

¿Por qué las propiedades físicas y químicas permiten que el carbono sea esencial para la vida?

Lectura No. 3. Carbono vs. Silicio

Fuente Chris Impey y Erika Offerdahl - livingintheuniverse.com (Trad. Claudia Rodríguez - astroseti.org)

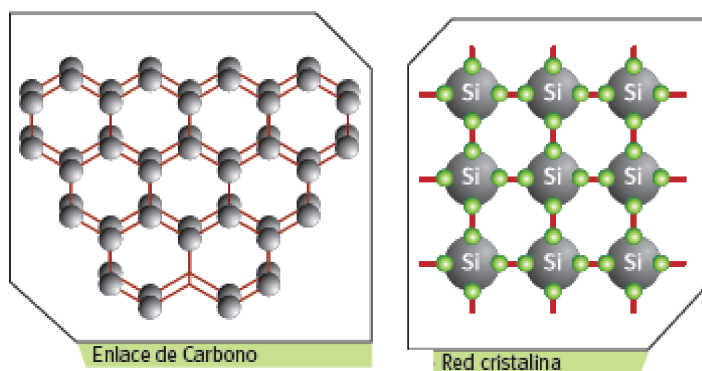
La vida en la Tierra se basa en el carbono. Esto significa, simplemente, que la química para la vida en la Tierra utiliza el carbono para formar moléculas complejas que se usan para varias funciones vitales, como el almacenamiento de información.

Podemos encontrar carbono en todo, desde membranas celulares a hormonas y ADN. Durante años, los científicos y los escritores de ciencia ficción han soñado con la posibilidad de una vida basada en otra cosa que no fuera carbono. Para reemplazar el carbono con otro elemento, necesitaríamos escoger cuidadosamente a un competidor. El contrincante debería ser un elemento abundante, ya que será un constituyente mayoritario de muchas moléculas vitales. Además, necesitaríamos considerar los elementos que tienen la capacidad de enlazarse con ellos mismos, y con varios otros elementos, para crear moléculas de vida complejas, y lo que es más importante, estables.

Es bien conocido que distintos elementos pueden poseer características químicas similares. Estas similitudes se basan en el hecho de que todos los átomos se enlazan en general del mismo modo. La tabla periódica es una lista organizada de todos los elementos, y se presenta de tal manera que refleja patrones en la colocación de las partículas nucleares dentro de los átomos. Por ejemplo, en la tabla periódica, de izquierda a derecha, el número de protones y electrones por átomo aumenta. Todos los elementos de una columna tienen el mismo número de electrones en su capa externa. Generalmente, sólo la capa externa de electrones interviene en las reacciones químicas. Esto significa que los elementos en la misma columna tienden a participar en reacciones químicas de manera parecida. Si miramos a la columna que comienza con el carbono, podemos leer hacia abajo y ver que se incluyen en la misma columna elementos como el silicio (Si), el germanio (Ge), el estaño (Sn) y el plomo (Pb). En muchas historias fantásticas sobre vida alienígena, el silicio es el candidato propuesto para reemplazar al carbono, ya que se sitúa inmediatamente debajo de este último en la tabla periódica.

El silicio tiene el mismo número de electrones en su capa externa al igual que el carbono, lo que significa que también puede formar cuatro enlaces. También es muy abundante, incluyendo gran parte del suelo que pisas. El silicio se puede enlazar rápidamente consigo mismo para formar Si-Si, igual que el carbono puede formar C-C. Con sólo esta información, uno podría pensar que hay algo importante en este átomo de silicio. Después de todo, los enlaces C-C son la base de moléculas complejas en la Tierra.

Figura N 1. Red cristalina Silicio vs. Red cristalina Carbono



Sin embargo, estamos pasando por alto algunos detalles importantes. Aunque los enlaces Si-Si, como los de silicio-hidrógeno y los de silicio-oxígeno, son fáciles de formar, no hemos considerado las fuerzas relativas de estos enlaces. Los enlaces Si-Si son mucho más débiles que los C-C; sólo tienen la mitad de fuerza. Los enlaces Si-H y Si-O son más fuertes que los Si-Si, mientras que los análogos, con el carbono, de estos tres tipos de

enlace, son casi iguales en fuerza. Esto significa que, mientras que es muy fácil obtener largas cadenas o anillos de átomos de carbono, no es muy común encontrar cadenas o anillos de átomos de silicio unidos. De hecho, es extremadamente raro encontrar alguna molécula en la que se hayan unido más de tres átomos de silicio.

