más liviano que tiene solo isótopos radioactivos (ninguno es estable). La mayoría de los isótopos de elementos superpesados (sintetizados artificialmente) son inestables y se desintegran en un período de tiempo muy corto. Un ejemplo de esto es el moscovio (Mc) que tiene el número atómico 115, es muy radioactivo y su isótopo conocido más estable, moscovio-290, tiene una vida media de apenas 0,8 segundos. Como el tiempo de vida media (duración) de estos nuevos elementos es tan pequeño, resulta incompatible con cualquier tipo de aplicación, pero podrían descubrirse elementos más duraderos. Se predice la existencia de islas de estabilidad. Estas son zonas de la tabla periódica alrededor de las cuales los elementos tienen una vida de minutos o incluso días. En torno al 120 existe una, por lo que el elemento 120 podría ser más estable (durar más) y resultar útil. Entre los elementos químicos sintetizados artificialmente están los 108 (hasio - Hs), 112 (copernicio - Cn) y 114 (flerovio - Fl), que no tienen propiedades químicas conocidas hasta la fecha. En 2016 se agregaron los elementos 113 (nihonio - Nh), 115 (moscovio - Mc), 117 (teneso - Ts) y 118 (oganesón - Og) y con ellos se completó la séptima fila de la tabla periódica.

Entonces, una duda razonable sería: **¿Cuántos elementos químicos podrían existir?** Richard Feynman predijo que la tabla periódica se cerraría con el 137 elementos, aunque investigaciones más recientes reducen la cifra a 126. El elemento 126 se intentó sintetizar sin éxito en 1971, en el CERN. Su nombre sería Unbihexium y podría ser el último elemento químico en añadirse a la tabla periódica original de Mendeléyev. Los elementos del 95 a 100 existieron en la naturaleza en tiempos pasados pero actualmente no.

EN RELACIÓN AL NOMBRE DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS

Con la invención del espectroscopio se descubrieron nuevos elementos químicos. Muchos de estos elementos se nombraron por el color de sus líneas espectrales características, por ejemplo cesio (Cs, del latín *caesius*, azul), talio (Tl, de tallo, por su color verde), rubidio (Rb, rojo), entre otros. Hay elementos con nombres que hacen referencia a países: galio (Ga), escandio (Sc), germanio (Ge), polonio (Po), niponio (Np), y francio (Fr), hay relativos al nombre de continentes: europio (Eu) y americio (Am). Argentina debe su nombre al elemento químico Plata (Ag), Argentum en latín, y es el único país que tiene el nombre de un elemento

químico (primero surgió el nombre del elemento químico y luego el del país). También hay elementos que se refieren a los cuerpos celestes: uranio (U), neptunio (Np) y plutonio (Pu). Y con respecto a grandes científicos han sido homenajeados en la Tabla Periódica: Einstein, con el einstenio (Es); y Copérnico, con el copernicio (Cn). Por otro lado el polonio, debe su nombre a Marie Curie y su esposo. Con ello quisieron reivindicar en 1898, la independencia de Polonia. Los distintos nombres de los elementos de la tabla periódica poseen sus símbolos químicos. En estos símbolos aparecen todas las letras del abecedario excepto la "j" y la "ñ". Esto se debe a que los nombres de los elementos químicos se toman del latín y en esa lengua no existen esas dos letras.

SOBRE SU CREADOR

Dmitri Mendeléyev, el creador de la tabla periódica, era el menor de 17 hermanos. Nació el 8 de febrero de 1834 en Tobolsk, Rusia. Quiso estudiar en la Universidad de Moscú, pero en ese tiempo, sólo aceptaban a los originarios de la ciudad por lo que estudió en la Universidad de San Petersburgo. Además de la tabla periódica Mendeléyev participó en la construcción del primer rompehielos ártico del mundo, el Yermak, que se botó el 29 de octubre de 1898. Una curiosidad es que en sus ratos libres también le gustaba fabricar valijas.

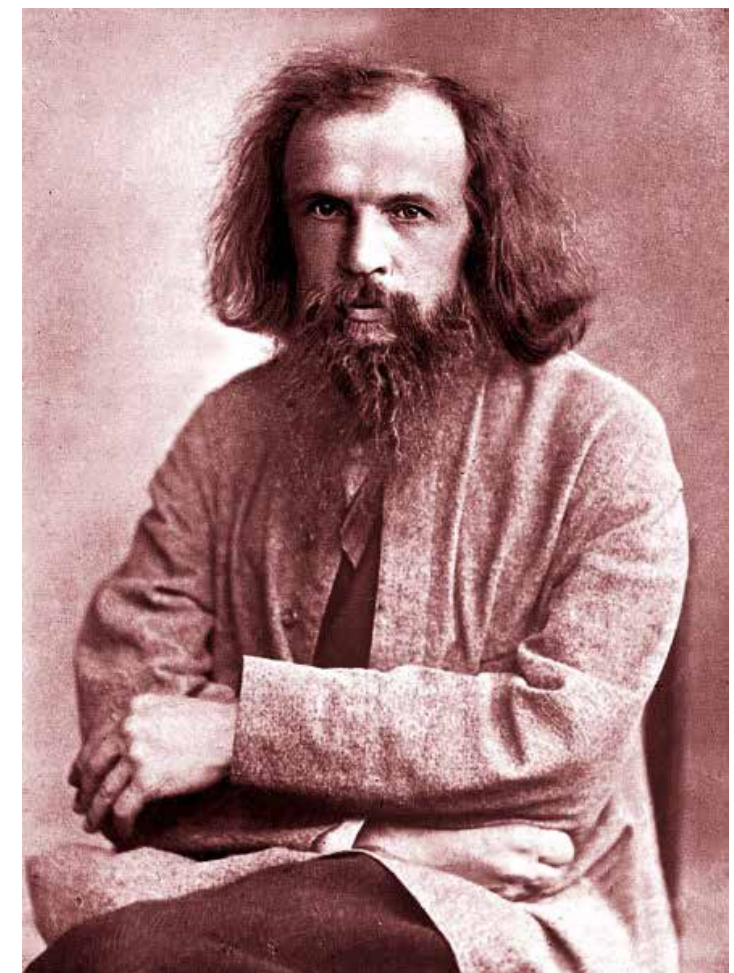
Pero...¿La tabla periódica organizada por Mendeléyev es la que se utiliza en la actualidad?

La respuesta claramente es NO. Y la principal diferencia entre la tabla periódica moderna y la tabla periódica de Mendeléyev es que la tabla del científico ruso organizaba los elementos químicos por su peso atómico en orden creciente, mientras que la tabla periódica moderna ordena los elementos químicos en forma creciente de su número atómico. En su mayoría el orden de los elementos es el mismo entre ambas tablas, pero hay algunas diferencias.

La versión más reciente de la tabla periódica fue aprobada en noviembre de 2016 por la Unión Internacional de Química Aplicada Pura, IUPAC.

PARTICULARIDADES DE ALGUNOS ELEMENTOS QUÍMICOS

El elemento químico más abundante en el universo es el hidrógeno y el segundo en abundancia es el helio (He). Este último fue descubierto como una línea amarilla brillante en un espectro de luz del Sol en 1868. Recién tres décadas después fue encontrado en la Tierra. El metal más ligero es el litio, el más pesado es el osmio (concretamente 42,5 veces más pesado que el litio). El potasio (K) tiene un isótopo radioactivo que es el pota-



Dmitri Mendeléyev

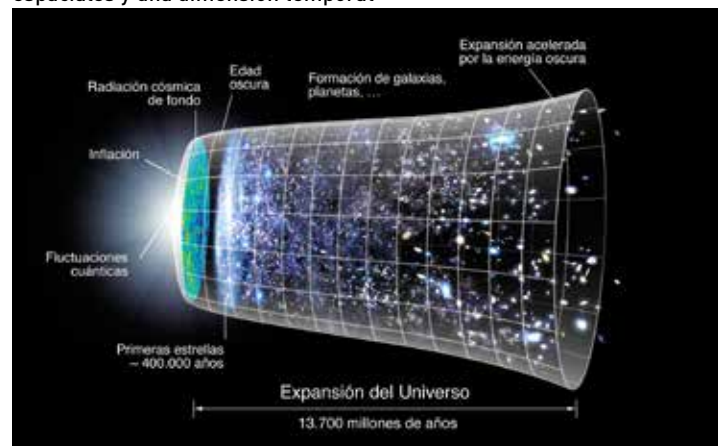
Tabla periódica de los Elementos de Mendeléyev

The Elements	Their Properties in the Free State	The Constitution of the Elements and their Compounds	Stability of the Elements and their Compounds	The Constitution of the Active Union	The Properties of the Active Union	Weight of the Active Union
Hydrogen	1	H	1	H ₂	2	2
Helium	2	He	2	He	4	4
Lithium	3	Li	3	Li ₂	6	6
Beryllium	4	Be	4	Be ₂	8	8
Boron	5	B	5	B ₂	10	10
Carbon	6	C	6	C	12	12
Nitrogen	7	N	7	N ₂	14	14
Oxygen	8	O	8	O ₂	16	16
Fluorine	9	F	9	F ₂	18	18
Sodium	10	Na	10	Na ₂ O	22	22
Magnesium	11	Mg	11	MgO	24	24
Aluminum	12	Al	12	Al ₂ O ₃	27	27
Silicon	13	Si	13	SiO ₂	28	28
Phosphorus	14	P	14	P ₂ O ₅	31	31
Sulfur	15	S	15	S ₂	32	32
Chlorine	16	Cl	16	Cl ₂	35,5	35,5
Potassium	17	K	17	K ₂ O	39	39
Calcium	18	Ca	18	CaO	40	40
Scandium	19	Sc	19	Sc ₂ O ₃	45	45
Titanium	20	Ti	20	TiO ₂	48	48
Vanadium	21	V	21	V ₂ O ₅	51	51
Chromium	22	Cr	22	Cr ₂ O ₃	52	52
Manganese	23	Mn	23	MnO ₂	55	55
Iron	24	Fe	24	Fe ₂ O ₃	56	56
Cobalt	25	Co	25	Co ₂ O ₃	59	59
Nickel	26	Ni	26	NiO	58,7	58,7
Copper	27	Cu	27	Cu ₂ O	63,5	63,5
Zinc	28	Zn	28	ZnO	65,4	65,4
Gallium	29	Ga	29	Ga ₂ O ₃	69,7	69,7
Germanium	30	Ge	30	GeO ₂	72,6	72,6
Arsenic	31	As	31	As ₂ O ₃	74,9	74,9
Selenium	32	Se	32	SeO ₂	78,96	78,96
Bromine	33	Br	33	Br ₂	79,9	79,9
Krypton	34	Kr	34	Kr	83,8	83,8
Rubidium	35	Rb	35	Rb ₂ O	85,47	85,47
Strontium	36	Sr	36	SrO	87,62	87,62
Yttrium	37	Y	37	Y ₂ O ₃	88,91	88,91
Zirconium	38	Zr	38	ZrO ₂	91,224	91,224
Niobium	39	Nb	39	Nb ₂ O ₅	92,906	92,906
Molybdenum	40	Mo	40	MoO ₃	95,94	95,94
Ruthenium	41	Ru	41	RuO ₄	101,07	101,07
Rhodium	42	Rh	42	Rh ₂ O ₃	102,905	102,905
Palladium	43	Pd	43	PdO	106,36	106,36
Silver	44	Ag	44	Ag ₂ O	107,868	107,868
Cadmium	45	Cd	45	CdO	112,411	112,411
Indium	46	In	46	In ₂ O ₃	114,818	114,818
Tin	47	Sn	47	SnO ₂	118,710	118,710
Antimony	48	Sb	48	Sb ₂ O ₃	121,757	121,757
Tellurium	49	Te	49	TeO ₂	127,603	127,603
Iodine	50	I	50	I ₂	126,905	126,905
Xenon	51	Xe	51	Xe	131,29	131,29
Barium	52	Ba	52	BaO	137,327	137,327
Lanthanum	53	La	53	La ₂ O ₃	138,905	138,905
Cerium	54	Ce	54	Ce ₂ O ₃	140,12	140,12
Praseodymium	55	Pr	55	Pr ₂ O ₃	140,907	140,907
Neodymium	56	Nd	56	Nd ₂ O ₃	144,242	144,242
Europium	57	Eu	57	Eu ₂ O ₃	151,964	151,964
Gadolinium	58	Gd	58	Gd ₂ O ₃	157,25	157,25
Terbium	59	Tb	59	Tb ₂ O ₃	158,925	158,925
Dysprosium	60	Dy	60	Dy ₂ O ₃	162,50	162,50
Yttrium	61	Y	61	Y ₂ O ₃	173,045	173,045
Strontium	62	Sr	62	SrO	176,411	176,411
Zirconium	63	Zr	63	ZrO ₂	177,04	177,04
Niobium	64	Nb	64	Nb ₂ O ₅	178,04	178,04
Molybdenum	65	Mo	65	MoO ₃	178,04	178,04
Ruthenium	66	Ru	66	RuO ₄	180,948	180,948
Rhodium	67	Rh	67	Rh ₂ O ₃	186,207	186,207
Palladium	68	Pd	68	PdO	186,207	186,207
Silver	69	Ag	69	Ag ₂ O	196,967	196,967
Cadmium	70	Cd	70	CdO	196,227	196,227
Indium	71	In	71	In ₂ O ₃	200,911	200,911
Tin	72	Sn	72	SnO ₂	208,582	208,582
Antimony	73	Sb	73	Sb ₂ O ₃	208,974	208,974
Tellurium	74	Te	74	TeO ₂	208,96	208,96
Iodine	75	I	75	I ₂	253,808	253,808
Xenon	76	Xe	76	Xe	253,808	253,808
Barium	77	Ba	77	BaO	253,808	253,808
Lanthanum	78	La	78	La ₂ O ₃	253,808	253,808
Cerium	79	Ce	79	Ce ₂ O ₃	253,808	253,808
Praseodymium	80	Pr	80	Pr ₂ O ₃	253,808	253,808
Neodymium	81	Nd	81	Nd ₂ O ₃	253,808	253,808
Europium	82	Eu	82	Eu ₂ O ₃	253,808	253,808
Gadolinium	83	Gd	83	Gd ₂ O ₃	253,808	253,808
Terbium	84	Tb	84	Tb ₂ O ₃	253,808	253,808
Dysprosium	85	Dy	85	Dy ₂ O ₃	253,808	253,808
Yttrium	86	Y	86	Y ₂ O ₃	253,808	253,808
Strontium	87	Sr	87	SrO	253,808	253,808
Zirconium	88	Zr	88	ZrO ₂	253,808	253,808
Niobium	89	Nb	89	Nb ₂ O ₅	253,808	253,808
Molybdenum	90	Mo	90	MoO ₃	253,808	253,808
Ruthenium	91	Ru	91	RuO ₄	253,808	253,808
Rhodium	92	Rh	92	Rh ₂ O ₃	253,808	253,808
Palladium	93	Pd	93	PdO	253,808	253,808
Silver	94	Ag	94	Ag ₂ O	253,808	253,808
Cadmium	95	Cd	95	CdO	253,808	253,808
Indium	96	In	96	In ₂ O ₃	253,808	253,808
Tin	97	Sn	97	SnO ₂	253,808	253,808
Antimony	98	Sb	98	Sb ₂ O ₃	253,808	253,808
Tellurium	99	Te	99	TeO ₂	253,808	253,808
Iodine	100	I	100	I ₂	253,808	253,808
Xenon	101	Xe	101	Xe	253,808	253,808
Barium	102	Ba	102	BaO	253,808	253,808
Lanthanum	103	La	103	La ₂ O ₃	253,808	253,808
Cerium	104	Ce	104	Ce ₂ O ₃	253,808	253,808
Praseodymium	105	Pr	105	Pr ₂ O ₃	253,808	253,808
Neodymium	106	Nd	106	Nd ₂ O ₃	253,808	253,808
Europium	107	Eu	107	Eu ₂ O ₃	253,808	253,808
Gadolinium	108	Gd	108	Gd ₂ O ₃	253,808	253,808
Terbium	109	Tb	109	Tb ₂ O ₃	253,808	253,808
Dysprosium	110	Dy	110	Dy ₂ O ₃	253,808	253,808
Yttrium	111	Y	111	Y ₂ O ₃	253,808	253,808
Strontium	112	Sr	112	SrO	253,808	253,808
Zirconium	113	Zr	113	ZrO ₂	253,808	253,808
Niobium	114	Nb	114	Nb ₂ O ₅	253,808	253,808
Molybdenum	115	Mo	115	MoO ₃	253,808	253,808
Ruthenium	116	Ru	116	RuO ₄	253,808	253,808
Rhodium	117	Rh	117	Rh ₂ O ₃	253,808	253,808
Palladium	118	Pd	118	PdO	253,808	253,808
Silver	119	Ag	119	Ag ₂ O	253,808	253,808
Cadmium	120	Cd	120	CdO	253,808	253,808
Indium	121	In	121	In ₂ O ₃	253,808	253,808
Tin	122	Sn	122	SnO ₂	253,808	253,808
Antimony	123	Sb	123	Sb ₂ O ₃	253,808	253,808
Tellurium	124	Te	124	TeO ₂	253,808	253,808
Iodine	125	I	125	I ₂	253,808	253,808
Xenon	126	Xe	126	Xe	253,808	253,808
Barium	127	Ba	127	BaO	253,808	253,808
Lanthanum	128	La	128	La ₂ O ₃	253,808	253,808
Cerium	129	Ce	129	Ce ₂ O ₃	253,808	253,808
Praseodymium	130	Pr	130	Pr ₂ O ₃	25	

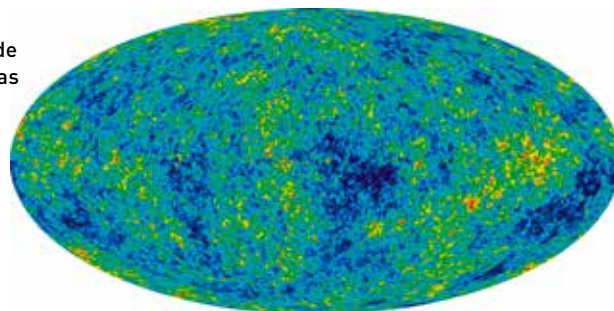


grafito- diamante

El universo ilustrado en 3 dimensiones espaciales y una dimensión temporal



Radiación de fondo de microondas



sio - 40. Las bananas son ricas en potasio y tienen mucho potasio - 40. Es así que en una sola banana se produce un positrón (la antipartícula del electrón) una decena de veces al día y un electrón una docena de veces por segundo. El uranio (U) es el último elemento de la tabla que presenta una abundancia significativa en la naturaleza. El isótopo más abundante del uranio, el uranio-238, es muy estable y apenas emite radiación, por lo que en su estado "natural" este elemento es más peligroso por su toxicidad que por su radiactividad. El carbono es el principal elemento químico que forma a las biomoléculas y es la base de la materia orgánica que conforma a los seres vivos. Los esqueletos carbonados de las biomoléculas forman millones de moléculas distintas. Esto es algo que no se da en la naturaleza con ningún otro elemento químico. El carbono también da uno de los compuestos más blandos (grafito) y uno de los más duros (diamante). Tanto el grafito, como el diamante o el carbón, son compuestos formados por moléculas que únicamente tienen átomos de carbono. La diferencia es la estructura de sus enlaces.

¿CUÁL ES EL ORIGEN DE LOS ELEMENTOS QUÍMICOS DE LA TABLA PERIÓDICA?

La síntesis de los elementos químicos se llama nucleosíntesis y responde a distintos procesos y momentos. La primera nucleosíntesis fue la del Big Bang y ocurrió en los primeros tres minutos del Universo. Es la responsable del H-1 (protio), H-2 (deuterio), He-3 y He-4. Los núcleos de estos elementos, junto con algunos de Li-7 se supone que se formaron cuando el Universo tenía entre 100 y 300 segundos, cuando se formaron los protones y neutrones. Los elementos formados durante este periodo estaban en estado de plasma y no se pudieron enfriar al estado de átomos neutros hasta mucho después. En las estrellas, a medida que evolucionan, se da la nucleosíntesis estelar. Esta es la responsable de la generación de la mayor parte de los elementos ligeros y medianos y de una minoría de los elementos pesados por procesos de fusión nuclear a partir del H y del He. Un elemento fundamental que se produce mediante este proceso es el carbono (C). Su importancia no radica solamente en su rol fundamental en la vida como la conocemos, sino en que permite los procesos necesarios para producir elementos más pesados que el hierro y el níquel. Los productos de la nucleosíntesis estelar se distribuyen en el Universo a través del viento solar o como nebulosas planetarias.

Finalmente encontramos la Nucleosíntesis explosiva. Esta se basa fundamentalmente en la nucleosíntesis de supernovas y produce los elementos más pesados que el hierro durante la explosión del corazón de la supernova. También dentro las supernovas pueden ocurrir procesos de nucleosín-

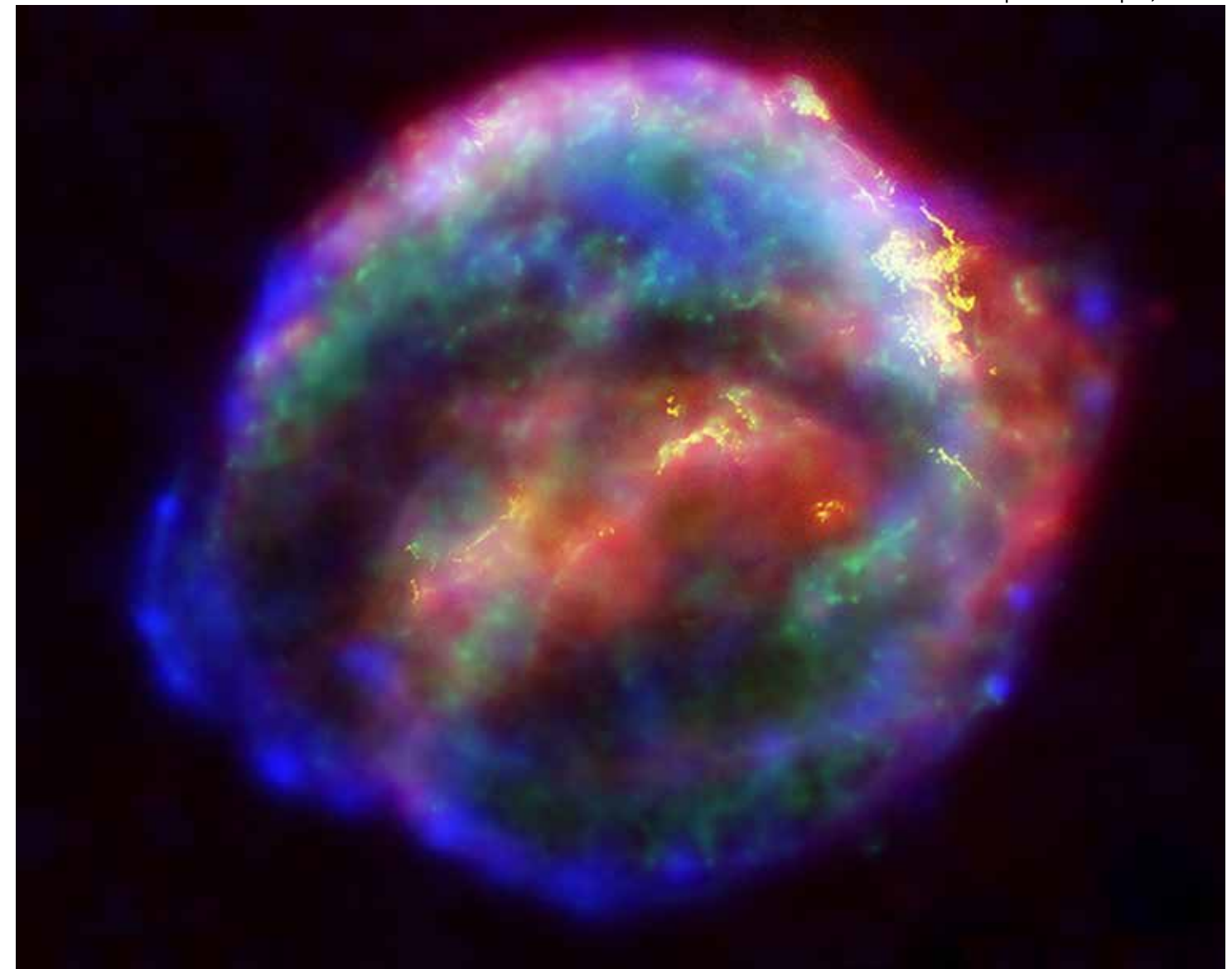
tesis.

