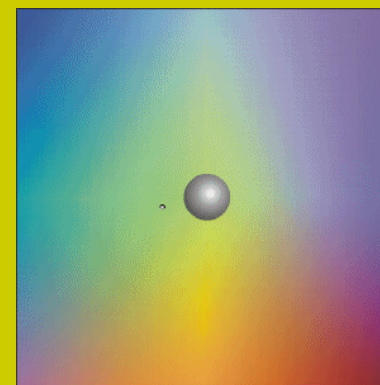
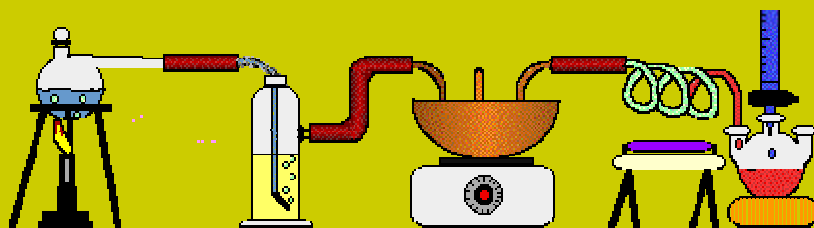


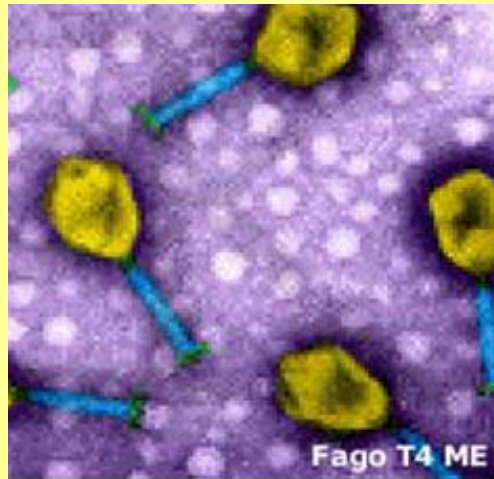
BIOELEMENTOS



Carmen Cid Manzano

I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense. Departamento Bioloxía e Xeoloxía.

¿Que compartimos todos os seres vivos?

