

# Elementalwatson "la" revista

Agosto 2012

Año 3 Nº 8

En este número:

"El" Invitado

Quiralidad y  
consecuencias

Paredes celulares

Biomoléculas  
vegetales

Moléculas y estudios  
filogenéticos

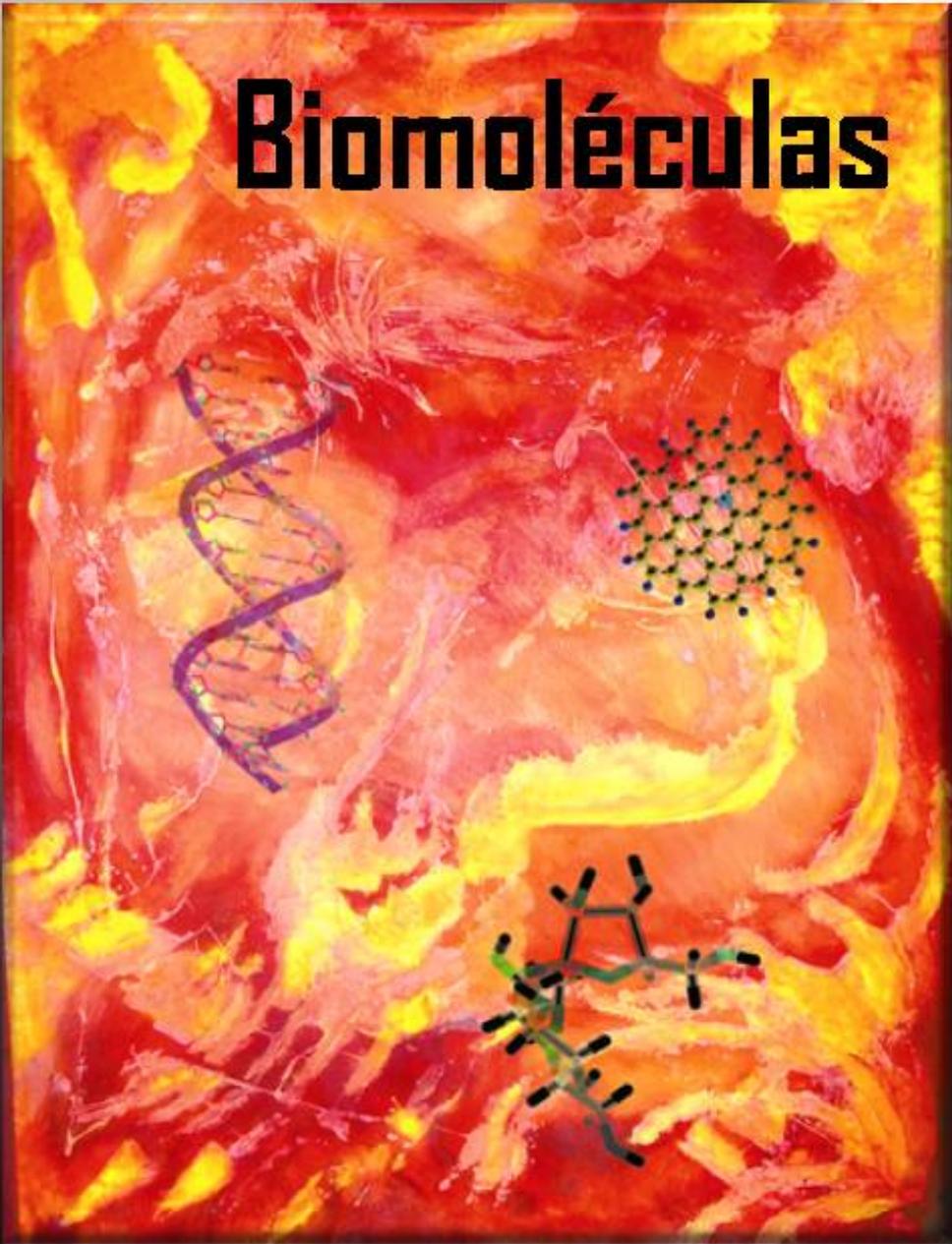
Proteínas,  
chaperonas y formas

iones y enfermedad

Arte

Y mas...

## Biomoléculas



BIOLOGÍA

Cátedra Fernández Surribas- Banús

Declarada de interés institucional según resolución (D) nº1283/10

## STAFF

### Elementalwatson "la" revista

Revista cuatrimestral de divulgación  
Año 3, número 8

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:

María del Carmen Banús  
Marcela Bolontrade  
Carolina Campos  
Edgardo Hernández  
Adrián Fernández  
Enrique Fernández  
Víctor Panza  
Marcelo Tedesco

#### Diseño:

María del Carmen Banús  
Doris Ziger

revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar  
www.elementalwatson.com.ar/larevista.html

54 011 4789-6000 interno 6067

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:

"Bajo fuego"  
Óleo sobre cartón, año 2011  
(Intervención fotográfica)  
María del Carmen Banús



*Seguimos caminando, y pensando como acompañarte, ayudarte e interesarte por cada novedad de las ciencias biológicas. La ciencia enamora, pero tenés que conocerla de a poco, y para eso trabajamos en cada una de nuestras clases y en esta revista.*

*En octubre estaremos representando nuestra revista en las X Jornadas Nacionales y V Congreso Internacional de la Enseñanza de la Biología, a realizarse en Villa Giardino, Córdoba. Allí contaremos como trabajamos y como se trabaja en las escuelas con los contenidos que cada cuatrimestre elaboramos para nuestros alumnos.*

*Recordá que ahora podés seguirnos en Facebook (<http://www.facebook.com/pages/Elemental-Watson/185321994833408?ref=hl>) y no olvides que tu opinión nos importa y nos ayuda a mejorar día a día.*

*Nos reencontramos en diciembre, esta vez para contarte algo más sobre las células. Hasta la próxima.*

*María del Carmen Banús*

## SUMARIO

Editorial .....	Página 3
María del Carmen Banús	
Herramientas moleculares utilizadas en estudios filogenéticos.....	Página 4
Víctor H. Panza	
Izquierda y derecha en las biomoléculas.....	Página 9
Adrián F. Fernández	
Diversidad química y estructural de paredes celulares presentes en los seres vivos .....	Página 14
Edgardo Hernández	
Sobre proteínas, chaperonas y formas.....	Página 18
Marcela Bolontrade y Enrique Fernández	
El efecto de los metales en las enfermedades neuronales.....	Página 22
Marcelo Tedesco- Karina Cuchereno (Universidad Nac. Del Sur)	
Biomoléculas vegetales: en los alimentos, en la medicina, en todo .....	Página 25
María del Carmen Banús	
Un orégano con propiedades antimicrobianas.....	Página 30
Carolina Campos (Universidad Nacional de Entre Ríos)	
“El invitado” nos cuenta: Lo que dice el cuadro.....	Página 33
José Sellés-Martínez	

## EDITORIAL

¿Qué particularidad tienen las moléculas que sintetizan y componen los seres vivos? Están formadas mayoritariamente por cuatro bioelementos: carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno, representando alrededor del 99% de la masa de las células. Estos cuatro elementos permiten la formación de enlaces covalentes entre ellos, muy estables, debido al pequeño tamaño de sus átomos y electronegatividades semejantes. Además, los átomos de carbono pueden formar esqueletos tridimensionales, enlaces múltiples (entre C y C; C y O; C y N), estructuras lineales, ramificadas, cíclicas, heterocíclicas.

Con pocos elementos, una enorme variedad de grupos funcionales y la posibilidad de sintetizar compuestos con propiedades químicas y físicas diferentes. Así glúcidos, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos se transforman en conceptos cotidianos a la hora de analizar la composición de los seres vivos y su funcionamiento.

Bien, hasta aquí nada nuevo estamos diciendo, pero cuando estudiamos las biomoléculas, ¿tomamos conciencia de su importancia?, ¿podemos verlas más allá de una simple estructura química?, ¿conocemos verdaderamente la infinidad de aplicaciones, funciones y sus derivados en la industria y la medicina, por ejemplo?, ¿sabemos que evolucionaron tanto o más que los seres vivos?

Hoy te vamos a contar una pequeñísima parte de todo eso

*María del Carmen Banús*

*Volver*

*Comunicate con nosotros!!!!*

*Correo de lectores: revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*



## HERRAMIENTAS MOLECULARES UTILIZADAS EN ESTUDIOS FILOGENÉTICOS

**Víctor H. Panza**

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

*La utilización de biomoléculas en los estudios filogenéticos, permite determinar relaciones de parentesco y procedencia, sin que se encuentren los fósiles de antepasados. La base de estos estudios, es la aceptación de que ciertas macromoléculas biológicas sirven como cronómetros evolutivos y dan medidas reales del cambio evolutivo.*

### Introducción – los cronómetros biológicos.

La evolución es un proceso que a la vez, nos muestra un resultado. El proceso evolutivo se explica mediante diversas teorías (que han sido desarrolladas resumidamente en la revista N° 2, (<http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%202%20%28prot%29.pdf>).

El resultado de la evolución se observa en la increíble diversidad biológica que puebla el planeta, en las adaptaciones entre individuos y al ambiente y en las relaciones filogenéticas existentes entre las distintas especies.

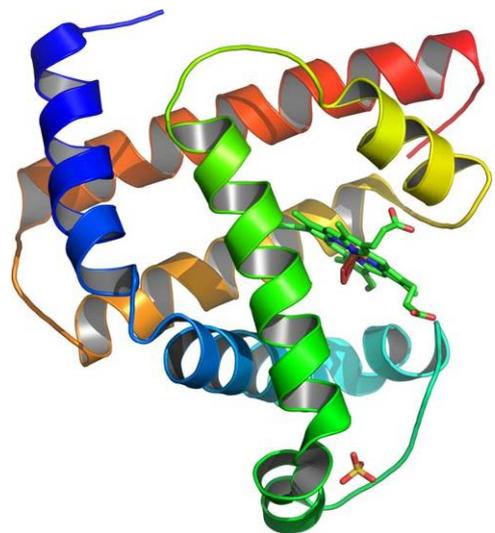
La filogenia determina la procedencia de los organismos, es decir, su historia evolutiva. Intenta determinar los antecesores de los distintos seres vivos existentes o pasados a partir de estudios comparativos entre ellos.

Inicialmente estos estudios fueron morfológicos y anatómicos pero rápidamente se ampliaron a aspectos embriológicos, fisiológicos, ecológicos, etológicos y biogeográficos, entre otros. Un punto de inflexión en estos estudios, fue la aparición de más y mejores técnicas de análisis bioquímico, las que permitieron centrar los estudios filogenéticos en las biomoléculas. Las biomoléculas resultan especialmente importantes en los estudios filogenéticos microbianos dada la escasez de registros fósiles que ellos han dejado. Para darnos cuenta de esto, basta con analizar lo que se sabe de la evolución de los metazoos (individuos pluricelulares), compararlo con lo que se sabe de la evolución de los microorganismos y tener en cuenta que de la historia de la vida en la Tierra, las cinco sextas partes corresponde exclusivamente a vida microbiana.

La utilización de biomoléculas en los estudios filogenéticos, permite determinar relaciones de parentesco y de procedencia, sin que se encuentren fósiles de los antepasados.

La base de estos estudios, es la aceptación de que ciertas macromoléculas biológicas sirven como cronómetros evolutivos y dan medidas reales, del cambio evolutivo.

Al principio se utilizaron enzimas, que se estudiaron mediante técnicas electroforéticas (**ver al final de la nota**). De esta manera las distintas isoenzimas (enzimas que difieren en su secuencia de aminoácidos pero que catalizan la misma reacción química), resultantes de alelos diferentes (aloenzimas, siendo estrictos), sirvieron como estimadores de la distancia genética (separación genética) entre las especies a comparar.

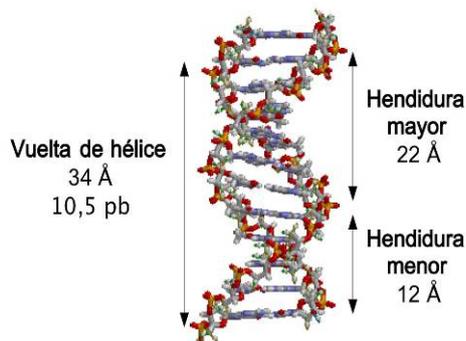


*Modelo tridimensional de la mioglobina*

Cuanto más parecidas las enzimas de dos especies, más emparentadas resultan. Esta técnica sirve para especies muy emparentadas pero no para especies lejanas o taxones mayores, ya que todos los alelos para una enzima en particular son distintos.

Es así que, hoy en día, se mide la distancia evolutiva entre dos especies (el grado de parentesco o cercanía a partir de un ancestro en común del cual divergieron), mediante la diferencia en la secuencia de aminoácidos o nucleótidos, entre macromoléculas homólogas de ambas especies.

¿Por qué se puede realizar esto? Porque, dos especies que provienen de un único antepasado en común, originalmente poseían una misma secuencia de ADN. Las diferencias que hoy presentan estas dos especies, tanto sea a nivel proteico como nucleico, se deben en última instancia, a mutaciones estables que han quedado fijadas en el ADN.



Modelo tridimensional del ADN.

Una de las claves principales de los estudios filogenéticos, es la correcta elección del cronómetro evolutivo a utilizar. Llamaremos cronómetro evolutivo, a la biomolécula utilizada para determinar las relaciones filogenéticas entre organismos. Por lo tanto un cronómetro evolutivo mide la distancia genética (separación genética) entre especies y sirve para estimar su divergencia a partir de un ancestro en común.

Una elección errónea del cronómetro llevará a determinar relaciones evolutivas equivocadas entre especies. Por ello describiré brevemente las características que debe presentar todo cronómetro evolutivo.

- Debe ser una molécula universalmente

distribuída en el grupo taxonómico a estudiar. Es decir debe estar en todos los organismos a estudiar y en todas (o casi todas) sus células.

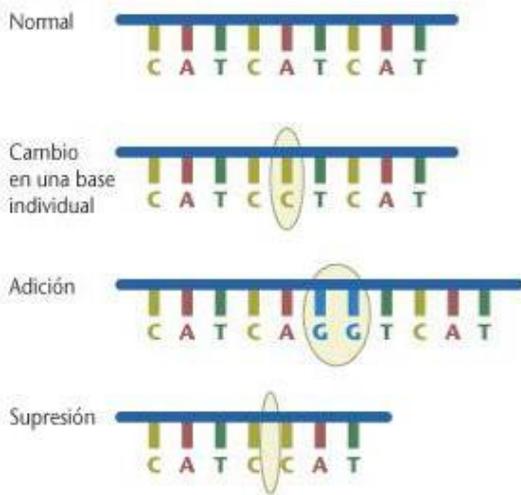
- Debe realizar una función idéntica en todos los organismos a comparar.
- Debe conservar la misma función durante todo el tiempo geológico de la comparación entre especies. Es decir, que si comparo especies que divergieron hace 2 millones de años, durante todo ese tiempo la biomolécula debe haber desarrollado la misma función.
- No debe tener transferencia vertical. Es decir no debe pasar de individuos de una especie a otra.
- Debe tener un tamaño pequeño que permita su manipulación en el laboratorio y al mismo tiempo, ser lo suficientemente grande como para guardar abundante información.
- Deben poder alinearse de manera adecuada las secuencias de las moléculas a comparar e identificarse claramente las regiones con secuencias homólogas y las que son heterogéneas. Las secuencias homólogas (secuencias altamente conservadas) se utilizan en la alineación y las heterogéneas como cronómetros evolutivos.
- La secuencia elegida de la molécula a comparar entre las especies, debería cambiar con una velocidad acorde con la distancia evolutiva a medir. Si cambia demasiado rápido, las regiones con secuencias comunes se pierden y entonces no sirve para determinar relaciones filogenéticas. Para estudios entre taxones diversos la tasa de mutaciones en las regiones variables debe ser baja.

