

# Elementalwatson "la" revista

Abril 2011

Año 2 Nº 4

En este número:

Conocer lo que consumimos

"La" entrevista

Para que estudiamos evolución biológica?

Ciencia y cocina

Hipérbolas, enzimas y subterráneos

Dualismos y determinismos en la obra de Vigotsky

Biología, arte

Y mas...

## Y esto... ¿Para qué me sirve?



**BIOLOGÍA**

**Cátedra Fernández Surribas- Banús**

Declarada de interés institucional según resolución (D) n°1233/10

**UBA | CBC**

**25**  
años

## STAFF

### Elementalwatson "la" revista

#### Revista cuatrimestral de divulgación Año 2, número 4

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:

Mariana P. Álvarez  
Darío Devia  
Juan Manuel Duarte  
Adrián Fernández  
Víctor Panza  
Adriana G. Prat  
M. Laura Yankilevich  
María del Carmen Banús

#### 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:

"Hay esperanzas"  
Óleo sobre tela, año 2007  
María del Carmen Banús



*Regresamos de las vacaciones, comenzando a transitar nuestro segundo año de vida, con todas las pilas para el ciclo que recién comienza, con nuevas ideas y proyectos.*

*Abrimos la puerta a colegas del CBC de otras materias que se mostraron interesados en la propuesta y a diferentes profesionales relacionados con la Biología, conscientes de la importancia que tiene el ejercicio de la divulgación. Esto quiere decir que estamos marcando un interesante camino de trabajo transversal e integrador, cumpliendo con uno de los preceptos básicos del CBC y les agradecemos enormemente su interés, tiempo y dedicación.*

*Este año saldremos al ciberespacio en frecuencia cuatrimestral, lo que nos permite seleccionar mejor los temas e indagar sobre nuestros artículos.*

*Esperamos que nos sigas como lo hiciste el año pasado.*

*Nuestro próximo número aparecerá en agosto.*

*Hasta la próxima.*

*María del Carmen Banús*

SUMARIO

Editorial ..... Página 3  
María del Carmen Banús

Hipérbolas, enzimas y subterráneos, o cómo la matemática  
puede ayudarnos a entender .....Página 4  
Darío Devia y Adrián Fernández

Conocer lo que consumimos para no dejarnos engañar ..... Página 10  
Mariana P. Álvarez y María Laura Yankilevich

“La” entrevista (en este número, Leonardo Boff) ..... Página 14

Dualismos, determinismos y algunos aportes vigotskianos para la  
constitución de una “psicología social del hombre social” .....Página 17  
Juan Manuel Duarte

Ciencia y cocina: diálogo mantenido en la cafetería  
del pabellón III entre P y R.....Página 22  
Adriana G. Prat

¿Para que sirve estudiar evolución biológica?..... Página 27  
Víctor H. Panza

Ciencia y Arte ¿enlazados o distantes?..... Página 32  
María del Carmen Banús

## EDITORIAL

Cuántas veces nos sentamos a estudiar un tema o una materia entera con total y absoluto desgano preguntándonos “Y esto.., ¿para que me sirve? ¿Qué tiene que ver esto con mi carrera, con lo que yo elegí?”

Sin embargo, esta pregunta tan frecuente en los primeros años de nuestra formación académica, se diluye con el tiempo, cuando crecemos en conocimientos y se desdibujan las fronteras del saber.

A veces, a lo largo de nuestra vida, las elecciones que creíamos definitivas se modifican y aquellos conocimientos que en algún momento consideramos como “secundarios”, pasan a ser fundamentales. Otras veces, el desconocimiento sobre una disciplina nos hizo perder la posibilidad de descubrir una verdadera vocación.

El tema es amplísimo e imposible de tratar en un solo número. Esta vez hemos tomado solo algunos ejemplos desde las matemáticas, la evolución, la química, la alimentación, la psicología, la filosofía, el arte y hasta el consumo cotidiano. Para que puedan ver en cuantos aspectos diversos resultan de aplicación los conocimientos adquiridos.

Gracias a Darío, Juan Manuel, María Laura, Mariana y Adriana que desde sus disciplinas o grupos de trabajo, se interesaron en esta propuesta y quisieron transmitirles algunas de sus experiencias profesionales.

*María del Carmen Banús*

*volver*

*Comunicate con nosotros!!!!*

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



## HIPÉRBOLAS, ENZIMAS Y SUBTERRÁNEOS. O CÓMO LA MATEMÁTICA PUEDE AYUDARNOS A ENTENDER



**Darío Devia - Adrián F. Fernández**

*(Asistente de investigación en Física, Docente de Matemáticas CBC-UBA  
Lic .en Ciencias Biológicas, Docente de Biología CBC-UBA)*



### Resumen

*La matemática nos provee de herramientas relativamente sencillas para comprender el mundo que nos rodea. Vencer la resistencia que puede generar el lenguaje matemático redundante en un gran beneficio: el entendimiento de fenómenos complejos que, de otra manera, serían inaccesibles. El modelo de cinética enzimática de Michaelis-Menten, y el truco matemático de Lineweaver-Burk, nos servirán de ejemplo del uso cotidiano de matemática básica. Luego extrapolaremos estas ideas a casos más generales.*

### - Preliminares

La matemática suele ser un gran obstáculo en la vida de muchos estudiantes. Hasta llega a convertirse en causa de deserción. Muchos son los factores que pueden llevar a tales situaciones, y dejamos ese análisis a psicólogos, pedagogos y demás estudiosos de esa temática. Sin embargo...

¿Podemos realizar trabajos científicos serios sin matemática? ¿La matemática es ciertamente el lenguaje de la naturaleza? ¿Debemos primero ser un eximio matemático para luego estudiar lo que nos gusta? [1] [2]. No seremos tan extremistas ni ahondaremos en cuestiones tan determinantes. Sólo pretendemos mostrar que conocimientos matemáticos sencillos permiten hurgar en las raíces de fenómenos que se presentan misteriosos. Y muchas veces, la única manera de poder describir mínimamente un fenómeno es dando un modelo matemático del mismo. Si aceptamos que las herramientas matemáticas son tan poderosas tal vez puedan vencerse las resistencias que provocan. La mala enseñanza se lleva parte de la culpa: impecables teoremas y perfectas demostraciones llegan a parecerse de otra galaxia o solamente un mero producto de la imaginación. Pero no es así. ¿Sabías que Eratóstenes midió la circunferencia de La Tierra sólo con un palito y con matemáticas, hace 2200 años [3]? ¿Y que la existencia de Neptuno o la del positrón fueron predichas matemáticamente? [4] [5] ¿Y que desde la física y la biología, hasta

la psicología, o la economía, usan el poder matemático de la estadística? [6] ¿Y que grandes arquitectos y artistas basaron sus obras en proporciones matemáticamente bien determinadas? [7]. ¿O que hoy se pueden seguir encontrando desaparecidos de la nefasta última dictadura en Argentina gracias a teorías matemáticas [8]; y que podría haberse evitado la masacre de Cromagnon si se hubiera hecho un estudio de la geometría del local? [9].

Podríamos seguir enumerando ejemplos pero aquí focalizaremos especialmente en un tema incluido en la asignatura Biología del CBC de la UBA: las enzimas, en el que se utilizan herramientas que se ven en Matemática del CBC: rectas e hipérbolas.

### - Introducción

Un concepto hartamente importante en matemática es el de función: regla que asigna a cada elemento de un conjunto (dominio) un único elemento de otro conjunto (codominio). La gran relevancia de estos objetos matemáticos -aparentemente simples- radica en que la ciencia describe y predice fenómenos de la naturaleza con funciones. En la modelización teórica (representación de la realidad) de un fenómeno coexisten básicamente dos estrategias:

| <i>Sistema estacionario</i>   | <i>Sistema dinámico</i>         |
|-------------------------------|---------------------------------|
| <i>Ecuaciones algebraicas</i> | <i>Ecuaciones diferenciales</i> |

Aunque generalmente el sistema estacionario es el resultado de la evolución temporal de un sistema dinámico, dejaremos de lado por ahora los dinámicos y nos concentraremos en los estacionarios, que son más sencillos. Un sistema o fenómeno estacionario no evoluciona en el tiempo. Es decir, dos cantidades (variables, elementos de un conjunto determinado) se relacionan mediante una ecuación: se hace variar una de ellas y consecuentemente varía la otra. Si podemos decir cuál es la función que las relaciona, o sea, la función que predice cómo variará una de ellas habiendo variado la otra, habremos descrito el comportamiento de una en relación a la otra. Por supuesto que este trabajo puede frustrarnos por llegar a conclusiones poco reveladoras; o ser muy difícil determinar con algún detalle qué función es la que caracteriza al sistema. Desde las observaciones estelares de los griegos hasta que Kepler, Galileo y Newton finalmente encontraron relaciones precisas entre los movimientos de los cuerpos celestes, ¡pasaron casi 2000 años!

La manera más sencilla de relacionar dos conjuntos es mediante una función lineal: supongamos que los elementos “x” de un conjunto se relacionan con los elementos “y” de otro conjunto a través de la ecuación:  $y = 2x + 1$ . O sea que  $y = f(x)$ , siendo  $f$  una función lineal. Si se realiza un gráfico cartesiano con los elementos “x” en el eje horizontal y los “y”, en el vertical, se obtiene una recta. Todas las rectas presentan ecuaciones como la anterior:

$$y = mx + b \quad (1)$$

En el ejemplo anterior, la pendiente  $m = 2$ , y la ordenada al origen  $b = 1$ , son constantes.

Aplicado a la realidad, esa función tan simple podría describir el aumento del costo de la instalación de cañerías (y), en función de la longitud de los caños (x), pero debe notarse que cuando la longitud de los caños es 0, hay un costo fijo inicial, que es 1.

Otra función, un poco más compleja, es la homogénea, cuya ecuación general es:

$$y = \frac{ax+b}{cx+d} \quad (2) \quad \Rightarrow$$

y cuya gráfica es una hipérbola. Se ve una hipérbola al cortar un cono en forma paralela al eje central, por ejemplo, alumbrando oblicuamente con una linterna a la pared.

Debe quedar claro que hay tantas funciones como se quiera. Es más, pueden dibujarse infinitas rectas variando los parámetros  $m$ , o  $b$ . O infinitas hipérbolas, variando  $a$ ,  $b$ ,  $c$  o  $d$ .

### - Modelización Empírica y Teórica

Para interpretar los resultados de un experimento dado, el investigador intenta relacionar los datos mediante alguna función. Para esto varía alguna cantidad y mide el cambio en otra cantidad. Por ejemplo, sabemos que algunos materiales bajo ciertas condiciones se dilatan o se contraen frente a cambios de temperatura. Entonces, si queremos realizar una experiencia para describir la variación de una varilla metálica frente a variaciones de temperatura, debemos fijar algunas condiciones (presión, humedad, peso específico, etc., que serán las constantes involucradas) y luego comenzar a medir: para una temperatura de 20°C mido 15 m de longitud, a 30°C mido 15,004 m de longitud de la varilla, etc. Y así obtengo una tabla de valores de Longitud de la varilla en función de la temperatura. Luego, realizamos un gráfico cartesiano e inferimos si se trata de tal o cuál función matemática (ajuste de curva). Y de esta manera podemos construir un modelo empírico para mi experimento y, a partir de él, elaborar un modelo teórico más general. Ésta es la **modelización empírica**. En el ajuste de curva los investigadores utilizan un método conocido como regresión por cuadrados mínimos. No es el objetivo de este artículo describir este método, pero básicamente, una vez obtenida una tabla de valores y observando los datos puestos en el gráfico, se propone alguna función matemática que aproxime lo mejor posible a los resultados.

Veamos un ejemplo de modelización empírica en el campo de la bioquímica. A inicios del siglo XX, los investigadores ya habían revelado muchos misterios de las enzimas: son proteínas, se unen a una molécula llamada sustrato, catalizan (aceleran) su transformación en otra denominada producto. También se conocía su cinética: al representar en un gráfico la velocidad

(V) de formación de producto en función de la concentración de sustrato ([S]) obtenían siempre una hipérbola. En realidad obtenían una nube de puntos que claramente sugería aproximarse a una hipérbola (Fig. 1). No una recta. No una parábola. Siempre una hipérbola. Y en ella se observaba con claridad que V aumentaba con [S] hasta alcanzar un tope, o velocidad máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ).

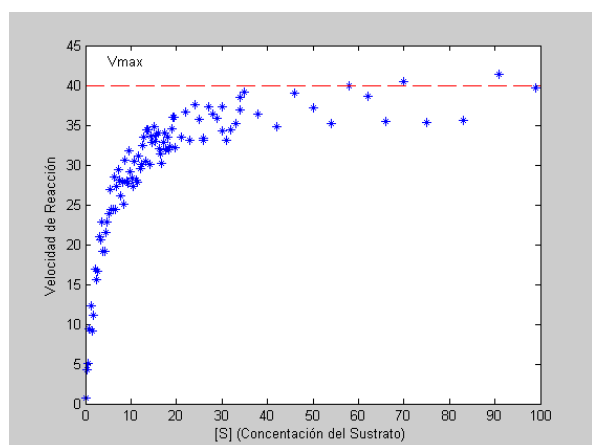


Fig. 1: Nube de puntos de V vs [S] obtenido de una simulación del experimento. La velocidad de reacción se mide en  $\mu\text{Mol/h}$  y la concentración del sustrato en  $\mu\text{Mol/L}$

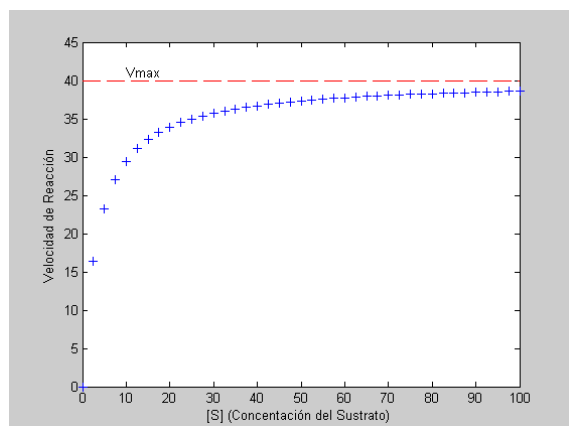


Fig. 2: Gráfico teórico de V vs [S].

La repetición de experimentos con resultado similar, permitió generalizar, y decir que: a bajas [S], al aumentar esa concentración, mayor es la velocidad V de formación de producto; y a altas [S], se alcanza la  $V_{m\acute{a}x}$ , es decir que la enzima se satura. A bajas [S], es el sustrato el factor limitante: de hecho si crece [S], crece V. Y a altas [S], el factor limitante no es el sustrato sino la concentración de enzima [E]: si ésta aumenta crece la  $V_{m\acute{a}x}$ , es decir que la hipérbola tendría un techo más alto. Pero se desconocía cuál era el

mecanismo de la acción enzimática que generaba a esa hipérbola.

Hasta aquí tenemos resultados empíricos que permiten una generalización. Otras veces el procedimiento es inverso: se crea un modelo teórico para confrontar con experimentos. Es la **modelización teórica**. Y en la historia de la investigación en enzimas tenemos un ejemplo de ello.