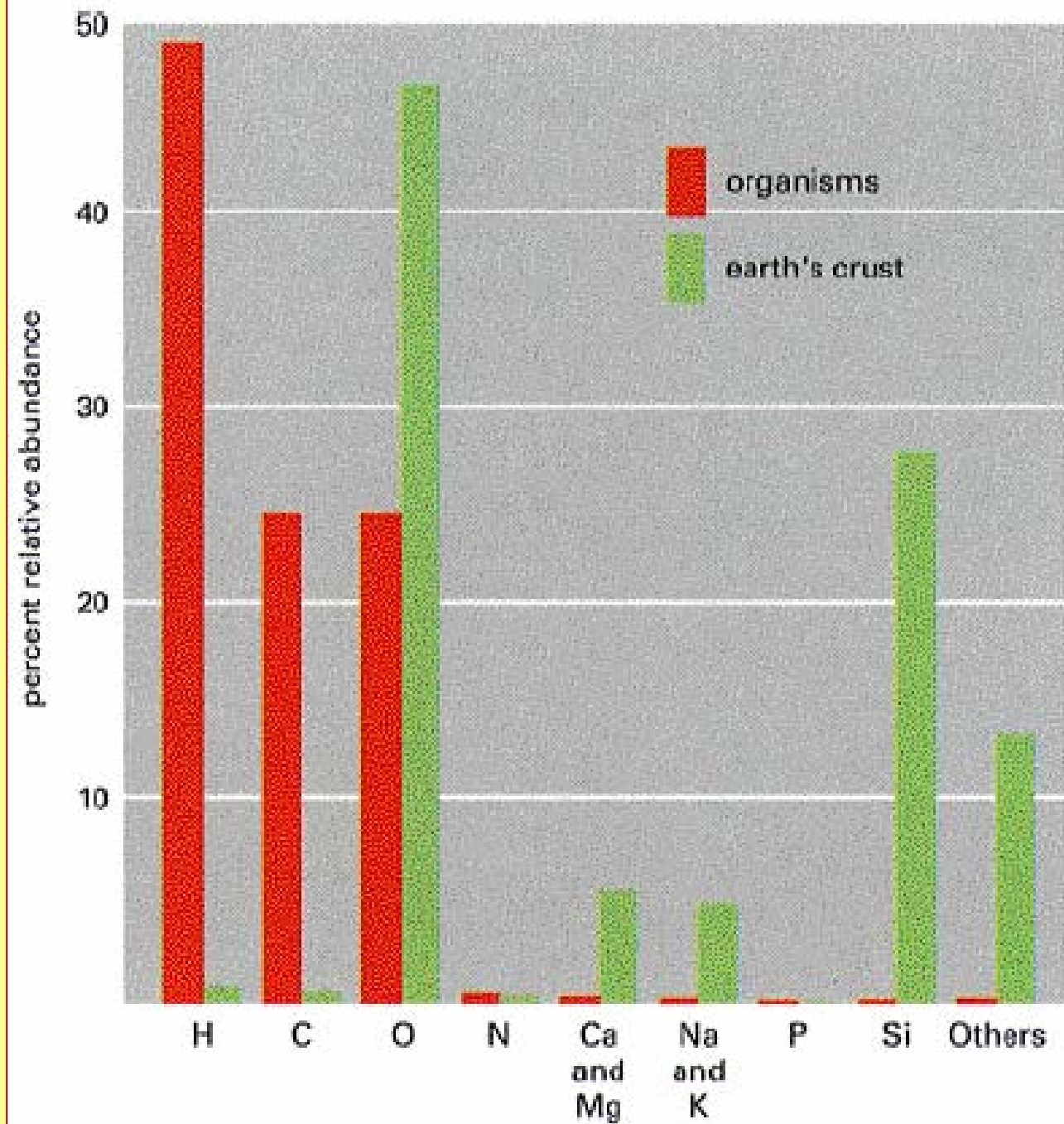


I.E.S. Otero Pedrayo.
Ourense



A análise química da materia viva revela que os seres vivos están formados por unha serie de elementos e compostos químicos.

Os elementos químicos que forman parte da materia viva denomínanse BIOELEMENTOS.



CUERPO HUMANO		ALFALFA	
I %	II %	I %	II %
O 62,81	F 0,009	O 77,9	Si 0,0001
C 19,37	Fe 0,005	C 11,34	Fe 0,0027
H 9,31	Si 0,004	H 8,72	Al 0,0025
N 5,14	Zn 0,0025	N 0,83	Bo 0,0007
	Al 0,001		Mn 0,00036
Ca 1,38	Cu 0,0004	P 0,71	Zn 0,00035
S 0,64	Sn 0,0002	Ca 0,58	Cu 0,00025
P 0,63	Br 0,0002	K 0,23	Ti 0,00009
Una 0,26	Mn 0,0001	S 0,103	
K 0,22	I 0,0001	Mg 0,08	
Cl 0,18		Cl 0,07	
Mg 0,04		Una 0,039	

Composición comparada entre o corpo humano e a alfalfa

Os seres vivos non elixiron os elementos químicos máis abundantes na cortiza ou na auga do mar, senón que seleccionaron os que tiñan propiedades físico-químicas máis idóneas para formar as súas estruturas e realizar as funcións vitais.

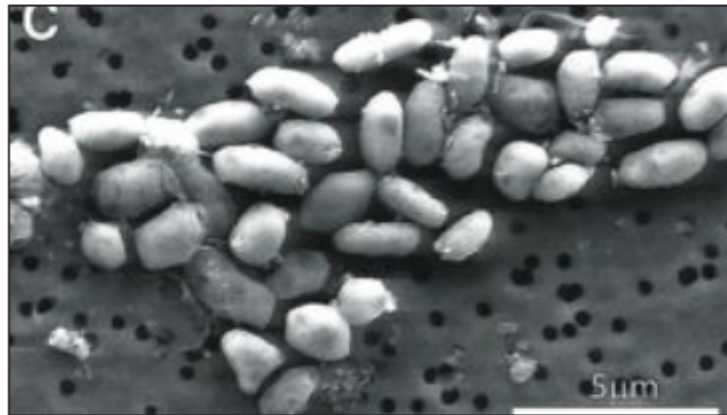
Una bacteria adaptada al arsénico ensancha los márgenes de la vida

El organismo hallado en California amplía las perspectivas de la astrobiología

ALICIA RIVERA
Madrid

En el californiano lago Mono, de aguas muy saladas y ricas en arsénico, unos científicos han descubierto unas bacterias para las que ese elemento no es un veneno. Al contrario, la GFAJ-1 puede vivir con él y lo asimila en sus biomoléculas vitales, incluido el ADN, ocupando el lugar del fósforo. Con el hallazgo se amplía la receta general de los organismos vivos al añadirse el arsénico a los seis elementos esenciales (carbono, hidrógeno, nitrógeno, oxígeno, azufre y fósforo) que componen material genético, proteínas, azúcares y grasas.

Los científicos, dirigidos por Felisa Wolfe-Simon, del Instituto de Astrobiología de la NASA, han



Bacteria adaptada al arsénico. / AAASCIENCE

hecho experimentos con colonias de estos microorganismos naturales y han demostrado que pueden crecer durante meses con el arsénico, que normalmente es tóxico porque altera las funciones meta-

bólicas de los organismos, ocupando el lugar del fósforo. Así, son capaces de sobrevivir con uno u otro elemento, aunque parece que siguen prefiriendo el fósforo, en un caso insólito de adap-

tabilidad. Por ello, la NASA anunció ayer que el trabajo de Felisa Wolfe-Simon y sus colegas sobre las bacterias adictas al arsénico amplía las posibilidades de búsqueda de vida extraterrestre.

Las bacterias en cuestión, de la familia de las halomonádaceas, se pueden considerar unos especiales organismos extremófilos, es decir, formas de vida capaces de desenvolverse en condiciones naturales extremas como altísimas o bajísimas temperaturas, acidez o salinidad. Los extremófilos interesan a los investigadores que idean estrategias para buscar formas de vida extraterrestre: si en la Tierra hay organismos capaces de vivir en entornos poco comunes y difíciles, se amplían las posibilidades de que exista o haya existido la vida en

pie, permitía especular sobre su capacidad de sustitución en la maquinaria bioquímica.