Se postula que en el inicio del universo existieron estrellas supermasivas (entre 100 y 150 veces más masivas que nuestro sol). Al explotar, estas estrellas produjeron las mayores supernovas y llenaron el universo de los elementos químicos a partir de los cuales se generaron las nuevas estrellas. Las supernovas contribuyen a enriquecer el medio interestelar con elementos pesados, por ello luego de cada generación de estrellas (y de las supernovas que de ellas se originan), la proporción de elementos pesados del medio interestelar aumenta. Esta mayor proporción de elementos pesados condiciona la evolución estelar y permite el desarrollo de planetas. Queda claro entonces que la mayoría de los elementos químicos presentes en la naturaleza y en la tabla periódica existen gracias a las estrellas. Se formaron en ellas o en sus explosiones y mucho tiempo después terminaron siendo parte de los planetas y, en La Tierra, parte de los seres vivos. Como dijo un gran astrónomo, "somos polvo estelar".

VICTOR H. PANZA

[VOLVER](#)

Remanente de la supernova de Kepler, SN 1604

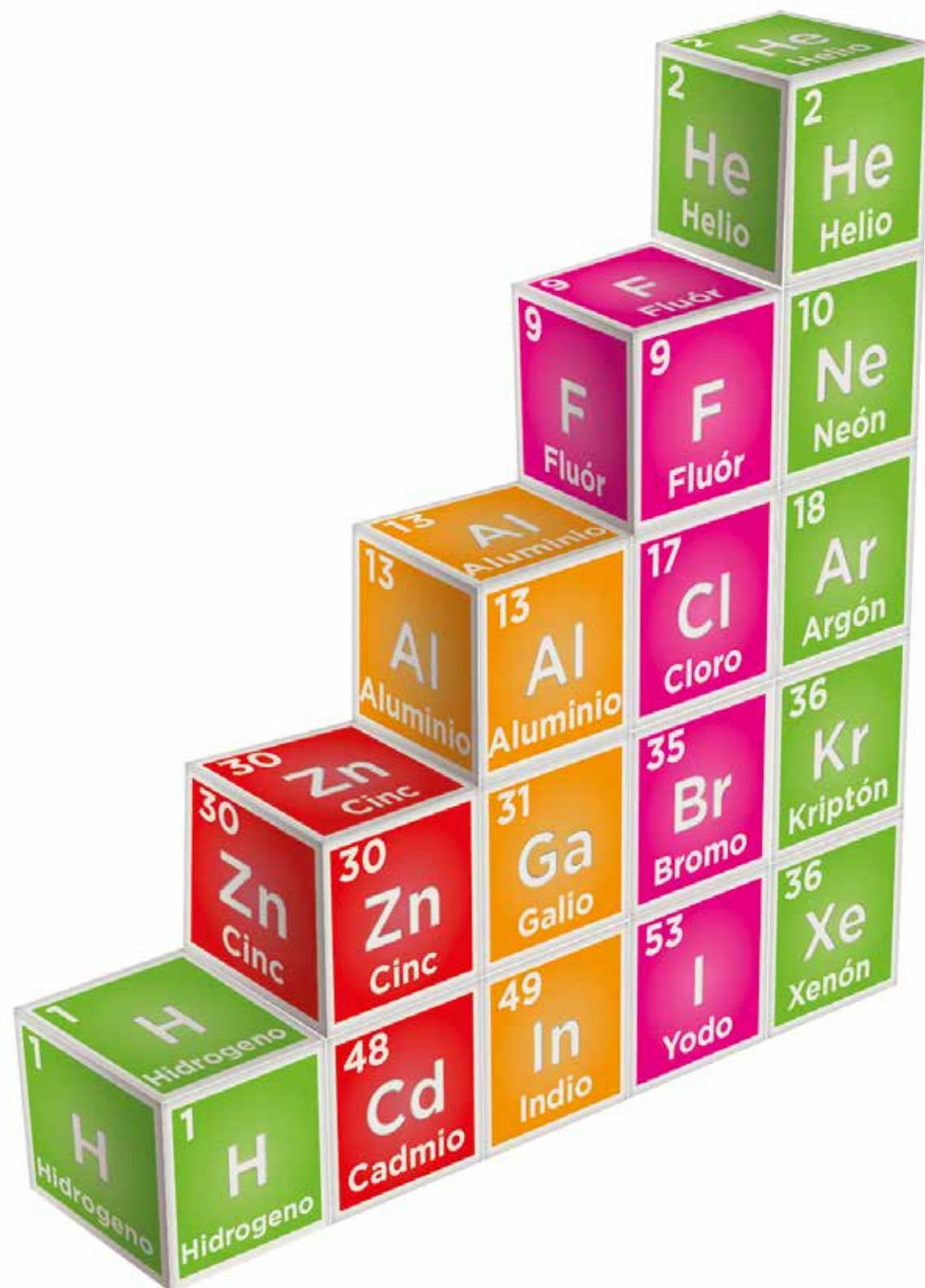


**DR. JORGE A.O. BRUNO**

Profesor Adjunto, Cátedra de Química, Ciclo Básico Común, UBA

**DRA. CECILIA D. DI RISIO**

Profesora Consulta Titular, Cátedra de Química, Ciclo Básico Común, UBA



¿CÓMO ENSEÑAMOS LA TABLA PERIÓDICA A ALUMNOS QUE LA CONOCEN POR PRIMERA VEZ?

En la asignatura Química del Ciclo Básico Común nos encontramos con que al menos la mitad de nuestros alumnos no conocen (por no haber abordado el tema en el nivel medio) la Tabla Periódica de los Elementos. Su enseñanza tiene muy diferentes enfoques; aquí queremos compartir lo que hacemos en nuestro curso, qué enseñamos y qué no, y cuál es nuestra idea de lo que debería llevarse un alumno novel de su primer (y teóricamente fascinante) encuentro con la Tabla Periódica. Obviamente, esta metodología es aplicable a la enseñanza media, dado que se trata de, como dijimos, alumnos que abordan este tema por primera vez.

La Tabla Periódica está considerada una de las construcciones más importantes de la humanidad. El concepto de periodicidad química es fundamental para el estudio de la química inorgánica. Ninguna otra generalización rivaliza con la tabla periódica de los elementos en su capacidad de sistematizar y racionalizar datos químicos conocidos o para predecir nuevos y sugerir áreas fructíferas para estudios ulteriores. La periodicidad química y la tabla periódica ahora se interpretan naturalmente en base a la detallada estructura electrónica de los átomos. Además de la predicción de nuevos elementos y de sus probables propiedades, la tabla periódica ha demostrado ser invaluable al sugerir líneas fructíferas de investigación en la preparación de nuevos compuestos. De hecho, este modo de pensar está ahora tan arraigado en la mente de los químicos que rara vez se detienen a reflexionar cuán extraordinariamente difícil sería su tarea si las tendencias periódicas fueran desconocidas. La capacidad de anticipar el efecto de cambiar un elemento o un grupo en un compuesto es lo que permite planificar el trabajo de manera efectiva, aunque el químico prudente siempre está alerta a la posibilidad de que intervengan efectos nuevos o factores insospechados. En efecto, la influencia de las generalizaciones fructíferas de Mendeleev impregna todo el enfoque moderno de la química de los elementos.

Sin embargo, a veces la importancia que tiene para los químicos la Tabla Periódica se suele confundir, a nivel educativo, con el conocimiento del nombre de los elementos químicos (que obviamente la conforman). Basta realizar una pequeña recorrida por la Web para encontrar juegos y canciones (una amplia variedad y en diferentes idiomas) para “aprender la Tabla Periódica”. Un ejemplo de esto puede verse en <https://www.youtube.com/watch?v=EvaDSG6dEvY> “Canta la tabla periódica”.

En la revista colombiana “Semana”, un artículo del 30 de marzo de 2018 (<https://www.semana.com/educacion/articulo/una-manera-facil-de-aprenderse-la-tabla-periodica/562015>) comenta que “uno de los mayores retos al que se enfrentan los estudiantes de bachillerato es la abrumadora tabla periódica, un pilar de las clases de química. Su estudio significa muchas horas de memorización, algo que para algunos puede parecer tedioso pues no alcanzan a relacionar con su vida práctica a los más extraños elementos. Pero el físico estadounidense Keith Enevoldsen, nacido en Seattle en 1956, ha encontrado la manera de aprenderla de manera fácil y divertida”. Básicamente, el enfoque que se presenta es el de mostrar una Tabla Periódica donde en cada casillero los elementos están identificados por algún uso en la vida cotidiana, como se reproduce en la figura.

Estos son sólo dos ejemplos de un tipo de enfoque, consistente básicamente en familiarizar a los estudiantes con los nombres de los elementos químicos y su eventual presencia en objetos de la vida cotidiana (también con el criterio de que eso hace más fácil el proceso de memorización de tales nombres). Se los considera una forma “divertida” de aprender.

Si bien estos ejemplos tienen su valor en función de la intencionalidad educativa elegida por el docente en función de los objetivos curriculares de su asignatura, saber de memoria un listado de elementos está muy lejos de lo que los químicos consideramos “aprender” la Tabla Periódica. Si bien alguna de esas herramientas se pueden utilizar, incluso en clase aprovechando la disponibilidad de conexión que los propios estudiantes disponen (suele ser muy útil para pedirles que consigan información en el momento sobre un cierto elemento, cuando fue descubierto, alguna característica que demuestre su similitud con otros), en nuestra



aprender la Tabla Periódica”. <https://www.youtube.com/watch?v=EvaDSG6dEvY> “Canta la tabla periódica”.

Tabla periódica en imágenes

Elementos superpesados

realiza foto, marca de comercio en la referencia, no hay otro ejemplo las investigaciones científicas

© 2006-2008 Earth Elements elements.world.com Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. Traducción - Alexander Boshak, 2017

opinión lo más importante es que los alumnos valoren la utilidad y la importancia de disponer de una herramienta como la Tabla Periódica para comprender las propiedades de los elementos químicos y sus similitudes y diferencias en características y comportamientos.

Para nosotros, el estudio de la Tabla Periódica no es una “unidad aislada” del programa del curso, sino un recorrido a lo largo de él, una resignificación permanente de su importancia y utilidad en el estudio de la Química.

A partir del conocimiento de la estructura atómica y la configuración electrónica de los átomos e iones, queda establecido que elegimos un enfoque de naturaleza “Física” a la construcción de la Tabla, explicando el ordenamiento sobre la base de las configuraciones electrónicas de los átomos. En tanto las propiedades químicas y físicas de un elemento derivan de su configuración electrónica, y especialmente de aquella de los electrones menos atraídos por el núcleo atómico, se desprende que la periodicidad química y la forma de la tabla periódica pueden interpretarse elegantemente en términos de la estructura electrónica. Si bien la bibliografía recomendada para la materia incluye obviamente las cuestiones históricas que dieron origen al fabuloso trabajo de Mendeleev, basado en las propiedades químicas de los elementos, optamos por sugerir esta lectura pero enseñar en clase la Tabla en el formato como se la conoce actualmente y es útil a nuestros propósitos, sobre la base de conocimientos adquiridos hasta ese momento por el estudiante (básicamente, la composición atómica, la configuración electrónica y el concepto de masa atómica). Puede no ser tan “divertido” como muchas propuestas que están disponibles actualmente en la web, pero es ciertamente apasionante y lo enseñamos con el sentido de avanzar sobre conocimientos ya adquiridos. Es ciertamente halagador como docentes ver que cuando los alumnos comienzan a manejar la Tabla, van avanzando en el conocimiento de los elementos químicos y van “descubriendo” ellos mismos el por qué de la construcción de la Tabla, y por qué algunos elementos tienen características similares.

En nuestra propuesta de ejercitación no faltan ejemplos que demandan la puesta en juego de conocimiento conceptual con cierta intencionalidad lúdica (“identifique elementos a partir de algunas pistas”):

3.35 Identificar a los elementos R y Q indicando su grupo y período, sabiendo que el catión divalente de R tiene 54 electrones y la CEE del anión monovalente de Q es $(2s)^2(2p)^6$.

A diferencia de otros abordajes, y con la intencionalidad didáctica de remarcar la importancia de la Tabla Periódica de los Elementos como una herramienta indispensable, instamos a nuestros alumnos a emplear dicha herramienta, ya que la frecuencia de su uso conllevará naturalmente a facilitar el proceso de memorización (que no es bajo ningún concepto un objetivo didáctico en nuestro caso). Así, se les remarca que siempre tendrán un ejemplar a su disposición, tanto para el trabajo cotidiano como en todas las instancias de evaluación formal.

A esta altura, iniciamos una descripción somera de unas pocas propiedades periódicas, tales como tamaño atómico y energía de primera ionización, haciendo hincapié en la electronegatividad, la propiedad que, en una descripción inicial, será más utilizada cuando se aborden las propiedades químicas de los elementos y las primeras nociones de enlace químico. Allí el concepto de estado de oxidación juega un rol decisivo, y no es infrecuente que los alumnos, a esta altura, vayan identificando el estado de oxidación como otro ejemplo que exhibe periodicidad al menos en los grupos principales. Así por ejemplo, no es necesario enseñar a memorizar cómo son las fórmulas de los compuestos sencillos, sino que los alumnos pueden deducirlas (y vamos trabajando con la intención no de memorizar sino de utilizar la herramienta disponible).

4.13 En la Tabla Periódica (pág. 88 y 89) se informan los estados de oxidación más comunes de los elementos. Escribir al menos una fórmula de compuestos del nitrógeno con oxígeno y con hidrógeno teniendo en cuenta los estados de oxidación del nitrógeno informados en la Tabla Periódica.

4.14 Escribir al menos una fórmula posible de compuestos de cloro con oxígeno y con hidrógeno teniendo en cuenta los estados de oxidación del cloro en la Tabla Periódica.

Algunas propiedades químicas de los elementos se desarrollan a continuación (y prácticamente a lo largo de todo el curso), con el estudio del enlace químico y las propiedades de las sustancias derivadas de los tipos de enlace de sus moléculas. En estas instancias se hacen evidentes las similitudes y diferencias entre elementos, volviendo (siempre) a la Tabla Periódica, con el objetivo de abrir una nueva dimensión de la herramienta; allí se remarca la perspectiva histórica de la construcción de la Tabla, ya que fue precisamente el estudio de similitudes y diferencias entre elementos y sus compuestos sencillos la que inspiró a muchos científicos para su construcción. Estudiar los compuestos químicos sencillos que se abordan en el curso siempre a partir del uso (no de la memorización) de la Tabla Periódica ayuda en el proceso de resignificación de la misma, en la insistencia en el concepto que no es algo para estudiar “aislado”, sino que tiene una importancia y una utilidad en todo el trabajo que vamos realizando en este curso introductorio de Química General.

Los químicos solemos decir que “la Química está en todas partes”. Creemos que es cierto, pero también somos conscientes que, ante el enorme abanico de posibilidades de investigación y estudio, estudiar la disciplina suele ser considerado abrumador por los alumnos. Y no es tarea fácil para el docente que les ofrece su primer curso, ya que aún en un primer recorrido disciplinar la cantidad de temas a desarrollar es grande. Por eso nos enfocamos en enseñarles a pensar más que a memorizar. Particularmente, todos nosotros hemos ido aprendiendo y reconociendo los elementos luego de mucho tiempo de práctica y “uso” de los mismos.



Ya hay muchos conceptos para incorporar y algunas cosas para memorizar, así que, sabiendo que disponemos de herramientas claras y probadas, nos centramos en que se utilicen lo más posible, que sean un aliado en el estudio y no un nuevo “obstáculo” a vencer.

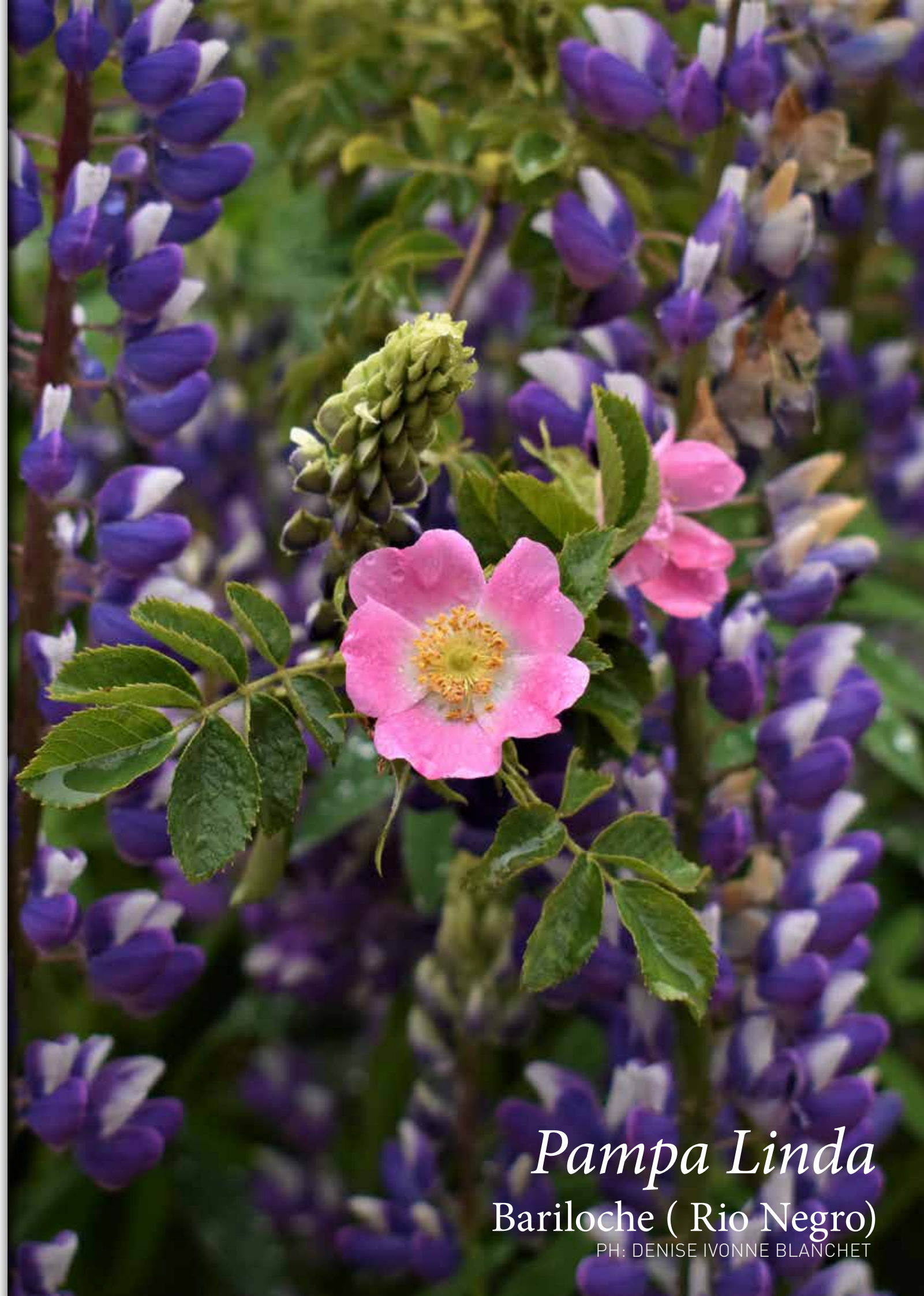
Que 2019 haya sido declarado el Año Internacional de la Tabla Periódica de Los Elementos es un justo homenaje a la tarea de geniales científicos que desembocó en una obra fenomenal. Además de la predicción de nuevos elementos y de sus probables propiedades, la Tabla Periódica ha demostrado ser invaluable al sugerir líneas fructíferas de investigación en la preparación de nuevos compuestos. De hecho, este modo de pensar está ahora tan arraigado en la mente de los químicos que rara vez se detienen a reflexionar cuán extraordinariamente difícil sería su tarea si las tendencias periódicas fueran desconocidas. Las implicancias son tan abarcadoras que es imposible enseñarlas en un curso introductorio.

No podemos pretender que esta mirada desde el conocimiento experto sea fácil y naturalmente incorporada por los estudiantes en su primer contacto con la Tabla Periódica. Pero sí podemos hacer que piensen que es mucho más que un listado de elementos (que además tienen símbolos específicos!). En nuestra aproximación al tema, intentamos quitarles esa carga que implica memorizar nombres y símbolos; nuestros esfuerzos como docentes están puestos en remarcar el concepto de **herramienta imprescindible** de la Tabla Periódica para sus primeros pasos en la Química (y para muchos pasos posteriores). Cuando al promediar el curso, en un taller o en una instancia de evaluación, les hacemos una pregunta y su primer comentario es: ¿Puedo usar la Tabla? consideramos que hemos cumplido al menos en parte esos objetivos pedagógicos.