En 1913, Leonor Michaelis y Maud Menten [10] propusieron un modelo de acción: la enzima (E) y el sustrato (S) se unen reversiblemente formando el Complejo Enzima-Sustrato (ES), que irreversiblemente, libera a la enzima y al producto (P). En símbolos:  $E+S \leftrightarrow ES \rightarrow E+P$ . Del estudio matemático de las velocidades de reacción surge la ecuación:

$$V = \frac{V_{m\acute{a}x} \cdot [S]}{[S] + K_M} \quad \left( \begin{array}{l} K_M: \text{constante} \\ \text{de Michaelis-} \\ \text{Menten} \end{array} \right) \quad (3) \quad \Rightarrow$$

Y esa ecuación... ¡corresponde a la hipérbola que surgía de los datos! (comparar con la ecuación (2)). A ver si quedó claro: propusieron un modelo del cual surge una ecuación, y esa ecuación encaja con la gráfica de los datos experimentales, por lo que el modelo ¡fue aceptado! Ese modelo ¡describe correctamente la realidad!

Otros modelos predecían otras curvas, y por no coincidir con la realidad, quedaron en el camino.

Desde una perspectiva puramente matemática, el gráfico V vs. [S] de la Fig. 2, es simplemente un “trozo” del gráfico de una función homográfica de asíntota vertical  $[S] = -K_M$  y asíntota horizontal  $V = V_{m\acute{a}x}$  (Fig. 3).

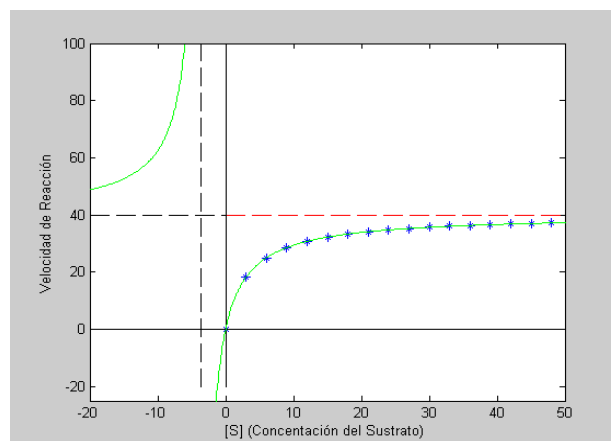


Fig. 3: Hipérbola a la que pertenece el “trozo” de la Fig. 2.

Una vez aceptado el modelo de Michaelis-Menten, los bioquímicos quisieron medir la velocidad máxima ( $V_{m\acute{a}x}$ ) y en cuanto a la  $K_M$  (en ecuación (3)), desearon medirla y además darle un significado más acabado, ya que en principio la  $K_M$  era sólo una constante, única para cada enzima y su sustrato.

Un simple paso matemático permitió dar un significado a  $K_M$ . Si a  $[S]$  le damos el valor  $K_M$  y lo reemplazamos en la ecuación (3), muy fácilmente llegamos a que  $V = V_{m\acute{a}x}/2$ , con lo cual  $K_M$  ahora tiene un clarísimo significado: es la concentración de sustrato a la cual se alcanza la mitad de la velocidad máxima. Y ahora esto permite avanzar un paso más: relacionar con la afinidad enzima-sustrato. Si una enzima presenta una  $K_M$  alta para catalizar a su sustrato significa que requiere alta  $[S]$  para alcanzar la  $V_{m\acute{a}x}/2$ , lo que indica que la afinidad entre ellos no es buena. Lo contrario también es válido: baja  $K_M$  implica alta afinidad. El poder de las herramientas matemáticas queda patente: con la  $K_M$  podemos indagar en cuán buena es la relación física entre dos moléculas, la enzima y el sustrato, en este caso. Algo que, recién ahora, varias décadas después, con los avances tecnológicos, se está confirmando.

Para poder medir  $V_{m\acute{a}x}$  y  $K_M$  primero había que tener trazada una hipérbola precisa. Recuerden que empíricamente se obtenía una nube de puntos, y luego, por medio del método de cuadrados mínimos, se intentaba obtener una hipérbola que aproximara con poco error a los datos. Pero podemos imaginar que se trataba de un trabajo no muy sencillo, lo que implicaba no poder encontrar fácilmente los valores de  $V_{m\acute{a}x}$  y  $K_M$ . Pero si los datos puestos en un gráfico cartesiano, dieran la idea de que forman una recta, todos nos animaríamos hasta con una regla y un lápiz a trazar una recta que los aproxime y hallar su pendiente y su ordenada al origen.

Así, en 1934, Hans Lineweaver y Dean Burk [11] propusieron graficar, en vez de la relación entre  $V$  y  $[S]$ , la relación entre sus inversas,  $1/V$  y  $1/[S]$ , y así, al volcar los datos, la nube de puntos claramente sugiere una recta (Fig. 4). Ya dijimos: es muy simple hallar la recta que mejor ajusta a los puntos, para hallar así los valores de  $V_{m\acute{a}x}$  y  $K_M$ .

Partiendo de la ecuación de Michaelis-Menten, un simple pasaje de términos da:

$$\frac{1}{V} = \frac{[S] + K_M}{V_{m\acute{a}x} \cdot [S]} \quad (4)$$

Al distribuir el denominador de la fracción de la derecha, y simplificando, obtenemos:

$$1/V = 1/V_{m\acute{a}x} + (K_M/V_{m\acute{a}x})(1/[S]) \quad (5)$$

Y mirando fijo esta ecuación, podemos ver que se trata de una función lineal como la de la ecuación (1) con  $y = 1/V$  y  $x = 1/[S]$  donde  $b = 1/V_{m\acute{a}x}$  es la ordenada al origen y  $m = K_M/V_{m\acute{a}x}$  es la pendiente de la recta.

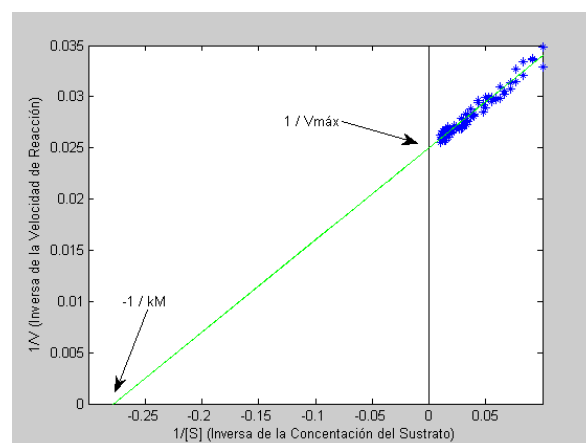


Fig. 4: Recta obtenida con la ecuación (5) con los datos de la simulación de la Fig. 1

El estudio de la actividad de las enzimas cobró gran impulso gracias a estas herramientas matemáticas. Los gráficos con rectas hicieron mucho más fácil la visualización de un fenómeno complejo. Un aspecto que prosperó particularmente fue la acción de sustancias inhibitoras sobre la actividad de las enzimas. Pudo descubrirse que había diferentes clases de inhibidores según cómo se alteraba la recta: los competitivos (llamados así por las evidencias de que competían con el sustrato por el sitio activo) alteraban la pendiente pero no la ordenada al origen, mientras que los no competitivos cambiaban ambos parámetros de la recta. Luego se avanzó a la inversa. Por ejemplo, si una sustancia desconocida cambiaba sólo la pendiente de la recta, entonces era un inhibidor competitivo de la enzima, por lo tanto podía inferirse que sus moléculas tenían cierta similitud estructural con las del sustrato. Esto



quiere decir que gracias a estas herramientas matemáticas se pudo indagar ¡en la forma de las moléculas! ¡Eso es algo casi imposible de otro modo!

Con el tiempo, la bioquímica y la biología molecular revelaron que había ciertas similitudes entre la acción de las enzimas con sus sustratos, y la de la mioglobina (Mb) y la hemoglobina (Hb) (en ciertas condiciones) con el oxígeno ( $O_2$ ), las permeasas (proteínas carriers) con las moléculas transportadas a través de la membrana plasmática, los receptores con sus hormonas (o con sus neurotransmisores), los anticuerpos y los antígenos, etc. Las herramientas matemáticas que permitieron indagar en el mundo de las enzimas, se aplicaron también a estos otros sistemas, lo que llevó a importantes avances.

La hipérbola se observa también al graficar el porcentaje de saturación de la Mb en función de la presión de  $O_2$ . El conocimiento adquirido acerca de las enzimas permite entender qué ocurre entre la Mb y el  $O_2$ , así como también, entre la Hb y el  $O_2$ , aunque este caso es mucho más complejo. El concepto de saturación es totalmente aplicable. Incluso hay un parámetro fundamental en el estudio de la Mb y la Hb, el  $p_{50}$ , que es un análogo de la  $K_M$ : en vez de ser la  $[S]$  a la que se alcanza la  $V_{m\acute{a}x}/2$ , es la presión de  $O_2$  a la que se alcanza la mitad de la saturación. Normalmente la curva de saturación de la Hb no es una hipérbola sino una sigmoideal, pero su comparación con la hipérbola de la Mb es muy clarificadora.

Por su parte, los gráficos de rectas permiten visualizar de qué manera un fármaco actúa sobre el receptor de una hormona, es decir, si lo hace competitivamente, o no.

### - La clave es la saturación

¿Qué tienen en común la acción de las enzimas, la de la mioglobina, la de la hemoglobina (en determinadas condiciones), la de las permeasas, los receptores, etc.? ¿Cómo puede una simple hipérbola describir sus comportamientos? Hay algo que subyace a todos estos procesos: son saturables, lo que quiere decir que en todos los casos se alcanza una velocidad máxima, o una ocupación total de sitios, estado conocido como saturación. Que la enzima esté saturada implica

que todas las moléculas de la enzima transforman sustrato en producto, todo el tiempo, lo que se alcanza a altas concentraciones de sustrato. Es imposible alcanzar una mayor velocidad de formación de producto. Para el caso de la Mb, la saturación se da a alta presión de  $O_2$ , cuando cada molécula de Mb está unida a una de  $O_2$ . Más  $O_2$  unido es imposible. Cuando hay alta [glucosa], suficiente para que todas las permeasas de una membrana no paren de trabajar, se alcanza la  $V_{m\acute{a}x}$  de pasaje de glucosa. En todos estos casos hay una hipérbola, hay una velocidad máxima (o una saturación de sitios), hay una  $K_M$  (o parámetro análogo), y hay competitividad entre moléculas.

Todos los ejemplos anteriores muestran cómo la matemática reveló similitudes que no estaban a la vista. ¿Qué ocurre fuera de la bioquímica y de la biología molecular? En todas las áreas de la biología y de la química hay hipérbolas. Como las que describen cómo cambia en el tiempo la concentración de producto en un sistema reversible que busca el equilibrio químico, o también las que muestran cómo aumenta la fracción de producto formado en función de la concentración de algún reactivo.

En microbiología, el modelo de Monod [12] describe cómo el coeficiente de crecimiento exponencial de la población varía en función de la concentración de un sustrato limitante. Ese modelo tiene una ecuación y una hipérbola esencialmente iguales a los del modelo enzimático de Michaelis-Menten.

Prácticamente todo proceso metabólico que se grafique como velocidad del proceso en función de la concentración de alguno de los sustratos, da una hipérbola. Esto se debe a que tienen enzimas involucradas, por lo tanto la interpretación es similar a lo ya visto: en la parte ascendente de la curva el factor limitante es la  $[S]$  que se representa en el eje  $x$ ; y en la parte horizontal, el factor limitante es la concentración de alguna de las enzimas involucradas, o de algún otro sustrato, o la intensidad de algún condicionante externo, como la luz para la fotosíntesis.

En ecología, dentro de la teoría de forrajeo óptimo, se usan hipérbolas para describir la relación entre la tasa de incorporación de energía y el tiempo que demora un animal en recorrer un

parche con alimento. Si demora mucho, la tasa de energía deja de aumentar.

En la industria se dan procesos similares a los metabólicos, que incluyen enzimas, o catalizadores de otro tipo, y son descritos por hipérbolas. En economía se observan gráficos semejantes como por ejemplo, en la demanda de bienes sustitutos. Y en un área de vinculación entre la economía y la psicología, la Economía de la Felicidad, se ha visto que la relación entre la felicidad de los habitantes de un país y la renta per cápita es ¡una hipérbola! [13].

Por último, mencionaremos un caso que, por su gran parecido con el de las enzimas, uno de los autores utiliza frecuentemente como analogía cada vez que tiene que explicar la actividad enzimática. Es el de los molinetes del subterráneo. Tracemos el paralelo: los molinetes equivalen a las moléculas de enzima, el flujo de personas que intentan pasar a través de ellos sería la concentración de sustrato, y el de personas que ya pasaron, la de producto. Veamos cuán fuerte es la analogía. Si llega poca gente a los molinetes pasan pocas personas por los molinetes, y a medida que llega más gente, crece la velocidad de pasaje de personas por los molinetes. Si llega mucha gente, el sistema se satura y se alcanza la  $V_{\text{máx}}$  de pasaje de personas, y por más que aumente el número de personas que llegan, no puede superarse esa velocidad. El sistema está saturado, y la gente se acumula: escena típica del horario pico en los subterráneos de Buenos Aires. Si embargo hay una manera de aumentar la  $V_{\text{máx}}$ , y que refuerza la analogía: aumentar el número de molinetes, lo que equivale a aumentar la concentración de enzimas. Por supuesto que la analogía se extiende a la hipérbola que describe el proceso: velocidad de pasaje de personas en función del flujo de personas que llega. Y también a la  $K_M$ . Sí, puede hablarse de una  $K_M$ , que da idea de la afinidad molinete-persona. Un molinete con  $K_M$  baja, sería un molinete “amigable”.

### - Caso No Estacionario

El modelo de Michaelis-Menten sólo se aplica al caso en que la concentración del complejo enzima-sustrato ([ES]) es constante en el tiempo.

Se asume así debido a que tiene variaciones muy pequeñas. Esto es:  $\frac{d[ES]}{dt} \approx 0$  y así, el fenómeno a estudiar es un sistema estacionario y las ecuaciones son algebraicas. De no ser así, el sistema ya no sería estacionario, sino dinámico, y las ecuaciones con las que debe trabajarse serían del tipo diferencial [14]. Es decir que aparecerían en las ecuaciones, no sólo las variables del sistema, sino también las derivadas de esas variables: las incógnitas ya no serían números sino funciones. Pero esa discusión queda para un próximo encuentro.