De momento, el hallazgo es exclusivamente terrestre. Estas bacterias viven en un lago de agua muy salada y naturalmente rica en arsénico. Se habían descubierto ya microorganismos que viven en entornos con este tóxico y lo aprovechan energéticamente. Pero lo que Wolfe-Simon ha logrado ahora es demostrar que las bacterias pueden sustituir completamente el fósforo por arsénico —e incluso incorporarlo en el ADN, pero también en la molécula ATP encargada de proporcionar energía a la célula, o en las membranas celulares— y seguir creciendo de modo estable. En sus experimentos han tomado muestras de las colonias del lago Mono y las han cultivado reemplazando poco a poco en la dieta las sales de fósforo por arsénico, hasta que los microorganismos sobreviven sin necesidad de fosfatos.

“Nuestro hallazgo nos recuerda que la vida tal y como la conocemos puede ser mucho más flexible de lo que pensamos o imaginamos normalmente”, ha comentado Wolfe-Simon.

Parte de la comunidad científica no se cree la bacteria que vive del arsénico

MALEN RUIZ DE ELVIRA, *Madrid*

La bacteria que supuestamente es capaz de vivir del arsénico, un tóxico que llega a integrar en su material genético sustituyendo al fósforo, es "una buena idea llena de agujeros". Centenares de comentarios de este tipo en los foros científicos especializados en Internet indican el escepticismo con que el trabajo de la NASA publicado en Science la semana pasada está siendo acogido por los microbiólogos.

Especialmente activa es Rosie Redfield, catedrática de la Universidad de British Columbia

(Canadá), quien ya ha redactado una carta a Science criticando el trabajo. "Como tiene que ser corta, me refiero solo a la contaminación", señala en su web. Es la posible contaminación del medio de cultivo durante los experimentos la que centra las críticas de los científicos, que creen que había suficiente fosfato en él para que creciesen las bacterias, lo que echaría por tierra la hipótesis de los autores del trabajo de que este crecimiento llegó a basarse en el arsénico, una idea revolucionaria. El arsénico, dicen, pudo pegarse al ADN simplemente.

Ninguno de la docena de científicos consultados por Carl Zimmer, de la revista Slate, cree que el trabajo esté bien hecho, aunque no descartan que un microorganismo así pueda existir. "Esto va de bajos niveles de fosfato en el medio de cultivo, investigadores ingenuos y malos revisores", afirma Norman Pace, especialista en el ADN de microbios exóticos en la Universidad de Colorado (EE UU).

La publicación del trabajo fue precedida además por intensos rumores de que se trataba de una bacteria extraterrestre, a pesar de que la original se extra-

jo de un lago californiano con altos niveles de arsénico. Finalmente, la NASA recalcó simplemente que el trabajo de Felisa Wolfe-Simon y sus colegas amplía las posibilidades de búsqueda de vida extraterrestre.

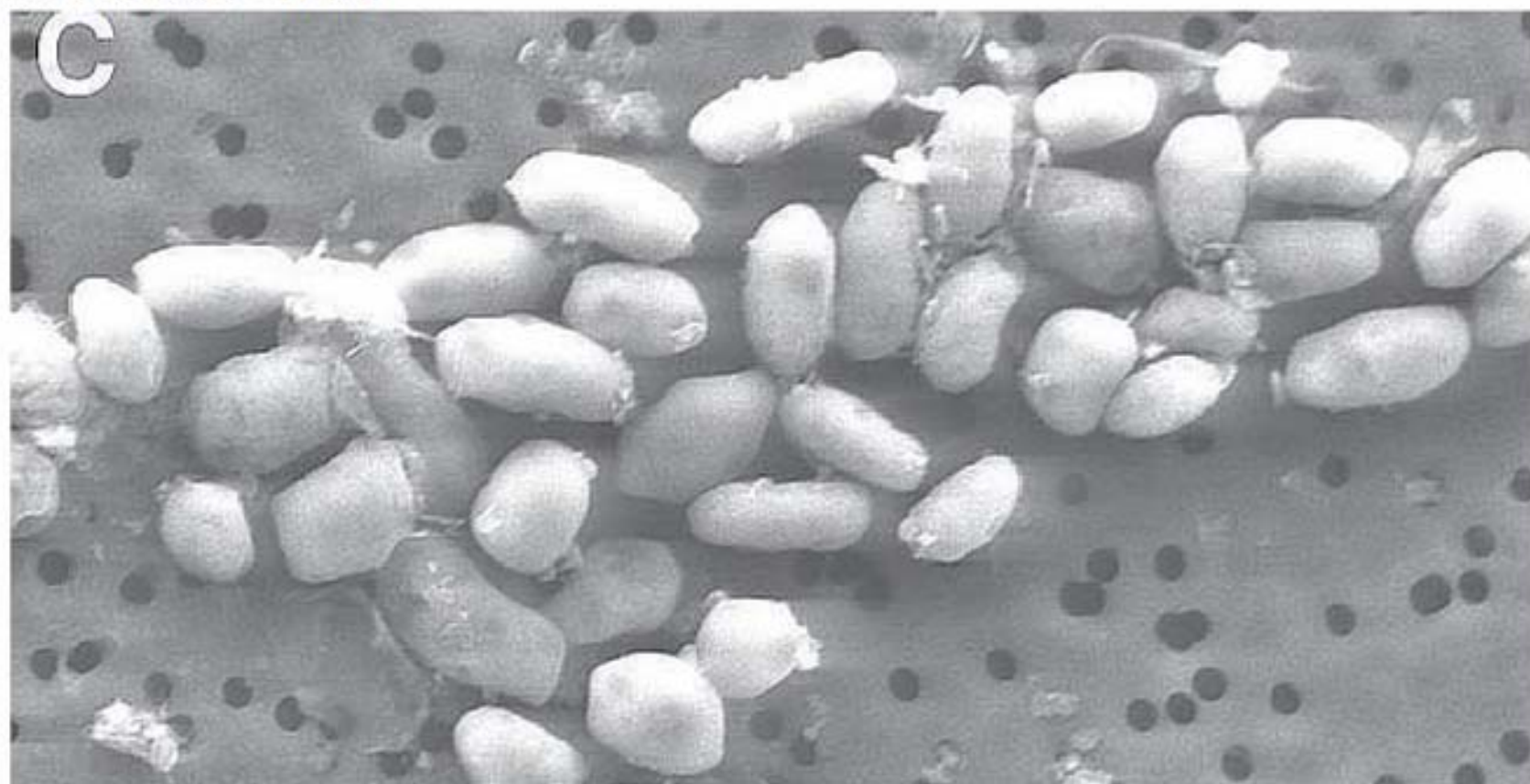
Tanto Wolfe-Simon como otro de los coautores se han negado a entrar en la polémica, remitiéndose a la práctica científica ortodoxa de que otros confirmen o refuten su trabajo. Según Alex Bradley, de la Universidad de Harvard (EE UU), esto será muy fácil, ya que basta con hacer algunos sencillos análisis que no se han hecho.