Algunas de las moléculas más comunes de carbono con las que estamos más familiarizados en la Tierra, como el dióxido de carbono (CO_2) y el metano (CH_4), tienen derivados del silicio. El silicio es muy atraído por el oxígeno, por lo que se combina con el oxígeno incluso a temperaturas inferiores, formando SiO_2 . Si el silicio se combinara con el elemento más abundante en el universo, el hidrógeno, formaría silano, SiH_4 . Sin embargo, el silicio no reacciona tan fácilmente con el hidrógeno como lo hace con el oxígeno. Incluso en las condiciones más reductoras, y con gran exceso de hidrógeno, el silano no se formará a temperaturas menores de 1.000 K. Y cuando comparamos el silano con el metano, advertimos que el silano es mucho menos estable que el metano, y arde cuando entra en contacto con el aire.

Se cuenta con muchas pruebas acerca de la formación del SiO_2 en la Tierra, ya que es un constituyente principal de las rocas. La forma más común de SiO_2 es el cuarzo.

Aunque se identifica fácilmente en la Tierra, el SiO_2 tiene propiedades muy distintas a las del CO_2 , también abundante. Aquí, en la Tierra, el CO_2 es gaseoso en casi todo el rango de temperaturas, es muy soluble en agua (por lo que está disponible para la vida en solución acuosa) y se puede romper en carbono y oxígeno. Muy por el contrario, el SiO_2 no existe como gas excepto a temperaturas extremadamente altas, muy por encima de 2.000 grados centígrados. Como puede pensarse a partir de que forme muchas de las rocas en la Tierra, el SiO_2 es completamente insoluble en casi todo. Finalmente, como el silicio tiene una alta afinidad por el oxígeno, es muy difícil romper el SiO_2 en los átomos que lo constituyen. Por tanto, el dióxido de carbono gana la competición contra el dióxido de silicio por ser más útil para la vida. Con respecto a los organismos vivos, el SiO_2 se puede considerar una molécula inerte, y por eso, inútil para los procesos de la vida.

Hasta ahora hemos comparado el silicio con el carbono principalmente por lo que sabemos en la Tierra. Sin embargo, ¿cuáles podrían ser las condiciones en otro planeta? ¿Cómo podría evolucionar la vida en otro lugar para usar silicio en lugar de carbono? En 1894, el famoso escritor H.G. Wells escribió:

"Uno se puede asombrar ante la fantástica imaginación cuando se le sugiere algo: la visión de organismos de silicio y aluminio (¿y por qué no hombres de silicio y aluminio en algún momento?), vagando por una atmósfera de sulfuros gaseosos, digamos, por las orillas de un mar líquido algunos cientos de grados por encima de la temperatura de un alto horno".

Es conocido que los compuestos de silicio y oxígeno se forman fácilmente y por eso son bastante comunes. ¿Podría la vida aprovecharse de esto? Sabemos que en la Tierra se pueden formar algunas moléculas bastante grandes a partir de los enlaces Si-O. Las siliconas son un ejemplo de estas moléculas; están compuestas por enlaces Si-O y contienen carbono. Son muy estables; tanto, que no suelen reaccionar con otras moléculas. Aunque las siliconas pueden ser usadas por la vida para almacenar y transmitir información, su incapacidad para intervenir fácilmente en reacciones químicas las hace poco probables como elección para cualquier tipo de vida.

Quizá estemos siendo demasiado estrechos de mente en cuanto a cómo estamos considerando la química básica. ¿Las reglas de la química funcionan igual en todo el universo? ¿El silicio se comportaría de manera diferente en otro planeta? Según las observaciones que han realizado los astrónomos, probablemente no. Los astrónomos han estudiado el entorno cósmico: el medio interestelar, las nubes interestelares, los meteoritos, los cometas y las estrellas. En todos estos lugares abundan las moléculas de carbono, y no sólo las sencillas moléculas de carbono, sino también las más complejas moléculas orgánicas. El silicio oxidado, como el dióxido de silicio, es bastante común en el entorno cósmico. Sin embargo, las moléculas de silicio como el silano y las siliconas que podríamos considerar como moléculas de la vida basadas en el silicio se encuentran rara vez. La química del carbono parece ser común en el cosmos.

A pesar del pesimismo que rodea a la idea de la vida basada en el silicio, los escritores de ciencia ficción no han perdido toda esperanza de encontrar una forma de vida que difiera significativamente de lo que somos nosotros: una forma de vida basada en el carbono. Las probabilidades de que haya vida basada en el silicio son muy pequeñas, pero eso no debería impedir a nuestras mentes que exploren lo inimaginable.

Responda:

1. ¿Por qué razón la vida se ha desarrollado sobre los compuestos del carbono y no sobre los del silicio?
2. ¿Por qué los derivados del silicio son tan poco numerosos frente a los derivados del carbono?