### - Referencias

- [1]<http://pikaia.wordpress.com/2007/08/27/matematicas-en-la-naturaleza/> ←
- [2]<http://divulgamat.ehu.es/weborriak/TestuakOnLine/HasierakoIkasgaiak/duoandikoetxea2000-01.pdf> ←
- [3]<http://www.portalplanetasedna.com.ar/eratostenes.htm> ←
- [4]<http://www.scribd.com/doc/30526385/El-Descubrimiento-de-Neptuno> ←
- [5][http://descubriendo.fisica.unlp.edu.ar/descubriendo/index.php/Paul\\_Dirac](http://descubriendo.fisica.unlp.edu.ar/descubriendo/index.php/Paul_Dirac) ←
- [6]<http://www.hacienda.go.cr/centro/datos/Libro/El%20Estudio%20operativo%20de%20la%20psicolog%C3%ADa.pdf> ←
- [7][http://matematicas.uclm.es/itacr/web\\_matematicas/trabajos/84/matematicas\\_arquitectura.pdf](http://matematicas.uclm.es/itacr/web_matematicas/trabajos/84/matematicas_arquitectura.pdf) ←
- [8]<http://www.ulp.edu.ar/ulp/paginas/Videos.asp?TemaID=1&Page=1&IDConferencia=1632> ←
- [9]<http://noticias.universia.com.ar/enportada/noticia/2006/09/07/369423/analizan-fisica-panico-multitudes.html> ←
- [10],[11][http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Cin%C3%A9tica\\_enzim%C3%A1tica](http://es.wikipedia.org/wiki/Categor%C3%ADa:Cin%C3%A9tica_enzim%C3%A1tica) ←
- [12]<http://www.fq.uh.cu/dpto/qf/uclv/infoLab/infoquim/complementos/fermentacion/Fermentaciones.htm> ←
- [13][http://www.ucm.es/info/ec/ecocri/eus/Ansa\\_Eceiza.pdf](http://www.ucm.es/info/ec/ecocri/eus/Ansa_Eceiza.pdf), ver página 7 ←
- [14]<http://www.cnb.csic.es/~jpoyatos/Teaching/classesall.pdf> ←

### - Bibliografía

- Blanco, A. Química Biológica (2000) Ed. El Ateneo Jenny SA. (7ma. Edición)
- Lehninger, A. L. Principios de Bioquímica (2009). Ed. OMEGA. (5ta. Edición)
- Stryer, L. Bioquímica (2003). Ed. Reverté (5ta. Edición)

*volver*



## CONOCER LO QUE CONSUMIMOS PARA NO DEJARNOS ENGAÑAR

**M. Laura Yankilevich y Mariana P. Álvarez**

(Lic. en Ciencias Biológicas – Prof. Nacional de Enseñanza Media y Superior en Ciencias Biológicas – Docentes de Biología CBC- UBA)



*En el complejo mecanismo de funcionamiento del ser humano, la alimentación es el hábito por el cual obtenemos los nutrientes necesarios para mantenernos vivos. Es sumamente importante porque es la única etapa voluntaria y consciente del vital proceso de nutrición. Por eso la alimentación es la variable sobre la cual podemos actuar para favorecer o no una buena salud. Justamente por medio de ella el organismo consigue hidratos de carbono, lípidos, proteínas, minerales y vitaminas para crecer y sentirse bien tanto física como mentalmente.*

*Sin embargo comer no es lo mismo que alimentarse bien y muchas veces creemos estar incorporando alimentos nutritivos y que nos aportan muchos beneficios para nuestro cuerpo pero no es así*

### ¿De qué hablamos cuando nos referimos a una “dieta balanceada”?

El llamado padre de la nutrición en la Argentina, el Dr. Pedro Escudero, propuso en 1940 las cuatro Leyes de la Alimentación:

1. Ley de la Cantidad: la cantidad de alimentos ingerida debe proveer la energía necesaria
2. Ley de la Calidad: los alimentos ingeridos deben ser variados para proveer todos los nutrientes necesarios
3. Ley de la Armonía: los alimentos ingeridos deben proveer la proporción adecuada de cada tipo de nutriente
4. Ley de la Adecuación: la dieta debe ser personalizada, adaptándose a la edad, sexo, actividad, creencias, gustos, condiciones climáticas, estado de salud, de cada persona

El cumplimiento de las 4 leyes en conjunto es lo que hace que una dieta sea balanceada, y por lo tanto beneficiosa para mantener una buena salud.

Teniendo en cuenta estas leyes es que se elaboran las más conocidas pirámides nutricionales y el círculo nutricional cómo el que adoptó nuestro país y está representado en la figura 1.



Comer **VARIADO** es bueno para vivir con **SALUD**.

Figura 1: Círculo Nutricional

Fuente: Guías Alimentarias para la Población Argentina. AADyND -Nov. 2000

**Cereales** (arroz, avena, cebada, maíz, trigo), **sus derivados** (harina, fideos, pan, galletas, etc.) y **legumbres secas** (arvejas, lentejas, porotos, soja, garbanzos):

- fuente principal de Hidratos de Carbono y Fibra.
- aporta la mayor parte de las calorías que una persona consume al día.

**Verduras y Frutas:**

- aporte de Vitaminas (A y C) y Minerales (como Potasio y Magnesio).

- proveen también Fibra y Agua y son naturalmente bajas en grasa (ningún alimento de origen vegetal contiene colesterol!!!).

**Leche, Yogur, Queso:**

- ofrecen Proteínas de muy buena calidad.
- son fuente principal de Calcio y aportan también algunas vitaminas.

**Carnes y Huevo:**

- aportan Proteínas y son fuente principal de Hierro.

-las carnes y el huevo contienen grasas saturadas y colesterol (como todos los alimentos de origen animal) por lo que consumidas en exceso son perjudiciales para la salud.

-el pescado contiene grasas insaturadas que tienen un efecto beneficioso para la salud (las famosas omega 3 y 6 de las que hablan las publicidades), contribuyendo a reducir los niveles de colesterol en sangre.

**Aceites y Grasas:**

- fuente principal de energía y vitamina E
- a través de las grasas se absorben las vitaminas liposolubles (A, K, D, E) y aportan al organismo ácidos grasos esenciales.

-los aceites vegetales (de las semillas y frutas secas) tienen ácidos grasos insaturadas (como los omega 3 y 6) y nunca tienen colesterol.

**Azúcar y Dulces:**

- aportan energía pero no nos ofrecen sustancias nutritivas indispensables.
- lo mismo pasa con el alcohol!!!

**Sodio:**

-en pequeñas cantidades tiene un papel importante para el buen funcionamiento del organismo, pero su consumo en exceso está relacionado con la hipertensión arterial.

-presente en forma natural en muchos alimentos y también se encuentra añadido a tantos otros; a pesar de esto, muchos de nosotros tendemos a agregar sal a las comidas!!!

**¿Por qué es importante la información nutricional en las etiquetas de los productos que consumimos?**

Desde el 2006 en nuestro país es ley el Rotulado Nutricional en los alimentos envasados. El objetivo de proveer esta información sobre calorías y nutrientes contenidos en los alimentos es permitirnos tener una postura activa y responsable como consumidores, eligiendo aquellos alimentos que promuevan una alimentación saludable.

Un ejemplo concreto se muestra a continuación en la figura 2.



Figura 2: Información Nutricional  
Fuente: <http://blogs.clarin.com/cuidado-nutricional/2010/04/13/como-leer-etiquetas/>

**Porción:** es la cantidad del alimento en cuestión que debería consumirse en cada ocasión y que permite mantener una dieta balanceada.

**Valor energético:** es una medida, en Kcal o KJ, de la cantidad de energía que se obtiene al consumir una porción.

**% VD (valor diario):** es el porcentaje de la cantidad diaria recomendada de un nutriente que debería consumirse para mantener una dieta balanceada acorde a los requerimientos nutricionales de cada individuo.

**Publicidad engañosa: ¿Qué NO debe declararse en el rótulo?**

Todos sabemos que la finalidad de la publicidad es vender, y para obtener este objetivo muchas veces es engañosa. También se puede falsear con la verdad.

-No todo lo dietético es reducido en calorías (light), ya que lo dietético no sólo es para aumentar de peso o disminuirlo, sino que se utiliza el término para cualquier alimento que sirva para alguna dieta en particular; por ejemplo para celíacos libre de TACC (trigo, avena, cebada y centeno – figura 3), o productos deslactosados (figura 4) para las personas que presentan intolerancia a la lactosa





Figura 3: Uno de los símbolos que desde diciembre de 2009 el gobierno argentino impulsa que acompañe a todos los productos que sean “libre de gluten- Sin T.A.C.C”  
Fuente: Asociación Celíaca



Figura 4: Producto apto para personas con intolerancia a la lactosa pero no es útil para adelgazar ya que no es reducido en calorías

Fuente: <http://consultoraempresarialbestrongretail.blogspot.com/2010/07/intolerancia-la-lactosa.html>

-Es verdad pero a la vez tramposo destacar la presencia o ausencia de algún componente en un alimento en particular cuando eso sea una característica de todos los alimentos de esa naturaleza. Por ejemplo decir que un aceite vegetal es libre de colesterol, cuando cualquier alimento de origen vegetal es naturalmente libre de colesterol. (Figura 5)



Figura 5: Aceite de girasol donde se remarca que es libre de colesterol ( ) Fuente: <http://www.reyadecostarica.com/home/es/node/29>

-Tampoco pueden indicarse en las etiquetas propiedades curativas o preventivas (aunque en la publicidad gráfica, televisiva, etc., si se hace) como por ejemplo “reduce el colesterol”; “previene la osteoporosis”; “regula el tránsito intestinal”.

### ¿Tan malo es el colesterol?

Es importante saber que el colesterol es una molécula, un tipo de lípido de la familia de los esteroides, presente en todas las células animales y fundamental para su estructura y funcionamiento. No sólo obtenemos colesterol a partir de los alimentos que ingerimos (exógeno) sino que nuestro organismo también lo produce (endógeno). Por eso el exceso de colesterol no siempre se controla reduciéndolo en la dieta, tal es el caso de las personas que padecen un trastorno genético hereditario denominado hipercolesterolemia familiar.

Otro error común es pensar que existen distintos tipos de colesterol. La molécula de colesterol es una sola. En realidad cuando se hace referencia a esto se está hablando de las formas en las que el colesterol viaja por la sangre; lo hace asociado a distintas proteínas y esto es lo que llamamos HDL, el “colesterol bueno”, y LDL, el terrible “colesterol malo”. (Figura 6)

El problema del colesterol 'malo' o LDL es que, en exceso, se acumula en las arterias y dificulta el tránsito de oxígeno a través de la sangre y sin oxígeno, el corazón y el cerebro no pueden funcionar correctamente. Por otro lado un buen nivel de HDL ayuda a remover colesterol del torrente sanguíneo e incorporarlo al hígado para ser utilizado en forma beneficiosa para el organismo por ejemplo en la fabricación de otros esteroides

Es por todos conocido que el exceso de colesterol está asociado a un mayor riesgo de enfermedad cardiovasculares pero quizá no todos sepan que el colesterol además de formar nuestras células permite que a partir de él se formen las hormonas esteroides (entre ellas las hormonas sexuales como estrógenos, progesterona o testosterona que no sólo son útiles para la procreación y la subsistencia de la especie sino para la libido y el placer, entonces imagínense que aburrida sería la vida sin el precursor de estas hormonas); vitaminas como la D, fundamentales para el funcionamiento de nuestro organismo y sales biliares para favorecer la digestión de lípidos. También se ha encontrado que su disminución está relacionada

con depresión y otros síntomas neurológicos. Por eso el debemos recordar que lo importante es el balance adecuado, las famosas cuatro leyes de la dieta balanceada

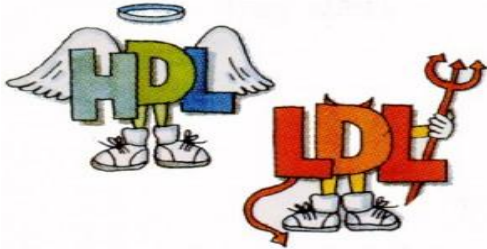


Figura6: Sátira sobre el colesterol “bueno” y “malo”  
Fuente: <http://www.noticiassalud.com/tag/colesterol>

### Consideraciones finales

Somos conscientes que el tema que tratamos puede encontrarse en otros artículos de divulgación e incluso en textos científicos, pero no por ello deja de ser importante recalcar la necesidad de saber qué es lo que comemos y cuidarnos al no dejarnos engañar por el “marketing” que tienen algunos productos que consumimos.

Lo que se plantea en este artículo no sólo ocurre con los alimentos sino también con la publicidad tramposa de muchos productos cosméticos que nos prometen mejorar el pelo o la piel con sustancias que no existen por ejemplo “cremas con placenta de tortuga” (los reptiles no forman placenta ya que son ovíparos).

En resumen el conocimiento es poder, en este caso, como consumidores. De este modo no sólo nos cuidamos sino que contribuimos a mejorar la calidad de los productos que se ofrecen en el mercado

### Fuentes consultadas

- Guías Alimentarias para la Población Argentina. AADyND - Nov. 2000
- <http://blogs.clarin.com/cuidado-nutricional/2010/04/13/como-leer-etiquetas/>
- <http://www.mundocolesterol.com/>

*volver*

*Comunicate con nosotros!!!*

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

**LEONARDO BOFF:  
"LA GRAN AMENAZA SIEMPRE FUE EL CAPITALISMO SALVAJE"**



EN ESTE NÚMERO, **EW"LA"REVISTA** REPRODUCE LA ENTREVISTA A LEONARDO BOFF, QUE REALIZÓ INFOUNIVERSIDADES. TEOLOGO Y ECOLOGISTA BRASILEÑO, VISITÓ NUESTRO PAÍS EL PASADO AÑO, EN OCASIÓN DE PARTICIPAR DEL SEGUNDO CONGRESO DE LOS PUEBLOS POR EL AMBIENTE.

**(TEOLOGÍA Y FILOSOFÍA APLICADAS A LAS CIENCIAS AMBIENTALES)**

*Leonardo Boff, teólogo y ecologista brasileño, señaló que las universidades se rigen por modelos de investigación que intentan la dominación de la naturaleza y no buscan un diálogo con ella. Habló de la Carta de la Tierra y remarcó la necesidad de aprovechar la sabiduría de los pueblos para enfrentar las amenazas futuras. El intelectual, que también fue uno de los gestores de la Teología de la Liberación, fue ganador del "Right Livelihood Award", conocido como el premio Nobel alternativo.*

Genezio Darci Boff es uno de los intelectuales que formó parte del origen y concepción de la Teología de la Liberación. Nieto de emigrantes italianos y nacido en Concordia (Brasil), adoptó como nombre religioso y literario "Leonardo Boff". Ingresó en 1959 a la orden de los Frailes menores (franciscanos) y en 1984, luego de tratar de adaptar las "intuiciones de la Teología de la Liberación a las relaciones internas de la Iglesia" fue sometido a un proceso en el Vaticano. "No le agradó a Roma; me llamaron para justificarme y luego punirme con la imposición de silencio. Yo les contesté con una frase de Atahualpa Yupanqui: 'La voz no la necesito, sé cantar hasta en silencio'", recuerda.

Fue también uno de los ideólogos de la "Carta de la Tierra", una declaración de principios éticos para una sociedad global justa, sostenible y pacífica en el siglo XXI. Es autor de más de 70 libros sobre Teología, Espiritualidad, Filosofía, Antropología y Mística, y un defensor acérrimo de los derechos humanos de las mayorías populares latinoamericanas. En su paso por Córdoba, para participar en el segundo congreso

de los Pueblos por el ambiente, el teólogo dialogó con InfoUniversidades.

***-Usted sostiene que debemos volver a la "casa común", la tierra. Es un principio de la teología de liberación...***

-La Teología de la Liberación nació escuchando el grito de los oprimidos, los pobres y, lentamente, ha descubierto que la Tierra también grita por una devastación sistemática del sistema actual económico; ahí surge una Ecoteología de la Liberación. Con el calentamiento global, los problemas de la escasez de agua y otras crisis, cada vez es más urgente pensar formas de liberar, no sólo a los pobres, sino a la humanidad de una manera absolutamente irresponsable de habitar la Tierra, que es dañina a la vida y compromete el futuro.

***-¿Cómo han influido en ello las crisis planetarias?***

-Hoy estoy más angustiado que ayer, porque las crisis han llevado a la humanidad al borde de un abismo: en dos años la crisis económico-financiera ha aumentado en más de cien millones

el número de pobres. El consumo humano superó un 30 por ciento más de lo que la Tierra puede reponer: hay que fijar un límite a la forma de producir y consumir, porque la Tierra cada vez está más debilitada, y no alcanza a mantener su sustentabilidad. Empezó el tiempo del mundo finito: los recursos son finitos y el futuro no es infinito, porque si quisiéramos universalizar los bienes que tienen los países ricos para toda la humanidad necesitaríamos por lo menos tres Tierras igual a ésta, lo que es absurdo.

La alternativa es el cambio. Eric Hobsbawm en su libro "La era de los extremos" decía que una humanidad cambia o va al encuentro de lo peor, el encuentro del camino ya recorrido por los dinosaurios. Entonces, tenemos que desarrollar esa conciencia, difundirla en la humanidad, especialmente en las elites ricas. Los grandes sistemas de las transnacionales no quieren saber nada de esto, porque los negocios funcionan; pero hay un riesgo global que afecta a todos y a cada una de las personas.