«La criatura del arsénico no existe»

- Científicos críticos no logran reproducir los controvertidos hallazgos de la NASA que podían cambiar por completo la forma en la que entendemos la vida

J. DE JORGE / MADRID

Día 27/01/2012 - 11.18h



Esta bacteria encontrada en el lago Mono de California parecía poder **reemplazar el fósforo de su ADN por arsénico**, algo así como calmar la sed con veneno en vez de con agua. El estudio apareció publicado en la prestigiosa revista Science. Las voces discordantes no tardaron en surgir. Una de las primeras fue la de Rosie Redfield, una microbióloga de la Universidad Británica de Columbia que calificó el informe como un fraude y aseguró en su blog que los autores eran «malos científicos». Ahora, esta investigadora, elegida por la revista Nature como uno de los diez personajes que han marcado la ciencia de este año, se confirma en lo dicho después de que ella y su equipo intentaran reproducir los resultados del estudio del arsénico. Redfield insiste: es imposible que nadie viva del arsénico.

Los científicos han publicado sus datos en el blog de Redfield y, según dice la investigadora, presentan **una «clara refutación» de los hallazgos clave del artículo**. «Su afirmación más impactante era que el arsénico se había incorporado a la estructura del ADN, y lo que podemos decir nosotros es que no hay arsénico en el ADN», señala Redfield.

Pero los autores del artículo de Science **no se retractan de sus conclusiones**. «Estamos encantados de que nuestros resultados estimulen más experimentos», afirma Felisa Wolfe-Simon, ahora en el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley en California, en un correo electrónico a la revista Nature. «No comprendemos totalmente los detalles clave y condiciones de los experimentos de la web. Por lo que esperamos ver este trabajo publicado en una revista revisada por pares, dado que este es el mejor procedimiento para la ciencia».

En el artículo de Science, Wolfe-Simon y sus colaboradores decían haber encontrado una bacteria llamada GFAJ-1 que puede usar el arsénico en lugar del fósforo en moléculas esenciales para la vida. Esto es algo absolutamente sorprendente debido a que el fósforo se considera indispensable para la vida, mientras que el arsénico es tóxico. Redfield y otros científicos expusieron sus dudas, muchas de las cuales se publicaron como comentarios técnicos en Science. No satisfecha con esto, Redfield puso a prueba los resultados y publicó sus progresos en su blog para **el avance de la ciencia abierta**.

¿Lo publicará Science?