Queda claro que no cualquier molécula reúne las características necesarias para ser un buen cronómetro evolutivo. En la actualidad, según el tipo y cantidad de organismos a comparar y la distancia evolutiva a determinar se utilizan como cronómetros evolutivos el ARNr procariota 16s, el ARNr 18s eucariota, la subunidad beta de las

ATP sintetasas, algunos genes funcionales, algunas regiones no codificantes del ADN y el ADN mitocondrial.

Como la selección natural elimina muchas mutaciones por ser desfavorables y fija otras por resultar favorables en un tiempo en particular, se evita este inconveniente, utilizando zonas del ADN que son no codificantes, no poseen función reguladora, ni poseen ninguna otra función conocida, en las cuales las mutaciones resultan neutras.

#### ADN (una cadena)



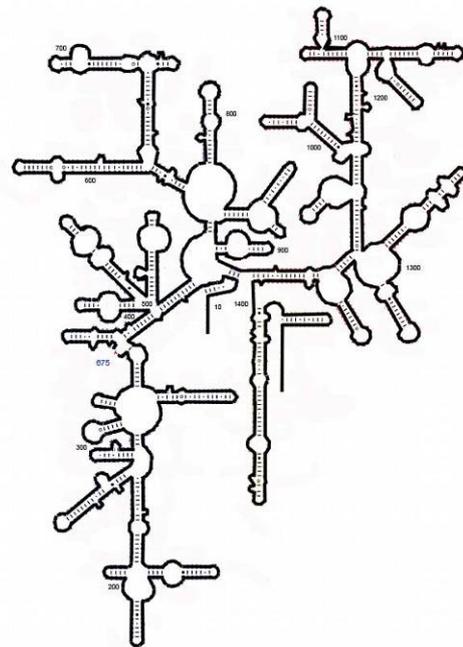
*Esquema representando distintos tipos de mutaciones en el ADN.*

La técnica requiere de un análisis estadístico riguroso y debe contemplar una gran diversidad de casos. Para ejemplificar la idea se puede mencionar que hay que tener en cuenta posibilidades estadísticas, como que un nucleótido haya mutado más de una vez.

Ejemplo de esto sería el paso de C a T y posteriormente a C. En este caso no se notaría dicha mutación y se subestimaría el número de mutaciones. Otro ejemplo podría ser el paso de C a T y luego a G. En esta posibilidad ocurrieron dos mutaciones, pero al momento de comparar los ADNs sólo se observa una y nuevamente se subestimaría el número de mutaciones. Debido a que pueden ocurrir este tipo de mutaciones repetidas sobre un mismo nucleótido, es que existen diversos análisis estadísticos que se pueden realizar. La elección del método de análisis estadístico es también un paso

importante e implica conocer cabalmente los requisitos del método para ser aplicado, el funcionamiento del mismo (con sus pros y contras) y los alcances de los resultados obtenidos.

Como se puede notar, los datos moleculares están sujetos a varios problemas, al igual que los datos morfológicos, pero tienen una gran ventaja a su favor, son mucho más abundantes. Lo ideal es poder llevar a cabo un estudio filogenético que incluya ambos tipos de datos, moleculares y morfológicos.



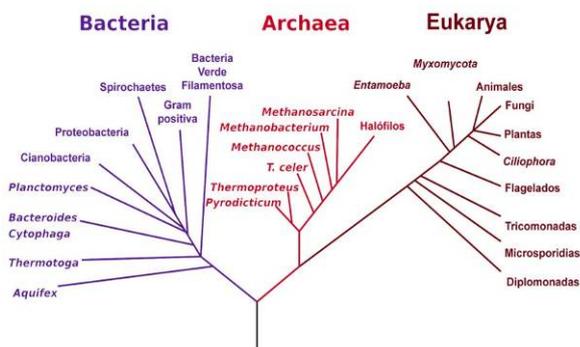
*Esquema mostrando la estructura primaria y secundaria del ARNr 16s. En el esquema está marcado el nucleótido 675.*

Entre los distintos cronómetros evolutivos mencionados, se viene utilizando cada vez más el ARNr 16s en procariontas y el ARNr 18s en eucariotas. Su uso se debe a que son moléculas muy antiguas, universalmente distribuidas, funcionalmente constantes, que brindan suficiente información y poseen un tamaño adecuado para su manejo en el laboratorio. Para ver esto con un ejemplo, en procariontas el ARNr 5s posee sólo 120 nucleótidos por lo que la información que brinda es muy escasa y el ARNr 23s unos 2900 nucleótidos lo que lo hace menos manejable que el ARNr 16s, que posee unos 1500 nucleótidos y brinda suficiente información. Además ambos ARNs poseen regiones con secuencias muy conservadas y

regiones con una alta variabilidad en su secuencia de nucleótidos. Esto permite alinear las moléculas a través de las primeras regiones y utilizarlas como cronómetros filogenéticos a partir de las segundas.

Como si todo esto fuera poco el ARNr presenta secuencias llamadas “secuencias signatura”, que son oligonucleótidos cortos característicos de un determinado grupo de organismos. Hay secuencias signatura exclusivas para cada uno de los tres dominios y para los taxones principales de cada uno de ellos. Con estas secuencias se puede ubicar a un organismo desconocido en el grupo filogenético principal que le corresponde. Hay incluso secuencias signaturas de una sola base nitrogenada que permiten diferenciar dominios, como es el caso de la adenina presente en la posición 675 del ARNr 16s bacteriano, la cual no se encuentra en el dominio Archaea.

### Árbol Filogenético de la Vida



*Un cladograma o árbol filogenético mostrando el origen de los tres dominios de los seres vivos a partir de un ancestro en común. Este gráfico fue realizado a partir de secuencias de ARN ribosómico.*

La consistencia y fiabilidad del uso del ARNr en estudios filogenéticos es tal que, el árbol filogenético universal (de todos los grupos de seres vivos) cambió radicalmente a partir de él. Se pasó de una agrupación de 5 reinos a una agrupación de tres dominios, en los cuales se encuentran incorporados los reinos.

El uso del ARNr como cronómetro evolutivo está tan difundido que ya a principio de siglo se contaba con una base de datos de secuencias de ARN de más de 10000 entradas. Para interiorizarse sobre la base de datos, descargar el software adecuado, ver la taxonomía

de los seres vivos y muchas otras cosas más se puede visitar el sitio del National Center for Biotechnology Information (NCBI) en <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

Resumiendo lo visto y para tener una idea de como se realiza un estudio de este tipo, los pasos generales serían los siguientes:

- realizar un cultivo de microorganismos u obtener una masa de células del organismo a analizar
- extraer el ARNr
- determinar la secuencia del ARNr (16s o 18s)
- entrar los datos de las secuencias en una PC y con el software adecuado alinearlas y compararlas con las secuencias de otros organismos.
- Realizar con el software adecuado el análisis correspondiente y en general, el árbol filogenético.

### Reloj molecular

El concepto de reloj molecular sirve como herramienta para determinar tiempo de divergencia entre especies. Se basa en la comparación de ADN de distintas especies y para ello se cuentan la cantidad de diferencias, mutaciones puntuales, entre los ADNs. Sin embargo, hay algunos supuestos que deben cumplirse para poder utilizar esta técnica:

- Primero hay que asumir que la tasa de mutaciones en el ADN no varía a lo largo del tiempo o que al menos puede promediarse en el tiempo a medir.
- Segundo, que las mutaciones puntuales se dan al azar.
- Tercero, que el ADN de los organismos a comparar, tiene la misma posibilidad de mutar y lo hace a la misma velocidad.

Como se tratan de supuestos, su cumplimiento debe ser evaluado en cada caso que se quiera aplicar esta técnica. Si estos supuestos se dan, al comparar la secuencia de nucleótidos de dos especies, se puede inferir cuanto tiempo atrás se produjo su divergencia. Cuantas más diferencias posean, mayor será el tiempo de separación. En otras palabras, la cantidad de mutaciones que presenta una especie

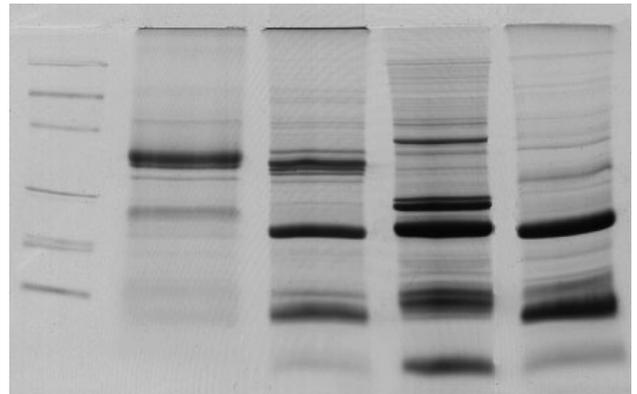
con respecto a otra, da una idea del tiempo transcurrido desde su separación a partir de un antecesor en común. De esta manera, además de relaciones filogenéticas se puede estimar el tiempo de separación.

Cuando se quieren evaluar tiempos geológicos cortos, por ejemplo decenas de miles de años, el ADN cromosómico no resulta ser un buen cronómetro biológico. El tiempo es “tan corto” que no se acumulan las suficientes mutaciones puntuales para aplicar la técnica. En estos casos se recurre al ADN mitocondrial, el cual presenta algunas ventajas. En primer lugar, su tasa mutacional es mucho más alta comparada con la del ADN cromosómico. Es decir, acumula muchas más mutaciones puntuales en el mismo lapso de tiempo. Algunos cálculos establecen que muta entre cinco y diez veces más rápido. Esto se debe a que está expuesto a daño oxidativo por radicales libres, no está protegido por histonas y los mecanismos de reparación del ADN en mitocondrias son poco eficientes. En segundo lugar, su herencia es exclusivamente materna. Como al fecundarse el ovocito no recibe ninguna mitocondria del espermatozoide, todas las mitocondrias que posee un individuo provienen exclusivamente de su madre. Esto provoca que el ADN mitocondrial no sufra variaciones por recombinación sexual y su variabilidad a lo largo de las generaciones se debería a mutaciones. Tercero, las mitocondrias se hallan ampliamente extendidas entre los eucariotas, permitiendo la comparación de prácticamente cualquier grupo.

Es por ello que el ADN cromosómico se utiliza para tiempos de millones de años o mayores, mientras que el ADN mitocondrial se utiliza para decenas de miles de años o tiempos menores. Si hacemos una comparación con un reloj común, el ADN mitocondrial sería el secundario.

## Electroforesis

La electroforesis es una técnica de separación de macromoléculas según la movilidad que presenten en un campo eléctrico. Usualmente se utiliza para separar ADNs o proteínas.



*Electroforesis en gel de poliacrilamida de proteínas de semillas de palmito. Las distintas proteínas mayoritarias pueden verse como bandas oscuras. El primer grupo de bandas (a la izquierda) corresponde al marcador de peso molecular utilizado. Fotografía: Víctor Panza (derechos reservados).*

Las moléculas a separar se colocan en solución en un buffer, en general sobre un soporte sólido o poroso y se someten a un campo eléctrico. La corriente eléctrica provoca que se desplacen en función de su carga y masa hacia el ánodo o cátodo. Los soportes más comúnmente usados son el acetato de celulosa (sólido) y los geles de agarosa o poliacrilamida (porosos). Los ácidos nucleicos poseen carga negativa por lo que se dirigen hacia el cátodo y las proteínas se suelen unir a SDS (un detergente) que las carga negativamente. Al moverse las moléculas, impulsadas por el campo eléctrico, deberán pasar por el interior del gel en el cual se encuentran. El gel presenta un cierto tamaño de poro (que se puede elegir) que permite que las moléculas más pequeñas se muevan a mayor velocidad que las grandes. Con ello se logra una separación de las moléculas.

*Volver*

*Comunicate con nosotros!!!*

*Correo de lectores: revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*



## IZQUIERDA Y DERECHA EN LAS BIOMOLÉCULAS

**Adrián F. Fernández**

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

*Son muchas las biomoléculas que presentan dos conformaciones espaciales, casi indistinguibles, salvo porque en algunos casos, es muy distinto el efecto que producen ambas formas en el funcionamiento del cuerpo humano, lo cual revolucionó la industria farmacéutica. A la vez se enriquece el debate sobre la simetría de la naturaleza.*

A fines de la década de 1950 un nuevo fármaco salió al mercado con la promesa de aliviar varios de los incómodos síntomas que acompañan al embarazo. Sus efectos benéficos fueron constatados rápidamente por las gestantes. Una agresiva campaña publicitaria hizo el resto. Las ventas de varias marcas de medicamentos conteniendo la novedosa droga, la talidomida, se dispararon principalmente en Europa, aunque llegó a venderse en todo el mundo.

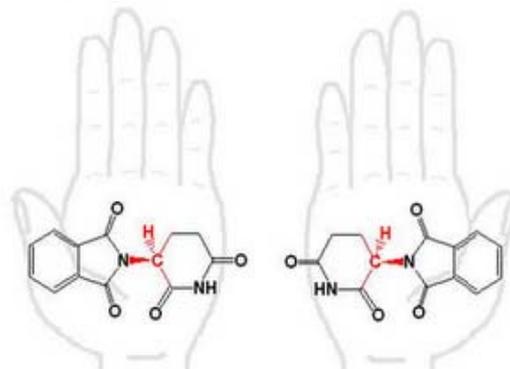
En 1958 nacieron decenas de niños con una extraña malformación llamada focomelia: reducción grosera de brazos y piernas. La focomelia estaba dándose con una frecuencia inusitada. El médico australiano William McBride lanzó la hipótesis que muchos no querían oír: que la causa de la focomelia era la talidomida. El médico alemán Widukind Lenz se sumó a la denuncia. No tardó en confirmarse dicha relación causal, y la venta de la talidomida comenzó a prohibirse, aunque en algunos países demoró una década la restricción a su comercialización. Para entonces, miles de niños habían nacido con miembros atrofiados o ausentes, y otras malformaciones. Muchos no sobrevivieron al primer año de vida.

Un detallado estudio reveló que la causa profunda del doble efecto de la talidomida, era lo que por un siglo se creyó una simple curiosidad química: la **quiralidad** de las moléculas.

### Quiralidad: izquierda y derecha

Muchas sustancias orgánicas existen bajo dos formas muy similares, aunque una parece la

versión invertida de la otra, algo así como lo que ocurre con nuestras manos: una es igual a la imagen en el espejo de la otra. Esa propiedad es llamada quiralidad (quiro proviene de *kéir*: mano, en griego).