DR. JORGE A.O. BRUNO

DRA. CECILIA D. DI RISIO

[VOLVER](#)



Pampa Linda
Bariloche (Rio Negro)
PH: DENISE IVONNE BLANCHET


ADRIÁN FERNANDEZ

Lic. en Ciencias Biológicas
Docente de Biología, CBC-UBA

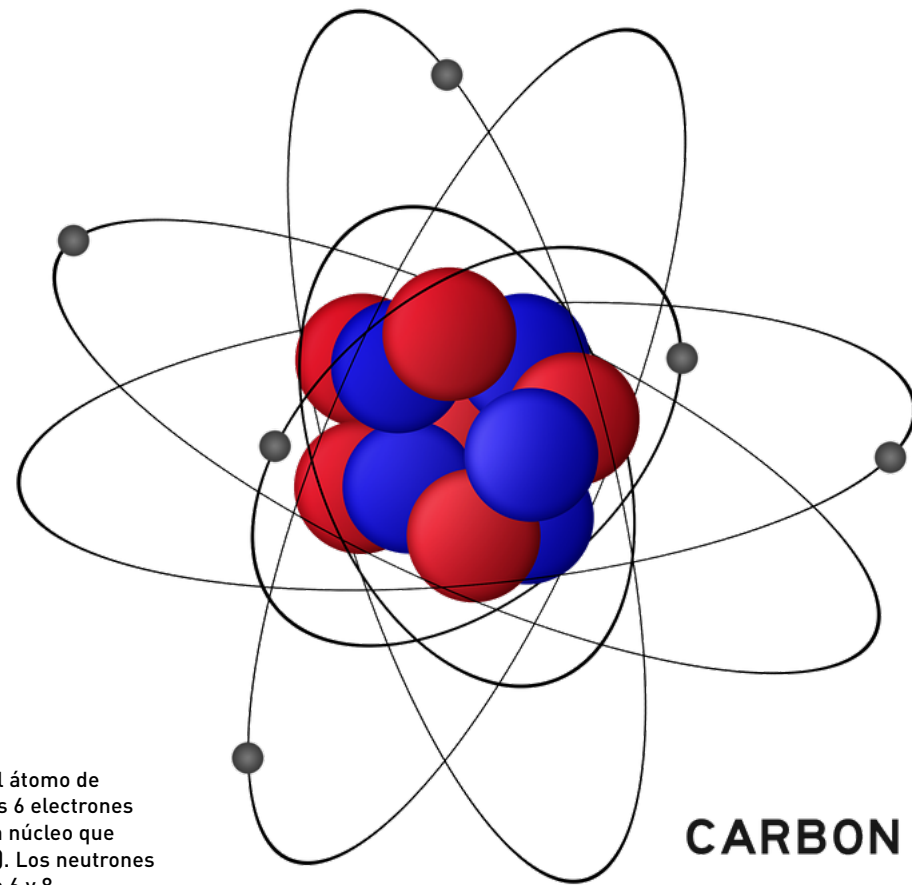


Fig. 1. Representación del átomo de carbono. Pueden verse los 6 electrones que giran alrededor de un núcleo que posee 6 protones (en rojo). Los neutrones (azul) pueden variar entre 6 y 8.

EL CARBONO

El elemento químico Carbono está presente tanto en la materia inerte como en las moléculas que constituyen a los seres vivos. Veremos cuáles son sus variantes y cuáles las peculiares propiedades que le han permitido constituirse en la base estructural de las biomoléculas. Lo compararemos con el Silicio. Veremos que su origen está en las estrellas. Y que el destino de la humanidad está asociado a lo que hagamos con los combustibles fósiles y con el dióxido de carbono.

INTRODUCCIÓN

Dióxido de carbono. Carbono 14. Huella de carbono. Carbón. Período Carbonífero. Carbonatos. Hidrocarburos. Todas estas expresiones remiten al Carbono (**Fig. 1**), sexto elemento químico en la tabla periódica, cuyo símbolo es C. El Carbono aparece en la corteza terrestre en estado de sustancia simple (o pura), en variedades tan disímiles como el grafito (**Fig. 2**) y el diamante (**Fig. 3**). El carbón es un mineral cuyo componente principal es el carbono. Combinado con otros elementos químicos, principalmente con el oxígeno forma los gases monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂), y también carbonatos como el carbonato de calcio (CO₃Ca) de las rocas calizas. Combinado con el hidrógeno, el carbono forma los hidrocarburos, componentes del petróleo, el gas natural y muchos de sus derivados. El papel más relevante para el carbono es ser el sustento estructural de la vida, ya que forma parte de las biomoléculas de todo ser vivo.

Fig. 2. Grafito: formado por capas de átomos de carbono (capas de grafeno).

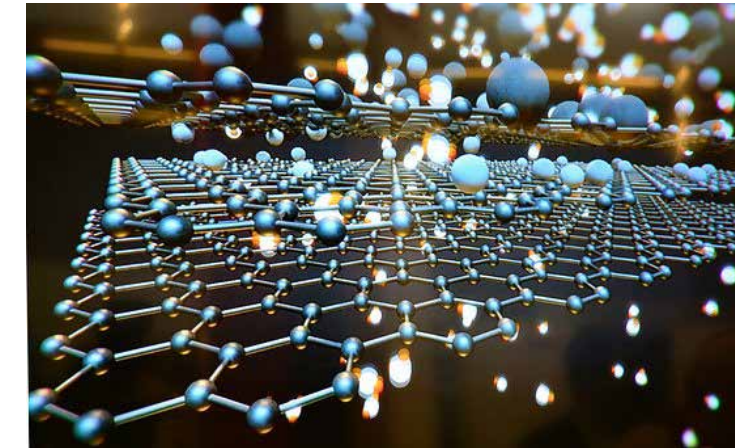


Fig. 3. Diamante.



¿ELEMENTO O SUSTANCIA? ISÓTOPOS Y ALÓTROPOS

Debemos aclarar algunos puntos. Comencemos con la diferenciación entre elemento químico y sustancia química. El primero de los conceptos refiere a un tipo de átomos, identificados por el número atómico (Z), es decir el número de protones. Para el elemento Carbono, $Z=6$. Por su parte, el concepto sustancia química implica las maneras en las que ese elemento químico se presenta en la naturaleza. En el caso del elemento Carbono se presenta como la sustancia grafito, o la sustancia diamante, o combinado con otros elementos químicos, como la sustancia dióxido de carbono, entre muchas otras. Esta diferenciación nos permite aclarar otro punto: los isótopos y los alótropos del carbono. Los isótopos son variantes de un elemento químico. Para el caso del Carbono, sus isótopos son ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C . Los alótropos son distintas sustancias simples formadas por átomos de un mismo ele-

Fig. 4. Fullerenos C₆₀ o "buckminsterfullereno".
Autor:
Rob Hoof. Tomado de <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:C60-rods.png>

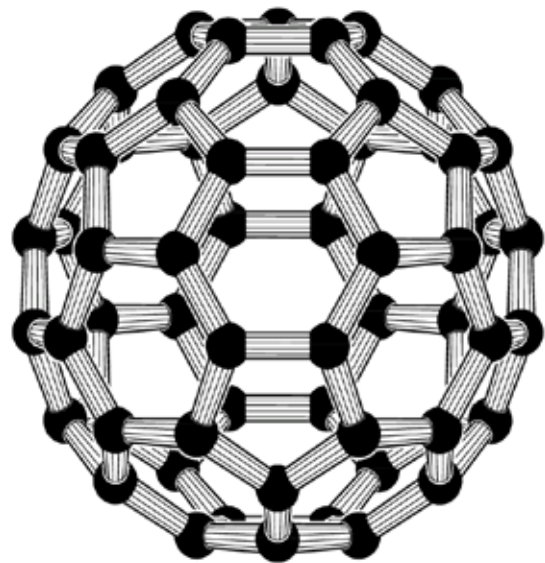


Fig. 5. Nanotubo.

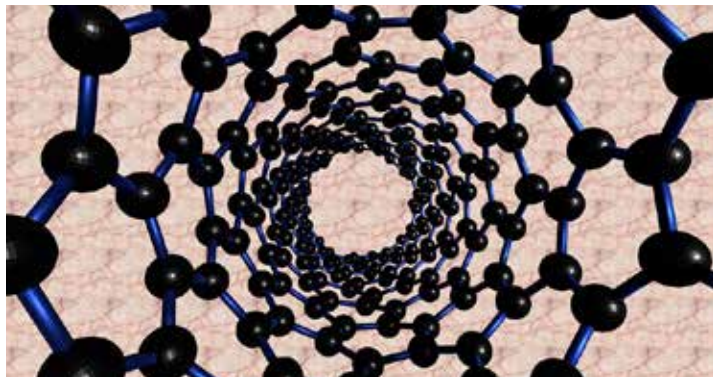
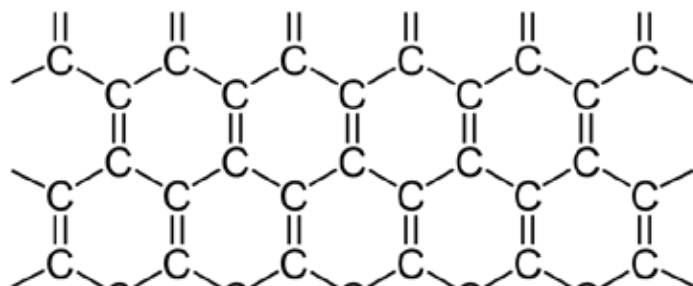


Fig. 6. Grafeno: monocapa de átomos de carbono. Tomado de https://de.wikipedia.org/wiki/Graphen#/media/File:Graphene_structure.svg



mento. Para el Carbono sus alótropos son las sustancias ya mencionadas grafito y diamante, más los fullerenos, y el grafeno, los últimos en ser descubiertos. Entre los fullerenos destaca el buckminsterfullereno, de fórmula química C₆₀ (Fig. 4). Existen otros cuyas moléculas tienen forma de elipsoides, de tubos (nanotubos, Fig. 5) y de anillos. El grafeno es una monocapa de átomos de carbono formando hexágonos. El grafito está formado por capas de grafeno (Fig. 6; ver también Fig. 2). Todos estos nuevos alótropos del carbono están recibiendo mucha atención por parte de los científicos debido a sus singulares propiedades.

NÚMEROS ATÓMICO Y MÁSCICO

El número atómico (Z) del Carbono es 6, porque sus átomos poseen 6 protones: todo átomo, en cualquier parte del Universo, que tenga 6 protones, es un átomo de Carbono. Pero puede variar la cantidad de neutrones que poseen en sus átomos, y eso es lo que distingue a los isótopos. La suma de neutrones más protones es el número másico, designado con A . Así, el ^{12}C tiene $A=12$, ya que posee 6 neutrones y 6 protones. El ^{13}C , tiene $A=13$, porque tiene 7 neutrones, y el ^{14}C , tiene entonces 8 neutrones. El ^{14}C es tal vez el más popular ya que es mencionado por su importancia para datar material orgánico. Esto se basa en que es radioactivo y se desintegra. Analizando la proporción de ^{14}C , puede determinarse la antigüedad de un fósil, un madero, una tela, cualquier cuerpo que posea material orgánico en su composición.

ESTABILIDAD Y ELECTRONEGATIVIDAD

En un átomo de carbono neutro el número de electrones (carga negativa) es 6, al igual que el de protones (positivos). Esos 6 electrones se ubican, 2 en el primer nivel, y los 4 restantes, en el segundo. La configuración electrónica del átomo de carbono es $1s^2 2s^2 2p^2$.

Esto significa que los dos electrones del primer nivel llenan su único subnivel 1s. Los 4 del segundo nivel se ubican 2 en el subnivel 2s, y 2 en el 2p, el cual tiene capacidad para seis electrones, por lo que faltan 4 electrones para llenarlo. Recordemos que un átomo alcanza la estabilidad cuando tiene sus niveles electrónicos llenos. Esta condición, combinada con la carga nuclear, es decir sus 6 protones (que atraen electrones), y con su radio atómico pequeño, explican la alta electronegatividad (capacidad de atraer electrones) del átomo de carbono, la cual, según la escala de Pauling es 2,55.

VERSATILIDAD

Cuando el átomo de carbono atrae electrones de otros átomos de electronegatividad semejante, terminan compartiendo electrones, lo que se conoce como unión covalente. El átomo de carbono tiene que compartir 4 electrones, completando así el subnivel 2p con 6 electrones y el nivel 2, con 8. Debido a su pequeño tamaño puede unirse covalentemente a otros átomos pequeños como los de oxígeno, nitrógeno o hidrógeno de variadas maneras, con enlaces simples, dobles o triples. Por lo tanto, cada átomo de carbono puede unirse a uno, a dos, a tres o hasta cuatro otros átomos (Fig. 7). Sumado a eso, los átomos de carbono pueden unirse entre sí formando cadenas, las cuales pueden ser lineales o ramificadas, abiertas o cerradas. Esta versatilidad le permite formar una ilimitada variedad de esqueletos carbonados. Entenderemos así por qué es tan inmensa la variedad de sustancias orgánicas. Las sustancias orgánicas se clasifican en hidrocarburos, sus derivados y las biomoléculas. Suman millones, y cada día son más, ya que el ser humano fabrica todo el tiempo nuevas sustancias orgánicas.

Los hidrocarburos son sustancias cuyas moléculas única-

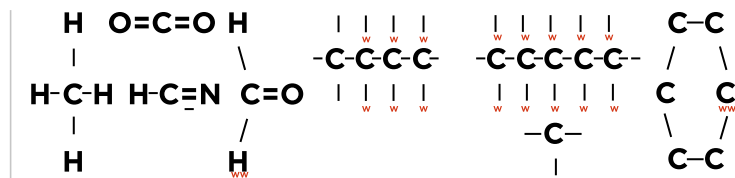


Fig. 7. Versatilidad del carbono. Uniones covalentes simples, dobles y triples. Cadenas lineales, ramificadas y cerradas.

mente están formadas por átomos de los elementos carbono e hidrógeno. En su inmensa mayoría son los componentes del petróleo y del gas natural, o derivan de ellos. Los derivados de los hidrocarburos son sustancias que además de carbono e hidrógeno contienen átomos de otros elementos como oxígeno y nitrógeno principalmente, o en menor medida, de azufre, fósforo, u elementos halógenos. Los más conocidos son los alcoholes, los aldehídos, cetonas, ácidos, éteres, ésteres, aminas, y amidas. Las biomoléculas son sustancias que contienen en sus moléculas átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno, y nitrógeno, y que forman parte de los seres vivos, o intervienen en alguna vía metabólica. La enorme mayoría cae en alguna de las siguientes cuatro categorías: los aminoácidos y proteínas, los lípidos, los glúcidos, y los nucleótidos y ácidos nucleicos. En todas ellas es omnipresente el carbono, junto con el hidrógeno y el oxígeno. Por ejemplo, dentro de los glúcidos, los más simples son los monosacáridos, los cuales constan de una cadena carbonada de entre 3 y 7 átomos de carbono. Los monosacáridos son polihidroxi-aldehídos o polihidroxi-cetonas, nombres que refieren a que son aldehídos o cetonas con muchos grupos oxhidrilo (o hidroxilo, -OH) unidos a los carbonos (Fig. 8). Los monosacáridos se unen y forman los polisacáridos (almidón, glucógeno). Dentro de los lípidos destacan los ácidos grasos, y en ellos, una vez más, aparece una larga cadena de carbonos, con átomos de hidrógeno, y

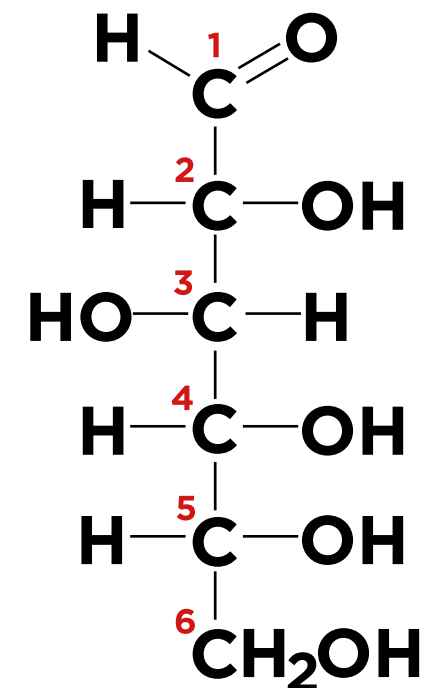


Fig. 8. Glucosa, un monosacárido del tipo polihidroxi-aldehído.

Fig. 9. Ácido graso (cada vértice debe entenderse como un átomo de carbono unido a dos átomos de hidrógeno, -CH₂).

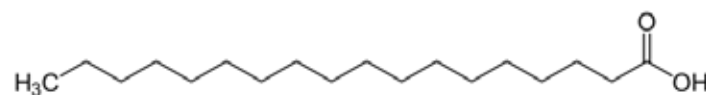
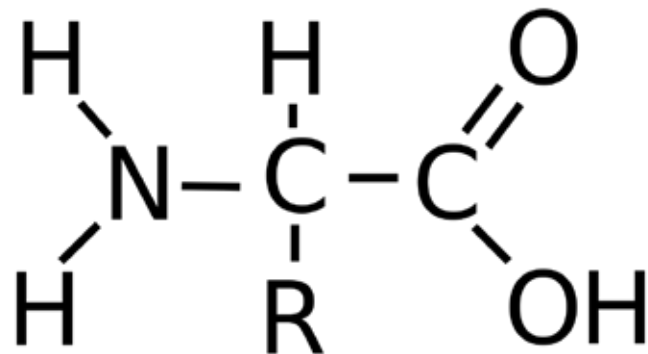


Fig. 10. Aminoácido.



un grupo carboxilo (-COOH) en un extremo (Fig. 9). Los ácidos grasos aparecen agrupados de a tres en los triacilglicéridos (aceites y grasas). Los aminoácidos por su parte tienen un átomo de carbono central, y de él penden un grupo carboxilo, un amino, un átomo de hidrógeno y un grupo de átomos variable (Fig. 10). La unión de aminoácidos origina las proteínas.

Si tenemos en cuenta que todo ser vivo está hecho de células, y que ellas están formadas por complejos macromoleculares, constituidos por moléculas, las cuales siempre poseen un esqueleto carbonado, comprenderemos que el carbono es la base estructural de la vida. Y también podremos entender la relación entre el carbono y la energía. Los enlaces covalentes C-C contienen una importante cantidad de energía química, por eso cualquier molécula que contenga cadenas carbonadas tendrá un alto contenido energético. Esto pasa tanto con los hidrocarburos componentes del petróleo, excelentes combustibles, como con las grasas y los aceites, principal forma de almacenamiento de energía de todo ser vivo.

SILICIO

• Y por qué no pudo ser otro elemento? ¿Fue un accidente? ¿Es decir, ¿las primeras moléculas que dieron origen al primer ser vivo tenían carbono por casualidad, y así es desde entonces? O acaso, ¿sólo el carbono puede formar estructuras moleculares complejas? Se ha discutido largamente si en lugar de carbono no podría haber sido el silicio (Si), el elemento base de la estructura de las biomoléculas, dado que se encuentra inmediatamente debajo del carbono en la tabla periódica y presenta algunas similitudes como que también posee cuatro electrones en el último nivel por lo que podría

formar cuatro enlaces covalentes. Pero se han encontrado varias objeciones a la idea de vida basada en silicio, entre otras que el átomo de silicio, si bien puede unirse a otros del mismo elemento formando cadenas, éstas no son tan estables como las análogas cadenas carbonadas. Además, debido a su mayor tamaño y masa, tiene dificultad para formar enlaces dobles y triples. Otro punto en contra es que tiende a unirse al oxígeno formando óxido de silicio, que es sólido a diferencia de su contraparte el gas dióxido de carbono. O también puede formar silicatos, que pueden formar cadenas pero inestables. O siliconas (cadenas de átomos de silicio y oxígeno), demasiado estables para permitir biomoléculas integradas a un metabolismo.

ORIGEN DEL CARBONO

En los cursos de química se enseña la estructura de los átomos, y la manera en que se unen. Generalmente no se enseña de dónde provienen. Es como si existieran desde siempre. Se unen y desunen, pero permanecen en el tiempo. Si bien los átomos de la mayoría de los elementos químicos existen desde hace miles de millones de años, algunos son muchísimo más antiguos que otros. El primer elemento en formarse fue el Hidrógeno. Sus átomos son casi tan antiguos como el Universo mismo. Es el elemento más simple de todos, por eso pudo formarse sólo unos instantes después del Big Bang. Los átomos de helio (He) se formaron poco tiempo después. Esto explica por qué hidrógeno y helio son los elementos más abundantes del universo. El resto de los elementos químicos (salvo los pocos hechos por el ser humano), entre ellos el carbono, son hijos de las estrellas. Son resultado de la nucleosíntesis estelar (Fig. 11), proceso por el cual se formaron los núcleos de átomos más pesados a partir de, inicialmente, la fusión nuclear de átomos de hidrógeno en helio, y luego, la fusión de tres núcleos de helio, para formar un núcleo

de carbono. Posteriores fusiones nucleares originaron los núcleos de otros elementos más pesados, hasta el hierro (Fe). La inmensa atracción gravitatoria de la masa de esas estrellas provoca enormes presión y temperatura, tan intensas que vencen la repulsión entre los protones. Otros procesos originaron otros elementos más pesados, más allá del hierro. Las estrellas de mayor masa, cuando agotan su combustible nuclear, suelen explotar, expulsando sus átomos. Por la atracción gravitatoria, estos átomos vuelven a formar otras estrellas y planetas. Estos átomos han perdurado hasta nuestros días combinándose de una y otra manera. Los átomos de carbono que forman las moléculas de toda la materia viva provienen de las estrellas. “Estamos hechos de materia estelar”, nos decía Carl Sagan en el primer episodio de la serie Cosmos, en 1980.