***-La Teología de la Liberación fue censurada por el Vaticano. ¿Cuál es la relación que tiene usted con Benedicto XVI?***

-Como teólogo, Benedicto XVI era amigo mío. Después caminamos por rumbos diferentes. Creo que el Vaticano cometió una equivocación terrible, porque pensaba que la gran amenaza de América Latina era el marxismo, cuando la gran amenaza siempre fue el capitalismo salvaje, que produce pobreza y miseria. El marxismo nunca fue un riesgo concreto. Ellos imaginaban que todo sería como Cuba, y por instinto de defensa, no quieren que la religión sea perseguida, pero el pueblo latinoamericano es muy religioso y místico. Esa equivocación la sostiene como si viviéramos en tiempos de la guerra fría. Por eso la Iglesia debe renovar sus informaciones. Les conviene mantener teólogos que quieran cambios, no sólo en la sociedad, sino también en la Iglesia, porque es una estructura muy autoritaria, muy cerrada, que encubre crímenes y pecados, como la pedofilia. Eso es intolerable.

***-¿Qué rol pueden desempeñar las universidades en la difusión de la Ecoteología de la liberación?***

-En general, las universidades tienen la función social de reproducir los cuadros que hacen funcionar la sociedad (abogados, médicos y profesionales), pero también siempre ha tenido una función crítica: la de pensar el futuro, nuevas alternativas, y eso ha disminuido mucho en los últimos años, en todo el mundo, porque hubo una gran articulación entre las grandes empresas y la investigación universitaria. Hoy más que nunca todos los saberes deben aportar para proteger el planeta amenazado y cuidar de la vida. Es necesario desarrollar conocimientos comprometidos con lo ecológico, el futuro de la Tierra y la humanidad. La universidad puede hacerlo muy bien, es un reto que todos los universitarios tienen que asumir para no llegar retrasados; tenemos poco tiempo para hacerlo.

***-¿Considera que es el momento propicio para impulsar estos cambios?***

-Hay un riesgo en todas las universidades que conozco -yo también fui profesor- de que se cierren dentro de su mundo, en lugar de mantener contacto orgánico y permanente con la sociedad, con las bases, con los movimientos, sobre todo con los populares que son los más sensibles, los que más sufren y también los que más sueñan. La universidad debe abrirse a la sociedad, empezando por las víctimas, eso trae nuevos temas, visiones y perspectivas de cambio. Lo peor sería que se cerraran en sí mismas, porque dañaría al proceso global de acelerar la conciencia y buscar alternativas de producción de consumo, de relación con la tierra, el agua y el entorno.

Todavía hay viejos modelos basados en la violencia, con defensores de métodos que sostienen la necesidad de torturar la naturaleza hasta que nos entregue todos sus secretos. Esa visión que plantea la dominación de la naturaleza, en lugar de un diálogo con ella, todavía sigue vigente en las universidades. Debemos cambiar el modelo, valorar todos los saberes posibles, no sólo el técnico-científico, sino el saber espiritual, de la intuición, la cordialidad, porque cada uno es una ventana



sobre la realidad. Tenemos que aprovechar la sabiduría de los pueblos para tener una visión más amplia, y obtener más medios para enfrentar las amenazas que nos vienen.

### **La Carta de la Tierra**

“Nació en 1992 de la conciencia de la crisis, mientras se realizaba la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro -recuerda Boff. Antes había una propuesta, pero había sido rechazada. Algunos jefes de Estado se irritaron mucho. Dijeron que había que empezar no desde las burocracias estatales o científicas, sino desde abajo, desde los pueblos de la Tierra. Entonces se creó un grupo, en el que yo participaba y donde también estuvo Mercedes Sosa, con la idea de consultar lo que la humanidad quiere de la Tierra. Trabajamos entre 1992 y 2000 y elaboramos un documento, pensando ya en el calentamiento global, la crisis del agua, el planeta como el único que tenemos. Así surgieron los principios y valores para un modo sostenible de vida, no un desarrollo sostenible porque eso le gusta mucho al capital, sino una manera de vivir sostenible sobre la Tierra, en la cultura, en la política.

A mi juicio, la Carta de la Tierra es uno de los mejores documentos. La Unesco ya la asumió y ahora queremos proponerlo en la ONU para que sea discutido, enriquecido y añadido a la carta de los Derechos Humanos. Lograr eso sería un avance enorme en la perspectiva de la conciencia colectiva de la humanidad de cara a la Tierra y la naturaleza”.

### **Sobre Leonardo Boff**

En 1970 obtuvo su doctorado en Teología y Filosofía, en la Universidad de Munich-Alemania. El 11 de agosto de 2010 fue homenajeado como visitante distinguido por la Universidad Nacional de Córdoba, y recibió los títulos Doctor Honoris Causa de la Universidad de Turín (Italia) y de la Universidad de Lund (Suiza). En 2001 ganó el Right Livelihood Award, conocido también como el Premio Nobel Alternativo.

*Andrés Fernández*

*comunicacion@rectorado.unc.edu.ar*

*María Cargnelutti*

*Prosecretaría de Comunicación Institucional  
Universidad Nacional de Córdoba*

*volver*

*Comunicate con nosotros!!!*

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

## DUALISMOS, DETERMINISMOS Y ALGUNOS APORTES VIGOTSKIANOS PARA LA CONSTITUCIÓN DE UNA "PSICOLOGÍA SOCIAL DEL HOMBRE SOCIAL"<sup>1</sup>



**Juan Manuel Duarte**

*(Lic. en Psicología UBA- Docente de Psicología del CBC-UBA y UNLP)*

El desarrollo de las ideas psicológicas, ya desde los comienzos del pensamiento filosófico, pasando por la constitución de la psicología como disciplina científica desde el siglo XIX, y hasta nuestros días, expresa todo tipo de posiciones dualistas respecto al ser humano. De esta manera, se concibe la realidad humana, y consecuentemente a la psicología, como compuesta por dos instancias diferentes y opuestas: materia e idea, cuerpo y alma, biología y psiqué, por dar algunos ejemplos. Cada una de estas esferas implica sus propias determinaciones y principios explicativos, y sólo se relacionan externamente. El dualismo cartesiano cuerpo (res extensa) y mente (res cogitans), es quizá el ejemplo más acabado y el más pleno de efectos en los diferentes ensayos de constitución de una psicología con pretensiones de disciplina científica, ya desde el siglo XIX. Este planteo llevó en un primer momento a concebir la naturaleza humana en términos dicotómicos: como naturaleza o biología, por un lado, y cultura e historia por otro (Cole, 1999).

Como contracara de esta dicotomía aparecieron en un primer momento intentos de explicar lo mental exclusivamente en términos de lo corporal en el marco de las ciencias naturales, dejando de lado las determinaciones históricas. De esta manera, la complejidad de las relaciones entre biología e historia y cultural, cuya síntesis se expresa en humano se reducía a sus determinaciones biológicas, dando lugar un determinismo biologicista. O, a lo sumo, algunos de estos primeros investigadores en psicología reconocieron la existencia de procesos

mentales "superiores" determinados por la cultura, pero al costo de llevar la dicotomía hasta el final planteando la necesidad de dos psicologías: una para los procesos psicológicos naturales, mediante métodos propios de las ciencias naturales, y otra, con métodos propios de las ciencias humanas, para los "superiores". El caso de Wilhem Wundt, que investigó en el contexto académico germano durante el siglo XIX, es paradigmático en este sentido, desarrollando paralelamente una psicología "fisiológica" (procesos elementales) y una "de los pueblos" (superiores o culturales).

Desde entonces, en la historia de la psicología se han expresado tendencias a reducir lo mental a uno de los dos términos de la relación, o a lo biológico o a lo cultural, con resultados igualmente empobrecedores (y muchas veces con usos reaccionarios). Empero, en lo que sigue nos centraremos en ciertas expresiones del determinismo biologicista, en tanto consideramos que ha tendido y como veremos, lo sigue haciendo, a prevalecer. Luego abordaremos el concepto de Desarrollo de funciones psíquicas superiores elaborado por el investigador marxista Lev Vigotsky y su utilidad para elaborar una psicología superadora de estos dualismos y dicotomías<sup>2</sup>.

1. Revista Elemental Watson. Universidad de Buenos Aires. Abril de 2011.

2. Por supuesto, las ideas en psicología, y en cualquier área del conocimiento, están determinadas históricamente por la sociedad en la que se produce (Marx y Engels, 1985). Sin adentrarnos en las -complejas- relaciones entre capitalismo y ciencia, señalemos nada más que la mercantilización y fragmentación de la producción de conocimiento propias de este sistema social, son tierra fértil para explicaciones mecánicas, lineales, deterministas y reduccionistas (ver Lewontin, Rose y Kamin, 2009, para un interesante elaboración al respecto).

**Algunos ejemplos de enfoques deterministas biológicos en psicología: conductismo, genetismo y neurociencia**

Ya ubicándonos en los principios del siglo XX, los desarrollos Watson, precursor del conductismo en EEUU, tiñeron de determinismo biológico el desarrollo de la psicología: apoyado en los avances de Pavlov en la neurofisiología del sistema nervioso, reducía al ser humano a un conjunto de relaciones estímulo y respuesta. Los conductistas prometían a la burguesía y al gobierno norteamericano de principios de siglo XX, elaborar una psicología que permitiera explicar y controlar la conducta (Danziger, 1979), y hegemonizaron la producción de teorías y usos de la psicología en la primera mitad del siglo.

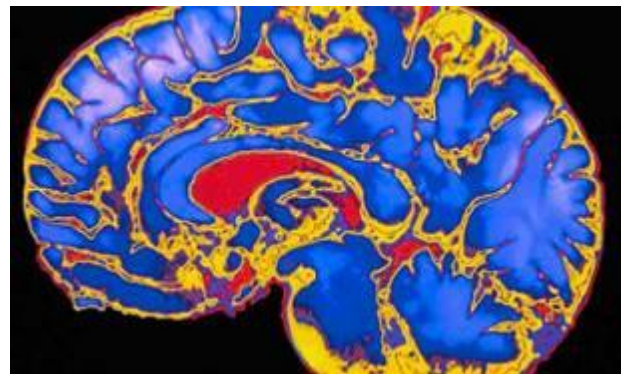
En las últimas dos décadas, los importantes avances en genética primero, y en neurobiología después, han llevado a la proliferación de explicaciones deterministas.

Ya a comienzos de los ochenta, las investigaciones en genética dieron lugar a intentos de reducir lo mental a su base genética. En un valioso trabajo colectivo investigadores del campo de las ciencias naturales como Stephen Jay Gould, Richard Lewontin y Steven Rose, y el psicólogo Leon Kamin, apoyados en una crítica marxista al capitalismo y la producción de la ciencia, denunciaron cómo las pretensiones eugenésicas de Francis Galton en siglo XIX de explicar la inteligencia en base a la herencia genética, correlacionando clase social y raza con inteligencia, reaparecían en desarrollos "científicos" genetistas, como los de los psicólogos -y asesores del alcalde de Nueva York- Hernstein y Murray. Éstos, a la sazón asesores del alcalde de Nueva York, planteaban en *The Bell Curve*, que aquellos individuos ubicados el piso de la curva de medición de inteligencia forman una subclase genéticamente determinada, por fuera del alcance de políticas progresistas (Lewontin, Rose, Kamin, 2009; Gould, 2007).

Y el desciframiento del mapa genético humano (Proyecto Genoma Humano), a comienzos de los años noventa dio lugar a la proliferación de explicaciones de lo mental bajo el prisma de la doble hélice del ADN, llegando a plantear que

"todo está en los genes", desde el lenguaje, hasta el gusto por la música (Pinker, 1995).

Años más tarde, los avances de la neurobiología en el conocimiento del cerebro durante la década del noventa (bautizada pomposamente como "década del cerebro"<sup>3</sup>), han dando lugar a una neuropsicología que tiende a reducir los fenómenos mentales más diversos ahora a su localización cerebral. Así, las nuevas técnicas de "mapeo cerebral" pretenden explicar fenómenos tales como "los celos", "el amor", "el racismo", las "conductas del consumidor", las "opiniones políticas", etc., por medio de su ubicación cerebral<sup>4</sup>.



David Job/Getty Images

Obviamente, con esto no queremos negar in toto los avances científicos en neurobiología o genética, sino sólo señalar las tendencias que expresan. No es el objetivo de este trabajo, pero algunos desarrollos son realmente interesantes y necesarios para una psicología materialista no reduccionista, como las recientes investigaciones sobre las así llamadas neuronas espejo, que darían una base material corporal a procesos tan

3. Por los institutos de Salud de EEUU y algunos países de Europa. En 2009, estos institutos bautizaron la década pasada como La década de la mente, expresando el exitismo de la neurobiología, que finalmente cree haber encontrado la clave para resolver el enigma de lo mental y la conciencia. (Rose y Rose, 2009)
4. Basta una simple búsqueda en google para encontrarse con títulos como "Muestran cuáles son las bases neurales del prejuicio racial", *La Nación*, 04/11/2010 (<http://www.lanacion.com.ar/1321507-muestran-cuales-son-las-bases-neurales-del-prejuicio-racial>). Otro ejemplo, "Un grupo de psicólogos norteamericanos sostiene que los celos tienen origen genético". *Clarín*, 25/10/2002 (<http://edant.clarin.com/diario/2002/10/25/t-464017.htm>). Para un intento de localizar las opiniones políticas y las conductas de consumo, ver (Iacoboni, 2009)

importantes como la imitación propiamente humana<sup>5</sup>.

Simplemente queremos acentuar el modo en que estos avances terminan sirviendo de base a una psicología presa del determinismo biológico, y sus consecuencias prácticas. Cómo señala el neurobiólogo Steven Rose: "Mientras la meta de la genética es leer el libro de la vida en los genes, la neurociencia ofrece resolver el problema mente-cuerpo. Ambos también comparten ambiciones médico-tecnológicas: eliminar la enfermedad, tratar desórdenes mentales y neurológicos, y desarrollar tecnologías de control social" (Rose y Rose, 2009)<sup>6</sup>.

Vistos estos ejemplos ilustrativos podemos preguntarnos cómo superar estas visiones y poner en pie una psicología que plantee en sus justos términos las relaciones entre biología y cultura.

Podemos preguntarnos entonces, ¿Con qué herramientas metodológicas y conceptuales podemos contar para elaborar una psicología que conciba la complejidad de la psicología humana, sin caer en dualismos, dicotomías explicativas, determinismos o reduccionismos como los que señalamos? Veamos cómo Vigotsky puede ayudarnos en esta empresa.



Lev Vigotsky

### El concepto de desarrollo de las funciones psíquicas superiores en la obra de Lev Vigotsky

Lev Vigotsky elaboró, al calor de la primera revolución obrera y socialista triunfante de la historia, la revolución rusa de 1917, y apoyado en las herramientas teóricas elaboradas por el marxismo, las premisas para un programa de investigación en psicología que parte de concebir al ser humano en toda su complejidad. Sus vasta obra constituye un punto de partida sumamente valioso para la constitución de una psicología

científica, y aquí sólo nos limitaremos al concepto -central en su obra- de Desarrollo de las funciones psíquicas superiores, y a la utilidad que podemos dar a partir de lo arriba expuesto<sup>7</sup>.