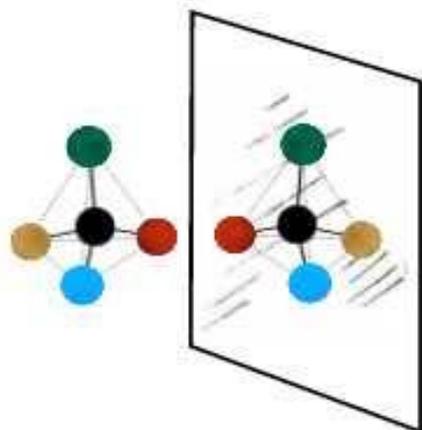
*Las dos versiones de la talidomida (en rojo, el carbono quiral)*

Tomado de:

<http://macrosscandy1910.blogspot.com.ar/2009/12/talidomida-la-maldita-pastilla.html>

La talidomida presenta dicha propiedad. Existen dos variantes, una “derecha” y otra “izquierda”, las cuales aparecen mezcladas, y son esencialmente indetectables: una es la que producía el efecto terapéutico en las embarazadas, y la otra, el efecto teratogénico en los fetos (que genera las malformaciones). A nivel molecular, la diferencia entre ambas es únicamente un átomo de **carbono quiral**, o asimétrico, el cual es el causante de la doble existencia de la talidomida. Un carbono quiral es un **carbono tetraédrico**, cuyos cuatro grupos de átomos son diferentes. Cuando una molécula presenta un carbono quiral, existen dos posibles formas para ubicar los cuatro grupos de átomos alrededor de ese carbono quiral, las cuales son imágenes especulares una de la otra. Ambas

versiones son **no superponibles**, es decir que no se trata de la misma molécula girada  $180^\circ$ . No hay giro que transforme a una en la otra. Sólo sería posible rompiendo los enlaces covalentes entre el carbono quiral y algunos de los demás átomos. No hay forma de cortar a la molécula en dos mitades simétricas, por eso al carbono quiral se lo denomina también carbono asimétrico.



Carbono quiral (en negro)

Tomado de <http://quiralidadcb1.blogspot.com.ar/>

Ambas formas de la talidomida tienen obviamente la misma fórmula molecular  $C_{13}H_{10}N_2O_4$ , por eso son isómeros. Dentro de todos los casos de isomería, éste, en el que aparece un carbono quiral, corresponde a isomería óptica, ya que ambos isómeros difieren en una actividad óptica llamada **poder rotatorio**, es decir la capacidad para desviar el plano de vibración de la luz polarizada. Los químicos han denominado **enantiómeros** a los isómeros ópticos que son exactamente uno la imagen especular del otro. Todas las propiedades físicas de los enantiómeros son idénticas, excepto el poder rotatorio: uno de los enantiómeros desvía el plano de vibración de la luz polarizada hacia la derecha, es dextrógiro, y el otro es levógiro.

### Causas y consecuencias del desastre

Pero todo este conocimiento, ¿no estaba al alcance de la farmacología cuando ocurrió el desastre de la talidomida? Louis Pasteur ya había descubierto la diferencia en el poder rotatorio entre los dos enantiómeros del ácido tartárico en 1848. Y en 1874, dos químicos, el holandés Jacobus van't Hoff y el francés Joseph Le Bel, ya habían determinado que aquel fenómeno era

causado por un carbono quiral. Lo que ocurrió es que nadie sospechó que dos enantiómeros pudieran llegar a tener tan diferentes efectos, como los que mostró la talidomida.

Este dramático caso dejó dos enseñanzas que revolucionaron la industria farmacológica. Por un lado, se revisaron y reforzaron los protocolos para la aprobación de nuevas drogas, los cuales evidentemente habían fallado en el caso de la talidomida, y se crearon organismos gubernamentales encargados de controlar la actividad de los laboratorios farmacéuticos. Por otro lado, el caso de la talidomida fue una señal de alarma mundial. ¿Cuántas otras drogas estarían en la misma situación? ¿Qué otros inesperados efectos adversos depararían los enantiómeros de alguna nueva droga? Al sintetizar la talidomida a partir de sus precursores no quirales, es inevitable que se formen los dos enantiómeros, y que queden juntos en una mezcla homogénea, llamada **mezcla racémica**. No hay modo sencillo de separarlos. Lo que deja una sola alternativa si se pretende obtener sólo uno de los enantiómeros: la **catálisis enantioselectiva**, novedoso método que utiliza catalizadores que distinguen isómeros quirales, para dirigir la síntesis de uno de los enantiómeros. Sus creadores William Knowles, Ryoji Noyori, y Barry Sharpless, fueron galardonados en 2001 con el Premio Nobel de Química. Los costos de la síntesis de nuevas drogas se elevaron enormemente, pero por otra parte no hay alternativa cuando se trata de sustancias quirales para usar en seres vivos, como los de la farmacología.

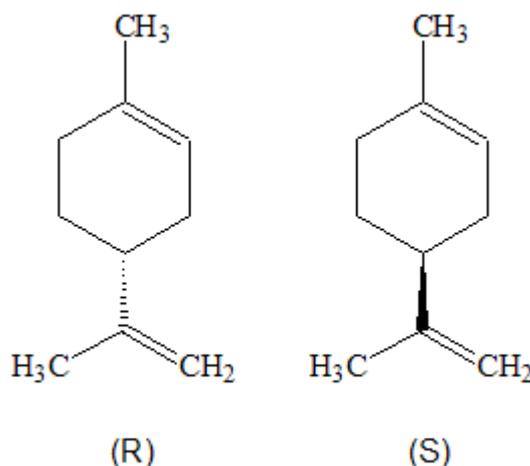
La talidomida dejó otra enseñanza: para la fisiología de los organismos, no es lo mismo un enantiómero, o el otro. Como casi todas las propiedades físicas de los enantiómeros son idénticas, se creyó que los efectos biológicos también serían similares. Pero esta dramática historia demostró que no es así. Muchas biomoléculas (enzimas, receptores, anticuerpos, etc.) reconocen específicamente sólo a uno de ellos. Pero otras pueden reconocer sólo al otro. Esa es la base fisiológica de los diferentes efectos de los dos enantiómeros de la talidomida.

## Clasificación

Para todas aquellas sustancias que presentan quiralidad los químicos han convenido una nomenclatura según cómo se ubican los cuatro grupos de átomos alrededor del carbono quiral. Las dos formas posibles han sido denominadas D y L. Para las moléculas que presenten más de un carbono quiral, los químicos han establecido reglas para decidir cuál de ellos será considerado para la clasificación en D y L. Es importante destacar que esa clasificación en D y L es una convención y no tiene ninguna relación con la condición de dextrógiro o levógiro, propiedad que se determina empíricamente. Dado que D y L parecieran referir a dextrógiro y levógiro, para evitar esa confusión, entre otras mejoras, los químicos han propuesto una nueva nomenclatura R y S, basada en prioridades por peso atómico, aunque aún se usa mucho la anterior.

En la fisiología de todos los seres vivos, los aminoácidos, los monosacáridos, y muchas otras moléculas, presentan quiralidad. Lo curioso es que en algunas de ellas sólo existe uno de los enantiómeros: los D en monosacáridos y los L en aminoácidos. Entre los monosacáridos destacan la D-ribosa y la D-desoxirribosa, que forman parte de los nucleótidos, los bloques que constituyen a los ácidos nucleicos, ARN y ADN. Los L-aminoácidos conforman las proteínas, las biomoléculas más versátiles. Dada la importancia de los ácidos nucleicos y de las proteínas, y debido a que sólo existe uno de los enantiómeros de sus componentes, se dice que la vida en la Tierra es **homoquiral**. Aún no está claro qué pudo haber originado en la Tierra primigenia sólo a un enantiómero de esas biomoléculas, sobre todo porque la formación del otro enantiómero era absolutamente factible. No hay deficiencias inherentes que los hubieran hecho desaparecer. Ya hemos visto que al sintetizar un compuesto quiral, inevitablemente se forman ambos enantiómeros, a menos que se utilice algún método de síntesis enantioselectiva, lo cual lleva a pensar que hace unos 3.800 millones de años algún mineral ofició de catalizador enantioselectivo, y permitió la formación de sólo uno de los enantiómeros. Se han propuesto e investigado varios minerales como catalizadores asimétricos.

El mundo de la quiralidad ofrece muchos otros interesantes ejemplos. Así, el limoneno, presenta dos enantiómeros, uno es el que da el olor al limón, mientras que el otro, le confiere olor a la naranja.



Enantiómeros del limoneno: R-limoneno (huele a naranja), S-limoneno (huele a limón). Tomado de:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Limonene\\_struttura.PNG](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Limonene_struttura.PNG)

En este caso, ambos enantiómeros existen naturalmente. Debemos recordar que los isómeros ópticos sólo son distinguibles por su poder rotatorio, y esto sólo si están previamente separados. Esto permite dimensionar la increíble fineza de nuestro olfato, que puede discriminar entre ambas moléculas. Más extremo es el caso del mentol, ya que por poseer tres carbonos quirales en su molécula, hay 8 isómeros ópticos posibles ( $2^3=8$ ) pero sólo uno es el que produce el olor tan característico. Por siglos, los chinos han extraído al único isómero sintetizado por la planta *Mentha arvensis*. Sólo por catálisis enantioselectiva pudo sintetizarse el mentol, evitando la molesta producción de los otros siete isómeros.

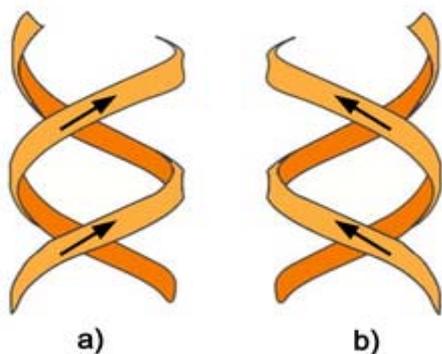
El ibuprofeno, analgésico de uso masivo, es quiral, y en las presentaciones de uso comercial se encuentra como mezcla racémica, es decir que ambos enantiómeros ingresan al organismo. Sin embargo no debemos alarmarnos, ya que mientras el S-ibuprofeno produce el efecto analgésico, el R-ibuprofeno es inactivo.

La efedrina tiene dos carbonos quirales, por lo que existen cuatro isómeros ópticos ( $2^2=4$ ). De hecho, dos de ellos, enantiómeros entre sí, son

efedrinas, mientras que los otros dos son llamados pseudoefedrina, y también son enantiómeros entre sí. En este caso, la quiralidad de los carbonos asimétricos genera drogas con acción farmacológica diferente.

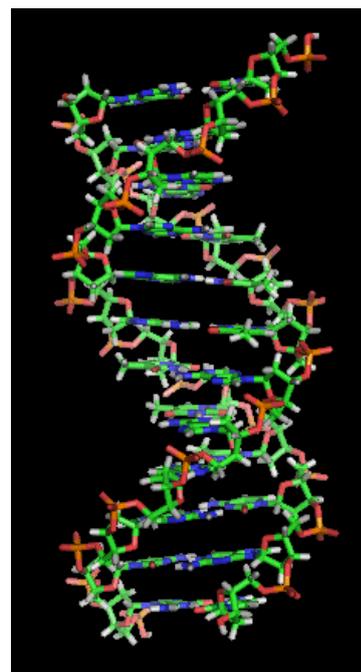
### ¿Siempre se debe a un carbono quiral?

Otro aspecto interesante es el que refiere a la causa molecular de la quiralidad. Hasta aquí hemos planteado al carbono quiral como único **centro estereogénico**, pero hay otras posibilidades. Cualquier otro átomo que tenga geometría electrónica tetraédrica puede originar una estructura quiral. Cumplen con este requisito el silicio, el nitrógeno, el fósforo, entre otros. Otro centro estereogénico puede ser el de ciertas moléculas rígidas formadas por anillos. Y una muy interesante es la que tiene que ver con moléculas enrolladas helicoidalmente, o simplemente hélices (en forma de resorte). Las hélices pueden ser levógiras o dextrógiras. Estos términos, aplicados a hélices, refieren a un significado distinto al que le veníamos dando. Aquí no se trata del efecto sobre la luz polarizada sino del sentido de enrollamiento. Una hélice es dextrógira si al recorrerla hacia arriba, gira hacia la derecha, y levógira, si lo hace hacia la izquierda.



Dobles hélices. a) dextrógira. b) levógira. Tomado de: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Levo\\_dextro.png?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Levo_dextro.png?uselang=es)

La palabra hélice remite inmediatamente al ADN y su famosísima doble hélice, estructura descubierta por Watson y Crick en 1953. El ADN, tal como aparece en todas las células está enrollado dextrógiramente, disposición conocida como ADN-B. Su imagen en el espejo es una doble hélice enrollada en sentido opuesto, es decir levógiramente, y así no existe.



ADN-B, doble hélice dextrógira. Tomado de: [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA\\_orbit\\_animated\\_static\\_thumb.png?uselang=es](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DNA_orbit_animated_static_thumb.png?uselang=es). Autor: Zephyris (Richard Wheeler) de [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Hay otras dos opciones estructurales para el ADN, pero que sólo existen en condiciones muy particulares: el ADN-A, dextrógira, y el ADN-Z, levógira. Otras hélices se dan naturalmente en las biomoléculas: la  $\alpha$ -hélice de la estructura secundaria de las proteínas (dextrógira), la triple hélice del colágeno (dextrógira, aunque cada hélice individual es levógira), la doble hélice de la  $\alpha$ -queratina (levógira, aunque cada hélice individual es dextrógira), la estructura helicoidal de la amilasa del almidón (levógira), los microfilamentos (dextrógiros), etc.

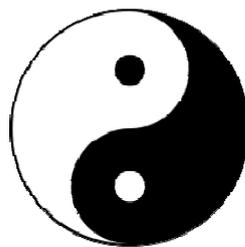
### ¿Discrimina siempre la naturaleza entre derecha e izquierda?

Por lo visto hasta aquí podríamos pensar que la naturaleza es especialmente delicada en cuanto a cuestiones de lateralidad, discriminando entre variantes zurdas y diestras de las moléculas. Podríamos vernos tentados a decir que la naturaleza abomina de la simetría total, creando estructuras asimétricas como los carbonos quirales y las hélices que ya hemos visto. Si ascendemos hacia estructuras macromoleculares, y más aún, hacia el mundo macroscópico, seguimos encontrándonos con asimetrías, o estructuras preferentemente izquierdas o

derechas. Vayan como ejemplos las conchas de los caracoles, algunos cuernos con aspecto de conos retorcidos, la disposición de las ramas a lo largo de un tronco, entre otros. Aún en los casos de simetría, ésta suele ser sólo superficial o aproximada, como lo son las dos mitades izquierda y derecha de nuestro cuerpo. Aunque tenemos órganos pares, casi simétricos como riñones y pulmones, sabemos que el corazón está inclinado hacia el lado izquierdo, al igual que el estómago, el páncreas, y el bazo, mientras que el hígado está a la derecha, al igual que el apéndice. Por su parte las curvas y contracurvas del intestino carecen de toda simetría. El cerebro tiene simetría morfológica, y cada hemisferio controla a la mitad contraria del cuerpo. Es característica la asimetría en algunas funciones, siendo el habla la más conspicua, con las áreas de Broca y de Wernicke en el hemisferio izquierdo. Por razones no del todo aclaradas, hay un predominio de diestros sobre zurdos, lo que ha llevado a la construcción de tornillos y sacacorchos dextrógiros. O implementos que requieren de un movimiento dextrógiro como abrelatas y sacapuntas. Si un niño zurdo hiciera el giro exactamente simétrico al que hace uno diestro para sacar punta a un lápiz, jamás lo lograría. Los niños zurdos deben conformarse con hacer el giro menos favorecido por los músculos del brazo, a menos que consigan... ¡un sacapuntas levógiro!... en una tienda especializada en productos para zurdos.