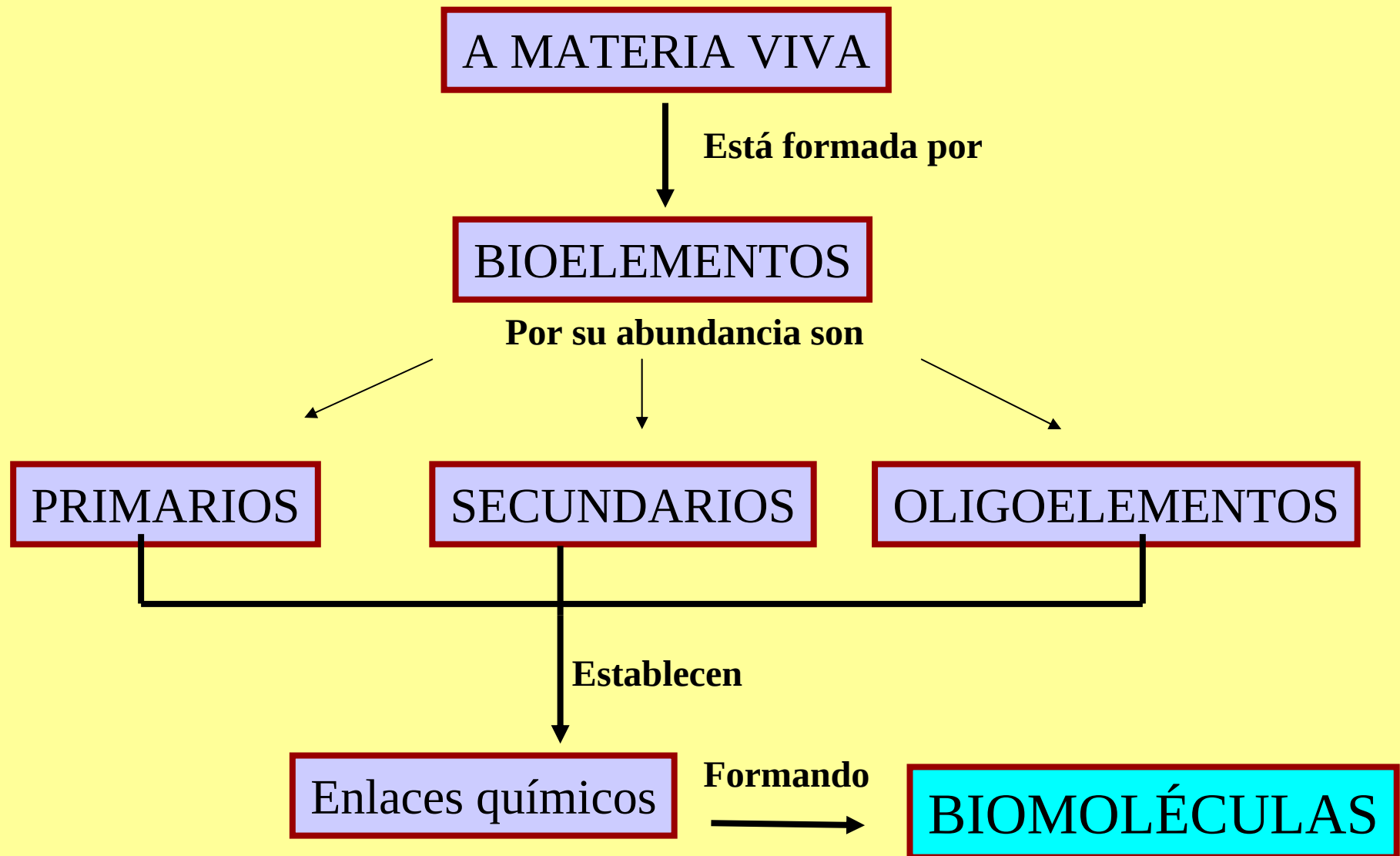
NATURE

R. Redfield

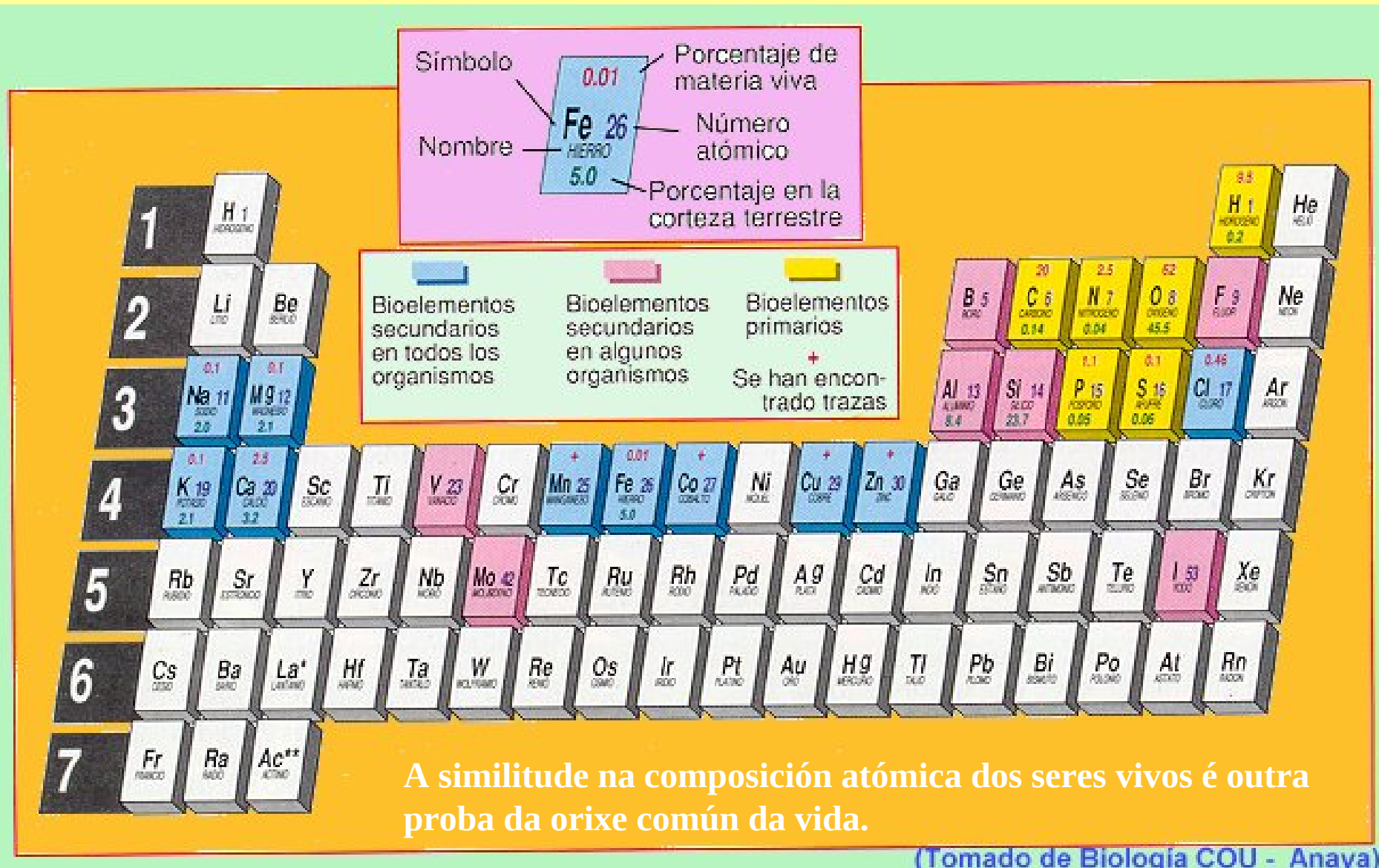
Redfield cultivó bacterias GFAJ-1 en arsénico y con una cantidad muy baja de fósforo, como Wolfe-Simon y sus colegas. Después purificó el ADN de las células, que fue examinado detenidamente. El arsénico no apareció en el ADN. Pero, según publica [Nature News](#), los métodos de Redfield podrían tener un pequeño agujero. **Redfield fue incapaz de cultivar células sin añadir una pequeña cantidad de fósforo.** Debido a que no está claro en el artículo original cuánto fósforo se usó para cultivar las bacterias, sus autores podrían defender que las células de Redfield no tenían la suficiente carencia de fósforo para que se vieran forzadas a usar arsénico en su lugar.