En El significado histórico de la crisis en psicología (1927/1999), Vigotsky señaló que la psicología en tanto disciplina científica se encontraba en crisis, desgarrada constantemente entre tendencias materialistas e idealistas. Lo cual plantea la necesidad de una nueva síntesis metodológica que permita establecer las bases para una psicología científica, que tenga en cuenta la totalidad de determinaciones del ser humano en tanto ser histórico, en la búsqueda de explicaciones materialistas no mecanicistas ni reduccionistas. En otros términos, Vigotsky planteaba la necesidad de superar la concepción de la psicología humana como la del "mamífero superior", al modo de las corrientes biologicistas como la reflexología en su país o el conductismo en EEUU, en pos de una "psicología social del hombre social" (1930).

En este sentido, Vigotsky (1931/1999) diferenció las funciones psíquicas elementales, presentes en el mundo animal, de las funciones psíquicas superiores (FPS), propias del ser humano, que implican procesos de conciencia mediatizados por signos lingüísticos. Atención, memoria, lenguaje, etc. en tanto procesos que implican conciencia, constituyen funciones psicológicas superiores, y están implicadas en las formas de conducta superior del ser humano.

5. Las recientes conceptualizaciones sobre las neuronas espejo (Iacoboni, 2009), por ejemplo, podrían aportar pistas sobre las bases neuronales de los procesos de imitación que Vigotsky ubicaba en la base de la internalización de las funciones psíquicas superiores. Pero a diferencia del reduccionismo imperante en esta área, Vigotsky, que se ocupó de cuestión de la "localización" de las FPS, se esforzó por captar la complejidad del fenómeno en la relación entre estructura, función y génesis. Al respecto, su artículo "La psicología y la teoría de la localización de la funciones psíquicas" (1934), es ilustrador de la potencia de su planteo. Respecto a los procesos de imitación, la obra -en curso- de Michael Tomasello da hipótesis sugerentes sobre su base, al tiempo que muestra la potencia del planteo vigotskyano.

6. Ahora, uno podría pensar que la psicología clínica podría ser un refugio para la complejidad de la subjetividad humana, pero creemos que ésta no escapa a las consecuencias prácticas de las posiciones dualistas: hace unos años, la historiadora del psicoanálisis Elizabeth Roudinesco viene alertando sobre el doble fenómeno, ante el padecimiento psíquico, de la creciente hegemonía de las psicoterapias breves y la medicalización, paralela a la proliferación de explicaciones místicas (cientología, etc.) o directamente religiosas, con sus respectivos tratamientos.



Valiéndose de las herramientas metodológicas del marxismo, Vigotsky desarrolló una metodología de investigación particular para el estudio de las FPS, que establece la necesidad, dictada por la complejidad de los fenómenos, de un análisis en tres planos: estructural, genético y, sobre todo, funcional (qué función cumplen concretamente en el ser humano). Sólo considerando la interrelación dialéctica entre los tres planos, cuyas relaciones cambian a su vez según el momento de su desarrollo, se podría dar cuenta de la complejidad de los fenómenos psicológicos que implican la conciencia (y su relación con las FPE).

Muy esquemáticamente podemos decir que Vigotsky caracteriza la estructura de las FPS como procesos mediatizados por signos lingüísticos, culturales. La función del dominio de la propia conducta caracteriza también las FPS.

Ahora bien, una explicación materialista de la psicología del ser humano debe asimismo partir de la génesis de la misma, de su desarrollo, de su historia. En este sentido, Vigotsky va a plantear que la génesis de la psicología del ser humano implica una síntesis de tres líneas de desarrollo diferentes, que aparecen complejamente conjugadas: a) la génesis biológica del ser humano, que lleva a la constitución del homo sapiens sapiens (hominización), frente a cuyas leyes y regularidades la obra de Charles Darwin aporta las claves explicativas; b) el desarrollo histórico y cultural (humanización), producto de la evolución biológica al tiempo que nueva propiedad emergente y entrelazada a ésta, respecto al cual Vigotsky toma al materialismo histórico elaborado por Marx y Engels como una base explicativa sine qua non (1931). Ambas líneas de desarrollo constituyen dos planos de la filogenia humana. Y c) el desarrollo individual de cada ser humano, su ontogenia, en la cual el desarrollo biológico madurativo en curso se entrelaza con el desarrollo cultural, dando lugar a la emergencia de las FPS.

Estos tres planos deben concebirse dinámica y no estáticamente, e incluso en sus diferentes temporalidades y siempre como constitutivos de una síntesis dialéctica. De esta manera podemos iluminar las transiciones dialécticas entre los

diferentes planos, que van a determinar las características de la psicología humana.

En el plano histórico y cultural, asimismo, el marxismo aporta la base metodológica para una comprensión científica de la sociedad capitalista en el marco de la cual se constituye el psiquismo en nuestros días, al tiempo que una crítica a la misma que permite entrever la transición revolucionaria hacia una sociedad socialista. Vale recordar que los aportes de Darwin, y sus continuadores, brindan una explicación materialista complementaria con el análisis materialista de la historia del marxismo<sup>8</sup>.

De esta manera, los planos que en una visión dualista aparecen escindidos dando lugar a determinismos y/o reduccionismos biologicistas (o culturalistas), toman su lugar dentro de la totalidad compleja y dinámica del ser humano y su psicología.



Charles Darwin

### Entonces... algunos usos del enfoque

Este enfoque, para referirnos a los ejemplos que planteábamos arriba y sin pretender agotar sus posibles usos (esa apasionante tarea está por hacerse todavía), nos previene entonces de caer en las pretensiones de explicar fenómenos mentales tales como “el amor”, los prejuicios raciales, la inteligencia, etc. exclusivamente por

Serían dos caras de la misma moneda, en el marco de la mercantilización creciente de la salud mental, que tiene al capital (laboratorios psicofarmacológicos, medicina prepaga, etc.) y al Estado (Roudinesco, 1999 y 2005).

Estos son actores fundamentales, agregamos nosotros, de la extensión de las relaciones capitalistas al ámbito de la salud mental en las últimas dos décadas

7. En otro lugar hemos desarrollado esbozos para situar la obra del marxista soviético (Duarte y Suarez, 2009).

8. En este sentido Vigotsky le dio mucho valor a los aportes de Engels, en particular, el breve ensayo sobre *El papel del trabajo en la transición del mono al hombre* (Engels, 1872)

medio de datos orgánicos, dejando de lado el análisis y crítica de la sociedad en la cual se despliegan, y del desarrollo de cada individuo.

O, incluso en la clínica psicológica y los peligros de caer en las visiones ora biologicistas que sostienen la medicalización del padecimiento psíquico, ora adaptativas a las contradicciones de la sociedad en la cual se despliegan como tienden a hacer muchas psicoterapias breves adoptadas por las prepagas, sino hablar de las visiones místicas o religiosas (Roudinesco, 2005).

La explicación e investigación en los fenómenos psicológicos, con sus conceptos y categorías particulares, forman una unidad con los conceptos marxistas que nos permiten comprender la producción de saberes y usos prácticos, como mercantilización (de la salud mental), o fetichismo de la mercancía (clave para entender la tendencia a la cosificación de los fenómenos psíquicos), por ejemplo. En el mismo sentido, nos aporta las “armas de la crítica” desde las cuales iluminar los intereses sociales que tienden a moldear la producción del conocimiento y usos prácticos en psicología.

### **Palabras finales sobre unidad del marxismo en el planteo de Vigotsky**

Para concluir, nos interesa señalar algo que muchas veces se deja de lado en el abordaje de la obra del psicólogo soviético: el análisis vigotskyano es inseparable de la crítica marxista a la sociedad capitalista y al programa de su superación revolucionaria<sup>9</sup>. Es que el desarrollo de las potencialidades psicológicas humanas, alienadas todavía en el sistema capitalista, tendría tres “raíces”: “La primera consiste en la destrucción de las formas de organización y producción capitalista y las formas de vida espiritual y social humanas que se edifican sobre sus cimientos [...] El primer origen, la primera fuente de la modificación del hombre es, entonces, su liberación.[...] El segundo origen de la modificación del hombre reside en el hecho de que, al mismo tiempo que desaparecen las viejas cadenas, el enorme potencial positivo que existe en la industria en gran escala, el siempre creciente poder de los humanos sobre la naturaleza, será liberado y devendrá

operativo.[...] Finalmente, el tercer origen de la modificación del hombre es el cambio en las relaciones sociales entre las personas. [...] Solamente la elevación de toda la humanidad a un nivel superior en la vida social, la liberación de toda la humanidad, puede conducir a la formación de un nuevo tipo de hombre.” (1930).

-----  
9. Es notable como este aspecto ha sido sistemáticamente negado en la recepción de la obra del marxista soviético desde mediados del siglo pasado. Autores como el citado Michael Cole (1999), o Jerome Bruner (1991), se apoyan en algunos de sus desarrollos para el proyecto de una psicología que tenga en cuenta la cultura, pero dejando de lado tanto el método marxista como el programa político revolucionario que implica. Nuevamente, no queremos con esto negar de plano estos desarrollos sino a nutrir una lectura no ingenua, y más fructífera. Solo sopesando las rupturas podremos tener en cuenta las continuidades e incluso los aportes originales en los trabajos de los así llamados neo vigotskyanos, o “psicólogos culturales” (Cole, 1999).

### **Bibliografía**

- Bruner, Jerome (1991), Actos de significado. Madrid, Alianza.
- Cole, Michael (1999), Psicología Cultural. Madrid, Ediciones Morata.
- Danziger, Kurt (1979), "The Social Origins of Modern Psychology" en A. R. Buss (ed.), Psychology in Social Context, New York, Irvington Publishers, 1979, p. 25-44. Hay traducción disponible en [www.elseminario.com.ar](http://www.elseminario.com.ar)
- Duarte, Juan Manuel y Suarez, Manuel (2009), “Apuntes para un acercamiento a la obra de Vigotsky desde el marxismo”, en Revista Cuestionando desde el Marxismo n° 4. Centro de Estudiantes de la Facultad de Psicología de la UBA, Buenos Aires.
- Engels, F. (1975). "El papel del trabajo en la transición del mono al hombre", en Dialéctica de la naturaleza. Cartago, Buenos Aires.
- Gould, S.J (2007), La falsa medida del hombre. Crítica, Barcelona. Editado originalmente en 1981, The Mismeasure of Man. W.W. Norton & Co., Nueva York.
- Iacoboni, M. (2009), Las neuronas espejo. Empatía, neuropolítica, autismo, imitación o de cómo entendemos a los otros. Katz, Madrid.
- Lewontin, R., Rose, S. & Kamin, L. (2009), No está en los genes. Racismo, genética e ideología. Drakontos Crítica, Barcelona. Editado originalmente en 1984, Not in our genes: Biology, Ideology and Human Nature. Pantheon Books, New York.
- Marx, C. y Engels, F. (1985), La ideología alemana. Buenos Aires, Cátago. Obra escrita entre 1845.

*volver*

## CIENCIA Y COCINA: DIÁLOGO MANTENIDO EN LA CAFETERÍA DEL PABELLÓN III ENTRE P Y R

**Adriana G. Prat**



*Es doctora en Química en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, por su trabajo de investigación sobre el efecto del citoesqueleto de actina en la regulación de canales iónicos de sodio, realizado en el Hospital General de Massachusetts-Escuela de Medicina de Harvard, en Boston, Massachusetts, EE.UU. Fue docente de la UBA en las Cátedras de Química General e Inorgánica de la FCEyN, y de Fisicoquímica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica. En la actualidad, trabaja como Directora en el Departamento de Asuntos Regulatorios de la compañía Genzyme. Es también artista plástica, y escribe ficción y artículos, principalmente para niños y adolescentes.*

P: Y esto... para qué me sirve? Para qué tanto estudiar física...? Química...? Biología...?

R: Quizás te sirva para... cocinar mejor? O tal vez para ser un... gastrónomo molecular?!

P: Cómo? Qué es eso? De qué me estás hablando...?

R: Te cuento: No es nada nueva la curiosidad de saber qué ocurre en el proceso de cocinar un plato de comida o en los alimentos, en general; así, por ejemplo, en un papiro escrito 200 años AC se ilustra cómo se observaba ya en ese entonces el efecto de la fermentación sobre el peso de la carne. Hasta el mismo Leonardo Da Vinci (qué no hizo ese genio!) escribió "Notas de cocina" en las cuales no solamente incluye recetas sino también descripciones de aparatos culinarios novedosos. También hubo personajes como Bartolomeo Sacchi cuyo libro "De honesta voluptate et valetudine" (1475) prácticamente no distingue ciencia, medicina y cocina, y otros más conocidos como el mismo Lavoisier (te lo acordás, de Inorgánica I...?), quien en 1783 estudió los procesos de preparación de caldo, evaluando su calidad por medio de la medición de su densidad. En fin, a lo largo de la historia hubo muchos personajes que se interesaron por estudiar los procesos de transformación que ocurren en nuestros platos de comida. Entre ellos, la lista de científicos, que incluye a von Liebig, Chevreul, y Maillard, es muy larga y hay mucho escrito al respecto.

Sin embargo, podríamos decir que, hasta hace 25 años, la ciencia y la cocina estaban compartimentalizadas, como dos soluciones

insolubles, onda agua y aceite, manteniéndose en compartimentos más o menos estancos, con algunas seguras pero aún aisladas excepciones. En lo relacionado a la gastronomía, las ciencias básicas (química, física y biología) se aplicaban casi exclusivamente al entendimiento de los equipos y procesos de fabricación industrial de comida. Al mismo tiempo, las cocinas caseras o de restaurantes seguían desarrollando sus innovaciones usando procesos empíricos de cambios de ingredientes o de presentaciones sobre "viejas" recetas sobre las cuales basar las nuevas tendencias en cocina.

P: Nunca lo había pensado! Y, entonces..., dónde aparecen los gastrónomos moleculares?

### **La cocina se mete en el laboratorio**

R: Sigo; recién en los '80, apareció una masa crítica de verdaderos innovadores que, interesados en los dos mundos, ciencia y cocina, comenzaron a cuestionarse qué era lo que realmente pasaba en una receta-protocolo y cómo poder usar ese conocimiento para optimizar, innovar, y mejorar nuestra comida.

Un libro de influencia crítica en esa época de cambio fue "On Food and Cooking", del estadounidense Harold McGee, quien estudió originariamente ciencia y literatura. Su libro - una verdadera antología de los cómo y los porqué del acto de cocinar, con capítulos enteros dedicados a cada uno de los posibles ingredientes culinarios, incluyendo descripciones de los procesos físicos y químicos más comunes usados en la cocina, como, por ejemplo, la

caramelización y la desnaturalización de las proteínas - coincidió con una gran ola de interés general en todo lo relacionado con las artes culinarias y la comida.

P: Y entonces?

R: Uno de los personajes claves en este movimiento que metió a la ciencia en la cocina fue el físico inglés, y amante de la comida, Nicholas Kurti, quien en 1969 se quejaba: "Pienso que es un triste reflejo de nuestra civilización que mientras podemos medir, y lo hacemos, la temperatura de la atmósfera de Venus, no sabemos lo que pasa dentro de nuestros *soufflés*."

P: Quizás eso explique porqué es tan difícil hacer uno en casa sin que se nos desinflen cuando lo sacamos del horno!