Yendo hacia lo submicroscópico, y descendiendo hacia el mundo de las partículas cuánticas, nos encontramos con el reino de la simetría. Allí, no existe la lateralidad, no hay ningún tipo de preferencia, ningún proceso puede discriminar entre derecha e izquierda. Es más, una vez que los físicos cuánticos captaron ese predominio total de la simetría, y lo incorporaron matemáticamente a sus teorías, pudieron predecir la existencia de partículas, que luego fueron descubiertas. Las violaciones a la simetría total son tan excepcionales que su descubrimiento terminó en sendos premios Nobel: a T. Lee y a C. Yang, en 1957, y a J. Cronin y a V. Fitch, en 1980. Es interesante

destacar que los dos primeros son científicos chinos, y ellos “vieron” lo que los físicos occidentales no pudieron. En el arte oriental destacan las asimetrías, como el “taijitu”, la representación más conocida del concepto taoísta de “El yin y el yang”.



“Taijitu”

A diferentes escalas la naturaleza ofrece estructuras y procesos tanto simétricos como asimétricos, en una composición que aún no hemos terminado de develar. Algunas asimetrías tuvieron que ver con el origen del universo. Otras, con el origen de la vida. Esas mismas asimetrías pueden afectar nuestra salud. Debemos esforzarnos por comprenderlas.

### Bibliografía

- Chemical Ideas. 2000. George Burton y otros. Heinemann Educational Publishers
  - Los dragones del Edén. 1979. Carl Sagan. Ed. Grijalbo.
  - Izquierda y derecha en el Cosmos. 1972. Martin Gardner. Ed. Salvat
  - [www.medtempus.com](http://www.medtempus.com)
  - <http://www2.uah.es/edejesus/lecturas/curiosidades/cur006.htm>
  - <http://www.unizar.es/icma/divulgacion/catalogadores.html>
  - <http://www.quiral.es/especular-L1.htm>
  - <http://quiralidadcb1.blogspot.com.ar/>
- [http://www.ucm.es/info/investig/divulgacion/Cristales\\_origen\\_vida.htm](http://www.ucm.es/info/investig/divulgacion/Cristales_origen_vida.htm)

*Volver*



## DIVERSIDAD QUÍMICA Y ESTRUCTURAL DE PAREDES CELULARES PRESENTES EN LOS SERES VIVOS

**Edgardo A. Hernández**

(Lic. en Ciencias Biológicas, docente de Biología CBC-UBA)

*Dentro de la diversidad de organismos vivos podemos encontrar varios grupos que poseen una pared celular que se localiza en el exterior de la membrana plasmática de la célula. Si bien su función es comparable, la estructura química es muy diferente*

Dentro de la diversidad de organismos vivos podemos encontrar varios grupos que poseen una pared celular que se localiza en el exterior de la membrana plasmática de la célula. Dichos organismos son los procariontes: bacterias y arqueas, y los eucariontes: plantas, hongos y algas.

La pared celular actúa como protección de los contenidos celulares, le da rigidez a la estructura celular, y es un compartimento en sí mismo. En los organismos multicelulares, como las plantas y los hongos, da soporte a los tejidos a modo de esqueleto y define la estructura del organismo.

La composición química de la pared difiere en cada grupo de organismos:

*Plantas*.....Celulosa, polisacáridos y proteínas

*Algas*.....Glicoproteínas y celulosa o ácido silícico.

*Hongos*.....Glucano, glicoproteínas y quitina

*Bacterias*.....Peptidoglicano

*Arqueas*.....Glicoproteínas, polisacáridos o pseudopeptidoglicano

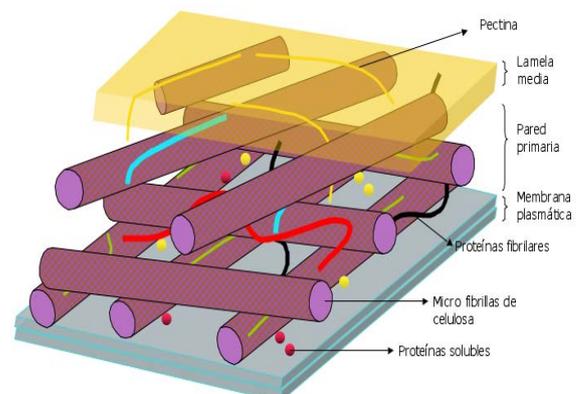
### Pared celular de plantas

La pared celular en las plantas posee tres estratos diferentes:

1- Pared primaria. Está en todas las células vegetales, su espesor es de 100 a 200 nm formada por 3 o 4 capas de microfibrillas cruzadas de celulosa en una matriz de proteínas fibrilares y solubles. Esta pared se crea en las células una vez está terminada su división.

2- Pared secundaria. Es la capa cercana a la membrana plasmática, se forma en algunas células una vez que se ha detenido el crecimiento celular y se relaciona con la especialización de cada tipo celular. Posee una alta proporción de celulosa, lignina y/o suberina.

3- Lámina media. Se encuentra en la unión de dos células, posee pectina y sustancias adhesivas

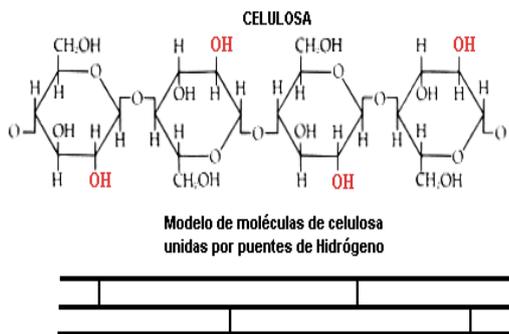


Esquema de la pared celular vegetal. Dibujo de Scuellar 2006

La pared celular de plantas está formada principalmente del polisacárido celulosa. La pared se forma por una estructura de red de microfibrillas de celulosa a la cual se unen proteínas estructurales embebidas en una matriz gelatinosa compuesta por otros carbohidratos y proteínas. La celulosa representa entre el 15% y el 30% del peso seco de la pared.

Las microfibrillas de celulosa se encuentran unidas por carbohidratos no fibrilares a los que se denomina genéricamente hemicelulosa, la cual está compuesta principalmente por xiloglicanos (XiGs) y glucuronarabinosilanos (GAXs). Además posee pectina, un polisacárido no

fibrilar, rico en ácido D galacturónico, heterogéneamente ramificado y muy hidratado.



*Estructura de química de la celulosa*

La pectina forma una matriz que determina la porosidad y el PH de la pared. Otros polímeros complejos que pueden formar parte de la pared son lignina y suberina. Se acumulan en algunas paredes secundarias y raramente en paredes primarias. La lignina es muy abundante en las células de la corteza de plantas leñosas, le confiere protección e impermeabilidad al agua. Por último podemos encontrar proteínas estructurales de estructura fibrilar que están glicosiladas en mayor o menor grado.

La pared celular vegetal se constituye durante la división celular, a partir de vesículas que provienen del aparato de Golgi y se localizan en el fragmoplasto que se forma durante la división celular.

### **Pared celular de las algas**

La pared celular de las algas está compuesta por carbohidratos como la **celulosa** y **glicoproteínas**. Diferentes grupos taxonómicos de algas poseen distintos polisacáridos que se usan como carácter para la taxonomía de algas. Las algas rojas (Rhodofitas) poseen polisacáridos sulfonados como la agarosa. Algunas algas verdes (Clorofitas) poseen microfibrillas de manosyl. Las algas pardas (Feofitas) presentan ácido alginílico. Las diatomeas sintetizan sus paredes celulares (también conocidas como frústulas o valvas) usando ácido silícico (específicamente ácido ortosilícico,  $H_4SiO_4$ ).



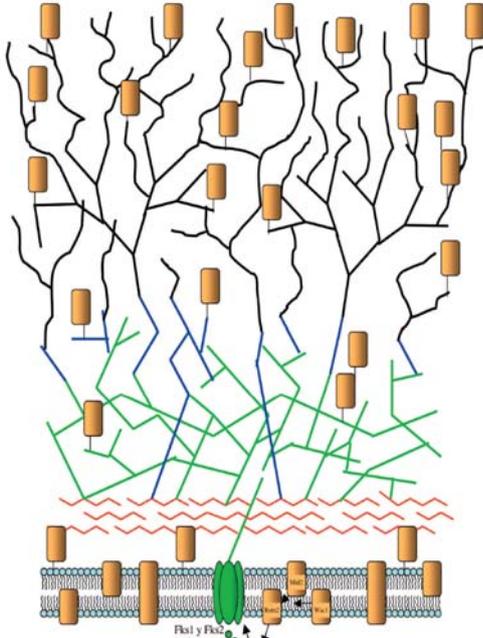
*Frústula de diatomea Pinnularia maior.*  
<http://museovirtual.csic.es>

### **Pared celular de los hongos**

En los hongos la pared celular está compuesta de polisacáridos como la quitina, el glucano y el manano o el galactomanano, y las glicoproteínas.

La quitina es un homopolisacárido que se sintetiza a partir de la polimerización de N-acetil glucosamina. La quitina se deposita en el espacio extracelular próximo a la membrana citoplásmica. El contenido de la quitina varía entre distintas especies de hongos, varía entre el 10-25% del peso seco de la pared. El glucano es el polisacárido estructural más importante de la pared y representa el 50-60% del peso seco de esta estructura. La mayoría de los polímeros de glucano están compuestos de unidades de glucosa con uniones  $\beta$ -1,3 (65-90%), aunque también hay glucanos con otro tipo de enlaces glicosídicos ( $\beta$ -1,6;  $\beta$ -1,4). El  $\beta$ -1,3-D-glucano es el componente estructural más importante de la pared, al que se unen covalentemente otros componentes de esta estructura. Forma una estructura ramificada la cual puede unirse a otros glucanos, a la quitina o a las proteínas, lo que da una gran resistencia mecánica a la pared. La enzima responsable de su síntesis es la  $\beta$ -1,3-D-glucano sintetasa, que es una enzima de membrana. Por último las glicoproteínas representan el 20-50% del peso seco. Tienen diversas funciones, participando en el mantenimiento de la forma celular, interviniendo en los procesos de adhesión, protegiendo a la célula de sustancias extrañas, participando en la

absorción de moléculas, transmitiendo señales al citoplasma y sintetizando los componentes de la pared.



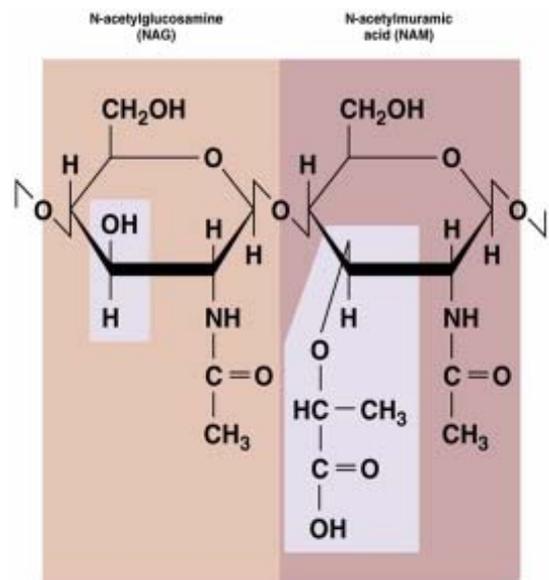
Esquema de la pared celular de *S. cerevisiae* y *C. albicans*. Los polisacáridos de la pared están representados en diferentes colores: quitina (rojo)  $\beta$ -1,3-D-glucano (verde),  $\beta$ -1,6-D-glucano (azul) y mananos (negro). Las proteínas están representadas por rectángulos de color naranja. Las subunidades de la  $\beta$ -1,3-D-glucan sintetasa en la membrana plasmática están coloreadas en verde. Pontón 2008.

## Pared celular de bacterias

Se pueden dividir a las bacterias en dos grandes grupos de acuerdo con la respuesta que la pared celular da a la tinción de Gram, desarrollada por Hans Christian Gram (1853-1938), en **Grampositivos** y **Gramnegativos**.

La pared es una estructura compleja formada por **peptidoglicanos** (mureína o glucopeptido), cuyo componentes básicos son: N-acetilglucosamina (NAG) y El N-acetilmurámico (NAM). Estos compuestos se unen a un tetrapéptido compuesto por aminoácidos que se alternan en sus configuraciones L y D. Algunos de estos aminoácidos como, el D-glutamato, D-alanina y el ácido mesodiaminopimelico solo están en estos péptidos de las paredes de bacterias.

El **peptidoglicano** representa el 5-20 % de la composición de la pared de las bacterias Gramnegativas y el 90 % en las Grampositivas.



Componentes del Peptidoglicano

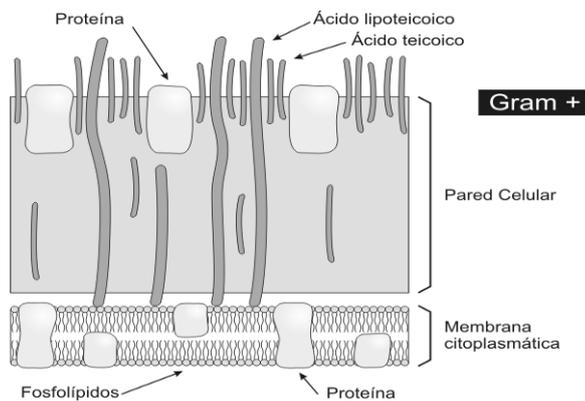
En cuanto al grosor de la pared difiere en ambos grupos. En las bacterias grampositivas es una capa densa de 50-100 moléculas de peptidoglicanos en cambio en las gramnegativas su espesor es de solo una o dos moléculas.

Si observamos la pared de las bacterias Gram negativas al microscopio electrónico podemos observar 3 zonas:

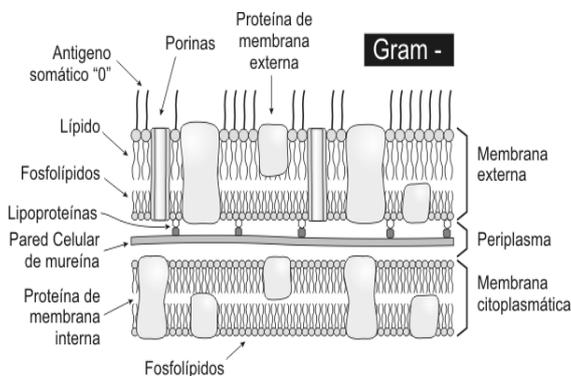
1. La membrana citoplasmática.
2. El espacio periplasmático, ubicado entre la membrana y una capa fina de peptidoglicano.
3. Membrana externa que contiene fosfolípidos, el lipopolisacárido (LPS) característico de estas bacterias y proteínas de la membrana externa estrechamente unida al peptidoglicano.

Las bacterias Gram positivas poseen una gruesa capa de peptidoglicano en forma de múltiples capas. Unidos a él se encuentran los ácidos teicoicos, que son polisacáridos que se unen al ácido N-acetil murámico del peptidoglicano. Algunos ácidos teicoicos tienen unido un lípido (ácidos lipoteicoicos). Los ácidos lipoteicoicos están embebidos en la membrana citoplasmática por su porción lipídica. Los ácidos teicoicos tienen por función estabilizar la pared. La superficie externa del peptidoglicano de las bacterias Gram positivas está usualmente cubierta de proteínas.