Otros investigadores que publicaron críticas al artículo de la vida del arsénico dicen que Redfield y sus colaboradores han generado una refutación razonable de sus hallazgos. Pero será difícil demostrar definitivamente la completa ausencia de arsénico en el ADN de GFAJ-1. Con toda probabilidad, **nuevos estudios serán necesarios para llegar a una conclusión definitiva.**

Redfield y sus colaboradores, convencidos de su refutación, **esperan enviar su trabajo a Science** para finales de mes. Dicen que si la revista rechaza publicar su trabajo debido a que se ha debatido antes en el blog, será un importante prueba para la ciencia abierta. Mientras, Wolfe-Simon sigue buscando arsénico en la bacteria.



En calquera ser vivo pódese atopar ó redor de **setenta elementos químicos**, pero non todos son indispensables nin comúns a todos.



		OLIGOELEMENTOS	
PRIMARIOS	SECUNDARIOS	Indispensables	Variables
O C H N P S	Na^+ K^+ Mg^{2+} Ca^{2+} Cl^-	Mn Fe Co Cu Zn	B Al V Mo I Si

Bioelementos primarios

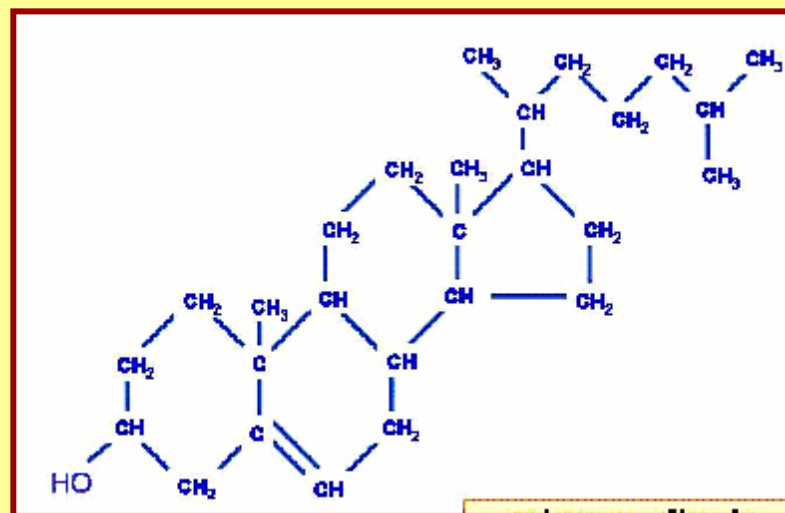
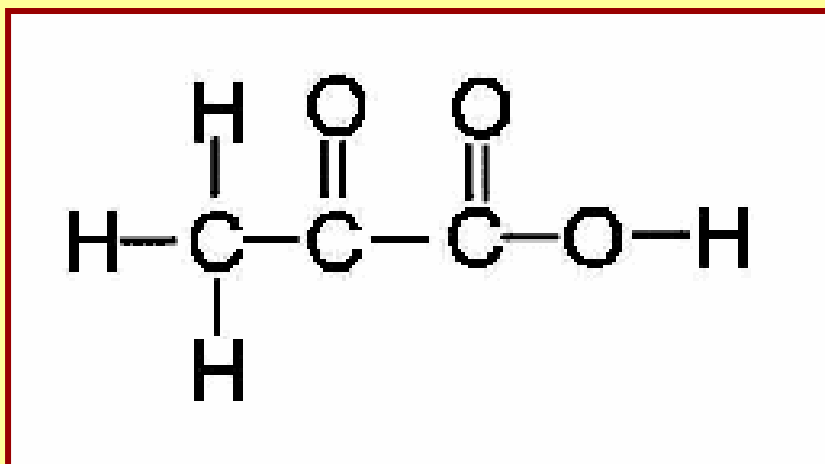
O, C, H, N, P, S

Son os elementos maioritarios da materia viva, constitúen o 95% da masa total.