CICLO DEL CARBONO

Desde pequeños nos enseñan El ciclo del carbono. Allí vemos que el CO₂ es absorbido por las plantas, las que por medio de la fotosíntesis, lo incorporan a sus biomoléculas. Cuando los herbívoros las comen incorporan carbono en esas biomoléculas. Lo mismo ocurre cuando los carnívoros comen a los herbívoros. Por medio de la respiración celular, los organismos oxidan las biomoléculas más energéticas a fin de que liberen su energía química, siendo el resultado CO₂, el cual vuelve a la atmósfera. Al morir cualquiera de ellos, su descomposición también origina CO₂, cerrándose el ciclo. Así ocurrió durante decenas de millones de años, siendo la cantidad de CO₂, aproximadamente constante. Pero algo cambió durante el último siglo y medio, sobre todo en los últimos años. Comenzó a ingresar a la atmósfera el CO₂ proveniente de la quema de los combustibles fósiles, y todo está cambiando rápidamente. Veamos de dónde proviene todo ese CO₂. Las principales fuentes de carbono son



Fig. 11. El carbono se originó en el interior de las estrellas.

el petróleo, el carbón y el gas natural. Todos son de origen biológico. El petróleo se formó a partir de restos de animales y plantas que murieron y fueron sepultados. La acción de las bacterias, más la presión y temperatura elevadas, durante millones de años, transforman a las biomoléculas en hidrocarburos. Los hidrocarburos de menor peso molecular son gaseosos, y originan el gas natural. Por su parte, el carbón se forma a partir de restos de vegetales sepultados en fondos lacustres, que a lo largo de millones de años se va enriqueciendo en su proporción de carbono. La mayor parte del carbón se formó hace unos 300 millones de años, época conocida como Período Carbonífero. A partir de los hidrocarburos del petróleo se obtienen todo tipo de derivados como brea, lubricantes, plásticos y combustibles. El gas natural y el carbón también son usados como combustibles. Debido a su origen se los conoce como combustibles fósiles. La quema de los mismos tiene como consecuencia la liberación de ingentes cantidades de CO₂ a la atmósfera. La alta concentración de CO₂, por medio de su efecto invernadero, es la principal causa del exagerado calentamiento global actual, uno de los mayores problemas inminentes a los que se enfrenta la humanidad. Distintos procesos y actividades humanas producen menor o mayor liberación de CO₂, directa o indirectamente. Ese aporte de CO₂, que afecta negativamente al ambiente, es denominado Huella de Carbono. Conocer la huella de carbono de los distintos procesos permite implementar medidas para disminuir ese efecto negativo. Si no reducimos nuestra huella de carbono, pronto el cambio climático traerá nefastas consecuencias para la humanidad.

El carbono fue protagonista en el origen y desarrollo de la vida. Que sea protagonista de su extinción depende de nosotros.

ADRIAN FERNANDEZ

[VOLVER](#)

BIBLIOGRAFIA

- Cosmos. Carl Sagan. 1980. Ed. Planeta. Barcelona. España.
- La vida en el universo de Darwin. Gene Bylinsky. 1982. Ed. Tres Tiempos. Buenos Aires.


MARÍA GILDA CECENARRO

Bromatóloga y profesora de procesos industriales
Docente nivel medio e instructora
en formación profesional

MARIE CURIE, UN ÍCONO DE LA CIENCIA Y LA EMANCIPACIÓN FEMENINA



Marie Curie (Paula Bonet, 2016)

Marie Curie, es en la actualidad, la única científica mujer reconocida universalmente, que logró dos Premios Nobel, en Física (1903) y en Química (1911), con un carisma de superación de vida que supo transformar los obstáculos, en impulsos hacia la investigación, dejando un preciado legado en el estudio de la energía nuclear, clave en el acontecer del siglo XX. Fue la primera Doctora en Ciencias y profesora de la Sorbona de Francia en tiempos difíciles para las mujeres que carecían de reconocimiento social. Pero quizás el mayor logro de Marie, fue haber sido una mujer romántica, femenina, madre, sensible frente a las necesidades de su época y altruista. Una adelantada para su época.



Marie Curie y sus hijas, Eve e Irène (1908)



El laboratorio, su refugio



Instituto de Radio, Paris

Marie vivió al final del siglo XIX y principios del siglo XX en una época caracterizada por el Impresionismo, la guerra franco-prusiana, la sucesión de Pío IX con León XIII como Papa, cuando Italia y Alemania se vuelven estados totalitarios (lo que después los llevaría a importantes guerras), Rusia se transforma en la URSS y se convierte en escenarios de hambruna endémica, represión política y la Gran Purga (serie de campañas de represión y repercusión política a finales de 1930) y en EEUU, Franklin Roosevelt lidera la recuperación económica del país tras la gran depresión del 29. Sin dudas, Marie Curie, desarrolló su carrera científica en condiciones muy adversas, lo que seguramente, la hizo pensar que el hecho de ser mujer en un mundo de hombres, era el menor de sus desafíos.

SUEÑOS DE LIBERTAD

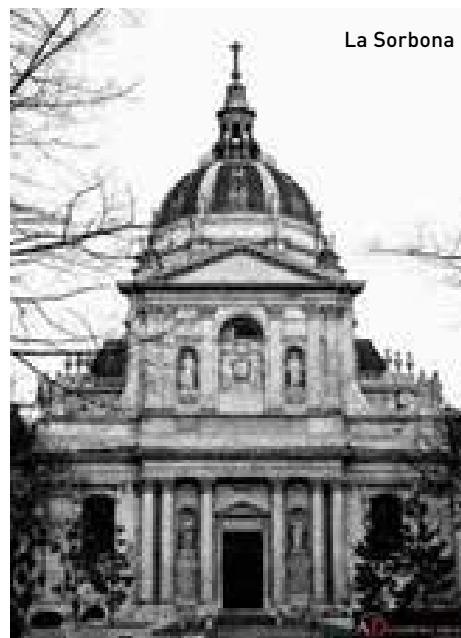
Su padre, profesor y su madre maestra, la recibieron un 7 de noviembre de 1867, día en que nació María Salomea Skłodowska en Varsovia, Polonia. A los 11 años junto a sus hermanos queda huérfana de su madre Bronisława Boguska quien fallece de tuberculosis avanzada. Su madre era también pianista y cantante y supo sembrar en sus hijos, el hábito de la vida saludable al aire libre y el ejercicio físico tras padecer esa enfermedad que la dejó aislada para no afectar a los niños. En su vida familiar, Manya (como la llamaban en la intimidad del hogar) ya se destacaba por su capacidad de concentración que la llevó a brillar en la escuela de niñas como alumna primera y ejemplar, egresando de la secundaria a los 16 años con medalla de honor.

Manya, de pequeña

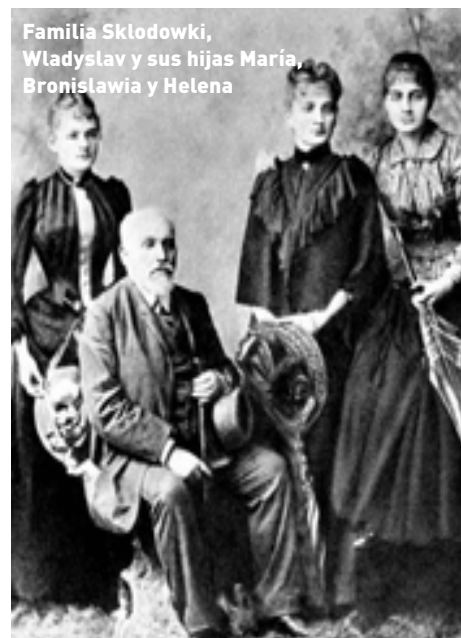




Marie en París



La Sorbona



Familia Skłodowski, Władysław y sus hijas María, Bronisława y Helena

En la Polonia ocupada por los rusos, continuar sus estudios, se convirtió en un obstáculo insuperable al momento, porque su familia no podía costearle los estudios en el extranjero. Sin embargo, esta situación y el contexto social hicieron que Marie, como tantos jóvenes polacos, reforzara su postura en contra de la opresión rusa y adhiriera a las ideas filosóficas del considerado primer sociólogo moderno, Augusto Comte (1798-1857) basadas en la razón y ciencia como pilares a recuperar el orden social. Se gesta entre la juventud polaca, la clandestina Universidad Volante, cuyas clases se dictaban a escondidas en casas de familia con profesores que arriesgaban su vida porque estaban prohibidas por el régimen, allí también como mujer, pudo experimentar la igualdad de oportunidades. Es allí donde abraza el ideario acerca del positivismo, que vela por la emancipación de la mujer y el derecho a la educación superior, de la educación laica liberada de oscurantismos teológicos o metafísicos, rechazo a la discriminación de judíos, abolición de la nobleza y división de clases sociales y el acceso a la instrucción de las masas campesinas.

triz durante 8 años y alimentada de un gran espíritu de libertad académica, marcha a París con el sueño de realizar su carrera científica porque en Polonia tenía negada la posibilidad de asistir a la Universidad pública por ser mujer. En Francia, adopta el nombre de Marie y sobrevive con la ayuda económica de Bronia, su hermana mayor que reside en la capital francesa, porque la ayuda que le enviaba su padre era escasa. Al cabo de 2 años (1893) en la Sorbona, recibe su título de Licenciada en Física como primera en su clase en esa prestigiosa Universidad parisina. Con este primer logro, va por más e inicia la Licenciatura en Matemática, obteniendo la beca Alexandrovich, que sostenía a estudiantes sobresalientes polacos que estudian en el extranjero. En 1894 se gradúa con su segunda licenciatura y fruto de sus ahorros, devuelve íntegro el monto de la beca recibida teniendo la convicción e intención de ayudar a otros alumnos que la necesitaran como ella en su momento. Marie se nacionalizó francesa y más tarde dedicaría a su país natal, el nombre de uno de los dos elementos que descubrió junto a su esposo.

DETRÁS DE ESTA GRAN MUJER, HUBO HOMBRES EXCEPCIONALES

BONJOUR PARIS

A los 24 años, con sus ahorros, habiendo trabajado como institu-

Władysław Skłodowski, el padre de María, fue el primero en observar y alentar su talento desde niña. La educación de María estuvo a cargo de la propia familia, con ambos padres que se dedicaban a la enseñanza y fue enviada a la escuela internado de J. Sokorska cuando tenía 10 años. Como profesor en Física y matemática, Władysław tenía inestabilidad laboral por lo que tomaba estudiantes pensionistas en su casa, cambiando muchas veces de domicilio. Tras el fallecimiento de su esposa enferma, fue él quien siguió alentando en sus estudios a María que continúa en la escuela de niñas, donde se gradúa y obtiene medalla de oro. Él siempre comprendió y apoyó su vocación científica sin limitarla en ningún momento a labores del hogar exclusivamente.

Su abuelo Józef Skłodowski, fue un hombre patriota que había participado en la lucha desigual con el invasor ruso y esa fue la causa de su deceso junto a su tía Bolesława. Su familia entonces, tenía una postura de resistencia a la invasión, luchando las mujeres a la par de los hombres. Este compromiso femenino de las polacas en la defensa de su país, generó en María la idea de un mundo con igualdad de derechos, responsabilidades y oportunidades respecto a los hombres, diferente a lo que ocurría en el resto de los países europeos.

Su abuelo paterno, Józef Skłodowski (1804-1882)



Mérito destacado tiene su suegro, el doctor Eugène Curie, un médico que no solo recibió a sus hijas, asistiéndola en los partos, sino que se ocupó de cuidar a sus nietas para que ella pudiera dedicarse a la ciencia y la investigación. La primera nieta, Irené Curie, llega en el momento en que Marie comenzaba su investigación doctoral sobre radioactividad. Por ese tiempo, su suegro había enviudado y junto a Pierre, lo recibieron en su casa, iniciando una estrecha relación. Fue un hombre apasionado de la Ciencia, pero no pudo consagrar su vida a la misma, ya que la urgencia de la carga familiar hizo que se viera obligado a ejercer la medicina como su padre. Sin embargo, con pocos medios, logró avances sobre la inoculación de la tuberculosis aun cuando se desconocía su carácter bacteriológico. Educó de manera no formal a Pierre y a Jacques en casa, en base a una filosofía pedagógica fundada en la observación, el razonamiento y la lucha frente a los prejuicios. “Su honorable y valerosa conducta a favor de los heridos”, en la Revolución de 1848, le valió una medalla de honor por parte de la República y en la epidemia que azotó a París, se instaló en un barrio abandonado por los médicos para atender a los enfermos. Estas convicciones resultaron demasiado atrevidas para su clientela burguesa que prefirió prescindir de sus servicios



La familia Curie

Pierre Curie, físico (1859-1906)



médicos.

Al año siguiente de hacer sus estudios en ciencia, conoce al físico vocacional Pierre Curie, en una reunión en casa de un físico polaco. Ella escribe: ...“Él expresó su deseo de volver a verme y proseguir nuestra conversación sobre cuestiones científicas y humanitarias por las que los dos nos interesábamos y teníamos opiniones concordantes”... Después de conocerse, Pierre la consideró una igual en la vida y el trabajo científico

Marie se casa con Pierre Curie en 1895, en una ceremonia muy sencilla en el municipio de Sceaux y adopta el nombre de Marie Curie, nombre glorioso con que se la reconoce mundialmente. Viajaron por Francia en bicicleta como luna de miel, con el dinero de regalo de bodas. Hasta en ese gesto, fue una pionera, ya que en esos tiempos estaba mal visto que la mujer montara bicicleta con pollera pantalón ... “la bicicleta, ese bendito medio de transporte, renunció desde un principio a la discriminación sexual”... Detrás de los científicos, ambos eran personas idealistas y despojados de toda vanidad material y es esa coincidencia la que los acompañaría en cada emprendimiento que juntos abordaran con sacrificio y entrega a la ciencia. Los primeros años

fueron modestos viviendo en la Rue de la Glacière. Por esos años Pierre trabajaba como jefe de Laboratorio de la Escuela municipal de Física y Química de la ciudad de París, un puesto que no daba cuenta de su reconocimiento en el exterior. Marie dedicaba gran parte de su tiempo a dar clases también, porque el sueldo de Pierre era muy escaso.

Anteriormente por el año 1880, Pierre Curie estaba forjando su trabajo como pionero en la investigación de la radiactividad. El físico francés observó que se genera un potencial eléctrico al ejercer presión sobre un cristal de cuarzo y con su hermano Jacques, lo llamaron piezoelectricidad. En sus estudios posteriores sobre magnetismo, descubrió que las sustancias magnéticas a una cierta temperatura, pierden esa propiedad. A esa temperatura la conocemos como punto Curie. Sin lugar a dudas, Pierre ya era reconocido fuera de Francia. Luego de casados y tras unirse a las investigaciones de Marie, en 1898, ambos anuncian el descubrimiento de dos nuevos elementos químicos, el polonio y el radio. La pareja tuvo que costear el trabajo de investigación con sus ingresos al dictar clases de ciencia.

En los siguientes cuatro años los Curie, trataron en condiciones muy



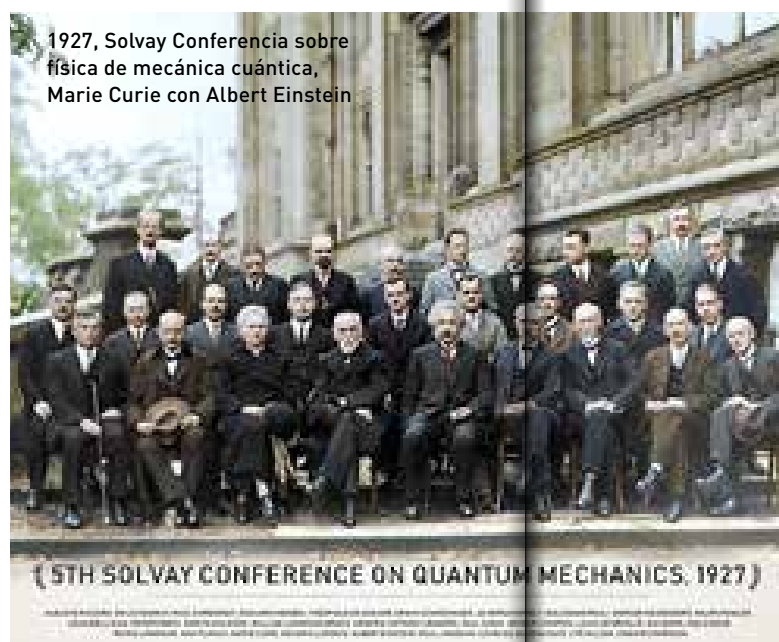
Matrimonio Marie y Pierre Curie



Los Curie de luna de miel en bicicleta



1913, Einstein y Curie



1927, Solvay Conferencia sobre física de mecánica cuántica, Marie Curie con Albert Einstein

(5TH SOLVAY CONFERENCE ON QUANTUM MECHANICS, 1927)



Marie y Pierre Curie en su laboratorio



El cobertizo donde se aisló el polonio y el radio

precarias, varias toneladas de pechblenda, principal mena del uranio, logrando aislar casi un gramo de sales de radio. Marie era una extranjera viviendo en la chovinista Francia y tratada como una advenediza en el elitista mundo académico francés. Ni siquiera Pierre era reconocido porque no era normalien ya que no se había formado en las Escuelas Normales Superiores ni tampoco era miembro de una gran universidad como la Sorbona. Luego del primer Premio Nobel, en 1904, lo nombraron profesor de Física en la Universidad de París y en 1905 fue declarado miembro de la Academia Francesa.

Jacques Curie, cuñado de Marie, fue un científico que dedicado a la física, también acompañó en momentos álgidos en donde Marie se encontraba en boca de todos. Jacques también había sido educado de manera informal por su padre para luego acceder a la universidad donde se graduó y coopera con su hermano Pierre con quien inventa el electroscopio que más tarde, serviría en la tesis doctoral de Marie para medir radioactividad. Y si de amigos hablamos, seguro **Albert Einstein** es un colega y admirador que tomó partido por ella en el escándalo Langevin. En ese entonces las cartas eran un medio de comunicación de los más importantes y Albert le escribió

una a Marie de gran valor histórico y sentimental al expresar su solidaridad a poco tiempo de recibir su segundo Premio Nobel, esta vez en Química. Así fue como Einstein, tras las difamaciones injustas hacia su amiga, no dudó en dirigirse a Curie para demostrarle su admiración y apoyo. La amistad entre ellos creció y en el verano de 1913 realizarían un viaje a la Engadina suiza

LA MADRE DE LA FÍSICA NUCLEAR

“Un científico en su laboratorio no es sólo un técnico: es también un niño colocado ante fenómenos naturales que le impresionan como un cuento de hadas”
M. Curie

Sin dudas, la gran visión de Marie, fue inspiración en toda su vida y la sostuvo y moderó en toda vicisitud que atravesó. Hasta 1897, el 65% de la tabla periódica estaba completa y se reconocía la existencia de 77 elementos químicos, de los 118 descubiertos en la actualidad. Ese año, Marie elige como tesis doctoral, abocarse al estudio de la radiación y acompañada por Pierre, se in-

teresó por las publicaciones científicas que había realizado Henri Becquerel, cuando estudiando algunos materiales fluorescentes y encontró que las sales de uranio emanaban rayos desconocidos que se generaban de reacciones químicas. El reciente descubrimiento de los rayos X en Alemania del físico Wilhelm Röntgen estaba relacionado con estas publicaciones. En ese momento familiar nace su primera hija Irène, contando el matrimonio con la valiosa ayuda del padre de Pierre que quedaba al cuidado de la niña.

Marie Curie profundizó sobre la radiación espontánea que emitía el uranio, buscando otras sustancias capaces de irradiar rayos Becquerel. Analizando calcolita y pechblenda, midieron con el electroscopio inventado por Pierre, corrientes eléctricas muy débiles tras la ionización del aire provocada por las radiaciones del uranio y concluyeron que la radiación depende del mismo átomo, independiente mente de su estado físico y que la intensidad de la radiación es directamente proporcional a la cantidad del elemento que constituye la muestra. Marie instala la radioactividad como término científico. Un año después, en 1898 descubrieron el gas **radón** y la radiactividad del **torio** y el miembro de la Academia Francesa

de Ciencia y profesor de Marie, Gabriel Lippman anuncia estos resultados, el 12 de abril. Los Curie continuaron sus investigaciones y en julio de ese año, descubren un nuevo elemento también radioactivo, al que Marie nombró **polonio** en honor a su tierra natal, trabajo que esta vez es anunciado ante la Academia por H. Becquerel. A finales de ese año, tras aislar al polonio, descubren otro nuevo elemento químico, el **radio**, de actividad radiante muchísimo mayor a la del uranio. Estas investigaciones exitosas les dieron reconocimiento mundial y el espíritu altruista del matrimonio los llevó a negar el patentado del proceso de aislamiento del radio para que la ciencia pudiese profundizar en el avance de su estudio

El matrimonio funcionaba como un equipo a la perfección, en donde Marie como química, se ocupaba del aislamiento de los elementos y Pierre de las características físicas de los mismos. Si bien la pechblenda era un residuo que se acumulaba en las proximidades de las minas de uranio, la cantidad que necesitaban era enorme y resultaba onerosa. La pechblenda se lavaba, se eliminaban las impurezas visibles, trituraba, disolvía, luego se filtraba, purificaba y se cristalizaba para volver a repetir el proceso. En 1899, la Sociedad de productos Químicos pone a dispo-

sición, sus instalaciones para aislar en forma industrial al radio, facilitando el trabajo que más adelante cobraría tanta vitalidad de Marie.

Además de separar los elementos radioactivos y describir los efectos de estas radiaciones, ellos comprobaron que este fenómeno era capaz de acabar con las células del cáncer. Otros efectos era la de dar luz en forma espontánea y calentar. Esto fue suficiente para que la comunidad científica vea en la radiación, una especie de panacea que curaba todo. Por este motivo, en 1903, Pierre y Curie, compartieron con Antoine Henri Becquerel, el Premio Nobel de Física “en reconocimiento de los extraordinarios servicios que han dado sus investigaciones conjuntas sobre el fenómeno de la radiación descubierta por el profesor Henri Becquerel”, convirtiéndose Marie, en la primera mujer que alcanza ese galardón. Este premio le fue otorgado porque Pierre, su esposo, se negó a recibirlo a menos que la incluyeran.

En 1904, nació su hija Eve y para ese tiempo Marie se encontraba agotada físicamente y anémica ya que los efectos del trabajo arduo que realizara en condiciones precarias, comenzaron a ser notorios. La muerte trágica de Pierre, en 1906, la su-

cumbió en uno de los momentos más difíciles de su vida, en donde encuentra refugio aislándose en su laboratorio, rechazando la pensión vitalicia. Ese mismo año Marie Curie acepta dirigir la cátedra de Física que dejó Pierre en la Sorbona, siendo la primera mujer que dicta clases en esa prestigiosa universidad. Entre 1906 y 1934, la universidad admitió a 45 mujeres sin aplicar las anteriores restricciones de género en su contratación. Tres años más tarde, el Instituto Pasteur, crea en 1909 el Instituto del Radio (hoy Instituto Curie) para investigación y aplicaciones médicas de la radioactividad, nombrándola directora de la institución.

CIENCIA Y ALGO MÁS

La vida de Marie, después de la muerte de Pierre, pasaría por un período de depresión. Con el correr de los años, Marie tuvo una relación amorosa con el físico Langevin que desataría una difamación marcada en el ámbito científico al punto de tildarla socialmente como una mujer “judía extranjera rompehogares”. En ese tiempo, en 1911 le fue anunciado su segundo Nobel. En esta ocasión fue en la categoría de Química “en reconocimiento a sus servicios para el avance de la Química al descubrir los



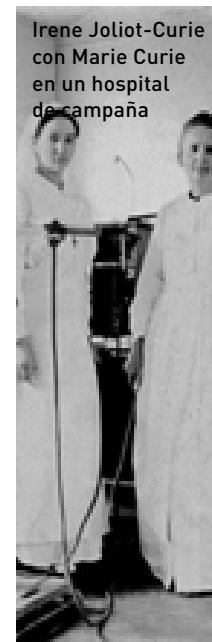
Madame Curie
luego de recibir
su segundo
Premio Nobel



Marie Curie en 1913 en la
Universidad de Birmingham



Marie en un
petit Curie



Irene Joliot-Curie
con Marie Curie
en un hospital
de campaña



1925 Madre e hija compartiendo
su vocación



Marie y la era nuclear

elementos radio y polonio, por medio del aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y los componentes de este sorprendente elemento.”