En cuanto a las funciones de las paredes celulares de bacterias podemos decir que le da la forma a la célula, la protege de cambios de presión osmótica, además posee determinantes antigénicos característicos de cada grupo de bacterias



Esquemas de paredes celulares bacterianas Gram positivas  
Tomado de <http://genomasur.com>



Esquemas de paredes celulares bacterianas Gram negativas.  
Tomado de <http://genomasur.com>

## Paredes de las arqueas

Pocas son las arqueas que han sido aisladas y cultivadas por lo que no se conoce la generalidad de las paredes celulares de este recientemente descubierto Dominio de la vida (<http://www.elementalwatson.com.ar/revista7-prot.pdf>)

En arqueas no podemos hablar de Gram- y Gram+, aunque todas se comportan cuando se realiza la tinción como Gram-. Las paredes en arqueas se componen en general de proteínas de superficie que forman una capa S, que es una agrupación rígida como una cota de malla que cubre el exterior celular. En los géneros *Methanosarcina* y *Halococcus* la capa S se encuentra rodeada de metanocondroitina, un polímero a base de N-acetil-galactosamina, glucurónico, glucosa y manosa. Carecen de peptidoglicanos, algunas poseen pseudopeptidoglicanos (como las metanógenas), siendo este polímero diferente al peptidoglucano ya que carece de aminoácidos y ácido N-acetilmurámico. Los miembros del orden Methanobacteriales poseen una pared de pseudomureína, un extraño peptidoglucano no basado en NAM. Consiste en un esqueleto de unidades repetitivas de NAG unidas por enlace  $\beta(1\rightarrow3)$  con N-acetil-talosaminourónico (NAT, un azúcar exclusivo de estos organismos). El grupo -NH<sub>2</sub> del NAT va unido a su vez con un tetrapéptido, pero en éste sólo participan aminoácidos de la serie L. Sin embargo algunas arqueas carecen de pared celular como *Thermoplasma* y *Ferroplasma*, lo que las hace parecidas al reino animal, cuyas células carecen de pared celular.

## Bibliografía

- *La pared celular de los hongos y el mecanismo de acción de la anidulafungina*. José Pontón. Rev Iberoam Micol. 25: 78-82. 2008.
- *Brock. Biología de los microorganismos*. Michael Madigan, John Martinko y Jack Parker. Prentice Hall Iberia. 1999.
- *Growth of the plant cell wall*. Daniel J. Cosgrove. Nature Reviews. 6: 850-861. 2005.

**Volver**

Comunicate con nosotros!!!

Correo de lectores: [revista\\_elementalwatson@yahoo.com.ar](mailto:revista_elementalwatson@yahoo.com.ar)



## SOBRE PROTEÍNAS, CHAPERONAS Y FORMAS

**Marcela F. Bolontrade y Enrique G. Fernández**

(Dra. en Cs. Biomédicas, Investigadora CONICET, docente UB –  
Lic. en Ciencias Biológicas, docente de Biología CBC-UBA)



*La forma de las proteínas es crucial para su funcionamiento, pero no depende sólo de la secuencia codificante en el ADN, sino de su compleja forma tridimensional que se adquiere durante la síntesis. Para controlar ese proceso las células tienen un sistema de comunicación químico complejo y fascinante. La incorrecta resolución de este proceso, desencadena en enfermedades de complejo análisis.*

Las proteínas son una pieza clave en los organismos vivos, ejerciendo múltiples funciones, ya sean regulatorias, enzimáticas, estructurales, de transducción de señales, etc. Sabemos que las proteínas se sintetizan por medio de una maquinaria celular altamente regulada que permite que la información codificada en los ácidos nucleicos se traduzca efectivamente en el producto final proteína.

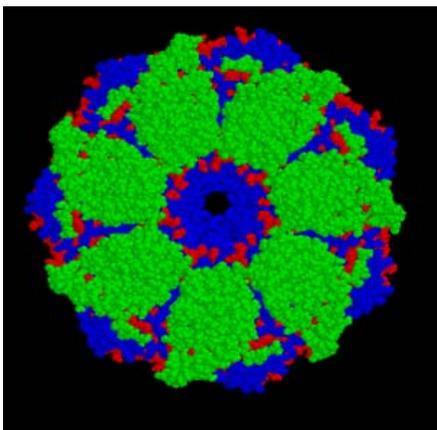
Pero la historia no es tan simple. La forma espacial de las proteínas es determinante para el correcto funcionamiento celular, pero para llegar a una estructura tridimensional funcional capaz de reconocer químicamente a otras estructuras tridimensionales (léase interacción proteína-proteína, proteína- otra biomolécula) y capaz de desencadenar una respuesta química que afecte a la célula y a su entorno, hay que recorrer un largo camino.

Algunas veces, existen mutaciones que provocan en una proteína un cambio conformacional, que si bien no es letal en lo inmediato puede afectar seriamente la funcionalidad de esa proteína y la calidad de vida. Tal es el caso de la anemia drepanocítica o falciforme, en la cual el cuerpo produce glóbulos rojos con una morfología defectuosa, ahusada en lugar de redondeada. Esta patología está relacionado con la producción de un tipo anormal de la proteína hemoglobina debido a una mutación puntual que produce el reemplazo de un aminoácido hidrofílico (ácido glutámico) por uno hidrofóbico (valina), lo cual es suficiente

para inducir el cambio conformacional en la hemoglobina que termina distorsionando el glóbulo rojo, disminuyendo su elasticidad y también produciendo su ruptura prematura. Asimismo, una mutación puntual en la proteína p53, que determina un plegamiento incorrecto y falta de funcionalidad en la proteína, está asociada a numerosos tipos de cáncer ya que p53 participa en el control de la división celular y en el desencadenamiento de la muerte celular programada frente a un daño celular.

Ahora bien, no solo las mutaciones pueden provocar cambios en la forma y correcta función de las proteínas; pequeñas variaciones en el microambiente en el que se encuentra la célula (como cambios de PH o presencia de radicales libres) pueden afectar el correcto plegamiento de las proteínas durante su síntesis. De este modo, durante la síntesis de proteínas complejas, desde que aparece el principio de la cadena de aminoácidos que resultará en una proteína funcional, entran en juego unas proteínas especiales llamadas chaperonas que van chequeando que el péptido naciente se pliegue de modo correcto. Las chaperonas no sólo asisten en el plegamiento, sino que también interaccionan con subunidades proteicas que se acaban de sintetizar, de este modo estabilizándolas y evitando que interaccionen entre sí formando agregados proteicos no funcionales. De este modo, se trata de corregir errores de plegamiento por medio de estas asistentes llamadas chaperonas. Las chaperonas despliegan zonas de la proteína que presentan

plegamientos incorrectos, permitiendo que vuelva a plegarse, y también estabilizan transitoriamente zonas de la proteína uniéndose a ella, facilitando la interacción entre aminoácidos que de otro modo no hubiese ocurrido. ¿Cómo es que las chaperonas son capaces de detectar un error en el plegamiento? Reconociendo zonas de aminoácidos hidrofóbicos, incorrectamente expuestos. Y ni que hablar si la proteína que se sintetiza presenta glicosilaciones: chaperonas especiales se encargaran de “leer” al péptido naciente en el contexto de los hidratos de carbono que se estén adicionando, y leerán y chequearan que la estructura 3D sea correcta; hasta tanto esto no se logre, las chaperonas seguirán chequeando, y solo permitirán que se siga sintetizando la proteína si verifican que la estructura conformacional es adecuada. Si no, la proteína defectuosa será degradada. Pero como tomar esta última decisión es energéticamente muy costoso para la célula, hay situaciones en que esta acumula proteínas mal plegadas. Si esta acumulación ocurre por un período corto de tiempo, lo más probable es que no haya consecuencias graves. Pero si esta acumulación de proteínas mal plegadas persiste en el tiempo, por ejemplo debido a un stress oxidativo crónico que esté afectando a la célula, la decisión de esta última de no degradar su producto proteico mal plegado podría tener consecuencias nocivas.



*Las bacterias también poseen chaperonas.  
Vista cenital del complejo de las chaperonas  
GroES/GroEL bacterianas.*

¿Cómo se logra este control? Concentrémonos en un compartimiento especializado de la célula eucarionte encargada

de sintetizar glicoproteínas: el retículo endoplasmático granuloso (REG). El aspecto granuloso de esta zona de endomembranas está dado precisamente por la presencia de los ribosomas que se “apoyan” en el lado citoplasmático del retículo; estos ribosomas llegaron allí porque un complejo de traducción ribosoma-ARNm-proteína, se encontró con una señal en la proteína naciente: la secuencia o péptido señal. Ante esta señal en la proteína naciente, otra proteína llamada partícula de reconocimiento de la señal o SRP se acopla al complejo de traducción, y el proceso de síntesis se frena momentáneamente permitiendo que el complejo se apoye en el REG, de modo que la proteína ira naciendo hacia el interior del REG. A medida que “nace”, esta proteína ira sufriendo la incorporación de hidratos de carbono de una forma altamente controlada. La adición de estos azúcares no sólo controlará la forma o estructura 3D de esta proteína, sino que las chaperonas que residen en el REG se valdrán de estos residuos de hidratos de carbono para indicar químicamente al sistema si la proteína puede salir del REG hacia Golgi, o si debe quedarse momentáneamente, hasta que se arregle, o para siempre... (ya veremos qué es esto), o si sale del REG pero hacia el proteasoma, donde será degradada.

¿Cómo se da este proceso, y qué significa que hay situaciones en donde un control excesivo puede llevar a una acumulación proteica “para siempre”? Dijimos que tiene un alto costo energético para la célula dar de baja a una proteína con un error en el plegamiento, enviarla a degradarse al proteasoma, y sintetizar la misma proteína desde 0 (“de novo”). En el REG, las chaperonas calnexina y la calreticulina interactúan químicamente con la glicoproteína que se está sintetizando, de modo que la interacción química es no sólo con la parte proteica si no también con la parte de hidratos de carbono que se están adicionando, los cuales funcionan como un sistema de etiquetado químico, con etiquetas de glucosas y manosas entre otros azúcares, que permite que las chaperonas y otras proteínas en el REG evalúen si la proteína tiene posibilidades de seguir su camino de síntesis o si es expulsada del REG

para ser degradada en el citosol por el proteasoma. Así, si las chaperonas interactúan con una glicoproteína que se está plegando correctamente, el “etiquetado” con glucosas y manosas determinará que la glicoproteína salga del REG hacia el Golgi, si las chaperonas interactúan con una glicoproteína que se está plegando incorrectamente, este “etiquetado” con glucosas y manosas será diferente y eventualmente determinará que la proteína mal plegada sea degradada.

Ahora bien, si el estímulo de stress que induce un plegamiento incorrecto en la glicoproteína, continúa en el tiempo tornándose crónico, y la célula (utilizando a las asistentes calnexina y calreticulina del REG) decide que hay que seguir intentando corregir el error, puede ocurrir una acumulación de proteínas mal plegadas en el REG. Esto no es bueno. El sistema está diseñado para trabajar de modo eficiente cuando el estímulo de stress no es crónico, de modo de dar oportunidad a la corrección de errores sin la acumulación de especies proteicas mal plegadas. El stress puede ser oxidativo, metabólico, calórico, entre otros. En el caso del stress calórico, intervienen chaperonas llamadas “heat shock proteins” (HSP) que se activan a altas temperaturas, interaccionando con proteínas parcial o totalmente desnaturalizadas, de modo que la interacción HSP-proteína previene la acumulación de agregados proteicos.

Si se acumulan proteínas mal plegadas, pueden quedar expuestas regiones de aminoácidos hidrofóbicos que estarían en la zona interna de la proteína en condiciones normales. Esas regiones hidrofóbicas expuestas comenzarán a interactuar entre sí, con la consecuente formación de un aglomerado proteico, enorme para la célula, y que ya no podrá ser degradado por el proteasoma. En este sentido este aglomerado proteico es tóxico para la célula: puede imposibilitar a los proteasomas celulares disponibles para cumplir su función correctamente con otras proteínas que sí podrían ser degradadas. A esto nos referíamos antes con una acumulación “para siempre...”: una

acumulación que ya no podrá ser corregida fácilmente.

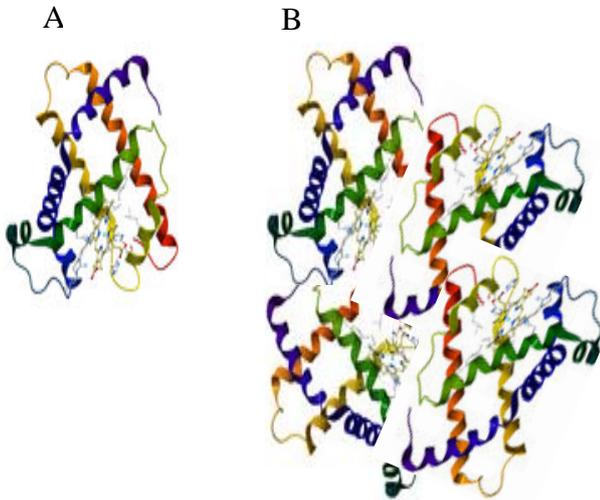


*Plegamiento proteico erróneo y formación de fibras amiloides en enfermedad de Alzheimer.*

Existen patologías en donde se observan inclusiones en las células. Entre estas patologías figuran la enfermedad de Alzheimer (AD) y la enfermedad de Parkinson (PD). Estas enfermedades tienen en común el hecho de afectar al sistema nervioso, y el hecho de que las inclusiones observadas sean acumulaciones proteicas; por ejemplo, el péptido A $\beta$  es un componente de las placas amiloides que se encuentran en el cerebro de los pacientes con Alzheimer. Aunque la acumulación proteica no sería el desencadenante de estas enfermedades, sino un paso entre tantos en su desarrollo, el ejemplo nos indica la importancia de la regulación de la conformación de las proteínas. Más que nada, esta acumulación proteica es la evidencia de un stress crónico en la célula.

En estas patologías, un factor común es el hecho de que algunas proteínas celulares sufrieron un cambio conformacional, que las hizo asociarse entre ellas, aglomerarse como inclusiones e ir acumulándose lentamente como depósitos en los tejidos en los que residen estas células. Algunos investigadores las clasifican, por este motivo, como “enfermedades conformacionales”. Hay autores que proponen a la Diabetes mellitus tipo II (T2DM) como una “enfermedad conformacional”, ya que se observan acumulaciones de un polipéptido (IAPP, Islet amyloid polypeptide) en las células beta pancreáticas: éstas células son sensibles al stress oxidativo y a la alta producción de insulina, factores que terminarán afectando los procesos de control de calidad del plegamiento

proteico en el REG, y que llevarán eventualmente a la acumulación de especies proteicas mal plegadas.



A. Proteína con error en su plegamiento exponiendo regiones hidrofóbicas. B. Agregado proteico no funcional a consecuencia de la interacción entre zonas hidrofóbicas de proteínas con plegamiento erróneo.

Así, al ser la forma de una proteína importantísima para su función, se fueron desarrollando a lo largo de la evolución sistemas de control para chequear que la forma de las proteínas que se estén sintetizando sea correcta. Sin embargo, en ocasiones el sistema de control celular se ve saturado por un stress crónico y no puede solucionar los errores conformacionales de las proteínas. Vemos entonces que la forma de las proteínas es crucial, pero no depende sólo de la secuencia codificante en el ADN (como es el caso de la anemia drepanocítica), sino de alteraciones de la forma tridimensional durante la síntesis: a medida que la proteína se sintetiza en el complejo de traducción, debe controlarse exhaustivamente su conformación para lo cual las células tienen un sistema de comunicación químico complejo y fascinante. La correcta síntesis de proteínas tiene muchas más facetas que las que van de la secuencia codificante en el ARN hasta la traducción en aminoácidos.