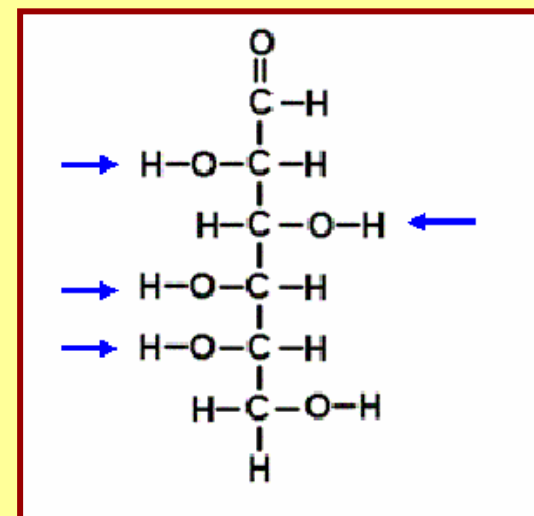
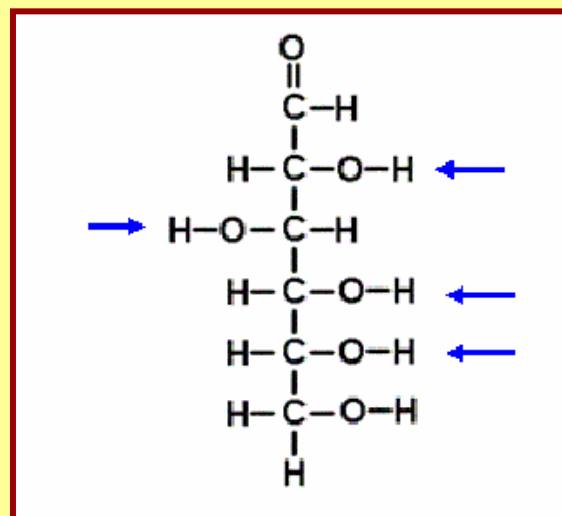
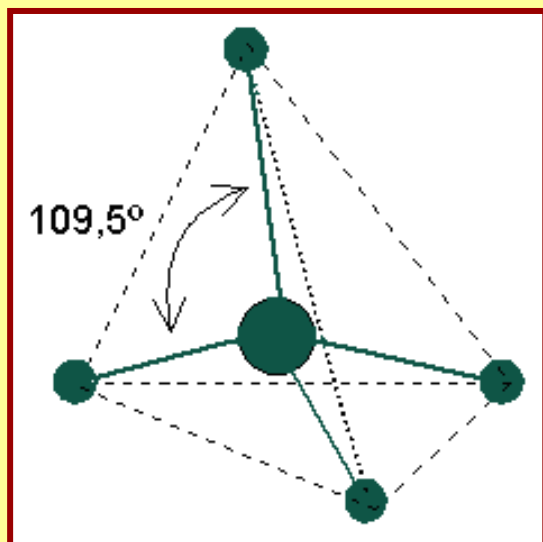
CARACTERÍSTICAS DOS BIOELEMENTOS PRIMARIOS

- ✓ Certa abundancia na cortiza terrestre.
- ✓ Poden formar moléculas grandes, estables e variadas.
- ✓ O C, H, O e N teñen pequena masa atómica e forman enlaces covalente moi estables. Existe unha proporcionalidade inversa entre a masa atómica e a estabilidade do enlace covalente.
- ✓ Os enlaces C-C son estables, poden formar largas e variadas cadeas, así como aneis cíclicos e heterocíclicos, que constitúen os "esqueletos estruturais" dunha inmensa variedade de moléculas orgánicas.

✓ O carbono, nitróxeno e osíxeno, poden compartir máis dun par de electróns, formando enlaces dobres e triples, o que lles dota dunha gran versatilidade para o enlace químico.

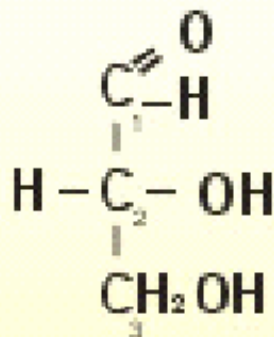


✓ A causa da configuración tetraédrica dos enlaces do carbono, os diferentes tipos de moléculas orgánicas teñen estructuras tridimensionais diferentes.

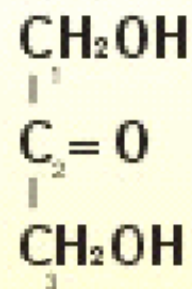


✓ As combinacións do carbono con outros elementos, como o osíxeno, o hidróxeno, o nitróxeno, etc., permiten a aparición dunha gran variedade de grupos funcionais que dan lugar ás diferentes familias de sustancias orgánicas.