- **3. La próxima sesión: tijeras, tres octavos de cartulina, colores, temperas y alfileres.**

- **4. Traer a clase un test de orina de alguna persona de tu familia**

3. Análisis de examen de orina:

En el **laboratorio** se realiza un **análisis** detallado de la **orina** obtenida. Entonces se puede realizar, por ejemplo, un examen microscópico de los llamados **sedimentos de la orina** que puede mostrar las células y otros componentes sólidos como posibles agentes patógenos. Los rangos estándar de los valores de la orina pueden variar dentro de ciertos límites de un laboratorio a otro. Los valores siguientes deben entenderse sólo como indicativos.

Valor del pH : Un cambio en los **valores** de **pH** de la orina puede indicar una enfermedad. En una persona sana el pH de la orina con un valor de 6,0 (rango normal de 4,5 a 8,0), es ligeramente ácido. Un valor de pH más alto (superior a 8) con presencia simultánea de nitrito, que normalmente no está presente en la orina, indica una infección bacteriana de las vías

Examen de orina (Análisis de la orina)	Rango normal
Peso específico (densidad)	1.002 - 1.035 g/l
Osmolalidad	50-1.400 mosmol/kg H ₂ O
Valor del pH	4,5 - 8,0
Glóbulos rojos (eritrocitos)	1 a 5 células/μl
Glóbulos blancos (leucocitos)	menor de 10 células/μl
Albumina (proteína)	menor de 30 mg/dl
Glucosa (azúcar)	menor de 20 mg/dl
Nitrito	negativo
Cetona	negativo
Urobilinógeno	negativo
Bilirrubina	negativo
Creatinina	menor de 250 mg/dl 8,8 - 14 mmol/l

urinaria derivadas. Pero la dieta también tiene influencia sobre el valor del Ph. Por ejemplo, el pH de la orina suele aumentar ligeramente después de las comidas, especialmente con la nutrición vegetariana. Los trastornos metabólicos también pueden conducir a un mayor valor del pH de la orina. Un valor más bajo del pH bajo se produce en los alimentos donde predomina la carne, en el ayuno y por la noche. Raras veces tiene causas patológicas, pero puede ser también un síntoma de gota.

Urea: La **urea** es el producto final del metabolismo de las proteínas en los seres humanos. Con una excreción diaria de 20 a 35 gramos supone la mayor cantidad de todas las sustancias eliminadas por los riñones. Un aumento de la degradación de proteínas conduce a un aumento en la excreción de urea, por ejemplo, en los siguientes casos:

- Fiebre
- Diabetes mellitus
- Hiperfunción suprarrenal
- Dieta rica en proteínas
- Situaciones de hambre
- Diarrea

- Vómitos

Durante el embarazo, con la comida vegetariana, o en trastornos congénitos del ciclo de la urea aumenta la excreción de urea.

Ácido úrico : El cuerpo segrega alrededor de 0,8 gramos diarios de **ácido úrico** en la orina. El ácido úrico se forma como producto de degradación del llamado **metabolismo de las purinas**. Las purinas son ácidos nucleicos que incluyen los componentes del ADN (portador de información genética), y se ingieren principalmente con la carne.

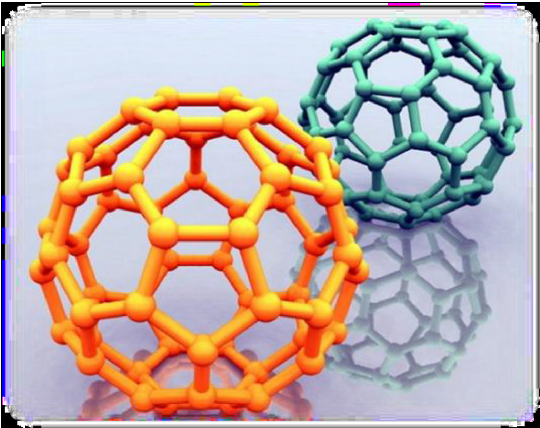
Un aumento en la concentración de ácido úrico en la orina, se produce, por ejemplo, en la leucemia, intoxicación, tiroides hiperactiva (hipertiroidismo), paratiroides hiperactiva (hiperparatiroidismo) y disfunción renal. Una valor bajo de ácido úrico-orina se produce, por ejemplo, por la falta de proteína xantina oxidasa, la cual es importante para el metabolismo de las purinas, o por diversos medicamentos.

Creatinina : La **creatinina** se produce en las células musculares y nerviosas por la degradación de la creatinina, una sustancia para almacenamiento de energía. La creatinina pasa por la sangre a los riñones, y se excreta finalmente. Diariamente llegan alrededor de 1,5 gramos de la misma a la orina. El rango normal en una prueba de orina es menor de 250 mg/dl (8,8 a 14 mmol/l). Por el consumo de grandes cantidades de carne, el aumento de **masa muscular** o **inflamación de los músculos**, puede aumentar la creatinina excretada. Un valor bajo se produce por una masa muscular reducida e insuficiencia renal.