## Bibliografía

- Chaudhuri T. K. and Subhankar P. Protein-misfolding diseases and chaperone-based therapeutic approaches. FEBS Journal 273:1331–1349. 2006.
- Hartl U.F., Bracher A. and Hayer-Hartl M. Molecular chaperones in protein folding and proteostasis. Nature 475: 324-332. 2011.
- Hetz C.A. and Soto C. Stressing Out the ER: A Role of the Unfolded Protein Response in Prion-Related Disorders. Curr Mol Med. 6(1):37–43. 2006.
- Macario A.J.L., Cappello F., Zummo G., and Conway de Macario E. Chaperonopathies of senescence and the scrambling of interactions between the chaperoning and the immune systems. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1197: 85–93. 2010

***Volver***

*Comunicate con nosotros!!!  
Correo de lectores:  
revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*

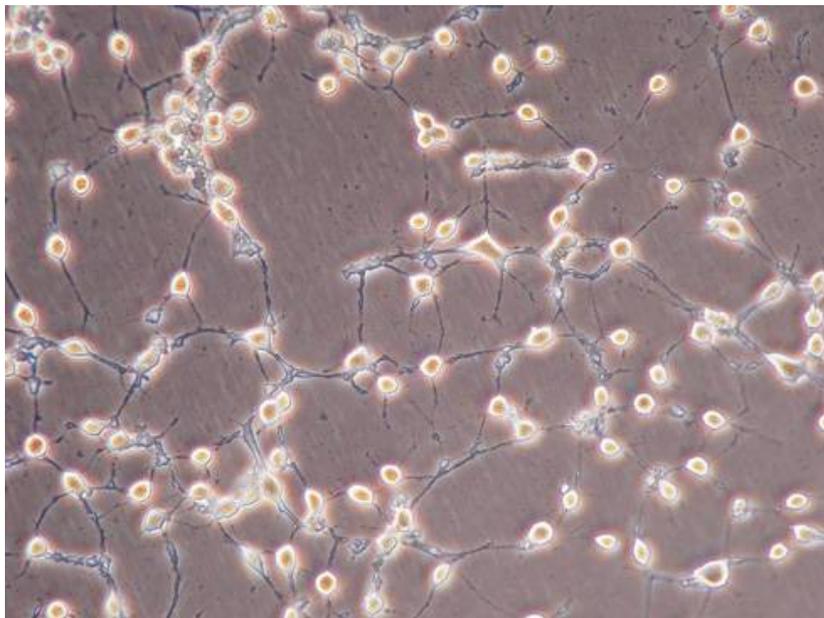
## EL EFECTO DE LOS METALES EN ENFERMEDADES NEURONALES

**Marcelo C. Tedesco- Karina Cuchereno**

Universidad Nacional del Sur

Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia

*Se desconoce la causa por la que metales como el hierro y el cobre se acumulan en el cerebro de enfermos de Parkinson y Alzheimer. Es por esto que un grupo de investigadoras del Conicet analiza los motivos de esta acumulación e indaga en su vínculo con el funcionamiento neuronal. Los resultados del proyecto podrían contribuir a la comprensión de los mecanismos que operan en las enfermedades neurodegenerativas.*



En la nota anterior desarrollada por los biólogos M. Bolontrade y E. Fernández, veíamos que un mal plegamiento proteico puede ser causa (o consecuencia) de enfermedades tales como Parkinson ó Alzheimer. Pero este artículo, nos lleva a reflexionar que no solo las biomoléculas orgánicas juegan un papel crucial en el funcionamiento celular. Aquí conoceremos el posible rol de los iones en el desarrollo de este tipo de enfermedades.

Y como un plus adicional, te acercamos que hacen jóvenes investigadores en rincones distantes de Buenos Aires. Para tener muy en cuenta

### Entrando en tema

¿Por qué hay cantidades anormales de hierro y cobre en los cerebros de enfermos de Parkinson o Alzheimer? ¿Cómo afectan estos a la comunicación y las señales entre las neuronas? Esto es lo que analiza un grupo de investigadoras del Instituto de Investigaciones Bioquímicas de Bahía Blanca (INIBIBB). Desde hace algunos años, el equipo trabaja en la temática de los metales de transición (hierro, cobre) como una de las causas implicadas en la pérdida de la funcionalidad y muerte de las neuronas.

La bioquímica Gabriela Salvador, investigadora adjunta del Conicet y directora del proyecto, nos dice que “las enfermedades neurodegenerativas son comunes entre personas adultas mayores de 65 años, y se ha detectado

que quienes padecen Parkinson o Alzheimer tienen mayor cantidad de esos metales en regiones específicas del cerebro. Nuestra idea es conocer la causa de esa acumulación y cómo se relaciona con el funcionamiento neuronal”.

En el laboratorio del Instituto las investigadoras trabajan con neuronas provenientes de bancos de células y diferentes tejidos de animales de experimentación en las que generan modelos donde simulan las condiciones neurodegenerativas mencionadas. De esta manera, estudian los procesos por los cuales la presencia de un exceso de metales genera disfunción y muerte neuronal. El principal interés del grupo es detectar las señales que participan en los procesos de protección contra estos agentes.

“La acumulación de los metales de transición se da porque existe una alteración de múltiples mecanismos celulares, desbalances que pueden causar efectos tóxicos que dañan a todos los componentes de la célula, incluso a las proteínas, los lípidos y el ADN y está asociada a la aparición de estrés oxidativo. Entre los factores que generan estrés oxidativo figuran los hábitos alimenticios, el alcohol, el estrés, el humo de tabaco, la depresión, la ansiedad, la contaminación y el sedentarismo” explica la investigadora.

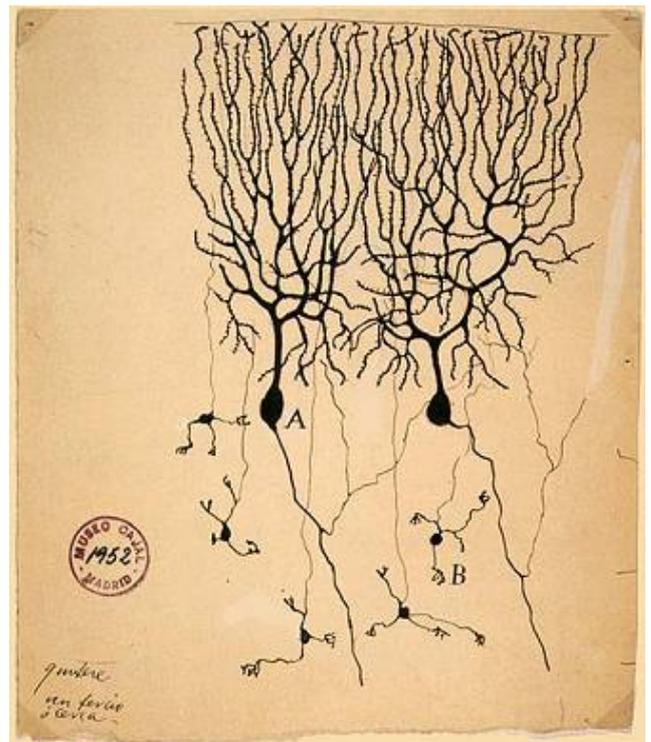
El mal de Alzheimer, también denominado demencia senil de tipo Alzheimer, es una enfermedad neurodegenerativa, que se manifiesta como deterioro cognitivo y trastornos conductuales. Se caracteriza en su forma típica por una pérdida progresiva de la memoria y de otras capacidades mentales, a medida que las células nerviosas (neuronas) mueren y diferentes zonas del cerebro se atrofian. La EA es la forma más común de demencia, y aparece con mayor frecuencia en personas mayores de 65 años de edad.

La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo crónico que conduce con el tiempo a una incapacidad progresiva; es producido por la destrucción, por causas aún desconocidas, de las neuronas pigmentadas de la sustancia negra (región especial del cerebro donde se produce el neurotransmisor dopamina).

Esta enfermedad representa el segundo trastorno neurodegenerativo por su frecuencia, situándose únicamente por detrás de la enfermedad de Alzheimer. Está extendida por todo el mundo y afecta tanto al sexo masculino como al femenino.

Otras enfermedades invalidantes que transcurren con el aumento de metales como el hierro y, consecuentemente, incrementos en los niveles de estrés oxidativo, son ciertas patologías de la retina, como la degeneración macular. De aquí surge el uso de terapias antioxidantes para la prevención y el tratamiento de muchos de estos desórdenes. Salvador afirmó que estas enfermedades neurodegenerativas “son fallas del metabolismo, muchas tienen un componente hereditario y no se ha podido asegurar que en su desarrollo no influyan aspectos externos”.

### Las neuronas, clave



Dibujo de Santiago Ramón y Cajal de las neuronas del cerebelo de una paloma (A) Célula de Purkinje, un ejemplo de neurona bipolar (B) célula granular que es multipolar.

A diferencia de la mayoría de las células que tienen una duración de vida bastante corta, las células nerviosas que se generan en el feto o poco tiempo después del nacimiento viven mucho tiempo. Las neuronas cerebrales pueden vivir hasta 100 años o más. En un adulto, cuando

las neuronas mueren debido a enfermedades o lesiones, por lo general, son reemplazadas por otros tipos celulares, que no pueden llevar a cabo la función de las neuronas. Para evitar su muerte, las neuronas deben recurrir a mecanismos de protección y reparación.

Las neuronas son las células más evolucionadas y especializadas de nuestro organismo, y presentan capacidades muy sofisticadas de adaptación de sus funciones. Baste recordar que las funciones específicas de conjuntos de neuronas ubicadas en distintas regiones del cerebro, llevadas a cabo de manera organizada, dan como resultado la realización de funciones cerebrales de rango superior que, en su conjunto, son las característica más sobresalientes del ser humano: la mente.

Sin embargo, las neuronas tienen dos importantes desventajas frente a la mayor parte de las restantes células de nuestro organismo: no pueden dividirse y dar lugar a otras células hijas más jóvenes y totalmente funcionantes, ni tienen gran capacidad para eliminar sus partes dañadas o inútiles y recuperarse hasta su total integridad.

### **La investigación**

El trabajo de investigación no tiene un plazo definido, y los hallazgos del desarrollo del proyecto podrían contribuir a entender los mecanismos que operan en las enfermedades

neurodegenerativas. Salvador aclaró que se puede arribar o no a resultados satisfactorios, que esto es parte de la investigación básica científica y destacó que la investigación básica se considera el sustento de la aplicada. La integración de las dos en un determinado tema puede llevar muchos años e involucrar el trabajo multidisciplinario de distintos grupos de investigación. Además se permitió citar una frase del doctor Andrés Stoppani: “Hay que ser, en investigación, tenaces y persistentes y no juzgar la trascendencia de un descubrimiento por la moda ni por su valor inmediato”.

Por este proyecto la investigadora recibió el premio estímulo “Dr. Andrés Stoppani” para investigadores menores de 40 años, de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en 2009.

Esta nota se reproduce por gentileza del portal Argentina investiga (Infouniversidades).  
Para mayor información

*Marcelo C. Tedesco*  
*prensa@uns.edu.ar*  
*Karina Cucherenó*  
*Dirección de Prensa y Ceremonial*  
*Universidad Nacional del Sur*

*Volver*

*Comunicate con nosotros!!!*  
*Correo de lectores:*  
*revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*



## BIOMOLECULAS VEGETALES: EN LA COMIDA, EN LA MEDICINA, EN TODO....

María del Carmen Banús

(Lic. en Ciencias Biológicas, coordinadora de Cátedra,  
docente de Biología del CBC y artista plástica)

*En el n° 3 de nuestra revista (<http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%203%20%28P%29.pdf>) te hablamos de la importancia de la biodiversidad, y entre otras cosas, mencionábamos la importancia de los vegetales no solo como fuente de alimentos para el hombre, sino como fuente de medicamentos naturales. Hoy analizaremos mas en detalle cuales son algunas de las biomoléculas responsables de esas características.*

¿Fuerzas sobrenaturales?, ¿brujos?, ¿chamanes? Nada de eso, simplemente moléculas naturales con principios bioactivos. Los vegetales poseen algunas biomoléculas que purificadas y concentradas ejercen efectos curativos, que parecen milagrosos, pero que son simplemente interacciones moleculares. En otros casos, las moléculas encontradas, ligeramente modificadas por mecanismos de laboratorio, potencian sus efectos y mejoran los resultados. Algunos de sus efectos son acción antiinflamatoria, vasodilatadora, antiviral, etc. El resurgimiento de las terapias alternativas y complementarias a la medicina tradicional, también reposiciona a los vegetales de interés medicinal en el mundo científico.

### Un poco de historia

Desde tiempos inmemoriales, 60.000 años atrás, el hombre ha descubierto el poder curativo de algunas plantas, ya que solo los elementos naturales que lo rodeaban podían satisfacer sus necesidades.

Los egipcios dejaron cuenta de este uso en un documento impreso, el Papiro de Ebers, redactado alrededor del 1550 a.C., donde aparecen una extensa lista de plantas medicinales que se utilizan aún hoy en día como el opio y el aloe.

También en la India, la medicina Ayurveda, menciona el empleo de las hierbas medicinales estableciendo verdaderos rituales para la recolección de las plantas.

El primer escrito de naturaleza científica en la época clásica es De Materia Médica, escrita por el médico griego Dioscórides, quien trabajando como botánico, estudió las propiedades de más de 600 plantas y sus principios químicos y su obra sirvió de referencia hasta el siglo XV.

Las obras de Hipócrates, Dioscórides y Galeno entran en la Europa medieval y ya en el renacimiento, la escuela de Salerno, debe su celebridad a la obra *Regimen Sanitatis Salernitatum* sobre las virtudes medicinales de las plantas.

Por otra parte, las civilizaciones Prehispánicas de América también hacían uso de las plantas con propósitos curativos, conocimiento que llega a Europa con los viajes de los colonizadores. Aztecas, Mayas e Incas tenían extensas farmacopeas. Los chamanes o curanderos eran los que tenían el poder de utilizar la magia y las plantas medicinales para curar las enfermedades.

Cuenta la leyenda, que en la región de Perú, un árbol gigante caído por una tormenta en un charco de agua, fue enriqueciendo el agua con las sustancias presentes en la corteza. Un indio, que pasaba por el lugar, bebió el agua, se desmayó y al despertarse, había curado su fiebre, originada por la malaria. Así fue como los indígenas descubrieron sus propiedades curativas. La esposa del Virrey del Perú habría sanado también utilizando la corteza de este árbol y fue así como en 1630, la cinchona fue

una de las primeras plantas medicinales en cruzar el Atlántico hacia España. En 1672 cobra popularidad por ser utilizada para curar al rey Carlos II de una fiebre persistente.

Es recién en 1803 que comienzan a aislarse los primeros alcaloides como la quinina, la cinchonina y la morfina.

La aspirina, creada por Bayer en 1899, es la primera droga semisintética, aunque su principio activo, también se conocía desde mucho tiempo atrás y se encuentra presente en la corteza del sauce.

### Aprendiendo a cuidar la riqueza

Solo el 10 % del total de las plantas que se estima existen en el planeta, han podido ser evaluadas para descubrir si poseen principios activos con fines terapéuticos. Pero según la Union Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), más de 15.000 plantas medicinales se encuentran amenazadas de extinción, formando parte de la Lista Roja. Si este ritmo se mantiene en el tiempo, se agotaran los recursos antes de que podamos comprobar si poseen o no efectos beneficiosos para la salud.