Tras los agravios que la prensa conservadora y de extrema derecha difundía, la gente juzgaba su relación con Paul Langevin, el destacado físico del magnetismo que había sido alumno de su esposo. Svante Arrhenius, un científico sueco que había ganado el Nobel en Química, le sugiere no asistir a la ceremonia a lo que Albert Einstein le aconseja como amigo y colega, que fuera a Estocolmo a recibir su merecido logro. La fecha del juicio del divorcio de los Langevin fue fijada, cuando Marie debía ir a aceptar su premio Nobel y el Comité del Nobel se alarmó: “Debemos hacer todo lo posible para evitar el escándalo y tratar, en mi opinión, de impedir que Madame Curie venga”, señaló el bioquímico Olof Hammarsten.

Marie, una mujer avanzada de su tiempo, responde ante un alborotado Comité: “El premio me lo dieron por el descubrimiento del radio y el polonio. Creo que no hay ninguna conexión entre mi trabajo científico y los hechos de mi vida privada”. Ella se presentó desafiante a recibir su segundo Nobel sin incidente alguno, en donde no hizo otra cosa que resaltar la

importantísima influencia de su marido Pierre Curie en ese galardón alcanzado y después compartió la mesa con el rey de Suecia y cenó los 11 platos que le sirvieron sin ningún problema.

A partir de ese momento cuidó más amablemente su salud y evitó las apariciones públicas. Finalmente la relación con Langevin salió dañada y aunque continuaron en contacto, el romance culminó y las charlas se reanudaron pero el tema fue meramente científico. En 1913, retoma sus investigaciones acerca de la radioactividad del radio a temperaturas bajas y es nombrada Doctora Honoris Causa en la Universidad de Birmingham en Inglaterra. Ese año recibe la visita de su amigo Albert Einstein.

MUJER EN PIE DE GUERRA

La Primera guerra mundial, frenó los trabajos de avance en el Instituto del Radio porque los investigadores se alistaron en las filas del ejército francés mientras ella permaneció en París custodiando las muestras de radio en ese, su segundo hogar. Luego el gobierno no tardó en proteger estos bienes como tesoro nacional y Marie se trasladó a Burdeos poniéndose al servicio de Francia. Madame Curie (47) y su hija Irène (17) pusieron en marcha el servicio de uni-

dades móviles de radiografía que se llamaron “petit Curie” (pequeñas Curie) que fueron eficaces para detectar huesos rotos y en dónde se encontraba la bala que debían extirpar del cuerpo del soldado herido.

Esta iniciativa no le fue fácil ya que el escepticismo de los altos grados encargados de la sanidad del ejército, fue el primer escollo que encontró y que se agravó con la disconformidad de los militares al tener que aceptar civiles entrando a la zona de batalla.

Una vez negociado el acceso al campo tuvo inconvenientes con el material que necesitaba. Buscó donaciones, para conseguir vehículos para el servicio de radiología. Marie aprendió a conducir y se interiorizó en nociones de mecánica para no depender de otras personas ante los desperfectos que pudieran presentarse en los vehículos. También junto a su hija, tomó clases de anatomía, enfermería y radiología. El último obstáculo a revertir fue el rechazo de los médicos militares a recibir las indicaciones de una mujer. En la guerra en donde fallecieron más de diez millones de personas, hubieron al menos 20 petit Curie como unidades móviles de rayos X, que terminaron siendo de gran y reconocida utilidad. Además hubo 200 puestos de servicio de radiología en hospitales de campaña,

durante este servicio entre 1914 y 1919.

UNA VIDA INTENSA ENTREGADA A LA CIENCIA

Fundó el Instituto Curie en París y en Varsovia, que se mantienen entre los principales centros de investigación médica en la actualidad y bajo su dirección, se llevaron a cabo los primeros estudios en el tratamiento de neoplasias con isótopos radiactivos. En 1921 en su gira por EEUU, recibe el obsequio de 1 gramo de radio puro. La propia Marie padeció la enfermedad de los rayos o radiotoxemia, que hincha, provoca manchas, malestar y causa la muerte. Ese humo tóxico que aspiró durante los trabajos de aislamiento del radio en el cobertizo que oficiaba de laboratorio y su sostenida exposición a muestras radioactivas, trajeron consecuencias irreversibles en su cuerpo.

Marie padeció anemia perniciosa aplásica, cataratas hasta quedar ciega y leucemia muy probablemente a causa de su trabajo durante su vida. Cuentan sus biógrafos que llevaba tubos con radio y polonio en sus bolsillos, y guardaba en su escritorio, muestras en una caja de cartón. Hasta relatan que en su mesa de luz tuvo minerales que emitían un

inquietante fulgor durante la noche. En nuestros días, la radiación es utilizada constantemente a nuestro beneficio en la industria, diagnóstico y tratamientos de enfermedades y lejos queda lo que fue la fiebre del radio y su uso desmedido sin medir consecuencias.

Marie Curie, “madre de la física atómica”, pasa a la inmortalidad a los 66 años de edad, un 4 de julio de 1934, en París. Su radiante radio, se llevó su vida. En 1995 fue sepultada con honores en el Panteón de París, primera mujer honrada por sus méritos propios.

LA FAMILIA MÁS PREMIADA: EL LEGADO DE MARIE HASTA HOY

Madame Marie Curie supo transmitir su pasión dejando dos hijas líderes, una asumió su laboratorio y la otra se dedicó a las artes. Pero su legado sigue irradiando aportes en la actualidad.

SU HIJA IRÈNE JOLIOT-CURIE (1897-1956)

Aquella joven que empezó a ayudarla en las investigaciones cuando contaba con dieciocho años y colaboró como asistente de su ma-

Polonia 1998, 2 zloty, centenario del descubrimiento del polonio y radio



Moneda de 10 zł (acuñada en 1967) en conmemoración a los 100 años del nacimiento de Maria Skłodowska-Curie

Conmemoración a 100 años del Premio Nobel a la primera mujer de ciencia, Marie Curie





dre en el Instituto de Radio de París, en 1925 se doctoró con una tesis sobre los rayos alfa del polonio. Conoció en el laboratorio de su madre a Frédéric Joliot quien luego se casaría, siendo su compañero en las primeras investigaciones donde obtuvieron isótopos radiactivos de elementos que originariamente no lo son, como el nitrógeno, fósforo y aluminio. Este hallazgo reveló la posibilidad de emplear elementos radiactivos producidos artificialmente, en el seguimiento de los cambios químicos que se producen en los procesos fisiológicos. En 1935 alcanzó el premio Nobel de Química por el descubrimiento de la radiactividad artificial por bombardeo con partículas alfa, junto a su esposo Frédéric Joliot. Su madre acababa de morir unos meses antes. Su investigación cambiaría la forma de ver la tabla periódica y la relación entre los elementos químicos: había que considerar los fenómenos de fisión de núcleos pesados en otros más ligeros o la fusión de núcleos ligeros para formar núcleos más pesados. En marzo de 1940 los Joliot-Curie preparaban un experimento de reacción en cadena que abortaron por la inminente guerra y los peligros de su aprovechamiento irresponsable, el uranio se escondió y al fin de la contienda se relanza la investigación, beneficiando a la medicina nuclear.

Tras la Segunda Guerra Mundial, Irène, como física en clave de científicos por la paz, se obsesiona con la construcción de un acelerador

de partículas que se culminó en 1955. Irène murió en 1956, con 58 años, tras padecer una agresiva leucemia. Ambas recibieron el Premio Nobel de Química, fueron galardonadas junto a sus esposos científicos y fallecieron en buena medida por su sobreexposición a la radiación.

SU HIJA ÈVE DENISE JULIE CURIE-LABOUSSIE (1904-2007)

La hermana de Irène, fue pianista y escritora entre otras actividades que realizó como conductora de ambulancias en Italia y activista en la lucha contra los nazis. Su trabajo más destacado lo tuvo en el género literario como biógrafa de su madre que fue galardonado con el National Book Award en 1937. También como periodista y corresponsal de guerra dejó un valioso material de crónicas. Tras el estallido de la Segunda Guerra Mundial se exilió en Inglaterra y de regreso en 1952 trabajó como consejera de la OTAN, destacándose además su labor frente a la Fundación Curie hasta 1967. Murió a los 102 años en Nueva York, donde residió con su marido, el diplomático estadounidense Laboussie, quien recibiera el Premio Nobel de la Paz y dirigiera UNICEF en 1965.

HÉLÈNE LANGEVIN-JOLIOT (NIETA)

Es la nieta de Marie Curie, física nuclear que representa la tercera generación de científicos de la fa-

milia que llenó de dulzura, los últimos años de vida de su abuela. Hélène nació en París en 1927, hija de Irène Curie y Frédéric Joliot, continúa hoy, a sus 91 años, entregando su aporte hacia una ciencia menos competitiva y cortoplacista. Casada con el nieto de Paul Langevin, el físico que osara enamorarse de su abuela, Hélène reconoce en su padre, Frédéric Joliot, la hombría de aprender de su madre en tiempos en donde había que hacer un esfuerzo para no ver a las mujeres como objetos de conquista.

Respecto de la Segunda Guerra Mundial, afirma "... si se hubiera escuchado sólo a los físicos hubiera habido un uso pacífico de la energía nuclear, es por eso que ahora nos inquietamos"... Profesora emérita del Instituto de Física Nuclear de la Universidad de París, confiesa que hoy no hubiese estudiado física porque el enfoque es muy utilitario y la competencia es atroz. Hélène Langevin tiene un hijo, Yves Langevin, también físico. Él, sin embargo, ha dedicado su vida a algo mucho más grande que el núcleo del átomo: el planeta Marte y su eventual vida en él.

YVES LANGEVIN (BISNIETO)

Yves Langevin, nacido en 1951, es un físico francés y destacado científico planetario que inició su carrera investigando acerca de la evolución de la superficie lunar causada por los impactos y la irradiación de partículas, llegando al reconocimiento interna-

Biografías de Marie Curie, por Ève Curie



cional por sus aportes a comprensión de los procesos responsables de la evolución de los cuerpos del sistema solar. Entre sus hallazgos más recientes se encuentran el descubrimiento de sulfatos en Marte y la caracterización de la evolución estacional de heladas y helados en las regiones polares de Marte. La Medalla Runcorn-Florensky 2018 se acaba de otorgar a Yves Langevin por sus excelentes contribuciones a varias misiones espaciales en las que ha jugado un papel decisivo desde el principio.

Sin dudas la vida de Madame Marie Curie, fue mucho más intensa de lo que parece. Sus convicciones basadas en nobles principios, hicieron de esta mujer ejemplar, un modelo de científico comprometido con su trabajo y siempre pensado para un mundo mejor, más justo y sin avaricias. Su apego a los valores fortaleció la voluntad de sacrificio que la sostuvo en los momentos más penosos de su vida. Sus apor-

tes a la ciencia traspasaron las paredes del Laboratorio y son de valiosa utilidad en lo cotidiano. El proceder de esta gran mujer fue y es inspiración para hombres y mujeres de Ciencias que siguen su apostolado en pos de una mayor calidad de vida. Ahora el legado Curie conquista las estrellas ...

Agradezco la colaboración de la profesora en Historia Marcela Monti (ISFD 129, Junín. Bs As)

MARÍA GILDA CECENARRO

VOLVER



Distinción Visitante de Honor a Hélène Langevin Joliot 80° Aniversario del Hospital Municipal de Oncología "Marie Curie" (2011, Bs As)

BIBLIOGRAFÍA

- Barona, Josep Lluís. Catedrático de Historia de la Ciencia de la Universitat de València
- Binda, M. del Carmen. Marie Curie, una mujer pionera en su tiempo. Primera y Segunda Parte. RAR (Revista Argentina de Radiología) Volumen 73 Número 3 2009 <http://www.scielo.org.ar/pdf/rar/v73n3/v73n3a03.pdf>
- Brian D. El clan Curie. Buenos Aires: Editorial El Ateneo; 2007.
- 3. Comte, A. Discurso sobre el espíritu positivo. Versión y prólogo de Julián Marías. Madrid: Alianza Ed., 1980. <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/comte/discurso.pdf>
- E. Serna M. "Marie Curie". Lámpasakos, ISSN: 2145-4086, No. 5, pp. 70-75. Ene-Jun. 2011. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3662079.pdf>
- Fröman, Nanny Marie y Pierre Curie y el descubrimiento de polonio y radio. Traducción del sueco al inglés por Nancy Marshall-Lundén <https://www.nobelprize.org/prizes/uncategorized/marie-and-pierre-curie-and-the-discovery-of-polonium-and-radium-2/>
- Herradón, Bernardo "Los Avances de la química y su impacto en la Sociedad" Madrid, 2015
- Ogilvie, Marilyn Bailey. Biografía de Marie Curie-traducido por Patricio Barros- <http://www.librosmaravillosos.com/mariecurie/pdf/Biografia%20de%20Marie%20Curie%20-%20Marilyn%20Bailey%20Ogilvie.pdf>
- Ron, José María Sánchez. Marie Curie, la Radioactividad y los Premios Nobel, Univ Autónoma Madrid, 2011 <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3434031.pdf>
- <https://www.elindependiente.com/futuro/2018/04/12/nieta-marie-curie-una-feminista-ciencia-dando-ejemplo/>


MARÍA DEL CARMEN BANÚS

Lic. En Ciencias Biológicas
Coordinadora de Biología, CBC-UBA

LA TABLA PERIÓDICA: UNA OBRA DE ARTE

Dijo Goethe que los colores están en el cerebro. Más bien, en la tabla periódica y la física nos ayuda a “echar luz” para descubrirlos.

¿Cuántas veces escuchamos rojo o amarillo de cadmio, azul cobalto, blanco de titanio, gris plomo, verde cromo, blanco de zinc, negro de carbón?; ¿es que toda la tabla periódica está en los colores de las bellas artes?

Seguramente un genio como Vincent Van Gogh no haya tenido en cuenta el ordenamiento de Mendeléyev para plasmar sus soles amarillos o la noche estrellada. Sin embargo, conocer la composición química de los materiales artísticos es vital tanto para el proceso creativo como para la conservación y restauración de nuestro patrimonio cultural.

¿Qué tipo de átomos forman una obra de arte? Descubriremos algunos de ellos en este artículo

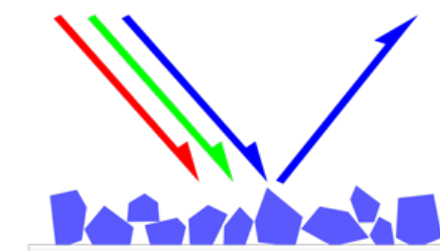
Obra de Eugènia Balcells (Barcelona 1943), artista plástica



DEFINAMOS ALGUNAS CUESTIONES DE LOS PIGMENTOS Y LA LUZ

Pigmento es aquella sustancia que emite el color de la luz que refleja; o sea que es una sustancia que absorbe selectivamente la luz según su longitud de onda. Los pigmentos producen sus colores debido a que selectivamente reflejan y absorben ciertas ondas luminosas. La luz blanca es aproximadamente igual a una mezcla de todo el espectro visible de luz. Cuando esta luz se encuentra con un pigmento, algunas ondas son absorbidas por los enlaces químicos y sustituyentes del pigmento, mientras otras son reflejadas. Este nuevo espectro de luz reflejado crea la apariencia del color. Por ejemplo, un pigmento azul marino refleja la luz azul, y absorbe los demás colores. Los pigmentos, a diferencia de las sustancias fluorescentes o fosforescentes, solo pueden sustraer ondas de la luz que recibe, nunca añadir nuevas.

Una gran cantidad de ondas (colores) se encuentran con el pigmento. Este pigmento absorbe la luz verde y roja, pero refleja la azul, creando el color azul. (tomado de Wikipedia)



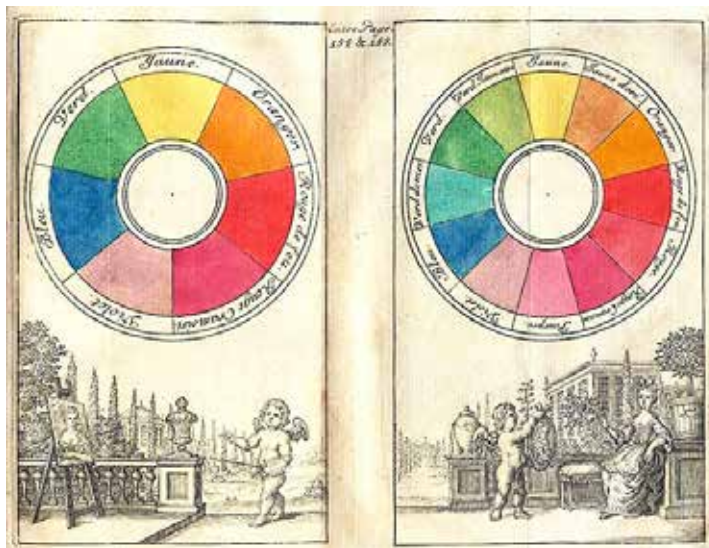
Antes del desarrollo de los pigmentos sintéticos y del refinamiento de las técnicas de obtención de pigmentos minerales, la industria era generalmente inconsistente. Con el desarrollo de la industria moderna, los fabricantes y profesionales han cooperado para crear estándares internacionales para identificar, producir, medir y probar los colores. Pero mucho antes, desde la prehistoria, el hombre hacía uso de diferentes estructuras minerales o biológicas para teñir cuerpos, piedras, cerámicas, telas, maderas, etc. ¿Qué debemos pedirle a un pigmento? La selección de un pigmento es determinada por las propiedades y atributos físicos y químicos (sin olvidar su costo, lamentablemente). Por ejemplo, un pigmento que sea usado para colorear cristal o una cerámica, debe tener muy alta estabilidad térmica a fin de sobrevivir al proceso de manufactura. En la pintura “de caballete”, la resistencia térmica no es tan importante, pero sí lo son la resistencia a la exposición a la luz y la toxicidad. Algunas otras singularidades importantes de los pigmentos que determinan sean “aptos” para el arte son su poder teñidor, la dispersión, la opacidad o transparencia, la resistencia a álcalis y ácidos y por supuesto las reacciones e interacciones entre diferentes pigmentos. Pero todas esas cualidades, estrictamente técnicas, no son las que vemos cuando contemplamos una obra de arte, entonces, la lectura de ese pigmento (o mejor dicho, de ese color que estamos observando), se lleva a cabo para transmitir sentimientos o el estado de ánimo del autor y a su vez, intentar despertar la razón o el corazón del espectador. ¿Y la luz?

Cada color del espectro visible tiene su límite en una determinada frecuencia según la refracción de la luz. Newton hizo incidir la luz blanca a través de un prisma y se dio cuenta que aparecía un espectro de colores visibles (es el efecto que se produce cuando la luz incide sobre las gotas de lluvia para crear el arcoíris). Argumentó sobre la posibilidad de que la luz estaría compuesta de partículas de colores y que unas partículas eran más veloces que otras, así podemos decir que la frecuencia del rojo está en 618-780 nm. Lo que quiere decir que las partículas del naranja serán más veloces que las del rojo, y a su vez el rojo será más veloz que el violeta, etc.

¿Y DÓNDE ESTÁ ESCONDIDA LA TABLA PERIÓDICA?

Comencemos con el **cadmio**. Este metal pesado, blando, blanco azulado y relativamente poco abundante, es uno de los metales más tóxicos. No se encuentra en la naturaleza en estado puro sino que por afinidad química está asociado con metales como el zinc, el plomo y el cobre. Asociado a la contaminación ambiental e industrial, es uno de los mayores

Claude Boutet's círculos de 7 colores and 12 colores- 1708



tóxicos ya que reúne las cuatro características básicas más peligrosas de un tóxico: bioacumulación, persistencia en el ambiente, efectos desfavorables para el ser humano y el ambiente y es fácilmente transportable mediante los cursos de agua y el viento. Sin embargo, pese a todas sus características poco amigables, los colores que provienen de las diferentes sales que contienen cadmio, generan una familia de pigmentos: verde, rojo, anaranjado y amarillo. El amarillo de cadmio está formado por cristales mixtos de sulfuro de cadmio y sulfuro de zinc. Durante el proceso de elaboración del pigmento, si se incorpora selenio, se obtiene un tono anaranjado o rojo, incluso un poco azulado. El tamaño de las partículas también influye en el tono y color obtenido. Sólo las pinturas al óleo y acuarelas de más calidad contienen sulfuro de cadmio puro.

Todos los tonos del pigmento, del rojo al amarillo, tienen muy buena resistencia a la luz. La capacidad cubriente y el poder colórico es bueno, excepto en los tonos anaranjados que es moderado. Tiene una resistencia a los álcalis, incluso a la cal. Y si se usa en frescos a la intemperie, hay que protegerlo del aire porque puede formar carbonatos o sulfuros, produciendo un velo en la superficie. El verde cadmio se obtiene mezclando amarillo de cadmio con óxido de cromo verde. Se obtiene un verde con un color muy limpio y resistente a la luz, muy valorado en la pintura al óleo. Los tonos rojos y naranjas se obtienen combinándose con sulfuros y seleniuros de cadmio. Gracias a su solidez, el rojo de cadmio se volvió popular en el siglo XX, y se comercializó desde 1910. Henri Matisse era un admirador de este brillante pigmento, y fue el primer pintor reconocido en usarlo en sus obras. Si bien los niveles de sulfuro de cadmio en el pigmento no son muy tóxicos, en 2014 la Unión Europea contempló una posible prohibición al cadmio debido a la preocupación de que podría contaminar el suministro de agua cuando los artistas limpiaban sus pinceles. Afortunadamente, investigaciones posteriores demostraron que estos temores eran infundados. El rojo de cadmio sigue siendo muy común en las paletas de muchos artistas. Si pensamos en rojos, mucho antes del rojo de cadmio, una de las formas más antiguas del rojo proviene del mineral de arcilla. Se ha encontrado evidencia de que las personas en la Edad de Piedra tardía molían **ocre rojo** para usarlo como pintura corporal. El rojo, junto con el blanco y el negro, fue uno de los tres colores utilizados por los artistas en la era del Paleolítico, pues era fácil de obtener en la naturaleza.