R: Exacto! La historia cuenta que Kurti estaba interesado en modernizar la cocina introduciendo métodos experimentales desarrollados por físicos, y aunó esfuerzos con un fisicoquímico francés, Hervé This, quien estaba fascinado con recopilar y refutar o comprobar las prácticas culinarias tradicionales, los dichos, proverbios, o mitos de la cocina. Así, en 1984, Kurti y This crearon una nueva disciplina científica, la "gastronomía molecular", definida como el estudio de las transformaciones y fenómenos culinarios, dedicada, por lo tanto, a entender qué es lo que realmente sucede dentro de los alimentos en nuestras ollas, batidoras, hornos y heladeras. Para ahondar y expandir esta disciplina, ellos crearon simposios internacionales en Erice, Italia. El primero de estos simposios tuvo lugar en 1992, atrayendo tanto a *chefs* como a científicos mundiales. Desde entonces, y luego de la muerte de Kurti, el mediático This se ha transformado en el embajador de esta recientemente nueva disciplina y ha escrito libros y aparecido en un sinnúmero de simposios y videos en los que él se enfoca en la descripción de las propiedades físicas y químicas de comidas como, por ejemplo, mayonesa, sopas y *mousse* de chocolate. Su objetivo es no destruir o deconstruir nuestras ideas tradicionales sobre la cocina sino más bien renovar la herencia culinaria de nuestros antepasados, explicando y optimizando, mediante observaciones de puro

origen y rigor científico, las recetas más comunes.

P: Sería entonces explicar científicamente cómo se debe hacer una mayonesa para que no se nos corte?



Fotografía: Adriana G. Prat

R: Totalmente! Te invito a ver en la Web algunos de los experimentos llevados a cabo por This y otros gastrónomos moleculares. En las entretenidas clases magistrales de This, él explica, por ejemplo, cómo se podrían hacer claras batidas a punto de nieve de hasta un metro cúbico de volumen, con una sola clara! This y sus seguidores defienden su carácter de gastrónomos moleculares, y no de cocineros, pero ellos se han asociado con figuras de la cocina como, por ejemplo, el consagrado *chef* francés Pierre Gagnaire.

P: Pero me hablas de Europa. Qué pasa en Argentina en el tema?

R: Qué bueno que preguntas! En el año 2004, se creó la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular, de la cual el mismo This es miembro honorario. Esta Asociación constituye un espacio de encuentro entre la gastronomía y la ciencia, y tiene como objetivo alcanzar el conocimiento de las bases físicas, químicas y sensoriales de los fenómenos gastronómicos, con especial interés en colaborar en la construcción de un lenguaje que acerque a la ciencia y a la gastronomía en beneficio de ambas. Fijate que una de sus fundadoras, Mariana Koppmann, es (también!) bioquímica de carrera. Luego de dedicarse a análisis clínicos y de alimentos, en los '90, Koppmann comenzó a trabajar en el Instituto Argentino de Gastronomía y allí empezó su



interés en la ciencia y la cocina que concluyó en la creación de esta Asociación y que se plasma en las continuas actividades que dicha entidad ofrece para interesados de todo nivel de conocimiento culinario o científico previos.

P: O sea, que hay científicos que se pasaron de bando a la cocina...?

R: Si! Otros ejemplos de científicos argentinos que terminaron dedicados a la cocina y llevaron, por lo tanto, el rigor de un investigador al arte culinario son Ada Cóncaro, una de las primeras *chefs* del país y fundadora del célebre restaurante Tomo I, quien originariamente había comenzado la carrera de Química en la UBA, y el famoso *chef patissier* Osvaldo Gross, licenciado en Geoquímica, quien incluso enseñó Química General e Inorgánica en la Universidad Nacional de La Plata.

P: Genial! Y, decime..., algún cocinero se pasó para nuestro lado?

### La ciencia se mete en la cocina

R: Qué buena pregunta! Casi al mismo tiempo que se originaba la nueva disciplina "Gastronomía molecular", una serie de genios de la cocina mundial comenzaron a experimentar con sus recetas e introducir técnicas y equipos hasta ese momento solo privativos del laboratorio científico, logrando así realzar e intensificar los sabores y texturas naturales de los ingredientes culinarios.

De este modo, por ejemplo, un *chef* que independientemente descubrió la importancia de la experimentación para obtener innovadoras propuestas en la cocina fue el catalán Ferran Adrià, uno de los dueños y *chefs* del restaurante elBulli, ubicado cerca de Barcelona. Su talento legendario, creatividad e innovaciones gastronómicas han inspirado a *chefs* y a amantes de la comida de todo el mundo por muchos años. El principal interés de Adrià fue proponer nuevas técnicas dignas de un trabajo práctico de Exactas, para obtener nuevas texturas, sabores, formas, expandiendo de esta manera su repertorio culinario. Técnicas como esferificación, gelificación, emulsificación, y liofilización fueron introducidas en su cocina, como si se tratara de un laboratorio. Así, por ejemplo, la "esferificación" es una gelificación

controlada de un líquido que, sumergido en un recipiente conteniendo una solución de sales de calcio, forma pequeñas esferas que pueden ser servidas de las maneras más insólitas, por ejemplo, como es el caso del "caviar" de jugo de melón.



Gentileza: Maks D. (Wikimedia Commons)

Otro ejemplo de estas técnicas de innovación culinaria que se desarrollaron especialmente para la cocina de elBulli es el uso de espesantes que, con cantidades mínimas, logran resultados semejantes a los comparados con los espesantes tradicionales como la harina, pero sin la desventaja de éstos, que terminan de otro modo distorsionando las características gustativas iniciales de los ingredientes a los que se agregan. Muchas de estas novedosas recetas aprovechan las propiedades emulsificantes de nuevos ingredientes especialmente desarrollados para esta "nueva" cocina, los cuales logran unir dos fases que no se podrían mezclar de otro modo, como aceite de oliva y medios acuosos. Cocineros renovadores como Adrià hasta han introducido el proceso de liofilización en la cocina y han logrado la obtención de, por ejemplo, frutas liofilizadas que se usan en una variada gama de platos que siguen enriqueciendo la experiencia gastronómica. Es fascinante sondear sus libros o videos, accesibles en la Web, donde se puede presenciar la ejecución de las mencionadas técnicas: las ya famosas esferificaciones, liofilizaciones, uso de nitrógeno líquido, entre otras. Leer los ingredientes de algunas de las delicias de estos innovadores *chefs* como Adrià nos hace pensar en el

laboratorio y el rigor de un experimento de una clase de química analítica.

P: Esta conversación me parece fascinante y “deliciosa”... Contáme más...! Qué anda pasando últimamente con este tema?

### 2010: el año de la emulsificación ciencia-cocina

R: El año pasado se alcanzó una masa crítica en el interés general hacia estas nuevas tendencias culinario-científicas. Así, por ejemplo, elBulli ha reorientado su rumbo de restaurante a laboratorio creativo e innovador, y desde julio de 2010, este conocido restaurante cerró sus puertas para transformarse en un Centro de Creatividad (“think-tank”). Este nuevo Centro abrirá sus puertas en unos años para convertirse en lo que los dueños llaman un “laboratorio” único en el mundo, que será un referente internacional y una fuente de inspiración constante en lo relacionado con la creatividad y la innovación aplicadas a la cocina. El objetivo de dicho Centro será “incidir en el área del pensamiento sobre Cocina Creativa y Gastronomía”, y tratará de “transformar de una vez y para siempre la relación entre la creatividad y la sociedad, gracias al aprovechamiento de las nuevas tecnologías, que facilitarán el compartir los avances y participar en los logros a diario y en tiempo real.” En principio, esta iniciativa involucrará una serie de eventos que tendrán lugar en las principales ciudades del mundo, incluidas Nueva York, Londres, México, Madrid, Barcelona y Buenos Aires, en donde se llevarán a cabo cursos de formación creativa, conferencias y encuentros con un fuerte componente innovador y tecnológico en contenido y forma.

Relacionado con esta iniciativa, en septiembre de 2010 tuvo lugar la conferencia titulada “La ciencia y la cocina: Un diálogo”, en la Universidad de Harvard ubicada en Boston, Massachusetts, EE.UU. En esta conferencia, en la que se trató la relación e influencia que tienen estas dos disciplinas, participaron como ponentes y expertos conocedores del tema el mismo Adrià y, su protegido, el *chef* José Andrés. Esta conferencia fue la primera de once clases magistrales, que se realizan en la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de Harvard, y

donde participan diversos *chefs* de prestigio internacional, como Grant Achatz, Carles Tejedor, Enric Rovira, entre otros, y donde hasta el mismo McGee conferenció. Desde noviembre de 2010, ya se puede acceder en la Web a los videos de estas conferencias que presentan demostraciones/seminarios que usan las creaciones de un cierto *chef* consagrado como plataforma para que profesores de Harvard expliquen lo que va pasando en el proceso y el porqué del funcionamiento de las técnicas culinarias usadas, con explicaciones accesibles a cualquiera que cocine.



Gentileza: Leon Brocard (Wikimedia Commons)

Algunos de los tópicos de estos seminarios incluyen “Calor, temperatura y chocolate”, “Reinventando el sabor y la textura de la comida”, “Aceite de oliva y viscosidad”, “Emulsiones: concepto de como estabilizar aceite y agua”, y “Gelación”. Estas clases magistrales están teniendo un éxito increíble entre los estudiantes de Harvard, la comunidad de científicos fuera de dicha Universidad, y el público en general.

P: Uno piensa que en cuestión de cocina ya se ha inventado todo! Pero, qué errado que está...!

R: Exactamente! Sin ir más lejos, otro ejemplo de este reciente interés exacerbado por científicos hacia la cocina se ilustra con el caso del ex-directivo de la compañía Microsoft, Nathan Myhrvold, cuya educación formal es en el área de las matemáticas, geofísica y física del espacio, quien además tiene doctorados en Economía Matemática y Física Teórica. Myhrvold se ha dedicado de lleno a la cocina

desde hace más de 10 años y, en particular, su interés es (una vez más!) la ciencia de la cocina. Myhrvold está por publicar un libro de 6 tomos, al cual Adrià se refiere como una obra “que cambiará la manera en que entendemos la cocina” por su enfoque en las técnicas culinarias inspiradas en la ciencia y como un verdadero paradigma de cómo las fronteras entre estas disciplinas han desaparecido con el uso, en la cocina, de herramientas como baños de temperatura, homogenizadores, centrífugas e ingredientes tales como emulsificantes, hidrocoloides y enzimas.

En Argentina, en marzo de 2010, Pere Castells, químico orgánico catalán, colaborador del departamento creativo de elBulli, participó de conferencias organizadas por la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular.

Evidentemente, hay un boom de este tema y como te contaba al principio, el límite entre la ciencia y la cocina va desapareciendo y ambas disciplinas verdaderamente se han “emulsionado”.

P: Me convenciste! Ya sé al menos una cosa para la que me sirve lo que estudiamos... Aplicarla en algo tan cotidiano como la cocina!

R: Y eso que solo te mencioné acerca de estas nuevas tendencias culinarias - que algunos tildan como algo frívolas y que, según esos críticos, parecen alejarse de los ingredientes “naturales” - y ni siquiera hablamos de otros grandes temas de interés recientes que nuclean ciencia y comida, como la ciencia de la nutrición (que estudia como funcionan nuestros organismos y porque ciertos hábitos dietarios funcionan o no, dependiendo de nuestro cuerpo), o el estudio de la química de los ingredientes naturales, o como con la comida (por ejemplo, comida-chatarra) se han logrado alterar los alimentos para hacerlos más atractivos y crear adiciones, o como se altera el “gusto” de la gente para manipular

nuestras elecciones de comida, o... En fin, todos estos y muchos otros serían temas para otras charlas para terminar de convencerte que estudiar ciencia es súper útil...

P: Mil gracias por esta info...!

R: De nada! Pero... ahora, comemos de una vez?

P: Dale!!!

### Referencias y recursos de interés:

“On Food and Cooking: The science and lore of the kitchen” Harold McGee, Scribner; edición revisada (2004)

“Molecular Gastronomy: Exploring the Science of Flavor” Hervé This, Columbia University Press (2006)

“Building a meal: From molecular gastronomy to culinary constructivism” Hervé This, Columbia Univ Press (2009)

“El cocinero científico: Cuando la ciencia se mete en la cocina” Diego Golombek y Pablo Schwarzbaum, Siglo XXI editores Argentina (2005)

“A Day at elBulli: An insight into the ideas, methods and creativity of Ferran Adrià” Ferran Adrià, Juli Soler y Albert Adrià, Phaidon Press Inc (2008)

“Modernist Cuisine: The art and the science of cooking” Nathan Myhrvold, Chris Young y Maxime Bilet, The cooking lab (2011) - En publicación

<http://www.gastronomiamolecular.com/> - Página Web de la Asociación Argentina de Gastronomía Molecular

<http://www.iag.com.ar/> - Página Web del Instituto Argentino de Gastronomía

<http://www.elbulli.com/> - Página Web de elBulli

<http://www.youtube.com/watch?v=t3VPeyYL-fl> - Ferran Adrià “cocinando” con nitrógeno líquido

<http://seas.harvard.edu/cooking/> - Noticias de la Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de la Universidad de Harvard, Boston, MA, EE. UU.

<http://www.youtube.com/watch?v=OCBxGwzNhmg> - Clase magistral de Hervé This en el Imperial College de Londres

<http://www.youtube.com/watch?gl=ES&hl=es&v=4hZQxOeE8vw> - Hervé This

<http://www.youtube.com/harvard#p/c/0/d9av8-lhJS8> -

Seminarios públicos de Ciencia y Cocina - Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas de Harvard - 1<sup>er</sup> seminario: “Ciencia y cocina: Un diálogo”

*volver*

*Comunicate con nosotros!!!*

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

## ¿PARA QUE SIRVE ESTUDIAR EVOLUCIÓN BIOLÓGICA?



**Panza, Víctor**

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

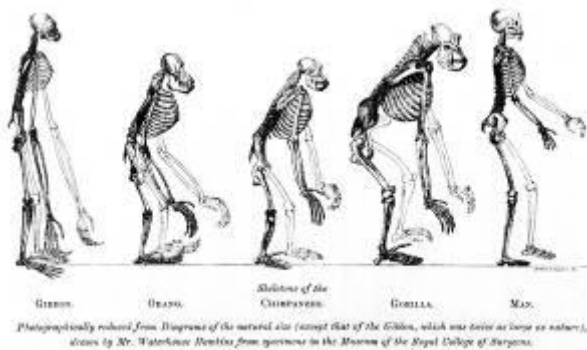
En primer lugar es necesario aclarar que todo saber es digno de ser estudiado. El sólo hecho de ampliar, profundizar e interrelacionar nuestros conceptos es suficiente justificación para estudiar evolución biológica. Pero como este hecho sirve de punto de partida para cualquier saber, voy a tratar de presentar otros motivos que validen el estudio de la evolución biológica en particular. Intentaré ilustrarlo con ejemplos y me circunscribiré especialmente a aquellas carreras que tienen Biología como materia a cursar en el CBC (<http://www.cbc.uba.ar/dat/cbc/materias.html>). Esta elección se fundamenta en la falta de motivación que muchas veces observamos en nuestros alumnos, quienes piensan que, la evolución biológica es un tema de estudio teórico alejado de la realidad cotidiana y ajeno a sus disciplinas. Intentaré en esta breve nota mostrar que esto no es así.

Empezaré primero por la **cotidianeidad**. La evolución biológica nos rodea y se revela en una infinidad de hechos de la vida cotidiana. Desde temas biológicos, médicos, psicológicos y hasta filosóficos, la evolución sirve de sólido fundamento a partir del cual encontrar explicaciones a estas cuestiones. Los seres humanos somos animales evolucionados, es decir, producto de millones y millones de años de evolución y respondemos a esta realidad desde todo nuestro ser. Pero vayamos a algunos ejemplos que ilustren esto. Lo más sencillo es recurrir a ejemplos **biológicos**. Uno podría preguntarse porqué no tenemos abundante pelo en todo el cuerpo, como nuestros parientes cercanos los otros simios, lo cual provoca la

necesidad de cubrirnos con ropas para protegernos del frío. La respuesta es sin duda por evolución biológica. Pero cuidado, no es el uso de ropa lo que trajo aparejado la pérdida de pelo sino justamente a la inversa; la pérdida de pelo trajo aparejado el uso de pieles y luego ropa como protección a la intemperie. La pérdida de pelo fue una ventaja adaptativa, que permitió a los primitivos homínidos cazar en pleno mediodía Africano (muy caluroso), por agotamiento de la presa, y no sufrir tanto el calor.