### Algunos ejemplos conocidos

#### Ajo (*Allium sativum*):

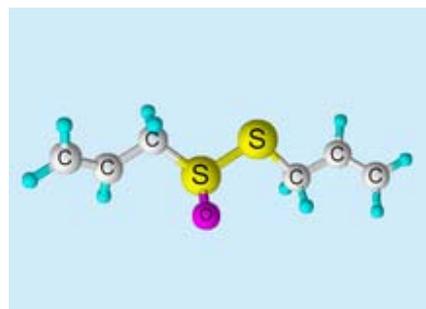
Se lo utiliza por sus propiedades hipotensoras, hipocolesterolemiantes, diuréticas, antisépticas y antifúngicas. Además, se le atribuyen beneficios como antiagregante plaquetario, hipoglucemiante y antiateromatoso.



Los principales beneficios del ajo consisten en favorecer la circulación de la sangre, actuar como bactericidas, poseer propiedades balsámicas, antisépticas y expectorantes y favorecer la digestión, ya que estimula la función

hepatobiliar y pancreática, además de ser antiparasitario intestinal (efectivo sobre *Enterobius vermicularis*, pequeños gusanos blancos que provocan picor anal en los niños).

Pero, ¿cual es su principio activo? Posee aliína. Que es un sulfóxido que se encuentra naturalmente en el ajo fresco. Es un derivado del aminoácido cisteína. Cuando se corta o machaca el ajo fresco, este compuesto entra en contacto con la enzima aliinasa y se convierte en alicina (principal responsable del aroma del ajo), que contiene sulfuro de hidrógeno el cual facilita la distensión de las membranas celulares vasculares disminuyendo de este modo la presión sanguínea y favoreciendo la circulación y el transporte de oxígeno (propiedad hipotensora)



En cambio si el ajo es cocinado, este compuesto se destruye. En el proceso de cocción se liberan compuestos diferentes, como la adenosina y el ajoeno, que poseen cualidades anticoagulantes y, se supone, reducen el nivel de colesterol, ya que ha sido puesto en dudas la capacidad del ajo para reducir el LDL colesterol (lipoproteína de baja densidad o "colesterol malo") en la sangre y la formación de ateromas.

#### Gingo (*Ginkgo biloba*)

El Gingo es un autentico "fósil viviente", como lo calificara Darwin; vegetaron en los últimos periodos de la Era primaria y desaparecieron con el Plioceno, subsistiendo únicamente esta especie. Curiosamente, su supervivencia se debe al cultivo especialmente en Japón, Corea y sudeste de Francia, y como árbol ornamental, se halla extendido por los parques de diversas zonas europeas.

Los principios activos, presentes en sus hojas, contienen 2 componentes bioactivos principales, glucósidos flavonoides y lactonas de terpeno,

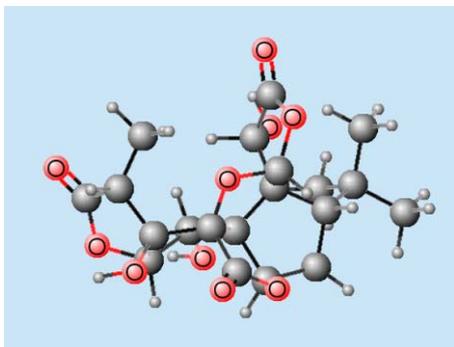
junto con el ácido ginkgólico tipo A, B y C. Dichas sustancias tienen propiedades neuroprotectoras, anticancerígenas y cardioprotectoras; mejoran la tensión nerviosa y la memoria.



*Ginkgo-Blaetter.*

El extracto de Ginkgo biloba, por su acción antioxidante neutraliza los radicales libres de oxígeno e hidroxilo que se ven aumentados en la isquemia de los tejidos. Las membranas vuelven a ser permeables para permitir a las neuronas cumplir con su acción de nutrimento, por lo que se favorece la captación de glucosa, se normaliza el consumo de oxígeno y se aumenta la síntesis de ATP.

Los ginkgólidos del tipo B, poseen un gran efecto antagonista del receptor del Factor Activador de las Plaquetas, un glicerofosfólido, lo que inhibe la agregación plaquetaria normalizando la viscosidad sanguínea y así evitar la formación de trombos. Se cree que los flavonoides y los terpenoides pueden actuar de manera complementaria.



Ginkgolide B  $C_{20}H_{24}O_{10}$

(5*H*-Diciclopenta (b, c) furano-3,5*a*(6*H*)-ácido diacético, 6-*tert*-butil-3*a*-carboxihexahidro- $\alpha$ 5*a*,1,2,3,5,8-hexahidroxy -  $\alpha$ 3-metil-, tri- $\gamma$ -lactona)

Por eso son utilizados en tratamientos como varices, hemorroides, fragilidad capilar, insuficiencia venosa, vértigos, migrañas vasculares, tromboflebitis, flebitis, postrombosis, pérdida de memoria y envejecimiento.

### Ginseng (*Panax ginseng*)

Es una pequeña herbácea de la familia Araliaceae, la raíz de la cual se utiliza tradicionalmente en la medicina china.



Sobre sus propiedades se destaca la de estimulante vasomotor y del sistema nervioso. Tiene numerosas propiedades farmacológicas como esteroide anabólico. Se usa como producto antiestrés, tónico-revitalizante, depurativo y antianémico, sin evidencia concluyente definitiva. Sería hiperglucemiante, aumentando el metabolismo de glúcidos, lípidos y proteínas. Permite controlar la presión arterial. Se le atribuyen propiedades afrodisíacas y posee propiedades anabolizantes. Estimula el Sistema nervioso central aumentan la actividad psíquica, la capacidad de concentración y disminuyen la sensación de fatiga. Protege el organismo ante las agresiones externas y sustancias tóxicas, por ejemplo, se le ha asociado a mejoras de infecciones por Pseudomonas en pacientes con fibrosis quística. Tiene un efecto antagonista de los depresores del SNC como el alcohol, barbitúricos y opiáceos. Produce insomnio. Puede producir nerviosismo, erecciones permanentes y agresividad.

¿Cual es su principio activo? Contiene anaxanos (cadenas de polisacáridos de un elevado peso molecular), vitaminas D y B, proteínas y aminoácidos, oligoelementos (Cu,

Al, Mn, Fe), pero sus propiedades farmacéuticas y estimulantes se deben a la presencia de ginsenósidos (saponósidos triterpénicos). Los saponósidos, también conocidos como saponinas, constan de una parte glucídica (con uno o más azúcares) y de una genina (parte no glucídica) denominada sapogenina, que puede ser de naturaleza esteroide o triterpénica, por tanto de carácter poco polar. Los azúcares más frecuentes constituyentes de los saponósidos son la glucosa, arabinosa, ramnosa, galactosa, xilosa y también es frecuente el ácido glucurónico. La obtención de la droga es a partir de su raíz.

### ¿En que se está trabajando actualmente?

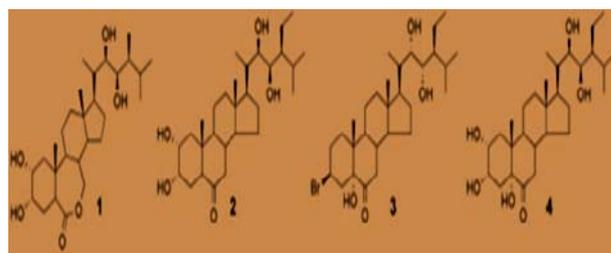
En la facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, varios grupos de investigadores, analizan la posible acción de los principios activos vegetales como **antivirales**

¿Cómo luchar contra los virus? Podemos pensar en vacunas pero no hay vacunas para todos los virus o no todas son eficaces. Otra forma es desarrollar drogas capaces de inhibir la replicación viral conocidas como antivirales. Lamentablemente es difícil obtener un antiviral de amplio espectro ya que los virus varían según su genoma y ciclo replicativo. A esta situación debemos agregar que la droga obtenida no debe presentar citotoxicidad para el huésped.

A finales del siglo XX se comenzó a investigar a los esteroides como antivirales. Estos compuestos poseen un esqueleto de ciclopentano fenantreno (como el esqueleto carbonado del colesterol) o un esqueleto derivado a partir del mismo por ruptura de algún enlace. Cientos de esteroides distintos se encuentran en plantas, animales y hongos y otros derivados de esteroides fueron obtenidos por síntesis química y ensayados in vivo e in vitro frente a diversos virus patógenos para el hombre.

En las plantas, los esteroides sintetizados, actúan como hormonas y otros participan en los mecanismos de defensa frente a la infección con microorganismos patógenos. La ciencia trata entonces de averiguar si esos esteroides tendrían actividad sobre infecciones causadas por virus en animales.

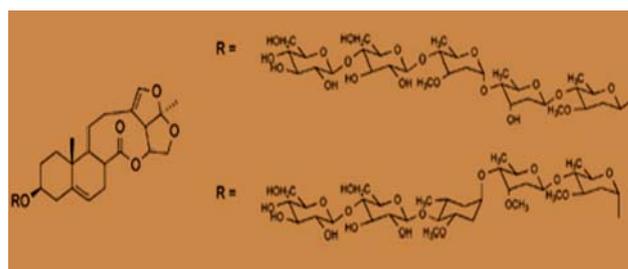
Por ejemplo, en los años 80, se aislaron y purificaron a partir del nabo silvestre (*Brassica napus*), los primeros esteroides con función hormonal, llamados brassinólidos (BRs). Se encuentran ampliamente distribuidos en las plantas y funcionan como moléculas señal involucradas en procesos como alargamiento del tallo, fertilidad masculina, florecimiento, desarrollo de las hojas, resistencia al estrés, como también en el desarrollo de mecanismos de defensa contra patógenos microbianos.



4 diferentes Brassinoesteroides naturales y sintéticos

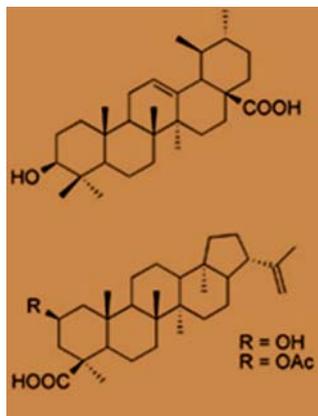
Las investigaciones combinadas de virología con química orgánica permitieron descubrir actividad antiviral (contra poliovirus, herpes simplex, virus de la estomatitis vesicular y arnavirus) de dos brassinoesteroides naturales. Más adelante se ensayó la síntesis química modificando el estigmasterol (un esteroide natural) y se observó que su actividad antiviral se incrementaba, inhibiendo la transcripción o replicación viral por alteración en el procesamiento de glucoproteínas

Otro ejemplo mas actual lo encontramos en los esteroides seco-pregnanos y sus glicósidos, aislados de plantas herbáceas como *Strobilanthes cusia*, que resultaron inhibidores selectivos de la replicación de varios alfavirus (virus de ARN) que infectan plantas y animales, afectando la síntesis de ARN viral.



Algunos seco-pregnanos naturales

El ácido ursólico, es un triterpenoide derivado de hojas de bayas, flores y frutas de varias plantas medicinales que tiene actividad antibacteriana, hepatoprotectora, inmunomoduladora, antiproliferativa y antiviral de amplio espectro.



ácido ursólico y derivados

Ensayados estos compuestos sobre virus ADN (como adenovirus y el virus de la hepatitis B) y sobre virus ARN: (coxsachievirus y enterovirus) se demostró actividad antiviral.

Vale aclarar que estos esteroides no han sido estudiados en ensayos clínicos en humanos aunque si en modelos animales; debe verificarse entonces aún su baja toxicidad.

Por último un grupo de investigadores de Virología y Química orgánica (FCEyN) y de Medicina, todos de la UBA, crearon una molécula efectiva contra la queratitis estromal herpética, principal causa viral de un tipo de ceguera infecciosa. En este caso, partiendo de estigmasterol (compuesto esteroide con esqueleto carbonado de 29 carbonos), por síntesis dirigida, cambiando y agregando átomos, se logró una única molécula con actividad antiviral y antiinflamatoria, disminuyendo así la severidad de las lesiones en los tejidos y órganos infectados y evitando el uso de corticoides. Al probarlo en ratones, se pudo verificar también que los estigmastanos inhiben la angiogénesis (nueva vascularización del tejido), lo que presenta una interesante cualidad para que estas sustancias sean estudiadas para el tratamiento de tumores.

## ¿Que se viene en el futuro?

Los vegetales podrán ser utilizados como herramientas de ingeniería genética para obtener proteínas recombinantes, con acción terapéutica. Productos tradicionalmente producidos por bacterias o mamíferos podrían ser transformados para producirse en plantas. Brindan una posibilidad alentadora de proveer drogas y vacunas de bajo costo en los países mas necesitados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barquero A. - Plantas sanadoras: pasado, presente y futuro. Revista Química Viva- N° 2, año 6, agosto 2007
- Bueno, Carlos A. (2010)- Un terpenoide natural con actividades inmunomoduladora y antiangiogénica como potencial agente antiherpético. Tesis doctoral. FCEyN. UBA
- Castilla- Ramírez- Coto - Prospectiva del uso de esteroides de plantas como antivirales. Revista Química Viva – N° 1, año 8, abril 2009
- Michelini, F.M. (2009) - Actividades antiviral e inmunomoduladora de nuevas moléculas esteroidales obtenidas por síntesis química. Tesis doctoral. FCEyN. UBA.
- Wikipedia

*Volver*

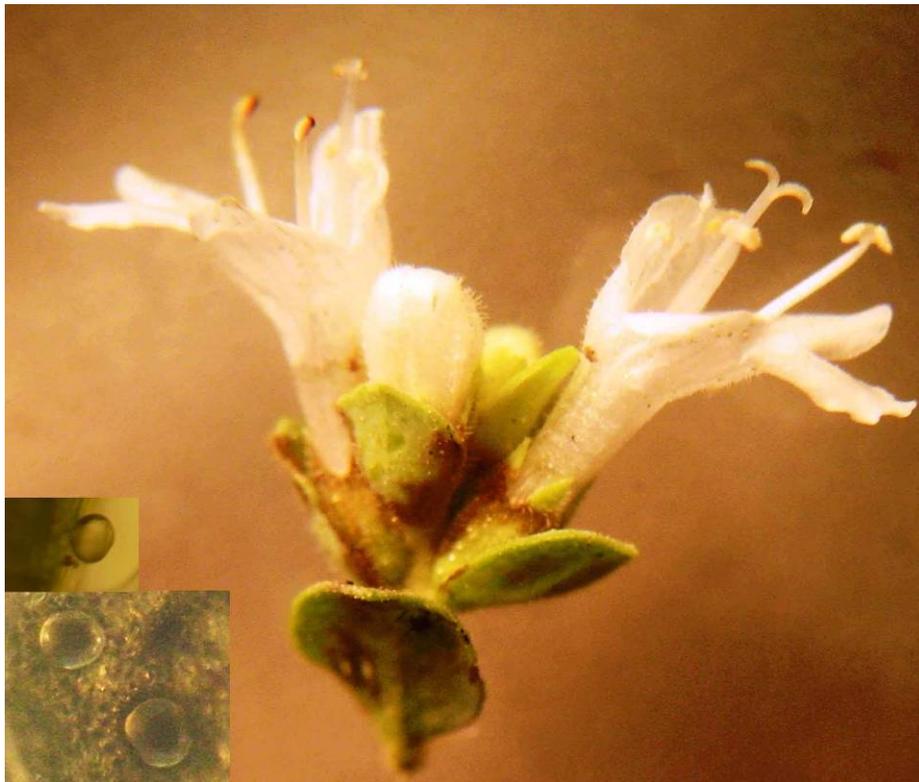
Comunicate con nosotros!!!  
Correo de lectores:  
revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar

## UN ORÉGANO CON PROPIEDADES ANTIMICROBIANAS

**Carolina Campos**

(Universidad Nacional de Entre Ríos  
Facultad de Ciencias Agropecuarias)

*En el Banco de germoplasma para el Litoral Argentino, se seleccionó un cultivar de orégano con propiedades antimicrobianas que podría reemplazar a ciertos antibióticos en la dieta de los animales de granja. La especie seleccionada para su conservación contiene un alto nivel de un aceite esencial que posee atributos antifúngicos y antisépticos y puede ser empleado como insecticida y herbicida.*



Seguimos mostrándote diferentes líneas de investigación relacionadas con el tema de las biomoléculas presentes en los vegetales, y que es lo que hacen los investigadores en las diferentes regiones de nuestro país.