Y aparece el **mercurio**, a través de su sulfuro: el cinabrio, sumamente tóxico y que fuera utilizado desde la época de los egipcios, resultando ser el preferido de los antiguos romanos, como aún puede verse en los murales de Pompeya. De hecho, el cinabrio era tan valioso en la época romana que era más costoso que el azul egipcio y



Pigmento sulfato de cadmio amarillo (tomado de Wikipedia)

La habitación roja (Armonía en rojo) (1908). Henri Matisse. Óleo sobre Tela. 180 cm x 221 cm. Museo del Hermitage. San Petersburgo, Rusia.



Un bisonte en una cueva en Altamira, España, pintado entre el 15,000 y 16,500 a.C. (Foto: Museo Nacional y centro de investigación de Altamira [Dominio público])





ejemplar de Plicopurpura pansa

el ocre rojo de África. Desde el siglo XII, el cinabrio también se usó en lacas talladas de China. En la antigüedad, los pigmentos bermellones estaban hechos de cinabrio. Y en este punto no debemos olvidar lo que dijimos en un principio: la importancia de la luz. Si de pigmentos naturales se trata, bella es la historia y bello es el color púrpura obtenido. Los caracoles púrpura del Pacífico mexicano son moluscos que pasan toda su vida en las rocas y en la zona de intermareas, pues se mueven al ritmo de las mareas y de las estaciones. Estos ritmos les indican las horas y los días en que se pueden alimentar, cuándo vivir solitarios, cuándo en grupos y también, su ciclo reproductivo.

Estos caracoles poseen una glándula hipobranquial en la porción anterior llamada púrpura. Dentro de esta glándula se produce y guarda un líquido lechoso y espumoso de color blanco, el cual al hacer contacto con la luz cambia gradualmente de color, desde amarillo, verde y azul, hasta transformarse a un color púrpura intenso. Esta glándula almacena el tinte en estado químico de reducción, cambiando de color por fotooxidación al ser expulsado y entrar en contacto con la luz del sol y el oxígeno del aire (Yoshioka 1974). La función de este tinte es como mecanismo de defensa, ya que paraliza el sistema nervioso de los depredadores.

Teñir y recolectar la tintura del caracol púrpura del pacífico (*Plicopurpura pansa* y *Plicopurpura columellaris*) es una tradición milenaria del pueblo mixteco de Oaxaca. Con el tinte, que es difícil de obtener y, por lo mismo muy caro, tiñen hilo de algodón y tejen prendas de vestir muy apreciadas, que se usan solamente en ocasiones especiales. El tinte contiene sustancias de índigo y **6,6 dibromo-indigo**; está relacionado a la fertilidad de las mujeres y también para la protección contra malos espíritus. También estuvo asociado al poder, la realeza y la religión; por lo que muchos textiles tuvieron un color púrpura característico de cierta posición social. También podemos encontrar rojos bermellón, carmesí y alizarina, pero eso, ya es otra historia.

¡NO OLVIDEMOS AL COBRE Y EL COBALTO!

Si de azules se trata, podemos decir que los primeros fueron producidos por los antiguos egipcios y siguieron evolucionando en su elaboración por más de 6000 años. 2200 años a.C. los egipcios preparaban un pigmento moliendo arena silíceo (SiO_2), calcita (CaCO_3), mineral de cobre (malaquita o azurita) y natrón. Luego se calentaba a 800-900 °C y se obtenía un vidrio que molido finamente y mezclado con un espesante como por ejemplo la clara de huevo, producía un barniz de larga duración. La mayor parte de los investigadores está de acuerdo en que la composición química del azul egipcio es: $\text{CuCaSi}_4\text{O}_{10}$.

La genialidad del proceso consiste en haber introducido el natrón como fundente, lo que permite que los otros componentes puedan reaccionar entre sí a una temperatura inferior a la que precisarían sin la presencia del natrón como fundente. (Por ejemplo la arena silíceo se funde a 1714°C, temperatura que no era posible alcanzar con la tecnología disponible en aquel momento)

Los azules de cobalto (que se elaboran con aluminatos y silicatos de cobalto, y con mezclas de fosfato de cobalto y alúmina) surgen entre los siglos XIII y XIX y eran utilizados principalmente para pintar cerámica y joyería; éste es el caso de China y de los tradicionales patrones azules y blancos en su porcelana. Una versión más pura basada en alúmina fue descubierta en 1802 por el químico francés Louis Jacques Thénard, y en 1807 comenzó su producción comercial en Francia. Pintores como J. M. W. Turner, Pierre-Auguste Renoir y Vincent Van Gogh utilizaron el nuevo pigmento como alternativa al ultramar, que era mucho más costoso.

Sin embargo, la historia de los azules, al igual que con los rojos, tiene muchísimas más variantes, desde el costosísimo lapislázuli, que llevó a la bancarrota a pintores como Vermeer, a la aparición del **cerúleo** (estannato y silicato de cobalto), conocido comúnmente como azul cielo, el cerúleo no estuvo disponible como pigmento artístico hasta 1860, cuando Rowney and Company comenzó a venderlo bajo el nombre de ceruleum. Pasando también por los tintes naturales como el índigo, la última variedad de azul fue registrada en 2009, cuando Mas Subramanian, profesor de la Universidad de Oregon, junto con su alumno Andrew E. Smith, descubrió una nueva tonalidad de azul, mientras experimentaba con nuevos materiales para hacer electrónicos; una de sus muestras se volvió azul brillante al entrar en calor. Llamado azul **YInMn** por su composición química de **itrio, indio y manganeso**, el pigmento fue liberado para su uso comercial en junio de 2016.

RADIO, ARSÉNICO PLOMO Y URANIO: LOS PIGMENTOS MÁS MORTÍFEROS DE LA HISTORIA

Verde brillante, blanco y naranja, podrían parecer inofensivos si los pensamos en la naturaleza. Sin embargo, si hacemos historia de la utilización de ciertos elementos como pigmentos, veremos que hemos metido la pata y en grande. Claro que no tiene la culpa Mendeléyev ni la tabla periódica, solo que hemos descubierto tarde cuales eran sus efectos sobre los seres vivos, aunque estuvieran hace tiempo integrando la tabla periódica. Dos colores verdes sintéticos llamados el verde de Scheele y el verde de París se introdujeron por primera vez en el siglo XVIII, eran vibrantes y llamativos, no como los pigmentos

Azul egipcio



Plato esmaltado en azul de cobalto original (1930)



Cajita de maquillaje con pastillas de albayalde, proveniente de una tumba griega del siglo V a.C Museo Arqueológico de Cerámica, Atenas.

naturales. Rápidamente se convirtieron en pigmentos populares para teñir telas, jabones, papel pintado, juguetes, etc. Lamentablemente su composición química era el acetoarsenito de cobre. Los humanos expuestos a altos niveles de **arsénico**, pueden desarrollar cáncer o enfermedades cardíacas. Lamentablemente la toxicidad de estos verdes se mantuvo en secreto hasta 1822, y un tiempo más tarde, comenzó a utilizarse como insecticida.

En 1898, Marie y Pierre Curie descubrieron el **radio**. Afirmando que tiene propiedades curativas, añadieron radio a la pasta de dientes, a los medicamentos, al agua y la comida. Debido a su color verde brillante y luminoso, también se usó en productos de belleza y joyas. Lamentablemente no supimos hasta mediados del siglo XX de sus efectos nocivos, que superaban a los estéticos visuales. Fueron los verdes más peligrosos de la historia. Antes de la Segunda Guerra Mundial era normal para los fabricantes de vajillas de cerámica usar el óxido de **uranio** para dar color a los esmaltes. El compuesto obtenido al combinar brillantes rojos y naranjas, constituía un atributo atractivo si no fuera por la radiación que emitían. Por supuesto, no estuvimos conscientes de la radiación hasta finales de 1800, y mucho menos de los riesgos asociados al cáncer que descubrimos mucho más tarde. Sin embargo, en la historia de los pigmentos tóxicos, el blanco se lleva las palmas. Ya en el siglo IV antes de Cristo, los antiguos griegos trataron de obtener del **plomo** un brillante pigmento blanco. ¿Cuál es el problema? En los seres humanos, el plomo se absorbe directamente en el cuerpo e invade la sangre, los tejidos blandos y los tejidos mineralizados. Una vez que llega al sistema nervioso, el plomo imita y altera las funciones normales del calcio, causando daños como problemas de aprendizaje o presión arterial alta. Sin embargo, la práctica de usar este pigmento tóxico continuó a lo largo del tiempo y de las culturas. Para hacer su pintura, los artistas molían un bloque de plomo en polvo, quedando expuestos a partículas de polvo altamente tóxicas, resultando en lo que se conoció como cólico del pintor, o lo que ahora llamaríamos envenenamiento por plomo. Los artistas que trabajaron con el plomo se quejaron de parálisis, melancolía, tos, e incluso ceguera. Pero la densidad del plomo blanco, su opacidad y el tono caliente fueron irresistibles para artistas como Vermeer y más tarde, los impresionistas. Su resplandor no podía ser igualado y el pigmento continuó usándose ampliamente hasta que fue prohibido en los años 70. En la actualidad, el sulfuro de cinc y el dióxido de titanio ofrecen un color blanco excelente sin ser tóxicos ni oscurecer con el tiempo.

Y SI DE CONSERVACIÓN SE TRATA...

¿Qué tipo de átomos forman una obra de arte? Lo podemos detectar con la fluorescencia de rayos X. Esta técnica no

ofrece la fórmula molecular exacta de una sustancia, tan solo nos dará información sobre los átomos que la forman. Por ejemplo, en una pintura que contenga amarillo de Nápoles, no nos revelará que la composición química es $Pb_2Sb_2O_7$, pero sí que nos desvelará que hay plomo (Pb) y antimonio (Sb). Si analizamos por ejemplo La joven de la perla, también conocida como La Mona Lisa holandesa, es una de las obras maestras del pintor holandés Johannes Vermeer, realizada entre 1665 y 1667.

Si se hace un mapeo de mercurio, el mercurio proviene del pigmento bermellón (sulfuro de mercurio) que utilizó el pintor, y lo encontraremos en los labios de la joven. También se encuentra en el rosado del rostro, pero en menor intensidad. En cambio el turbante y el fondo, no detectan presencia de mercurio. Del mismo modo, puede detectarse plomo en la perla, y compuestos de cobre para los azules.

También la identificación de pigmentos puede utilizarse para “descubrir” pintura sobre pintura que muchas veces realizan los artistas, reutilizando tablas o corrigiendo parte de la obra. Es decir, que la fluorescencia con rayos X nos permite detectar rastros mínimos de pigmentos. El color azul egipcio, que ya dijimos que era muy importante para ellos, y fue utilizado para pintar piezas de cerámica, estatuas e incluso para decorar las tumbas de los faraones, se descubre en 2006 que el azul egipcio brilla bajo luz fluorescente, lo que indica que el pigmento emite radiación infrarroja. Este descubrimiento fue una gran noticia para los historiadores, ya que es mucho más fácil identificar el color en artefactos antiguos aunque ya no se aprecie. Finalmente, plomo, estaño, arsénico, mercurio, cobre, cadmio, cromo, cobalto: una infinidad de elementos minerales y compuestos biológicos, todos formados por elementos presentes en la tabla periódica, constituyen nuestra vida y le dan color a las obras de arte que nos acompañaron y lo siguen haciendo, ofreciendo belleza a nuestra mirada.

MARIA DEL CARMEN BANUS

[VOLVER](#)



La Mona Lisa holandesa, es una de las obras maestras del pintor holandés Johannes Vermeer, realizada entre 1665 y 1667.

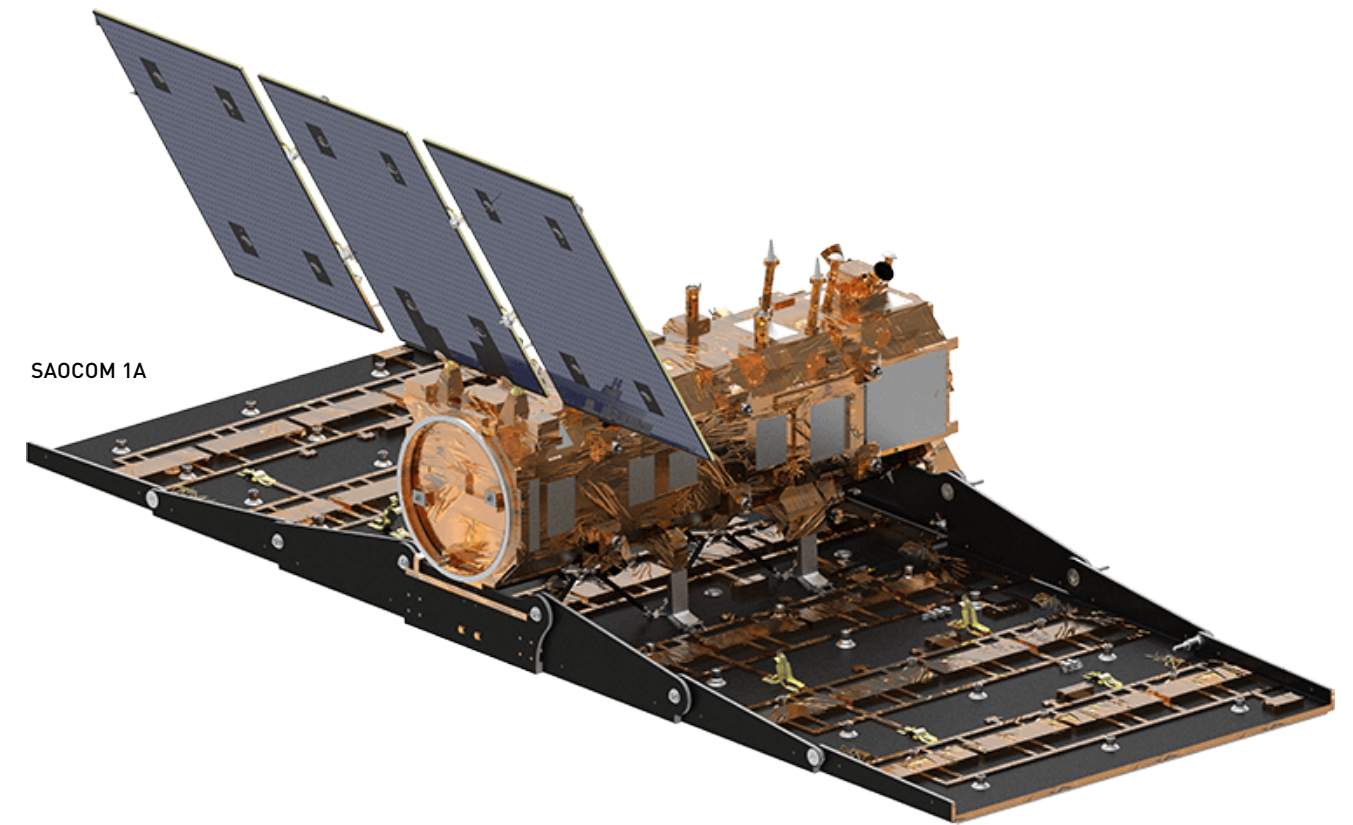


MARÍA DEL CARMEN BANÚS

Lic. En Ciencias Biológicas
Coordinadora de Biología, CBC-UBA

CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SOCIEDAD (DEL CIELO A LA TIERRA Y MÁS ALLÁ)

Mucho se ha dicho sobre el sueño del hombre de conquistar el espacio: ¿ambición desmedida?, ¿necesidad imperiosa?, ¿correr los límites del conocimiento?, ¿visión de futuro? Según cual fuera nuestra mirada, todas esas respuestas podrían ser válidas; pero cuando revisamos el desarrollo satelital de Argentina, pasado y presente, la necesidad y visión de futuro se hacen fuertemente presentes. Hoy presentamos SAOCOM 1 y sus primeras imágenes



DEL CIELO A LA TIERRA:

El Satélite Argentino de Observación con Microondas SAOCOM 1A, fue desarrollado y fabricado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) junto con organismos como la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), y las empresas VENG S.A. e INVAP contratista principal del proyecto, con la participación de más de 70 empresas de tecnología e instituciones del sistema científico-tecnológico del país y la colaboración de la Agencia Espacial Italiana (ASI). El objetivo central de los satélites SAOCOM de Observación de la Tierra es la medición de la humedad del suelo y aplicaciones en emergencias, tales co-

mo detección de derrames de hidrocarburos en el mar y seguimiento de la cobertura de agua durante inundaciones. La serie de satélites SAOCOM abarca el desarrollo de instrumentos activos que operan en el rango de las microondas. Consiste en la puesta en órbita de dos constelaciones, SAOCOM 1 y SAOCOM 2, donde la segunda serie tendrá incorporados ciertos avances tecnológicos que resulten de la experiencia de la primera. Cada constelación está compuesta a su vez por dos satélites, denominados A y B respectivamente, básicamente similares, por la necesidad de obtener la revisita adecuada. El primero de ellos, fue puesto en órbita en octubre del pasado año

ALGO DE HISTORIA

El proyecto SAOCOM fue desarrollado a pedido del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y la Secretaría de Agricultura de la Nación, con el objetivo de brindar información de suelos, aguas y vegetación, así como prevención y gestión de catástrofes mediante observaciones con su radar en banda L (de microondas de 23 cm de longitud de onda) de apertura sintética polarimétrica, lo que los convierte en las antenas más grandes de uso civil en el espacio. Los sensores de microondas activos procesan mediante algoritmos la información capturada por la antena del radar. Este proyecto inicia en 1998, cuando ya se trabajaba en colaboración con la Agencia Espacial Italiana en el desarrollo de diversos satélites. Estos vínculos sentaron las bases de lo que sería el SIASGE (Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias) Dicho sistema, permite compartir la información obtenida por los satélites argentinos e italianos así como el uso de estaciones terrenas.

En el año 2012 se realizaron los primeros ensayos de las mantas térmicas en las cámaras de termo vacío del Centro Espacial Teófilo Tabanera, Córdoba. Estas mantas térmicas que cubren el satélite fueron diseñadas y construidas por el Departamento de Aeronáutica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata. Los paneles solares fueron integrados por el Laboratorio Tandar de la Comisión Nacional de Energía Atómica y el diseño de la antena radar fue realizado por el Instituto Argentino de Radioastronomía, solo por nombrar algunos de los organismos que participaron en el diseño, fabricación y calibración, mostrando la importancia del trabajo en colaborativo. En octubre de 2017, se finalizó de construir la plataforma de servicios del satélite, lo que permitió iniciar los primeros ensayos ambientales. La complejidad del proyecto y varias

Si bien la historia de los satélites en Argentina puede remontarse al 1990, con el Lusat I, es la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales) que en 1996 comienza con el SAC B (Satélites de Aplicaciones Científicas) su serie de satélites científicos como parte de un plan espacial nacional. La serie SAC es la primera serie «profesional», destinada a cumplir funciones reales mediante la transmisión de datos - imágenes y otros datos físicos - durante largos períodos. Los satélites de la serie SAC tienen por objetivo principal obtener información referida al territorio argentino sobre actividades productivas de tierra y mar, hidrología, geología, clima, vigilancia del ambiente, recursos naturales y cartografía. Más de 80 universidades, entes, organismos y empresas nacionales participan en estos proyectos. Las imágenes de los satélites ofrecen información para 200 proyectos de universidades y centros de investigación, además de llegar a colegios secundarios que las utilizan en lugar de los mapas tradicionales. En octubre de 2014 se realiza el lanzamiento del primer satélite geostacionario ARSAT-1. Como todos los satélites de comunicaciones, ARSAT-1 opera como un espejo recibiendo un haz de radiación electromagnética y, con sus sistemas de antenas, lo refleja sobre un área mucho más amplia. Un año después, se realizó con éxito el lanzamiento del ARSAT-2, con el cual, la Argentina tiene llegada satelital a todo el continente americano y a toda su plataforma continental.

Los nanosatélites Cube-Bug fueron realizados con tecnología argentina, financiado por el entonces Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y concebido, diseñado y producido por la empresa Satellogic en colaboración con INVAP. Tanto el software como el hardware son de plataforma abierta y estarán disponibles para aficionados, universidades e institutos de investigación; se los concibió con fines educativos. La Argentina también prevé el lanzamiento del Tronador II, que entre otras misiones tiene la de ser vector al espacio sideral de los satélites artificiales argentinos SARE

restricciones presupuestarias retrasaron su lanzamiento, pero finalmente se logró en octubre de 2018.

Un segundo satélite SAOCOM se prevé poner en órbita junto con cuatro satélites italianos, los COSMO-SkyMed, operando en banda X (microondas de 3 cm de longitud), generando un conjunto de 6 satélites en total, de los que se estima al menos 5 años de vida útil. En cuanto a la órbita, se pretende obtener en ambos casos una cobertura global y contar con un ciclo de repetición orbital de 16 días para cada satélite, lo que resulta en 8 días para la constela-

ción. Los satélites SAOCOM 1A y SAOCOM 1B comparten los mismos requerimientos de diseño, de funcionalidad y operatividad, por lo que su desarrollo se lleva a cabo en simultáneo dando como resultado dos satélites idénticos.

OBJETIVOS DE LA MISIÓN SAOCOM 1

Los principales objetivos de la misión se corresponden a las capacidades del instrumento SAR, y son:

- Proveer información de Radar de Apertura Sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar) banda L polarimétrica independientemente de las condiciones



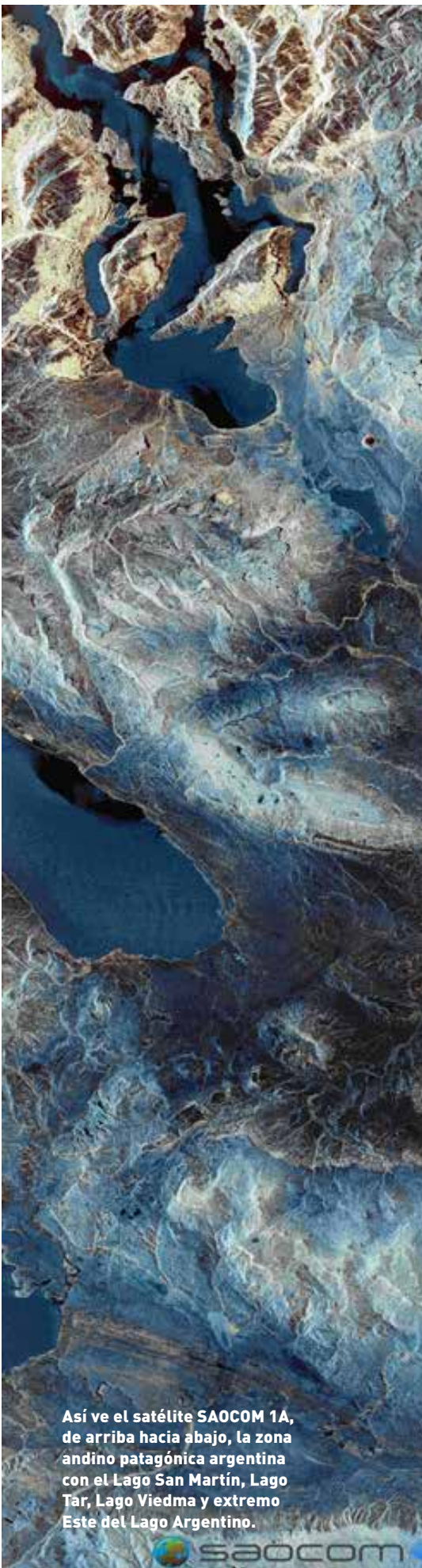
meteorológicas y de la hora del día, de distintas zonas de la tierra, en tiempo real y en modo almacenado, con una resolución espacial entre 10 y 100 metros y con diferentes ángulos de observación.