Para entender como actúa la evolución biológica, pueden verse artículos anteriores de esta revista que la explican (<http://www.elementalwatson.com.ar/Revista%201%20N%202%20%28prot%29.pdf>). Podemos aplicar este concepto también a procesos como la disminución y atrofia del apéndice y la desaparición de la muela del juicio (un tema **odontológico**). Una adaptación evolutiva fundamental fue la bipedación y las consecuencias de esta adaptación las notamos a diario. Como consecuencia de la bipedación y la posición erguida, el canal pélvico se estrechó y las crías debieron nacer antes (sino no pasarían por él) lo que explica lo increíblemente desvalida que es la cría humana (bebes), como ya lo habrán notado los que son padres, y lo dificultoso y riesgoso del parto en los seres humanos. También la capacidad de ofrecer sexo en forma continua (sin período de celo) por parte de las hembras prehistóricas, como estrategia para atraer al macho y que permanezca junto a ella ayudándola con las crías y numerosas cosas más, que pueden afectar en gran medida nuestra vida cotidiana, están relacionadas con la bipedación.





Esquema comparativo de esqueletos. Se puede observar la posición bípeda del ser humano y algunos cambios necesarios para la bipedación.

La biología está sin duda íntimamente ligada a la **medicina** en el ser humano, por lo que algunos ejemplos también son médicos.

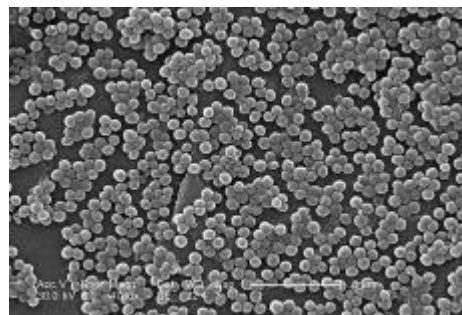
Hay que tener en cuenta que el ser humano no sólo no ha terminado de evolucionar (ya que nunca se termina de hacerlo), sino que ni siquiera está suficientemente adaptado, por ejemplo, a la posición bípeda de la que hablábamos. Esto trae aparejado, entre otras cosas, diversos problemas posturales (sobretudo relacionados a la columna vertebral) que en ocasiones terminan con visitas a un **kinesiólogo**. Incluso cuestiones **nutricionales** como la tendencia a los alimentos hipercalóricos pueden explicarse evolutivamente, ya que en épocas prehistóricas cuando la comida era escasa (al igual que hoy en día para una gran parte de la población mundial) sobrevivía el que comía alimentos con mayor cantidad de calorías (los que suelen engordar). Además, el que poseía mayor capacidad de almacenar energía tenía mayor aptitud de supervivencia y hoy almacenamos energía en forma de grasa (una forma excelente de almacenaje) y con gran facilidad. La combinación de abundancia de alimentos de alto valor calórico, la tendencia natural a su consumo, la facilidad de almacenar el excedente energético en forma de grasa combinado con un estilo de vida sedentario da por resultado la tendencia a la obesidad. Pero ojo!!, que estoy hablando de la tendencia natural a consumir un determinado tipo de alimento (que puede observarse en bebés, por ejemplo) y no a gustos influidos por la cultura, la sociedad y los hábitos personales de cada uno. Es por esto que

un alimento que simulara a nuestro gusto, ser de alto valor calórico (dulce o grasoso) resultaría naturalmente apetecible. La obtención de este tipo de alimentos es, entre otras muchas cosas, campo de los **Licenciados en ciencia y tecnología de alimentos**.

¿En qué más podemos ver la evolución biológica? En la rápida adaptación de algunos seres vivos a nuestras drogas. Desde molestias cotidianas como los piojicidas que ya no hacen efecto en piojos resistentes, hasta graves problemas de salud ocasionados por bacterias que son resistentes a antibióticos. Estas bacterias necesitan de grandes dosis de antibióticos, de nuevos antibióticos y drogas diversas para combatirlas. Sin duda, un desafío para los **bioquímicos, farmacéuticos** y para los médicos y **licenciados en enfermería** (que deberán recetar con más prudencia el uso de antibióticos y ser cuidadosos para no favorecer el surgimiento de cepas bacterianas multirresistentes). Por ejemplo, en Estados Unidos, donde el uso de antibióticos está generalizado y es indiscriminado, una de las principales causas de muerte en hospitales, es la infección con bacterias intrahospitalarias multirresistentes.



*Pediculus humanus capitis*  
(autor Raúl González)



Microscopio electrónico de barrido mostrando al *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina.

Alejándonos de la cotidianeidad de la ciudad, donde vivimos la mayoría de los que asistimos a la UBA y yendo al campo, el tema de la evolución es fundamental. Los **agrónomos** conocen las diversas variedades de plantas que se encuentran adaptadas a las características particulares de cada lugar y donde es conveniente cultivarlas. Por otro lado algunos trabajan obteniendo nuevas variedades por selección artificial, lo que se encuadra en un proceso evolutivo guiado antrópicamente. La correcta selección de cuanto a que cultivar en cada lugar y cómo hacerlo de la manera más adecuada, es parte de una correcta **economía y administración agraria** y depende entre muchas cosas de la evolución biológica. Por otro lado, la adaptación de las plagas a los plaguicidas es un verdadero dolor de cabeza para el agricultor y motivo de estudio y continua investigación para los agrónomos al igual que para aquellos que estudian la **Licenciatura en gestión de agroalimentos** o estudian **ciencias ambientales**. Estos últimos dedican parte de su ciencia a la interacción entre los distintos seres vivos, interacción originada debido a la evolución de los mismos. También estudian esto los **veterinarios y técnicos para bioterios**, que deben conocer cabalmente los distintos patógenos y parásitos que afectan a los animales y que han coevolucionado a lo largo de millones de años. Parásitos de todo tipo que en algunos casos, incluso, explican características morfológicas y fisiológicas de los animales. Por ejemplo, la adaptación de la forma de la cola de muchos herbívoros para espantar insectos que se alimentan de ellos o los distintos sistemas inmunológicos y estrategias que poseen para defenderse. Es más, hasta se dan asociaciones entre distintas especies, como es el caso de los herbívoros y las aves que se alimentan de sus ectoparásitos y que se pueden ver habitualmente sobre ellos.

Pero en la evolución biológica no todo es físico, también hay consecuencias etológicas (comportamentales) a las cuales obviamente los

seres humanos no escapan. La base evolutiva del comportamiento animal, está cabalmente demostrada para infinidad de comportamientos de miles de animales. Desde los insectos polinizadores que se alimentan de jugos de flores especialmente adaptadas para ello o que intentan aparearse con alguna flor que simula las hembras de su respectiva especie, hasta los complejos rituales amorosos y relaciones sociales de los animales superiores, la evolución biológica está presente. La forma, tamaño, morfología y anatomía de nuestro cerebro así como la complejidad y formación de redes neuronales establecidas (base biológica ineludible de la psiquis humana) es la resultante de la evolución biológica. Es así, que la psiquis humana tiene un basamento biológico fruto de millones de años de evolución y que contribuye a explicar nuestro comportamiento, forma de relacionarnos y algunos incluso postulan, la tendencia a creer en Dios. ¿Cómo entonces un **psicólogo** o un **filósofo** no habrían de interesarse en la evolución biológica? Pasemos a algunos ejemplos que ilustren este punto. Hay sutiles conductas como la atracción por el fuego (no tan común en las grandes ciudades) para la que se ha propuesto una explicación evolutiva. Se hipotetiza que la conducta social y el lenguaje humano elaborado pudo haber surgido al descubrirse el fuego y tener un motivo para juntarse, el calor, la protección, la cocción de la comida. Aquellos que se juntaban en el fuego sobrevivieron más, dejaron más descendencia y con el paso del tiempo, mucho tiempo, todos se reunían junto al fuego. Comenzaron a comunicarse y a establecer lazos sociales y hoy en día a muchos nos resulta agradable juntarnos alrededor de un fogón. También hay conductas más elaboradas y controvertidas a nivel evolutivo, como el altruismo. Esta conducta se habría establecido porque favorece la propagación de los genes familiares y con ello aquellos que poseían conductas altruistas aseguraban más la perduración de su familia, hijos incluidos. De este modo se propaga esta conducta.



*Las flores de muchas especies de angiospermas están evolutivamente diseñadas para atraer y recompensar a una o pocas especies polinizadoras (insectos, aves, mamíferos). Su gran diversidad en cuanto a forma, color, fragancia y presencia de néctar es, en muchos casos, el resultado de la coevolución con cada especie de polinizador. La dependencia con su especie polinizadora actúa asimismo como una barrera de aislamiento reproductivo. En la imagen se observa una flor de *Ophrys apifera*, una de las especies de orquídea que atrae a los insectos mediante la estrategia del engaño sexual: su labelo mimetiza a las hembras de su polinizador. (Autor: Rita Lüder).*

Sin embargo, no hay duda de que si bien la conducta humana responde a condiciones biológicas heredables, también lo hace y seguramente en mucha mayor medida, a las condiciones ambientales, es decir al desarrollo, al aprendizaje, las vivencias y la relación con los otros seres humanos. Nuestra humanidad por suerte es cultural y adquirida, además de biológica. No se trata de ser absolutista sino que se está presentando la importancia de la evolución biológica en la psicología, sociología y filosofía. Esta aclaración es importante porque hay personas que bastardeando la Teoría de la evolución biológica y considerando que la personalidad, inteligencia y otras características humanas son exclusivamente heredables y están bajo la acción de la selección natural, crearon la

corriente de pensamiento conocida como Darwinismo Social. Esta corriente sostiene la existencia de razas (superiores e inferiores) y que las clases sociales son fruto de la supervivencia del más apto. Esta aberrante forma de pensar sirve de fundamento para las peores expresiones humanas como el racismo, el clasismo, la xenofobia y la esclavitud. También sirve de basamento para el capitalismo salvaje, la depredación de la naturaleza, las tiranías y las consecuencias de todos estos: pobreza, hambre, indigencia, marginalidad, genocidios, injusticia, arbitrariedades y toda forma de avasallamiento de la dignidad humana. Es así que fundamentados en la supervivencia del más apto justifican todo tipo de atrocidades. Lo curioso es que los poderosos en todas las sociedades siempre son de la raza, clase, sexo, superior. Más curioso todavía cuando la genética en el marco de la teoría de la evolución ya ha demostrado que las razas no existen.

Con respecto a la filosofía hay temas fundamentales como la creencia en un ser superior (Dios) o la moral. Si bien cualquier filósofo dirá que Dios es una construcción humana y un creyente dirá que es de existencia real, algunos evolucionistas postulan que la capacidad y tendencia a creer en un ser superior y la continuidad de la existencia luego de la muerte, fue una capacidad cerebral adaptativamente favorable, por lo cual fueron seleccionados aquellos humanos que poseían un cerebro que les permitía creer en esto. Por otro lado las bases morales humanas podrían haber surgido evolutivamente al aumentar las posibilidades de supervivencia del grupo y con el tiempo, de la especie. Los integrantes de grupos con principios morales no se destruyeron entre sí y a lo largo del tiempo estos principios morales se fueron extendiendo. Si bien es una hipótesis, nos sirve para ejemplificar cuanto puede llegar a explicar la teoría de la evolución biológica.

Incluso en carreras tan aparentemente alejadas de la teoría de la evolución biológica como **Diseño de Paisaje** hay conceptos que se sustentan en esta teoría. Por ejemplo: con la aparición de la bipedación humana y la vida en la sabana africana, las adaptaciones visuales seleccionadas dieron por resultado el estar

naturalmente relajados si se puede ver a gran distancia. Es así que el mirar a lo lejos y poder extender la vista relaja y el estar rodeado de objetos cercanos que impiden mirar a lo lejos estresa. Algo que se debe tener en cuenta al diseñar un paisaje.



*Gran Sabana, Venezuela. Autor: Inti*

Finalmente no quiero terminar esta nota sin citar una conocida frase de Theodosius Dobzhansky (1900-1975) uno de los más importantes biólogos evolutivos del siglo XX y uno de los que ha desarrollado la “Síntesis Evolutiva Moderna” o “Teoría Sintética de la Evolución”, ***“nada en biología tiene sentido si no es a la luz de la evolución”***.

Como espero haya quedado demostrado, hay motivos más que suficientes para estudiar evolución biológica. Está claro que esta teoría sirve para explicar una variedad tan grande de sucesos que su conocimiento enriquece el entendimiento de diversas disciplinas, siendo para algunas de ellas, imprescindible.

*volver*

*Comunicate con nosotros!!!!*

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



## CIENCIA Y ARTE, ¿ENLAZADOS O DISTANTES?



### María del Carmen Banús

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

*Muchas veces creí que en mi vida existían dos amores que nunca iban a reconciliarse: la ciencia y el arte. Y más de una vez me debatí entre ellos creyendo que si desarrollaba uno sería en desmedro del otro. Sin embargo mientras más profundizaba en conocimientos sobre biología, mas pensaba en su posible maridaje.*

*Muchas de las obras de arte que hoy contemplamos en museos o a veces a la intemperie como monumentos, esculturas o reliquias de civilizaciones pasadas, que forman parte de nuestro patrimonio cultural e histórico sufren el efecto del biodeterioro, la biodegradación y el intemperismo. Solamente las tareas de preservación y conservación permiten que siglos después podamos observarlas, contemplarlas y nutrirnos de su riqueza. Gran parte de las tareas de conservación están basadas en conocimientos sobre biología, microbiología, avances en biotecnología, química o física, ya sea por aplicación directa o como herramienta indirecta.*

### Historia de la conservación

La conservación de las obras de arte, monumentos o documentos, se rige por la necesidad de conservar bienes patrimonio de la humanidad, que nos han sido legados desde tiempos inmemoriales y sobre los que tenemos una responsabilidad que debemos asumir cuando forman parte de nuestro patrimonio, ya sea como puro objeto artístico o como esencia cultural de los pueblos. Por lo tanto es motivo de preocupación desde tiempos inmemoriales. El respeto a la autenticidad o integridad de las obras, y la incorporación de las ciencias experimentales y utilización del método científico en las intervenciones favoreció una profunda evolución en el concepto de conservación preventiva, método de trabajo que pretende controlar el deterioro de las obras de arte antes de que éste se produzca.

En algunos manuscritos hispanoárabes ya se incluía la palabra “kabikaj”, con la intención de evitar el ataque de insectos. En la edad media ya se aplicaban prácticas para conservar edificios, pinturas, murales y esculturas. En el siglo XVI, Felipe II implanta pautas de conservación en la biblioteca del Monasterio del Escorial. Y durante la creación del archivo de Simancas, por primera vez se somete la arquitectura a la posibilidad de la conservación, construyendo un lugar de muros gruesos, seco, ventilado y frío.

El siglo XVIII también representa un punto de inflexión para el desarrollo de esta ciencia, ya que se incrementan en gran medida las excavaciones arqueológicas, (Herculano, Pompeya, Egipto) aumentando el patrimonio de los museos. Paralelamente, la creciente contaminación provocada por el proceso de industrialización y desarrollo urbano hace que en el Londres de 1850, los técnicos de la National Gallery muestren su preocupación por el aire contaminado, la alta humedad, la iluminación artificial y la alta afluencia de visitantes en un momento en el que el acceso a los museos se empezaba a popularizar en contra del elitismo imperante hasta el momento. Ante estos nuevos problemas se busca solución mediante la aplicación de las ciencias experimentales.