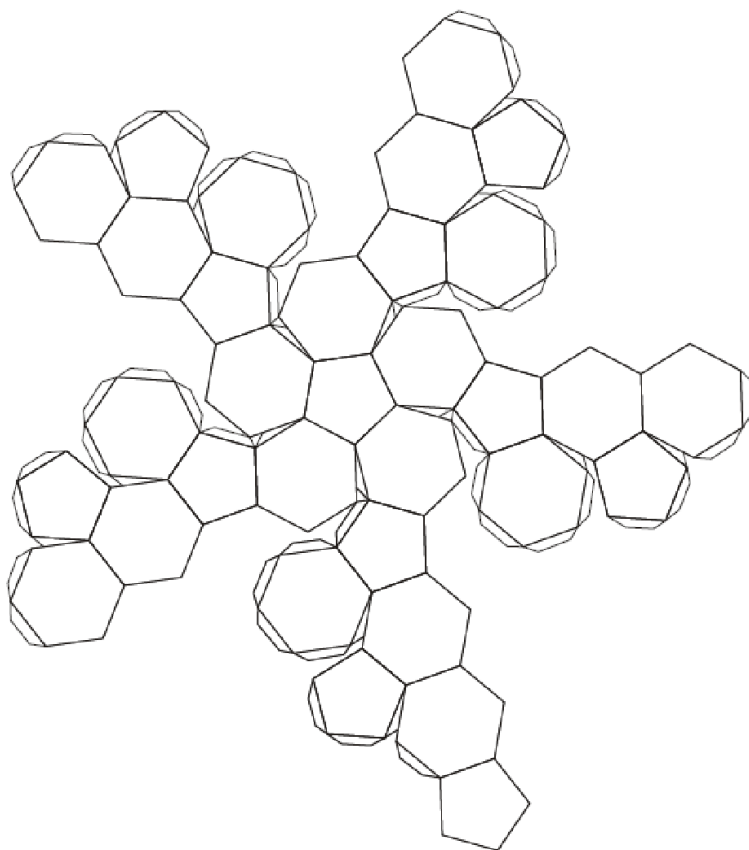
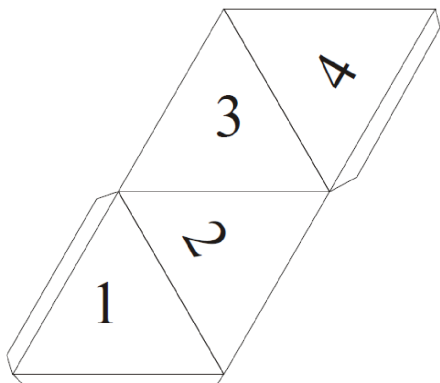
> A partir de la información suministrada, realiza un análisis del test de orina; que conseguiste para la clase:

	Valor - ref	Valor real	Análisis
Ph			
Urea			
Ácido Úrico			
creatinina			

Lectura N. 4. UNA MOLECULA PARECIDA A UN BALON.



El fullereno, una molécula que se encuentra en el polvo interestelar del espacio, tiene forma de balón de fútbol, pero su tamaño es infinitamente inferior. Es, según los científicos, *la molécula más hermosa del mundo*. Un balón de fútbol que está formado por 20 hexágonos y 12 pentágonos. Cada uno de los cinco lados del pentágono tiene pegado un hexágono. Este balón, el mismo que seguramente tiene tu hermano o amigo, será utilizado, como siempre, en algún Mundial de fútbol. Pero más allá de los Mundiales de Fútbol y de la movilización de la “hinchada”, matemáticos, físicos y químicos estudian esta curiosidad geométrica, porque resulta que hace unos años se descubrió una nueva estructura del Carbono, el C60, que tiene esa forma; se encuentra en el polvo interestelar del espacio, ahora se puede producir en el laboratorio y se llama **fullereno** o, **“buckyball”**. En 1985 los científicos estadounidenses Robert Curl y Richard Smalley, junto con el británico Harold Kroto, descubrieron los fullerenos, una tercera forma de Carbono. Quedaron sorprendidos por la estabilidad que presentaba, la que se explica por su perfecta simetría. El hecho de ser fácilmente manipulables y huecos por dentro, ofrecía la alternativa de que aquella estructura tuviera aplicaciones futuras muy promisorias, entre ellas la posibilidad de fabricar superconductores, que tienen la capacidad de transportar corriente eléctrica sin pérdidas de energía. La llamaron *“buckminsterfullereno”*, en honor al arquitecto alemán Buckminster Fuller, quien había trabajado con esas formas geodésicas en la construcción del pabellón de Estados Unidos en algunas exposiciones mundiales. Ante la complejidad de la palabra, la comunidad científica optó por resumirla a “buckyballs”.



Actividad:

CONSTRUYE EL TETRAEDRO Y EL ICOSAEDRO CON LA CARTULINA Y ARGUMENTA SU RELACION CON EL CARBONO.