- Obtener productos específicos derivados de la información SAR, en particular mapas de humedad de suelo, lo que representa una gran ayuda para la agricultura, la hidrología y para el área de salud, debido a su comprobado impacto socio-económico.
- Satisfacer las aplicaciones consideradas en el Plan Espacial Nacional para los Sectores de Información Espacial definidos. En particular, los mapas de hume-

dad de suelo serán obtenidos sobre un área de interés de alrededor de 83 millones de hectáreas de la región pampeana argentina, cubriendo toda esta zona aproximadamente cada seis días. A su vez, en base a estos mapas esta misión ha desarrollado a nivel operativo tres aplicaciones centrales, denominadas estratégicas por su importante impacto socio-económico.

Dos de las tres aplicaciones centrales están dirigidas a agricultura y el tercero a hidrología (proyecto conjunto con el Instituto Nacional del Agua-INA), con los siguientes objetivos generales:

- Brindar soporte en el proceso de toma de decisión a los productores agrícolas, en relación a siembra, fertilización y riego, en cultivos tales como soja, maíz, trigo y girasol, por ejemplo para la optimización en el uso de fertilizantes.
- Brindar soporte en relación al uso de agroquímicos (fumigación) para el control de enfermedades en cultivos, en particular para la fusariosis de la espiga de trigo.
- Mejorar la gestión de riesgos y emergencias hidrológicas, potenciando la capacidad de modelación hidrológica y de pronóstico, de manera de minimizar las pérdidas económicas debidas a inundaciones.



Así ve el satélite SAOCOM 1A, de arriba hacia abajo, la zona andino patagónica argentina con el Lago San Martín, Lago Tar, Lago Viedma y extremo Este del Lago Argentino.

LA PRIMERA MIRADA SAOCOM 1A

El satélite SAOCOM 1A llegó al espacio el 7 de octubre de 2018 y desde entonces uno a uno fueron encendidos y chequeados los múltiples sistemas para darle vida a la primera misión satelital de radar argentina. Comandado desde el Centro de Control de Misión en el Centro Espacial Teófilo Tabanera de la CONAE en Córdoba, se encuentra en período de “commissioning” (puesta en funcionamiento), para ofrecer en pocos meses servicio operativo, en los múltiples modos de captación y de polarización para producir imágenes, y entrar en

ASPECTOS DESTACADOS DEL SAOCOM 1A

- Es el quinto satélite del Plan Espacial Nacional que lleva adelante la CONAE, diseñado y construido completamente en la Argentina.
- SAOCOM 1A es el primer satélite radar polarimétrico de apertura sintética (SAR) de banda L que estará operativo, especialmente diseñado para producir mapas de humedad de suelo.
- Con sus 35m² es la antena radar más grande en el espacio de una misión satelital civil.
- La misión SAOCOM es una constelación compuesta por dos satélites: SAOCOM 1A y SAOCOM 1B actualmente en construcción.
- Ambos llevan un instrumento activo (produce su propia señal o pulso) radar SAR que funciona en el rango de microondas del espectro electromagnético, en la banda L.
- SAOCOM 1B se unirá al SAOCOM 1A el próximo año 2019, a bordo de otro lanzador Falcon 9 de Space X.
- Los dos satélites se ubican a lo largo de la misma órbita a 650 kilómetros de distancia de la Tierra, junto con los cuatro satélites COSMO-SkyMed de radar SAR en Banda X de la Agencia Espacial Italiana (ASI).
- Las constelaciones SAOCOM y COSMO-SkyMed forman el Sistema de Satélites Italo-Argentino para Gestión de Emergencias (SIASGE).
- El sistema SIASGE será el primero en el mundo en ofrecer productos conjuntos radar SAR en bandas X y L. Esta configuración es única en el mundo.

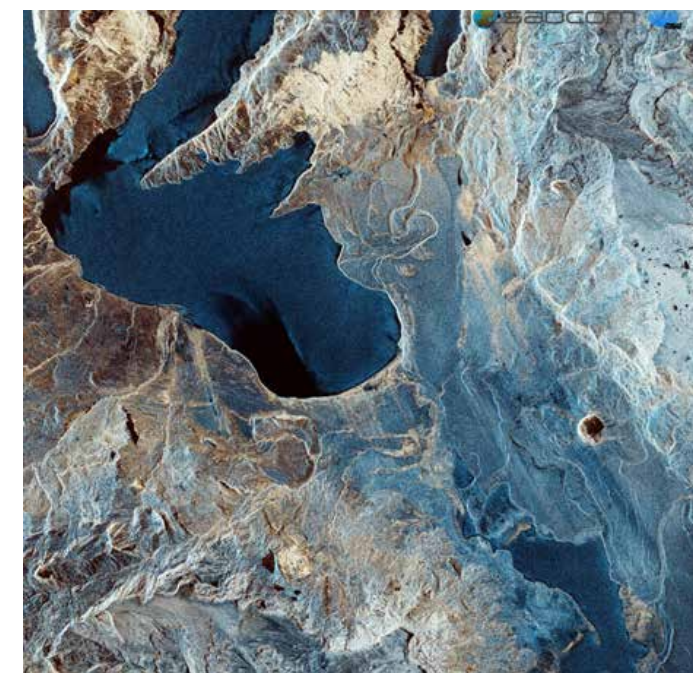
funcionamiento en el Sistema SIASGE. La primera imagen obtenida, fue tomada el 25 de octubre de 2018 a las 8:50 de la mañana (hora local), cuando abrió sus ojos sobre la Cordillera de los Andes en el Sur argentino, para revelar detalles del Lago San Martín, Lago Viedma y Lago Argentino; y fue presentada en sociedad el pasado 14 de marzo. Para la descripción precisa de las imágenes, asesoró el Dr. Héctor del Valle, Profesor de la Maestría en Geomática aplicada a la Gestión de Riesgos Ambientales del Centro Regional en Geomática (CEREGEO), entre otros centros y universidades donde se ha desempeñado.



Viento sobre el agua: En el Lago San Martín, el radar del SAOCOM 1A llega a distinguir los distintos niveles de rugosidad superficial provocados por la intensidad del viento sobre el agua. Las zonas con viento calmo o sin viento se observan en tonos oscuros, por la ausencia de rugosidad superficial. Debido a la combinación de bandas utilizada para la composición color, y al realce aplicado, estas zonas oscuras pueden presentar tonalidades azuladas o rojizas



Bosques: Sobre el terreno, SAOCOM 1A nos muestra la vegetación de la zona, de tipo bosque caducifolio, con sus especies características como lenga, ñire, notro, etc. Debido al alto retorno de la polarización VH en este tipo de cobertura vegetal, se ve en color amarillo.



Llanuras: La sensibilidad del radar del SAOCOM 1A detecta meandros y cauces de las características vegas de llanura aluvial (valles de inundación), que se muestran en tonos celestes. Y los cambios de la vegetación hacia el Sur, de estepa graminosa y estepa arbustiva (matorral), en tonos marrones.



APLICACIONES POTENCIALES DE LA MISIÓN SAOCOM EN ESTA REGIÓN

Geología-Geomorfología: Cartografía, exploración y estimación de riesgos, amenazas y vulnerabilidades. **Hidrología:** Humedad del suelo, cartografía de humedales (mallines), cartografía de la nieve, modelos hidrológicos. **Vegetación Forestal:** Cartografía del tipo de vegetación, cartografía de la deforestación, cartografía de rastros o huellas de incendios, cartografía de la biomasa maderable. **Uso y Cobertura del Terreno:** Cartografía a nivel primario, detección y seguimientos de cambios, protección ambiental y manejo sustentable de los recursos naturales. **Cartografía:** Ortorrectificación, fusión de datos, radargrametría. **Interferometría SAR:** Modelos digitales de terreno, deformaciones del terreno. **Arqueología:** Estudio del patrimonio arqueológico, registros relacionados a los cambios paleoambientales y climáticos, monitoreo para protección y preservación de los recursos naturales y culturales expuestos a actividades turísticas y económicas.

Montaña y mesetas: La diversidad de relieves que capta desde el espacio el radar del SAOCOM 1A se aprecian en este detalle, donde se ve en tonos claros la zona semidesértica, la vegetación característica de estepa gramínea y arbustiva (en marrón), y los cambios entre relieves de montaña y altiplanicie patagónica con mesetas de pendiente suave y mesetas basálticas típicas del paisaje volcánico.

APLICACIONES

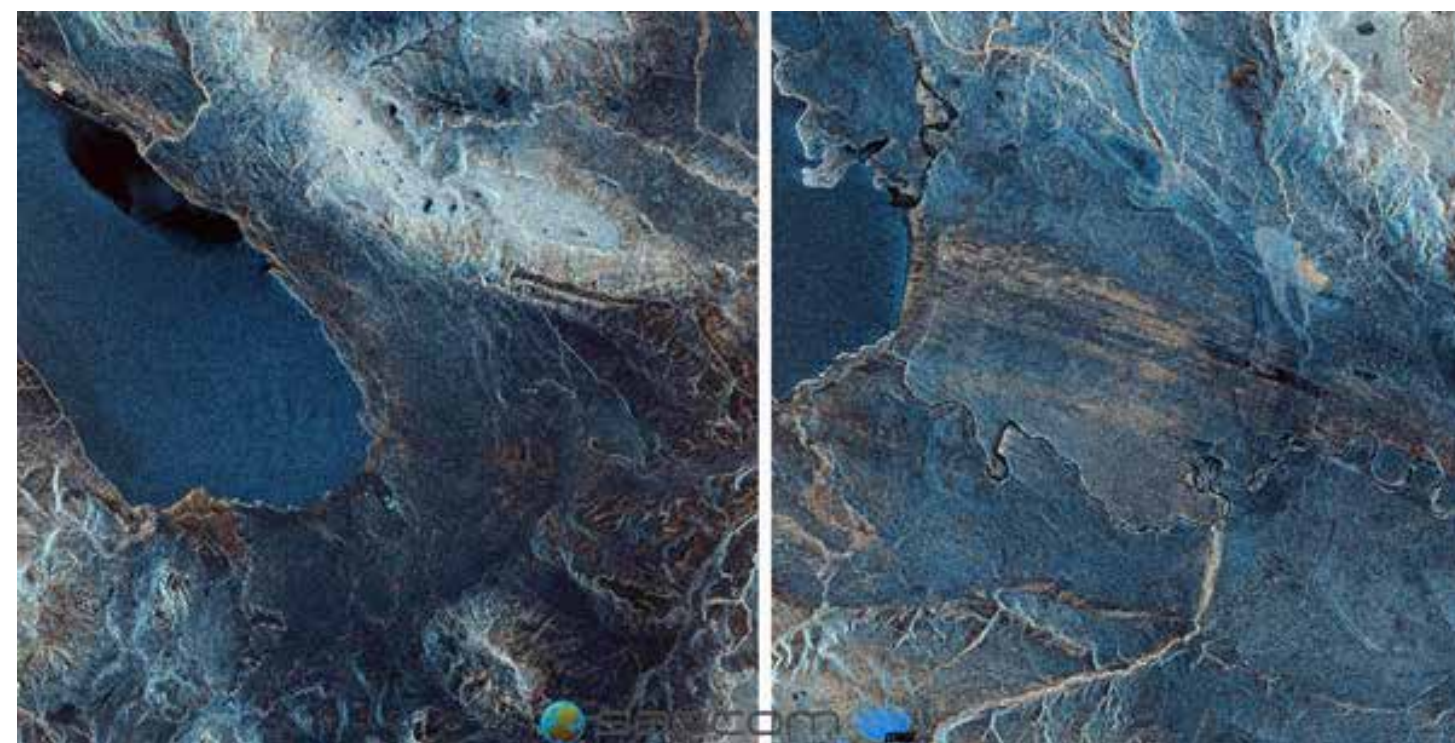
- La Misión SAOCOM proporcionará datos únicos para aumentar la productividad y la competitividad nacional.
- Generar mapas diarios de humedad del suelo, con resolución espacial y área de cobertura disponibles por primera vez en Argentina y en el mundo.
- Identificar áreas en riesgo de inundación y advertencias tempranas.
- Detectar suelos muy secos con riesgo de incendio.
- Producir mapas de riesgo de enfermedades de los cultivos y evaluar escenarios para la toma de decisiones de siembra y fertilización.
- Estimar cantidad de agua disponible en la nieve húmeda para riego.
- Generar mapas de desplazamiento glaciar.
- Realizar mapas de desplazamiento de terreno y mapas de pendientes y alturas, entre otras aplicaciones.

No quedan dudas; correr los límites del conocimiento, prevenir, producir conocimiento, ampliar la relación del hombre con el entorno: ciencia y tecnología en y para la sociedad, una muestra de todo lo que puede hacerse desde la tierra hacia el cielo, ida y vuelta.

Agradecemos la colaboración de **Laura Sarrate, Unidad de prensa y difusión de CONAE**, que nos facilitó información e imágenes para la confección de la nota.

MARIA DEL CARMEN BANUS

[VOLVER](#)



El paso del glaciar: Los ojos del SAOCOM 1A detectan el relieve ondulado que dejó sobre el terreno la glaciación, al Sureste del Lago Viedma, y la vegetación de tipo semidesértica que se ve en tonos marrón oscuro. Al Noreste de la imagen se observa una zona en celeste claro que corresponde a una meseta basáltica. También se puede observar el oleaje en el lago, hacia el Este. La imagen de la derecha muestra en tonos marrones, los rasgos de glaciación en la zona Este del Lago Argentino, y nacimiento del Río Santa Cruz. La textura gruesa de los depósitos glaciares permite la penetración del radar de banda L del SAOCOM 1A, lo que ofrece una alternativa interesante para el estudio de este tipo de superficie en esa región.


MARÍA DEL CARMEN BANÚS

Lic. En Ciencias Biológicas
Coordinadora de Biología, CBC-UBA


LAURA ROCHA

Periodista ambiental. Co fundadora
y presidenta de la Asociación Civil
Periodistas por el Planeta

CAMBIO CLIMÁTICO

¿QUÉ ES LO QUE SE VIENE?

Que el cambio climático es un hecho, solo lo niegan aquellos cuyos intereses están por sobre la supervivencia del planeta todo. Quizás, por eso, sean los jóvenes quienes tomen conciencia y prioricen la racionalidad y el futuro de nuestras vidas por sobre la economía, la mezquindad política y los acuerdos multilaterales. En esta nota, producida casi al cierre de la edición de la revista, les contamos que está sucediendo en Argentina y el mundo con los jóvenes y el cambio climático.

La experta primatóloga Jane Goodall y la activista climática Greta Thunberg,



¿LOS JÓVENES AL PODER?

Desde que, en agosto de 2018, la adolescente sueca de 15 años, Greta Thunberg comenzara a ausentarse de clase los viernes para protestar delante del Parlamento, el movimiento Fridays For Future ha ido creciendo y contagiando a miles de estudiantes de todo el mundo. El 15 de marzo, era el día clave para coordinar manifestaciones en todo el mundo en defensa del planeta y contra el cambio climático. Greta Thunberg es uno de los personajes del momento: se ha convertido en la activista contra el cambio climático más famosa del mundo tras su intervención en la Cumbre del clima 2018 COP24 en Katowice (Polonia). Su discurso de solo 3 minutos, dejó mudo al auditorio por su valentía y su claridad expositiva:

...“Hablo hoy en nombre de la justicia climática. Mucha gente dice que Suecia es un país pequeño y que no importa lo que hagamos, pero he aprendido que nunca eres tan pequeño como para no hacer la diferencia y si unos pocos niños pueden conseguir titulares alrededor del mundo tan solo por no ir al colegio, entonces imagínense que podríamos hacer todos juntos si realmente quisiéramos”

“Ustedes solo hablan de crecimiento económico verde eterno porque tienen demasiado miedo de ser impopulares. Solo hablan de moverse hacia adelante con las mismas malas ideas que nos han metido en este desastre, incluso cuando lo único sensato es tirar del freno de emergencia. No son lo suficientemente maduros para decir las cosas como son incluso esa carga nos la dejan a nosotros los niños.”

“Nuestra civilización está siendo sacrificada para que unos pocos tengan la oportunidad de seguir haciendo grandes cantidades de dinero. Nuestra biosfera está siendo sacrificada para que la gente rica en países como el mio pueda vivir con lujo. Es el sufrimiento de muchos el que paga el lujo de pocos.”

“Dicen que aman a sus hijos por sobre todas las cosas y sin embargo les roban su futuro enfrente de sus propios ojos. Hasta que no empiecen a focalizar en lo que es necesario hacer en vez de lo que es políticamente posible, no habrá esperanza. No podemos solucionar una crisis sin tratarla como una crisis.”

“ Se han quedado sin excusas y nos estamos quedando sin tiempo”

Podés ver el discurso completo en https://www.elconfidencial.com/tecnologia/ciencia/2018-12-17/greta-thunberg-quien-es-activista-cambio-climatico_1711298/

En Argentina, con el propósito de instalar el tema del cambio climático en la agenda pública y privada, surge “Aclimatando” que nuclea a jóvenes de todo el país, sumando aportes e inquietudes para que todos comencemos a hablar del cambio climático, de la real incidencia que ya tiene en nuestro país y a actuar de manera articulada con diferentes actores para entre todos generar un impacto positivo. (mas info en <https://aclimatando.org.ar/>)

15 DE MARZO, BUENOS AIRES, ARGENTINA

“Sean el cambio no sólo lo prediquen” fue la frase elegida por miles de jóvenes que se reunieron frente al Congreso de la Nación, en la ciudad de Buenos Aires, para reclamar a los políticos por más acción frente al cambio climático. Esta marcha estuvo en consonancia con las otras marchas realizadas en Europa donde cientos de miles de estudiantes se unieron a las marchas. Sólo Francia reunió a 195.000 personas en más de 110 ciudades. En la India, más de 15 ciudades participaron en las huelgas. En Colombia, alrededor de 2.500 personas se congregaron en las calles de Bogotá, mientras que Ciudad del Cabo reportó 2000 y 1.000 en Hong Kong. En Argentina, las convocatorias también se repitieron en otras ciudades como Rosario, Mar del Plata, Córdoba, San Salvador de Jujuy y Bahía Blanca, entre otras.

Nos comunicamos con Laura Rocha, quien gentilmente nos permite reproducir su cobertura del evento, publicada en Infobae el mismo 15 de marzo. Aquí algunos datos e imágenes

Miles de jóvenes se reunieron frente al Congreso de la Nación para reclamar a los políticos por más acción frente al cambio climático. Los adolescentes organizaron en poco tiempo un escenario por el que pasaron varios representantes con sus mensajes. El más claro y contundente: “Sean el cambio, no sólo lo prediquen”. Los chicos, que llegaron desde distintos puntos de la ciudad y del conurbano, llevaban carteles con sus mensajes: “Nos estamos quemando”, “Los dinosaurios también pensaban que tenían tiempo”, “Si respirás aire, esto te importa”. Los mostraban a los transeúntes y a los automovilistas que acompañaban el reclamo con sus bocinas. La convocatoria fue parte de la marcha global por el clima a la que llamaron grupos de jóvenes y que, según organizaciones internacionales, superó los **1,4 millones de asistentes alrededor del planeta**.

“Tienen razón en preocuparse. Debemos cambiar mucho, debemos cambiar ya, antes de que cambie todo”, dijo Inés Camilloni, científica argentina de la UBA experta en cambio climático que fue invitada por los adolescentes como oradora. La experta enumeró la cantidad de impactos que el cambio climático causa en la Argentina y en el mundo.

“A los que está hartos de estar hartos, les pedimos que dejen de estarlo”, dijo Bruno Rodríguez, de 18 años, de la agrupación Jóvenes por el Clima Argentina respecto de la actitud que los chicos deben tomar ante el reclamo, especialmente dirigido a la clase política local. “Queremos que se cumpla con el Acuerdo de París, que se cumplan las leyes de presupuestos mínimos ambientales, que el cambio climático empiece a estar en la agenda política”, continuó Rodríguez. “Somos los jóvenes los que tenemos que liderar esta lucha, es nuestro futuro”, dijeron los chicos de una de las agrupaciones del Colegio Nacional de Buenos Aires.

Por la plaza también pasaron algunos políticos y representantes de ONGs ambientalistas de la Argentina y se mostraron esperanzados con la convocatoria:





“Esta demostración de los jóvenes hoy frente al Congreso superó todas las expectativas. Es realmente impresionante ver como reclaman por mayor ambición climática. Da mucha esperanza por lo que significan las generaciones futuras y es sumamente importante para reforzar los pedidos que se vienen haciendo hace mucho años desde las ONGs y la sociedad civil”, dijo Enrique Maurtua Konstantinids, experto en cambio climático de la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (Farn). El pedido de la juventud fue claro en todo el mundo: **los líderes mundiales deben actuar ahora para abordar la crisis climática y salvar nuestro futuro**. “Los gobiernos no respondieron adecuadamente al dramático desafío de nuestra crisis climática. Nuestra generación, la menos responsable de los actos de los contaminadores, será la que vea los impactos más devastadores del cambio climático. **Los líderes mundiales están perdiendo la oportunidad de actuar, pero no vamos a quedarnos quietos viendo su inercia**”. Greta Thunberg, la joven sueca que inició la movida hace seis meses. En Europa, cientos de miles de estudiantes se unieron a las marchas. Sólo Francia reunió a 195.000 personas en más de 110 ciudades. En la India, más de 15 ciudades participaron en las huelgas. En Colombia, alrededor de 2.500 personas se congregaron en las calles de Bogotá, mientras que Ciudad del Cabo reportó 2000 y 1.000 en Hong Kong.

A pesar de años de conversaciones, los gobiernos han perdido muchas oportunidades de comprometerse con acciones concretas y la emisión global está alcanzando ahora un nivel inevitable. En ese sentido, **el titular de la ONU, António Guterres, no sólo respaldó el reclamo juvenil sino que hizo un mea culpa**: “Mi generación ha fracasado a la hora de responder adecuadamente al dramático desafío del cambio climático. Esto se lo notan mucho los jóvenes. No me extraña que estén enfadados”, señaló el diplomático en un artículo de opinión publicado en *The Guardian*. Según el secretario general de Naciones Unidas, los estudiantes que han salido a la calle entienden algo que “parece eludir a muchos de sus mayores: **estamos en una carrera por nuestras vidas y estamos perdiendo**”.