Os grupos funcionais presentan características físicas e químicas diferentes, e dan ás moléculas orgánicas propiedades específicas, o que aumenta as posibilidades de creación de novas moléculas orgánicas por reacción entre os diferentes grupos.



D - Gliceraldehido



Dihidroxiacetona

Grupos funcionais hidrófilos

Carboxilo	- COOH
Hidroxilo	- OH
Carbonilo	> C=O
Amino	-NH ₂
Imino	> NH
Sulfhidrilo/Tiol	-SH

Grupos hidrófobos

Radical alquílico -CH₂ - R

Radical etilénico -CH = R

Radical fenilo -C₆ H₅

Os grupos funcionais polares son solubles en auga ou hidrófilos.

Os radicais non polares son insolubles en auga ou hidrófobos.

✓ A maioría dos compostos que forman os biolementos primarios son polares o que fai a estes compostos solubles en auga.

✓ C e N pasan con facilidade do estado de oxidación a reducción e viceversa. Isto é importante nos procesos de obtención de enerxía (fotosíntese e respiración celular).

¿Por que o Si non foi seleccionado para a vida, a pesar da súa maior abundancia na cortiza terrestre (28%) e si o foi o C, que se atopa en proporcións mínimas (0'18 %)?

A resposta a esta cuestión céntrase en tres características que diferencian ó C do Si:

- a) A combinación C-O forma un composto gaseoso e soluble en auga (CO_2), feito que favorece o intercambio de dita molécula entre a célula e o medio. Polo contrario, a combinación Si-O orixina un composto sólido e insoluble (SiO_2), e isto orixina á súa precipitación
- b) As cadeas Si-O-Si-O- son tan estable que resulta case irrompible, o que afecta á súa capacidade de reacción (carece dela). Desde o punto de vista biolóxico, os enlaces deben ser estables, pero non ata o punto de que bloqueen o metabolismo
- c) Os enlaces Si-Si son máis inestables que os do C-C e, polo tanto, non son capaces de formar moléculas bioloxicamente resistentes.

Bioelementos secundarios

S, P, Mg, Ca, Na, K, Cl

**Atópanse formando parte dos seres vivos
nunha proporción do 4,5%.**

(Algúns autores consideran o S e P bioelementos primarios)

Xofre	Atópase en dous aminoácidos (metionina e cisteína) , presentes en todas as proteínas. Tamén en algunhas substancias como a Coencima A .
Fósforo	Forma parte dos nucleótidos , compostos que forman os ácidos nucleicos. É un constituinte de coencimas e outras moléculas como fosfolípidos (substancias fundamentais das membranas celulares). Tamén forma parte dos fosfatos , sales minerais abundantes nos seres vivos.
Magnesio	Forma parte da molécula de clorofila , e en forma iónica actúa como catalizador , xunto con as encimas , en moitas reaccións químicas do organismo.
Calcio	Forma parte dos carbonatos de calcio de estructuras esqueléticas . En forma iónica intervén na contracción muscular, coagulación sanguínea e transmisión do impulso nervioso .
Sodio	Catión abundante no medio extracelular; necesario para a conducción nerviosa e a contracción muscular .
Potasio	Catión máis abundante no interior das células; necesario para a conducción nerviosa e a contracción muscular .
Cloro	Anión máis frecuente; necesario para manter o balance de auga no sangue e no fluído intersticial .

Oligoelementos

Conxunto de elementos químicos que están presentes nos organismos en forma de trazas, pero que son indispensables para o desenvolvemento harmónico do organismo.

Illáronse uns 60 oligoelementos nos seres vivos, pero só 14 deles poden considerarse comúns para case todos.

Ferro	Fundamental para a síntese de clorofila, catalizador en reacciones químicas e formando parte de <i>citocromos</i> que interveñen na respiración celular e na hemoglobina que intervén no transporte de osíxeno.
Manganeso	Intervén na <i>fotolise</i> da auga , durante o proceso de fotosíntese nas plantas.
Iodo	Necesario para a síntese da <i>tiroxina</i> , hormona que intervén no metabolismo
Flúor	Forma parte do esmalte dentario e dos osos.
Cobalto	Forma parte da vitamina B ₁₂ , necesaria para a síntese de hemoglobina .
Silicio	Proporciona resistencia ó tecido conxuntivo, endurece tecidos vexetais (gramíneas).
Cromo	Intervén xunto á insulina na regulación de glicosa no sangue.
Zinc	Actúa como catalizador en moitas reaccións do organismo.
Litio	Actúa sobre neurotransmisores e a permeabilidade celular. En dose adecuada pode previr estados de depresións.
Molibdeno	Forma parte das encimas vexetais que actúan na redución dos nitratos por parte das plantas.

LLEGA EL LITIO

● Mucha tristeza nunca le humilló
pero temía el hondo pozo oscuro
que él envolvió en sus aguas cenagosas.
Mucho haloperidol; pinchazos de antabús
probó electroterapia varias veces
y salió disparado hacia una vida
que ahora ya no recuerda: quince años
hasta que llegó el litio: quince años
perjudicando a todos los que amaba
pues gastó su dinero y el ajeno
en alcohol, en viajes y en delirios.
Pero el litio llegó y está en su sangre
y ahora es su compañero de por vida
hasta la oscuridad o la luz total

José Agustín Goytisolo



*Departamento Bioloxía e Xeoloxía
I.E.S. Otero Pedrayo. Ourense.*