Además, te hablamos (*ver el artículo de Adrián Fernández en este mismo número*), de la importancia de los isómeros en las moléculas. En este artículo que reproducimos por gentileza de Infouniversidades, te mostramos como los temas se entrelazan y relacionan.

En este caso, la ingeniera agrónoma Graciela Farías dirige un proyecto que lleva adelante un

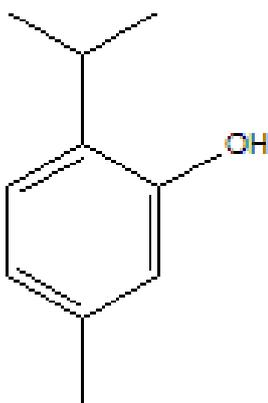
banco de germoplasma, cuyos objetivos consisten en la inclusión de especies nativas y exóticas, su conservación, multiplicación, caracterización y el estudio de derivados para la industria.

Por su definición, un banco de germoplasma es una reserva activa de material genético donde se conserva y estudia la variabilidad natural de las plantas. Los bancos de germoplasma de plantas poseen colecciones de material vegetal, con el objeto de mantenerlas vivas y preservar sus características para el futuro beneficio de la humanidad y del ambiente. Esto permite conocer

las diferentes especies vegetales y poder llevar a cabo su aprovechamiento eficiente.

(<http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%203%20%28P%29.pdf>)

Para integrar el banco de germosplasma, la Ing. Farías seleccionó, entre otras especies, un novedoso material de 'orégano' que contiene altos porcentajes de un principio activo en su aceite esencial denominado carvacrol. Este aceite tiene propiedades bactericidas, antifúngicas y antisépticas y se utiliza como insecticida y potencialmente como herbicida. Existe evidencia científica acerca de la eficacia de extractos de origen vegetal o droga cruda vegetal como bactericidas, fungicidas y antioxidantes y, dentro de estos productos naturales, se encuentra el orégano, como droga cruda, su aceite esencial y dos de sus compuestos principales: carvacrol y timol.



*Estructura del timol*

El **timol** (2-isopropil-5-metilfenol) es una sustancia cristalina incolora con un olor característico que está presente en la naturaleza en los aceites esenciales del tomillo o del orégano. El timol pertenece al grupo de los terpenos. Un isómero del timol es el carvacrol.

La unidad química de los terpenos es el isopreno. Los terpenos o isoprenoides son una vasta y diversa clase de compuestos orgánicos derivados del isopreno (o 2-metil-1,3-butadieno), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono. Los terpenos se originan por polimerización enzimática de dos o más unidades de isopreno, ensambladas y modificadas de muchas maneras diferentes.

En las plantas los terpenos cumplen muchas funciones primarias: algunos pigmentos carotenoides son terpenos, también forman parte de la clorofila y las hormonas giberelina y ácido abscísico. Los terpenos también cumplen una función de aumentar la fijación de algunas proteínas a las membranas celulares, lo que es conocido como isoprenilación. Los esteroides y esterolés son producidos a partir de terpenos precursores.

Los terpenos de las plantas son extensamente usados por sus cualidades aromáticas. Juegan un rol importante en la medicina tradicional y en los remedios herbolarios, y se están investigando sus posibles efectos antibacterianos y otros usos farmacéuticos. Están presentes, por ejemplo, en las esencias del eucalipto, los sabores del clavo y el jengibre. También en el citral, mentol, alcanfor, y los cannabinoides.

Hay constancia de que los antiguos egipcios utilizaron ya el tomillo y con ello el timol en la conservación de sus momias debido a sus propiedades bactericidas. Como sustancia fue descubierto en 1719 por Caspar Neumann. La primera síntesis por parte de M. Lallemand data 1842. En otros tiempos fue utilizado para el tratamiento de la anquilostomiasis.

El timol se caracteriza por su poder desinfectante y fungicida. Por su sabor agradable está presente en la formulación de diversos enjuagues bucales, pastas de dientes etc. Una disolución de 5 % timol en etanol se utiliza para la desinfección dermal y contra infecciones con hongos.

En veterinaria se aplica igualmente contra infecciones dermales y para estimular la digestión.

En apicultura se usa para combatir un ácaro parasitario de la abeja llamado Varroa.

Al ser consultada por la importancia de la creación del banco de germoplasma de aromáticas y medicinales, la ingeniera Farías respondió: "En el mundo ya existen muchos bancos de los cultivos tradicionales, como maíz, trigo o soja. De aromáticas, medicinales, condimentarias y nutracéuticas, existen muy pocos. Pero el banco de germoplasma no sirve sólo para la conservación. Por lo tanto, en una segunda etapa, se investigará para qué puede

utilizarse cada especie y cuál es la forma más eficiente de hacerlo”

### Propiedades bioactivas del orégano

En Argentina, no se contaba con materiales genéticos de plantas con elevados contenidos de carvacrol en su aceite esencial, como el orégano seleccionado. En el Banco de germoplasma se desarrolló una metodología que permite caracterizar los diferentes ‘oréganos’, presentes en esta colección y futuros que se incluyan, a través de descriptores morfológicos, anatómicos y químicos.

La caracterización permitió seleccionar materiales por la composición química y sus principios activos, y disponer de ellos para evaluarlos en su comportamiento agronómico y así emplearlos para diferentes usos industriales.

Este trabajo ya dio sus primeros frutos al seleccionarse el clon de orégano Finis (nombre de fantasía), *Origanum vulgare ssp hirtum* (Link) Ietswaart, que en las evaluaciones preliminares produjo un rendimiento en aceite esencial cercano al 6%, con un contenido en carvacrol del 84%. Estos valores alcanzaron la media de los materiales genéticos con mejores rendimientos a nivel mundial. Este tipo de orégano es único en el país; se encuentra sólo en Europa, de donde es originario.

### Desarrollo y aplicación industrial

Los pasos siguientes en esta investigación son la realización de estudios que permitan la producción económica a campo y lograr los mejores rendimientos en la industria. Luego, se debe efectuar el microencapsulado, que permitirá la incorporación eficiente del producto en los alimentos balanceados. Además, está previsto desarrollar ensayos biológicos con cepas que producen enfermedades en animales de granja, para establecer la efectividad y las dosis a utilizar. Esto, teniendo en cuenta que la economía de la provincia de Entre Ríos está basada en la agroindustria y uno de los pilares lo constituye la producción de animales de granja: aves para carne o huevos, porcinos, conejos para carne o pelo.

Estas cadenas utilizan en su proceso productivo ciertas sustancias sintéticas: antibióticos promotores de crecimiento y antioxidantes, entre otros, que se encuentran en proceso de revisión o prohibición de uso en países que son mercados potenciales y deseables para nuestra producción. En este sentido, la investigación aporta la factibilidad de utilizar este orégano con propiedades antimicrobianas como reemplazo de ciertos antibióticos en la dieta de los animales de granja.

El proyecto, llamado “Aromáticas y medicinales: conservación y valorización del germoplasma para el litoral argentino”, se desarrolla en el marco del convenio Universidad Nacional de Entre Ríos, gobierno de la provincia de Entre Ríos y Escuela Agrotécnica Las Delicias.

*Carolina Campos*

*camposc@uner.edu.ar*

*Carolina Campo (Secretaría de Ciencia y Técnica)*

*Universidad Nacional de Entre Ríos*

**Volver**

*Comunicate con nosotros!!!*

*Correo de lectores:*

*revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*

## “EL INVITADO” NOS CUENTA: LO QUE DICE EL CUADRO

José Sellés Martínez  
pepe@gl.fcen.uba.ar



*En este espacio dedicado al arte, que caprichosamente me reservo número a número, me gusta descubrir artistas comprometidos con temáticas ambientales, o profesionales que desde otro ámbito se acercan al arte. Este es el caso, en este número, donde encontramos una excelente nota del Dr. en Ciencias Geológicas José Sellés Martínez que fue publicada en la revista EXACTAMENTE, N° 46.*

*La descripción de los elementos del cuadro que realiza el Dr. Sellés, nos habla de un conocedor no solo del arte, sino también de la Historia de la Ciencia y del papel del Arte en la historia científica. Fijate cuantas disciplinas pueden asociarse en este análisis, que es el verdadero análisis que debe hacerse de todos los conocimientos y descubrimientos de la ciencia: en su contexto social, histórico, económico y político.*

*Pero me interesa también destacar el recorrido profesional del Dr. Sellés Martínez que ha realizado una intensa labor como docente e investigador de la UBA, siendo sus áreas de interés la Geología Estructural y Reología de los Materiales Geológicos y los problemas vinculados a la Enseñanza de las Ciencias. En ambos campos ha participado en proyectos de investigación nacionales e internacionales, publicado sus resultados en revistas, Congresos y Reuniones Científicas. Ha ocupado diversos cargos de gestión en la FCEyN, habiendo sido Director del Departamento de Ciencias Exactas y Naturales en dos oportunidades, y Coordinador del Programa Aulagea, de asistencia para la enseñanza de las Geociencias desde su fundación en 1997. Impulsa actualmente la creación de la Asociación para la Enseñanza de las Geociencias, con el propósito de nuclear a los maestros y profesores interesados en asociarse para desarrollar e intercambiar materiales, estrategias y experiencias que*

*sirvan al mejoramiento de la docencia de las disciplinas afines a la Geología, la Geofísica y las Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.*

*Ha dictado numerosas conferencias en Museos, Hospitales, Universidades, disertando sobre la relación entre Ciencia y Arte, que como te habrás dado cuenta, desde el primer número de esta revista, es un tema apasionante.*

*Y por cerrar esta introducción, con una total admiración por nuestro invitado, te contamos que también actuó como curador de diferentes muestras didácticas en relación a la Ciencia y el Arte.*

*Te dejamos en compañía de “Experimento con un pájaro en la bomba de vacío”, de Joseph Wright of Derby. Hasta la próxima!*

*María del Carmen Banús*

El cuadro que reproducimos se denomina “Experimento con un pájaro en la bomba de vacío” y fue pintado en el Reino Unido en 1768. Su autor estaba relacionado con una sociedad radicada en Birmingham de la que eran miembros Erasmus Darwin (abuelo de Charles) y Josiah Wedgwood (abuelo de su esposa y también prima hermana). Esta sociedad fue líder en promover el trabajo conjunto de industriales, científicos y artistas para mejorar la tecnología, calidad y diseño de los productos surgidos durante la Revolución Industrial. La obra, propiedad de la National Gallery de Londres (cuya reproducción actual se halla liberada de derechos), es de grandes dimensiones: 1,44m por 2,44m lo que permite una gran riqueza de detalles en la representación del instrumental científico de la época, el que ha podido ser reconocido y clasificado. El “Experimento...” marca, como otras obras del período, un cambio importante en la actitud de los artistas (y con ellos del resto de la sociedad) respecto a la representación de un evento científico, al que se le asigna ahora una primordial importancia, tanta como para convertirse en el motivo central de una obra de esa calidad y tamaño y equiparable a la que estaba reservada a los eventos históricos, míticos y religiosos.

En el cuadro se retratan las diferentes actitudes del público que contempla el experimento que es llevado a cabo por un individuo a los que –en ese entonces– se denominaba “itinerant natural philosopher”, un estudioso de las ciencias naturales que desarrollaba demostraciones científicas en diferentes sitios, con un conocimiento variable de la ciencia que las mismas encerraban.

En el cuadro, este personaje, que mira al observador como invitándolo a entrar en la escena, utiliza la “bomba de vacío” diseñada por von Guericke en 1650 y construida para un prominente noble y científico inglés por Hook en 1660. Los resultados obtenidos en los diversos experimentos llevados a cabo con el aparato construido por Hook fueron publicados en un libro, en el cual se incluye

un experimento (el número 41) que se refiere a la importancia del aire para la respiración de aquellos organismos que poseen pulmones. Es importante señalar que ya en el momento en que es pintado el cuadro, el uso de los animales para este tipo de experimentos letales recibía fuertes críticas y era visto como una pérdida de sensibilidad hacia el dolor ajeno por parte de los científicos del iluminismo. Sobre la mesa se encuentra también un aparato, asociado a la bomba de vacío desde su invención, que permitía demostrar la presión del aire atmosférico y que fue ideado por von Guericke, quién realizó una demostración en la ciudad de Hemisferios de Magdeburgo, que hasta hoy se conoce con el mismo nombre.

Von Guericke, exitoso en sus experiencias sobre el aire, fracasó rotundamente cuando intentó desempeñarse como paleontólogo y realizó una reconstrucción del Unicornio, utilizando para ello huesos de diferentes especies y un cuerno que no era tal, sino un colmillo de narval.

### **Información adicional**

Lunar Society se llamaba la sociedad a la que pertenecían Wedgwood y Darwin.

Robert Boyle fue el científico para el cual Hook contruyó la bomba de vacío

New Experiments Physico-Mechanicall, Touching the Spring of the Air, and its Effects (Made, for the Most Part, in a New Pneumatical Engine) el el libro en el que se describe el experiment n° 41

*Cacatúa Blanca* es la especie reproducida en el cuadro, exótica y cara para la época.

*Volver*

## STAFF

### Elementalwatson "la" revista

Revista cuatrimestral de divulgación  
Año 3, número 8

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:

María del Carmen Banús  
Marcela Bolontrade  
Edgardo Hernández  
Adrián Fernández  
Enrique Fernández  
Víctor Panza

#### Diseño:

María del Carmen Banús  
Doris Ziger

[revista\\_elementalwatson@yahoo.com.ar](mailto:revista_elementalwatson@yahoo.com.ar)  
[www.elementalwatson.com.ar/larevista.html](http://www.elementalwatson.com.ar/larevista.html)

54 011 4789-6000 interno 6067

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:

"Abstracciones"  
Óleo sobre cartón, año 2011  
(Intervención fotográfica)  
María del Carmen Banús

La UBA estrena nueva bandera!, aquí te la presentamos



#### CBC, PUNTO DE PARTIDA

Todos los sábados, de 09.00 a  
12.00 hs, por FM 87.9, radio  
UBA; con información de tu  
interés, entrevistas, novedades,  
asesoramiento del departamento  
de orientación vocacional,  
buena música.

Con la conducción de Analía  
Argento y la producción de  
Larisa Serrano

No te lo pierdas!!!



*Volver*

*Comunicate con nosotros!!!*

*Correo de lectores:*

*revista\_elementalwatson@yahoo.com.ar*