En el siglo XIX se comienza a estudiar la calidad del aire con fines médicos y esos mismos estudios se aplican a la conservación documental y cultural. L. Pasteur (el mismo de la teoría celular, la vacuna antirrábica y los métodos de pasteurización de los alimentos) imparte enseñanzas sobre el estudio y la preservación de objetos de arte y arqueología en la cátedra de geología, física y química de la Escuela de Bellas Artes de París entre 1863 y 1867.



Conservación de frescos en palacios de Firenze, Italia

A mediados del siglo XX se crea el Instituto de Conservación y Restauración de obras de arte español y el Instituto Internacional para la conservación de trabajos artísticos e históricos de la UNESCO.

En 1992 se celebra en París la primera reunión internacional monográfica sobre conservación preventiva, englobando los tratamientos de restauración y los que abordan las causas de deterioro. En el mismo año el Director General de la UNESCO, con motivo del Encuentro Europeo Patrimonio Histórico Artístico y Contaminación de Madrid, señala "...la prevención es una exigencia que va más allá de las razones culturales, de las razones económicas, o de las razones políticas. La prevención es una exigencia ética..." Por último, y solo a modo de resumen, en 2009 se desarrolló el IV Foro sobre la Conservación del Patrimonio Cultural en Venezuela, en el que expertos de todas partes del mundo discutieron con científicos nuevas maneras, basadas en la biotecnología, de restaurar y prevenir el deterioro de las obras de arte. Cada vez más, los curadores de museos y conservadores, valoran de los científicos, no solo su metodología de trabajo, sino las herramientas que provee la ciencia en el estudio de la conservación.

### Las obras de arte y su medio ambiente

Para desarrollar un programa de prevención de Bienes Culturales debe estudiarse el ecosistema en que se encuentra inmersa la obra: las poblaciones biológicas y sus interconexiones como también los factores físico-químicos del

medio. Las poblaciones biológicas mas frecuentes que pueden encontrarse son bacterias y hongos y es necesario conocer su evolución, su actividad metabólica, la formación de esporas, etc. Así como consideramos la importancia del entorno de un individuo para el mantenimiento de su salud, el mismo entorno rodea a una obra de arte, y la calidad de ese ambiente, determinará en gran medida su perdurabilidad



Museo de arte de Tigre, edificio de principios de siglo XX, restaurado hace 5 años atrás (mas info en: <http://www.mat.gov.ar>)

### Factores abióticos

Las Obras de arte son extremadamente delicadas; un cambio en la temperatura, en la humedad, un roce, o cualquier otra circunstancia, puede provocar grandes daños.

En las pinturas, la circunstancia mas importante de todas es el mantenimiento de la **HUMEDAD**, ya que si se producen cambios bruscos en su porcentaje, un lienzo utilizado como soporte puede sufrir variaciones dimensionales que podrían provocar la aparición de craquelados en la capa pictórica, lo que la desvirtúa ya que se pierde definición al contemplarla, y fragilidad, ya que el craquelado posibilita que se puedan desprender trozos de dicha capa pictórica.

Esto con respecto a los lienzos, si contemplamos todas aquellas obras ya sean pictóricas, mobiliario etc., cuyo soporte es la madera, todos conocemos los efectos de la humedad sobre esta. En las obras sobre papel la humedad en grados superiores podría llegar a producir, debido al contacto permanente entre las hojas de un libro por ejemplo, la generación de puentes de hidrógeno, ya que la humedad penetra hacia el interior, provocando la unión de las hojas, de muy difícil solución, así como la disolución de las tintas.

El agua es el disolvente universal para la mayoría de técnicas pictóricas. Es por ello, que en los museos, la humedad se mantiene al 50% aproximadamente.

La humedad a su vez, facilita la posible aparición de formaciones biológicas (hongos y bacterias), que de no corregirse adecuadamente, puede llegar a destruir la obra en su efecto más negativo, o producir manchas de muy difícil corrección. La naturaleza orgánica de la mayoría de los soportes de las obras de arte, hace que resulten altamente higroscópicas.

Si consideramos el *AIRE*, se ha comprobado que cuando este está en movimiento se dificulta el crecimiento de bacterias y hongos en la superficie de las obras de arte. Este dato preciso permite calcular el número de veces que debe hacerse recircular el aire en la sala de un museo, pero también debe prestarse atención a las características de forma y superficie de las obras a proteger, ya que en grietas o recovecos, el flujo de aire será menor, favoreciendo el desarrollo de microorganismos. Si pensamos en monumentos, ruinas o edificios que se encuentran a la intemperie, se deberá también considerar los componentes polucionantes del aire (sulfatos, nitratos, diferentes tipos de óxidos, etc.) que muchas veces ejercen poder corrosivo sobre la superficie de los materiales, acelerando su deterioro.



*Casa de Domingo F. Sarmiento en el Delta. Imagen original previa a los trabajos de conservación*



*Casa de Domingo F. Sarmiento en el Delta. Vista actual con los trabajos correspondientes a la preservación por intemperismo*

También deberán tenerse en cuenta los diferentes tipos de *RADIACIONES*. Muchas obras de arte están realizadas sobre soportes orgánicos (tela, papel, cuero, madera, etc.) y los pigmentos que se aplican a esos soportes también son la mas de las veces de origen orgánico (en especial los utilizados en la antigüedad), por lo tanto las radiaciones a las que se ven sometidas, provenientes de la luz, calor, o rayos de mayor energía como los que se utilizan en los sistemas de seguridad de las salas de museos, radiación UV en las obras que se encuentran a la intemperie, pueden deteriorar con el paso del tiempo la calidad de los pigmentos o soportes.

Si tenemos en cuenta otro factor abiótico como la temperatura, la amplitud térmica es un factor relevante en los bienes patrimoniales que se encuentran a la intemperie, ya que promueven el agrietamiento. En los ambientes cerrados, como museos o bibliotecas, existen temperaturas óptimas que retardan la aparición de microorganismos. Muchas veces, la gran afluencia de público en las salas aumenta la temperatura, debiéndose controlar a través de equipos de aire acondicionado, que controlen paralelamente la humedad ambiente.

#### ***Factores bióticos***

Los microorganismos desempeñan papeles críticos en todo tipo de hábitat de la Tierra, incluso en los que han sido construidos por los humanos. Así, el patrimonio cultural también se ve afectado por la colonización de microorganismos, cuya presencia en el aire y en superficies estáticas no es algo nuevo: Luis Pasteur ya pudo comprobarlo en el siglo XIX.



Bacterias, hongos e insectos constituyen la biota mas frecuente que puede encontrarse en museos, archivos históricos, reliquias arqueológicas, etc. Conocer a cerca de sus características evolutivas, metabólicas, reproductivas, nos permitirá realizar un control eficiente de su crecimiento, permitiendo la conservación de la obra de arte.

Los *HONGOS* son organismos evolutivamente más desarrollados que las bacterias, en su mayoría pluricelulares y que utilizan como estrategia reproductiva la esporulación. Su crecimiento se ve favorecido en ambientes con temperaturas entre 20° C a 30°C, con humedades relativas superiores a 65% y un pH de aproximadamente 5,5. Las *BACTERIAS* en cambio, unicelulares procariontas, se reproducen con mayor facilidad a pH entre 7 y 8 y temperaturas de 25°C a 38°C, pudiendo encontrar muchas especies anaerobias o facultativas, que crecen en ambientes con escaso o nulo tenor de O<sub>2</sub>. Tanto hongos como bacterias producen en su metabolismo enzimas y ácidos que modifican las condiciones físico-químicas de soportes, pigmentos, colas, pegamentos, etc. Los cambios en factores como humedad relativa, temperatura, luz, naturaleza del aire, concentración de CO<sub>2</sub>, favorecen la actividad de estos organismos. La humedad sobre la superficie de una obra, permite la germinación de esporas y una vez que estas desarrollan producen además agua metabólica que aumenta la humedad y favorece la proliferación microbiana.

A estos microorganismos se agrega frecuentemente la presencia de *INSECTOS* que pueden contribuir a la pérdida irreparable de piezas históricas en corto tiempo. Dentro del gran número de insectos existentes, solo algunos representan plagas y un serio peligro llegando a destruir por completo los materiales atacados: coleópteros, polillas, hormigas, representan algunos de ellos. Otros resultan riesgosos si sus poblaciones son muy numerosas. Es estos casos es importante conocer su hábitos de vida. Por ejemplo las termitas subterráneas hacen sus nidos fuera de los edificios y cavan túneles hasta llegar al interior, a través de cañerías de luz. En el caso de los insectos se hace imprescindible conocer el número de generaciones al año, el lugar donde

las hembras suelen depositar los huevos, el tiempo de desarrollo de los mismos hasta la eclosión de las larvas, etc. Y en cada caso, las diferentes especies responderán a condiciones ambientales diferentes, por lo que resulta imprescindible el control de los factores abióticos anteriormente enumerados.



Vista de Santa Maria delle Grazie, Milán, Italia. En su interior se encuentra "La última cena", de Leonardo Da Vinci, cuya restauración demandó mas de 20 años de trabajo. Los principales factores de daño se consideran el polvo traído por los visitantes y el cebo de las velas

### **Biodeterioro, biodegradación e intemperismo**

Desde el punto de vista científico, el *BIODETERIORO* es todo cambio no deseado e irreversible de las propiedades de los materiales que componen a una obra de arte, debido a la actividad de microorganismos. Mientras que la *BIODEGRADACIÓN* es la destrucción o descomposición de un material ocasionado por la actividad vital de microorganismos.

Por ejemplo, los hongos hidrolizan la hemicelulosa y se nutren de celulosa y lignina, deteriorando así obras en papel o madera, pudiendo aparecer manchas oscuras, cambios en la estructura de las pinturas, acidificación y liberación de ácidos y decoloración en las tintas.

Las bacterias suelen desarrollar una biopelícula sobre los materiales en donde crecen, a veces de carácter perjudicial y otras beneficioso, pero siempre alterando las características originales de la obra, produciendo en el mejor de los casos un efecto de bioensuciamiento.

Mientras que los insectos, presentan preferencia por soportes orgánicos como momias, plumas,



telas, lanas, cuero, madera, etc. No debemos olvidar que entre los diferentes componentes de la microbiota y los factores ambientales suele producirse un efecto sinérgico que potencia y agrava los efectos del biodeterioro.

En el caso de las obras que se encuentran a la intemperie, como ruinas, pinturas rupestres, monumentos o pirámides, no solo se ven afectadas por los factores bióticos del ambiente sino que en ellos tiene especial preponderancia la acción de los factores ambientales, por ello se habla de *INTEMPERISMO*.



*Pirámide de Xochicalco, México (foto: Ana Bedoya)*

Por lo tanto si queremos conservar un bien cultural debe no solo eliminarse los agentes que provocan el biodeterioro sino también prevenir la aparición de nuevos fenómenos.



*Réplicas del David de Miguel Angel Buonarroti. Una estrategia de conservación es la exposición de réplicas a la intemperie, mientras que el original se encuentra en el interior de la Galleria della Academia, Firenze, Italia*

### ¿Qué herramientas se utilizan?

La conservación del Patrimonio es un compromiso de todos, que exige un enfoque multidisciplinar con la utilización de las nuevas metodologías que brinda la ciencia aplicada, pero siempre basadas en la observación, hipótesis y experimentación. Análisis biológicos químicos y físicos son utilizados para poder llevar a cabo un trabajo eficiente de conservación, algunos de los cuales son absolutamente semejantes y comparables a los utilizados en un hospital para el análisis de la salud, pero teniendo en cuenta siempre que deben tener carácter no invasivo ni destructivo. Así la microscopía electrónica de barrido, difracción de rayos X, espectroscopía infrarroja, cromatografía en capa fina, cromatografía de gases, fluorescencia de rayos X, endoscopía, identificación taxonómica y bioquímica de los agentes biológicos, análisis de la carga microbiana son los métodos utilizados para el estudio preventivo y correctivo de los bienes patrimoniales. Luego de identificado el origen del biodeterioro y su magnitud, debe procederse a los tratamientos de desinfección y desinsectación, donde se deberá tener en cuenta el grado de toxicidad de los productos utilizados, su duración, la inocuidad sobre los materiales y pigmentos a preservar, etc.



*Vista de las oficinas de restauradores del Museo dell'Opera del Duomo, Firenze, Italia*



Vista de las oficinas de restauradores del Museo dell'Opera del Duomo, Firenze, Italia

Los avances mas notables en el tema nos muestran:

- a) el uso de microorganismos para remover las costras negras, nitratos y sulfatos de mamposterías, así como los pegamentos de origen animal utilizados para restaurar frescos
  - b) el uso de productos derivados de plantas en lugar de biocidas químicos para combatir insectos y microorganismos
  - c) el uso de microorganismos como biosensores, para ayudar a prevenir el deterioro de las obras, detectando los niveles de polución y polvo a los que se exponen. Algunos hongos y bacterias pueden ser modificados para detectar y alertar sobre pequeñas fluctuaciones ambientales y sobre el impacto de la presencia de un número muy grande de visitantes.
- ¿Cuáles serán las próximas?

## Referencias

- Florian, M-L.E. (1994). *Heritage Eaters. Insects and Fungi in Heritage Collections*. London: James & James
- Selwitz, C. & Maekawa, S. 1998. Inert gases in the control of museum insect pest. In *Research in Conservation: 50-55*. Los Angeles: The Getty Conservation Institute.
- Strang, T.J.K. 1992. A review of published temperatures for the control of pest insects in museums. *Collection Forum* 8: 41-67
- Valentin, N. & Preusser, F. 1990. Insect control by inert gases in museum, archives and libraries. *Restaurator* 11: 22-33.
- Valentín, N. ; Garcia R.: "El biodeterioro en el Museo", in *La Conservación del Patrimonio Artístico. Arbor* ( 1999) pp. 85-107
- Valentín, N.; Garcia, R.; Ibañez, J. L.; & Maekawa, S. Air ventilation for arresting microbial growth. *Quatrièmes journées internationales d'Etudes de l'ARSAG. Paris:139-150. (2002)*
- Vaillant, M., Domenech, M. T., Valentín, N. "Una mirada hacia la conservación preventiva del Patrimonio Cultural" Ed. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia (2003)
- Valentín, N. "Insect infestation in Museums". In *Molecular Biology and Cultural Heritage. Proceedings of the International Congress on Molecular Biology and Cultural Heritage*. Ed. Balkema Publishers. Seville. Spain. (2003).
- Valentín, N. "Microbial contamination in Museum collections. *Organic materials*". *Molecular Biology and Cultural Heritage. Proceedings of the International Congress on Molecular Biology and Cultural Heritage*. Ed. Balkema Publishers. Seville. Spain. (2003)
- Valentin. N. Biodeterioro en "Prevención del Biodeterioro en Archivos y Bibliotecas". *Bienes Culturales. Instituto del Patrimonio Histórico Español. 24-25 de junio de 2004. N° 5 Anexo. :30-33. (2005)*

volver

Comunicate con nosotros!!!

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

## STAFF

### Elementalwatson "la" revista

Revista cuatrimestral de divulgación  
Año 2, número 4

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:

Mariana P. Álvarez  
Darío Devia  
Juan Manuel Duarte  
Adrián Fernández  
Víctor Panza  
Adriana G. Prat  
M. Laura Yankilevich  
María del Carmen Banús

#### 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:

"Hay esperanzas"  
Óleo sobre tela, año 2007  
María del Carmen Banús

*Comunicate con nosotros!!!*

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