El último informe de las Naciones Unidas sobre el ambiente, publicado el miércoles en Nairobi, estima que **las temperaturas invernales en el Polo Norte probablemente aumentarán en al menos 3°C por encima de los niveles preindustriales para 2050**. Y que incluso si las emisiones globales se detuvieran de la noche a la mañana, las temperaturas invernales en el Ártico seguirían aumentando de 4°C a 5°C para el año 2100 en comparación con finales del siglo XX. En los próximos meses, las marchas continuarán en todo el mundo, y los organizadores ya están planificando las próximas. “Sabemos que este es el punto de partida. Tenemos que ver cómo sigue esto. **Todavía no podemos creer la convocatoria que hemos tenido**”, dijo Felicitas, de 16, que llegó a la plaza desde Olivos. En la Argentina las convocatorias también se repitieron en otras ciudades como Rosario, Mar del Plata, Córdoba, San Salvador de Jujuy y Bahía Blanca, entre otras.

Fotos Nicolás Stulberg y Colin Boyle

Nosotros, desde Elemental Watson, prometemos seguir con el tema.

LAURA ROCHA

MARIA DEL CARMEN BANUS

[VOLVER](#)



JAVIER SABAS FRANCARIO

Profesor de física, química y biología. Participa en la organización de hackatones NASA y HDC para escuelas secundarias, convocados por el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires desde 2016

UN VIAJE SORPRENDENTE A UNA BIODIVERSIDAD TOTALMENTE DESCONOCIDA

Les contaré mi viaje a las Islas Malvinas realizado en enero, destacando factores como el geológico, la biología y algunos procesos de reciclado también.

Las Islas Malvinas constituyen un archipiélago compuesto por más de 200 islas de todo tipo de tamaños y formas.

Todo fue sorpresa, ya que mi conocimiento del lugar solo estaba vinculado a documentales tanto de la guerra como alguno vinculado a la vida silvestre.

El recorrido para llegar a las islas comenzó en aeropuerto, Buenos Aires. Una sola aerolínea tiene un vuelo semanal desde Punta Arenas, Chile. O su variante, que fue la elegida, el segundo sábado de cada mes, el vuelo viene de Punta Arenas, y hace escala en Río Gallegos, evitando tener que cruzar la cordillera en cada escala. Otra forma de llegar es por medio de cruceros que se quedan entre uno a dos días en las islas y luego siguen su destino hacia el sur, Goergias, Sandwich y la Antártida. Muchos de estos cruceros vienen de atracar previamente en Puerto Madryn. Claro que el desembarco dependerá de las condiciones climáticas ya que no hay un muelle para cruceros y si el viento es muy fuerte los pasajeros no pueden desembarcan en las lanchas, por el oleaje.



Imagen del aeropuerto de Río Gallegos



Primera foto desde el avión de las Islas.

Las Islas nos recibían con un clima agresivo: nubes con viento, frío y granizo.

La ansiedad del viaje iba en aumento por todo lo que involucraba desde el punto de vista emocional. Además, debido a que en las islas es escasa la disponibilidad de camas, todo el recorrido debió planificarse con mucha antelación, cuestión que contribuyó a aumentar expectativas y ansiedad.

LA PRIMERA IMPRESIÓN

Al llegar a las islas nos alertan no bajar con gorros, anteojos de sol y cualquier otro objeto que no estuviera bien sujeto a nuestro cuerpo: entre el viento natural y el efecto de las turbinas, se corría el riesgo de que al-

gún objeto volara hasta las turbinas inutilizando la nave para su regreso. La población total de las Islas es de 3000 habitantes, diseminados en lo que hoy se llama Stanley (para nosotros, Puerto Argentino).

La primera impresión al recorrer los caminos desde el aeropuerto hasta Darwin era semejante a estar recorriendo nuestra estepa patagónica, con ovejas, pero sin pumas, guanacos o ñandúes; solo se visualizaban alambrados y los salvaganados típicos de esas zonas inhóspitas del país. Pero si sorprende la cantidad de gansos salvajes que se pueden encontrar en las islas. Muchas aves de diferentes colores y tamaños, dominan el paisaje. Esas vistas duran poco, ya que enseguida aparece la tundra: una capa

de suelo negruzco de unos 20/30 cm de espesor que si se encuentra húmeda hace que el pie se hunda en su suelo y dificulta mucho el caminar. Es un paisaje totalmente desprovisto de árboles autóctonos, los pocos que hay son plantados por el hombre y generalmente se encuentran inclinados con dirección oeste, ya que los vientos preponderantes en la zona vienen del continente. Las condiciones climáticas en enero son muy cambiantes en un mismo día: desde el descenso del avión, granizo, lluvia y agua nieve, además durante la semana días nublados, pero siempre con viento; casi nunca paraba y llegaba a alcanzar velocidades cercanas y superiores a los 40 km/h. Los mismos pobladores que se encargan del hospedaje o viven en es-

tos parajes, hacen el control de la torre, despejan la pista de aterrizaje de ovejas, vacas y gansos y hasta tienen el rol de bomberos, muy diferente a lo que sucede en el continente. Los gansos resultan un verdadero peligro, ya que vuelan a poca altura y pueden romper las hélices. Los autos particulares cumplen la función de transporte y en cada pista hay un pequeño hangar o cobertizo con los elementos necesarios para que dos personas realicen estos trabajos (transporte y bomberos).

Durante el viaje recorrí el complejo militar Mount Pleasant (aeropuerto internacional), Darwin, Goose Green (Pradera del ganso), Pebble Island (Isla Borbón), Pourt Howard (Puerto Yapeyu) y Stanley (Puerto Argentino). En todos ellos hay un pequeño aeródromo, utilizado por la compañía aérea inglesa FIGAS por su sigla en inglés (FALKLAND ISLANDS GOVERNMENT AIR SERVICE). Estos aviones realizan no solo el transporte de pasajeros sino también el transporte de mercaderías, planificando las escalas en función del peso que transportan los aviones.



Darwin fue la primera escala, donde pude observar la principal actividad de las islas: la ganadería en la cría de ovejas. Junto a ellas muchos gansos salvajes a los cuales los granjeros están autorizados a dispararles porque los consideran una competencia por el escaso alimento para las ovejas. Curiosamente no los comen; sólo algunos hacen pate o se transforman en alimento de los perros. Después de esta pequeña escala en Darwin de dos días nos desplazamos hacia Pebble Island (isla Borbón) ubicada al norte de la Isla Gran Soledad conocida por los locales como West

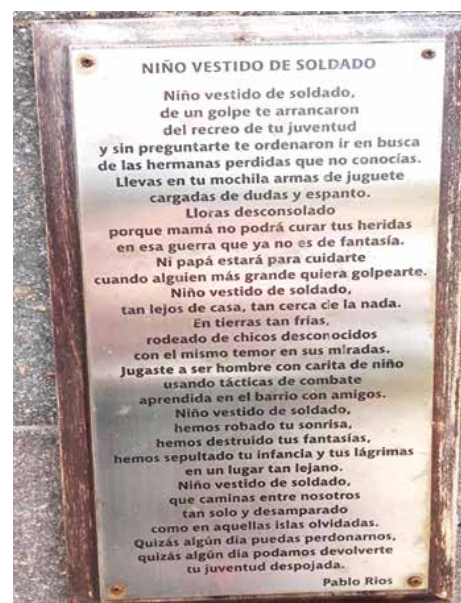


Vista desde el logde de la costa cercana a Darwin

Falkland, en los aviones del FIGAS. En Darwin y en pradera del ganso se desarrollaron combates durante la guerra de Malvinas. Pero no sólo ese motivo cautiva en las islas: sus parajes inhóspitos, la belleza de sus paisajes, la biodiversidad del lugar, hacen de Malvinas, un lugar único.

Después de un viaje de dos horas por un camino de ripio en 4x4 desde Darwin llegamos a la Bahía de San Carlos donde se desarrollo el desembarco y donde se encuentra el cementerio británico de la contienda. Día ventoso, nublado, con ratos de lloviznas y frío, nos hacía pensar en las condiciones de lucha de nuestros soldados. En la tundra nuestro calzado se hundía, a pesar que este año fue un poco seco! Recorrer varios kilómetros con frío, mal comido, con 40 kilos de equipo sobre las espaldas, medio metro de nieve o más y sin poder usar un camino, solo huellas sobre la tundra, eran las condiciones de nuestros soldados en la guerra. Fue todo un desafío recorrer ese camino desde Darwin o Pradera del Ganso hasta Puerto Argentino, que antes tomaba 7 horas en buenas condiciones climáticas y hoy puede hacerse en 2 a un promedio de 40 mi/h. Ese mismo día visitamos el cementerio de Darwin: la emoción embarga al estar en ese lugar tan solitario y tan tranquilo; la sensación era sobrecogedora. Por eso no tomamos fotos, pero si me impactó un poema que quiero compartir

con los ustedes.



Este poema refleja un sentimiento muy importante para mí y creo que para muchos de nosotros, sobre todo porque cuando somos chicos jugamos a la guerra y nos fascinan las armas tendríamos que conocer este poema en esos momentos.

SORPRESAS EN EL RECORRIDO

Desde hace años los habitantes de las islas tienen sus propios invernaderos para proveerse de vegetales cualquiera sea su ubicación, ya que es una tradición para ellos convidar de sus productos cuando alguien los visita. Los restos de comida se pueden utilizar para hacer compost y otra parte, se

quema. En cambio en Puerto Argentino la basura la clasifican y parte va al Reino para su disposición final y parte se la utiliza en el asfalto como es el caso del vidrio que se lo tritura y se lo mezcla con la capa asfáltica. También tienen un parque eólico que brinda el 35% de la energía que necesita Puerto Argentino. Al llegar a Pebble Island, sorprende la biodiversidad animal, que no volverá a repetirse en todo el viaje. Un listado de esa diversidad registrada aparece en la lista "wildlife checklist". Las arenas blancas y sus bahías crean una tremenda sensación de paz: casi no se observaban olas y hasta vimos jugar a unas toninas.

Además fue en el primer lugar que nos hicieron firmar un estricto contrato de cuidado del medio ambiente, que tenía incluidas multas de hasta 3000 libras esterlinas por retirar cualquier objeto del suelo. Ni bien llegamos preguntamos que podíamos recorrer y nos recomendaron una playa de arenas blancas: el mismísimo Caribe, de no ser por el agua helada y el viento que golpeaba bastante fuerte.

Al día siguiente, una excursión por la parte norte de la Isla Borbón o Pebble Island nos permitió observar la mayor concentración de fauna del lugar y los paisajes más bellos. Y a pesar



colonia de pingüinos magallánicos



Hacia el fondo, playa de arenas blancas



del clima, nublado y ventoso durante la mañana y con lluvia justo al mediodía pudimos observar una hermosa playa de arenas blancas y muy de cerca, una colonia de pingüinos magallánicos.

Yaunque el gris parece un efecto de la cámara, las condiciones del tiempo así nos recibían y así nos despidieron... Vientos de 40 km/h, frío y el sonido constante del viento





Sorprende ver a los pingüinos de Magallanes escalando acantilados saltando de roca en roca para llegar a sus nidos: el pingüino rey en una colonia con su tamaño asombroso, que de lejos parecía una persona mirando fijo al mar. En otra colonia pudimos observar el pingüino macaron que es famoso por la película happy feet que se encontraba mezclado entre una colonia de pingüinos magallánicos. Es asombroso como estos pequeños animalitos pueden caminar todos los días entre dos a tres millas (unos 6 kilómetros) para ir y volver al mar en busca de alimentos. Poblado los lugares que uno pensaba imposibles: en los bordes de un desfiladero, de un acantilado, etc.

Muchas veces se ve en documentales como los animales protegen a sus crías de los depredadores

naturales. Y pudimos observar como los pingüinos adultos protegían a los pichones que venían del mar de los petreles negros haciendo que los mismos se agruparan y los pingüinos adultos se movían a los flancos como vemos que ocurre en las estrategias militares.

Desde los diferentes vuelos observamos el agua color turquesa en algunas zonas, y de color rojizo en otras, debido a las algas que crecen en todo el archipiélago y a las que aún no les ha alcanzado una explotación comercial como fertilizantes o alimentos. El color turquesa y las bahías casi sin olas nos hacía soñar con el Caribe, pero el viento constante y la temperatura del agua nos volvía a la realidad. Llama la atención los pocos restos de la guerra que encontramos en varios lugares; nos explican que por cuestiones de seguridad las fuerzas armadas

los retiraron y los que no retiraron lo deben hacer los dueños de las estancias pero que es muy caro así que ahí quedan como testimonios de lo que ocurrió. Los pocos restos encontrados se hallan bien conservados a pesar del efecto del clima en esas zonas; algunas piezas se encontraban intactas como por ejemplo ruedas o piezas mecánicas.

Después de nuestra visita por la Isla Borbón, nos desplazamos a Puerto Yapeyú, donde se encuentra el muelle en el que amarra el ferry que conecta las dos islas más grandes del archipiélago. La principal actividad de la isla es la ganadería y es en enero la época de la esquila de las ovejas. Esta fue nuestra última estancia en un lugar tan alejado y despoblado ya que el próximo destino fue Puerto Argentino, capital de las islas.

PUERTO ARGENTINO

Adaptada a la geografía del lugar y con aspectos similares a cualquier pequeña ciudad del sur argentino, cuenta con una avenida principal con todos los servicios en ella o en calles aledañas. Una sola comisaría para todas las islas, un solo banco, una sola oficina de correos, un hospital, el único cine dentro de la base militar y les toma una hora llegar hasta allí; una sola



Esta colonia de pingüinos se encuentra a 6 kilómetros del mar. La línea que se ve al borde de la foto es el acantilado en la foto de la derecha



Al fondo se observa Puerto Argentino

estación de servicio, hay un par de pequeños hoteles, un par de pubs y un par de restaurants, al igual que un par de supermercados. Existen un par de escuelas rurales pero solo para nivel primario, el secundario lo cursan con un sistema de pupilaje en Puerto Argentino y la universidad la cursan en el Reino Unido.

Cerca de Puerto Argentino se encuentra el primer faro instalado en las islas hoy reemplazado por una baliza que envía una luz cada cierto tiempo y avisa ante el riesgo de rocas sumergidas y las colonias de algas. Las islas tienen una rica historia naval debido a que muchos barcos que terminaban averiados o querían descansar después de atravesar el pasaje de Drake utilizaban el puerto para realizar reparaciones o reunir fuerzas para seguir el viaje. Cuando los barcos no eran repa-



Faro fuera de uso

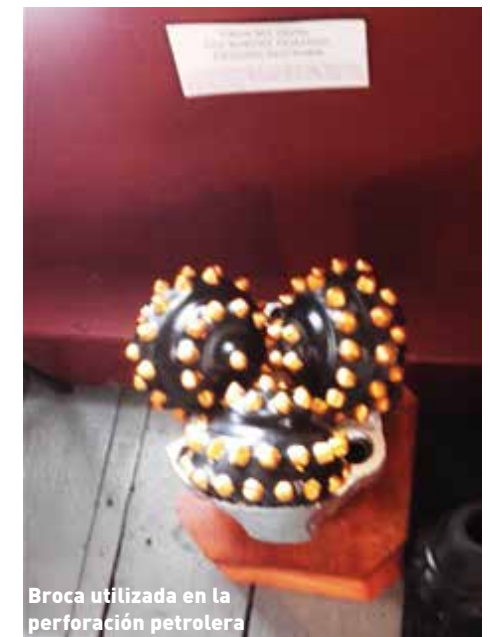
rados los compraban las compañías de las islas, utilizando sus bodegas para almacenar las mercaderías antes de enviarlas al continente o al Reino Unido. En relación a actividades económicas tiene como principal fuente de ingreso la pesca de calamares y merluza, junto al petróleo que todavía está en la etapa de exploración, seguida por la actividad ganadera principalmente la ovina y por último el turismo.

El viaje fue muy provechoso en muchos aspectos ya que las islas sorprenden respecto de su culturalidad, la biodiversidad presente, el paisaje, el aprovechamiento de los residuos, y por supuesto la historia de nuestra guerra. Se cree que las islas se formaron debido a las últimas glaciaciones que del continente las separaban un pequeño estrecho. Por eso tienen tantas similitudes con el continente.

Otro hecho increíble es como los materiales hechos por el hombre perduran en el tiempo sufriendo muy pocos cambios o casi ninguno. Vi vehículos y equipos cuyas pinturas a pesar de estar a la intemperie estaban casi intactos y materiales a los cuales no se le observaban rastros de haber estado en esas condiciones durante mucho tiempo por más que pasaron en algunos casos más de 30 años. Los viajes siempre deben dejar más de lo que llevamos en un principio; y este fue uno de esos casos, en todos los aspectos, como ciudadano de un mundo globalizado y conectado.

JAVIER SABAS FRANCARIO

[VOLVER](#)



Broca utilizada en la perforación petrolera

STAFF

Elementalwatson “la” revista

Revista cuatrimestral de divulgación
Año 10, número 28

Universidad de Buenos Aires
Ciclo Básico Común (CBC)
Departamento de Biología
Cátedra F. Surribas - Banús
PB. Pabellón III, Ciudad Universitaria
Avda. Intendente Cantilo s/n
CABA, Argentina

Propietarios:

María del Carmen Banús
Carlos E. Bertrán

Editor Director:

María del Carmen Banús

Escriben en este número:

Alejandro Ayala
María del Carmen Banús
Jorge Bruno
María Gilda Cecenarro
Cecilia Di Risio
Adrián Fernández
Víctor Panza
Laura Rocha
Javier Sabas Francario

Diseño:

Guillermo Orellana

revista_elementalwatson@yahoo.com.ar
www.elementalwatson.com.
ar/larevista.html

54 011 5285-4307

Todos los derechos reservados;
reproducción parcial o total
con permiso previo del
Editor y cita de fuente.

Registro de la propiedad intelectual
Nº 841211

ISSN 1853-032X

Las opiniones vertidas en los
artículos son responsabilidad
exclusiva de sus autores no
comprometiendo posición del editor

Imagen de tapa:

“Espacios insondables”
Acrílico sobre madera
entelada, año 2018
María del Carmen Banús

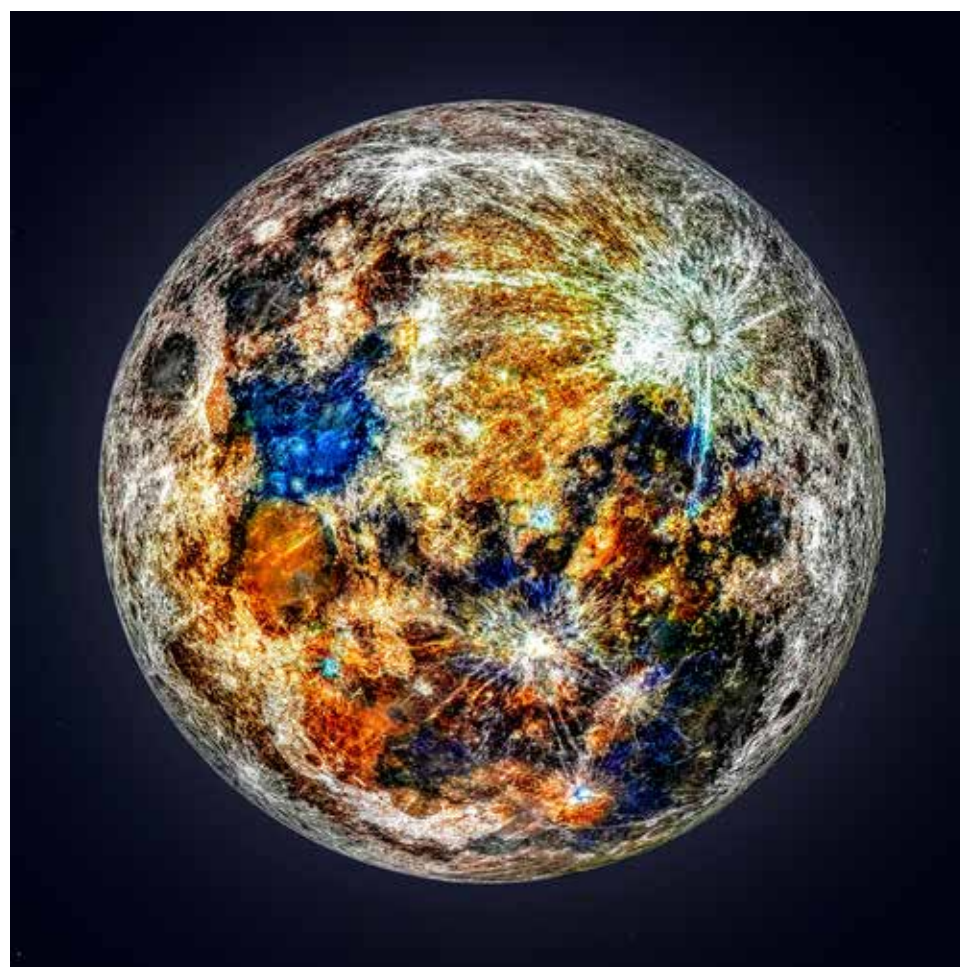
VOLVIENDO A LA ASTROFOTOGRAFÍA

¿Te gustó el artículo sobre astrofotografía que publicamos en diciembre?

Entonces, mirá esta imagen que te mostramos acá.

El famoso astrofotógrafo Andrew Mccarthy tomó 150000 imágenes de la luna, intentando poner “colores” a los minerales que se encuentran ocultos en su superficie. Según explica Mccarthy, seríamos capaces de ver los colores de Luna si nuestros ojos y cerebro fueran más sensibles a la gama de colores, ya que estas tonalidades están ahí, lo único que hizo fue amplificarlas para que pudiéramos verlas.

Las imágenes tomadas con dos cámaras y un telescopio, fueron superpuestas hasta lograr solo una con la saturación, nitidez y contrastes necesarios. Esos colores, que muestran los diferentes minerales, que son los mismos de la Tierra y los que se encuentran en los seres vivos, solo reafirman que “somos polvo de estrellas”



Su imagen de 64 megapíxeles como una animación, se encuentran disponibles de forma libre en : <https://drive.google.com/file/d/18l2op9mCLmXu320JFStIN4G-mwnLwzL0/view> y en <https://imgur.com/a/SlgEZfc>

NOS VEMOS EN AGOSTO!!!

CORREO DE LECTORES (Comunicate con nosotros!)
revista_elementalwatson@yahoo.com.ar



<http://www.elementalwatson.com.ar/larevista.html>