

REFLEXIONES SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL CEREBRO HUMANO

DR. CARLOS E. SALAZAR ARAYA*

Palabras clave: *Historia de la Medicina, Evolución*

Prólogo

Observando algunos programas de televisión acerca del nacimiento del Universo, y otro acerca del origen del hombre, me nació la inquietud de investigar sobre la evolución del cerebro humano, de la inteligencia humana. Quiero aclarar que querer abarcar todo lo que se ha escrito acerca del tema, es imposible, pero anoto aquí lo que considero más importante, los principales datos y reflexiones que encontré en mi búsqueda bibliográfica. He dividido esta revisión en 3 partes:

- *La primera a la que he titulado "El calendario cósmico" nos hace ver lo antiguo que es el Universo y lo joven que es la vida humana, y sobre todo lo joven que es el cerebro humano.*
- *La segunda son datos y reflexiones sobre la anatomía-fisiología y comparaciones de nuestro cerebro.*
- *La tercera, "En búsqueda de nuestros antepasados" es para comprender cuál ha sido la evolución del cerebro, desde la aparición de los primeros mamíferos al ser humano de nuestros días.*

Espero que la inquietud que dicho tema sobre la evolución del órgano que rige nuestra vida, despertó en mí, también la despierte en usted cuando termine de leer estas cortas notas y reflexiones.

* Asistente neurocirujano
Hospital Dr. Calderón Guardia

EVOLUCIÓN CEREBRAL

ALGUNAS REFLEXIONES Y DATOS DE INTERÉS

El ser humano se halla a medio camino entre los dioses y las bestias... Plotino

El mundo es viejísimo y el ser humano sumamente joven, y al investigar sobre su origen, se extiende a nuestras espaldas un fantástico panorama que se pierde en un pasado remotísimo del que apenas sabemos nada. Aún así se ha logrado fechar algunos acontecimientos de este pasado remoto. La estratificación geológica y la fijación cronológica en base al empleo de métodos radiactivos, como el carbono 14, aportan datos sobre las distintas etapas arqueológicas, paleontológicas y geológicas. La teoría astrofísica suministra información sobre la edad de los planetas, las estrellas y la Vía Láctea y así como una estimación del tiempo transcurrido desde que se produjo el trascendental suceso conocido como el Big Bang, es decir la gigantesca explosión cósmica que afectó a toda la materia y a la energía del Universo. Se cree que en un determinado momento del pasado, todas las galaxias del Universo estuvieron unidas, formando una densa masa sometida a una presión y temperatura enormes.

Reaccionando a esta presión, la densa y ardiente materia debió estallar con una increíble violencia. El instante de la explosión marcó el nacimiento del Universo como lo concebimos hoy día.

15.000 millones de años ocurre la gran explosión cósmica o el Big Bang

Para comprender esta cronología cósmica, vamos a comprimir estos 15 mil millones de años de vida que se le asignan al Universo, o por lo menos a su configuración actual, al intervalo de un año (365 días). Entonces tenemos que:

- 1.000 millones de años 24 días
- Un segundo equivaldría a 475 revoluciones de la tierra alrededor del sol
- La humanidad existe en nuestro planeta desde hace tan sólo un millón de años, lo cual es menos que una diezmilésima parte de la edad del Universo.

El Calendario Cósmico

El "Big Bang", la gran explosión	1 enero
Origen de la Vía Láctea	1 mayo
Origen Sistema Solar	9 setiembre
Formación de la Tierra	14 setiembre
Origen de la vida en la Tierra	25 setiembre
Formación rocas más antiguas	2 octubre
Epoca de los fósiles más antiguos (bacterias y algas verdiazules)	9 octubre
Diferenciación sexual en microorganismos	1 noviembre
Plantas fotosintéticas fósiles más antiguas	12 noviembre
Aparecen las Eucariotas (primeras células con núcleo)	15 noviembre

Calendario cósmico

Diciembre

Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
	1. Formación atmósfera con O_2	2.	3.	4.	5.	6.
7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
14.	15.	16. Primeros gusanos	17. Aparecen los invertebrados	18. Primer plancton marino	19. Aparecen los vertebrados	20. Aparece primera vegetación
21. Primeros insectos	22. Primeros anfibios	23. Aparecen los reptiles	24. Primeros dinosaurios	25. Inicia el Mezozoico	26. Primeros mamíferos	27. Primeras aves
28. Se extingue el dinosaurio	29. Primeros cetáceos y primates	30. Aparecen los grandes mamíferos	31. Período cuaternario Aparición del primer hombre			

Tomado de "Los dragones del Edén" de Carl Sagan

La historia escrita ocupa los últimos 10 segundos del 31 de diciembre y el espacio transcurrido desde el ocaso de la Edad Media hasta la época actual es poco más de un segundo.

Siempre ha habido polémica entre la historia bíblica y la historia científica, sobre la Creación, la mayoría de los detalles del relato científico difieren de los de la Biblia, en particular, la edad del Universo aparece como infinitamente más grande que los 6000 años del Génesis bíblico.

Hubo un PRINCIPIO, y todas las cosas en el Universo tienen su origen próximo o lejano en él.

La prueba astronómica del principio no ha podido ser hallada, es decir no se ha podido descubrir ninguna fuerza en la naturaleza a la que pueda atribuirsele el Inicio del Universo, como tampoco existe ninguna prueba de que el Universo existiera antes de ese principio.

De los acontecimientos que ocurrieron después de ese principio, los científicos sí tienen más pruebas, y así reconstruyeron lo siguiente:

- **Cuando el Universo era muy ardiente y estaba lleno de energía radiante, movido por presiones internas, éste se expandió con rapidez y fue enfriándose. Cuando tenía un millón de años de edad, su temperatura había descendido hasta unos pocos cientos de grados y los electrones fueron acumulándose en torno a los núcleos para formar los primeros átomos. A la edad de 1.000 millones de años sus gases ya estaban muy fríos y empezó a formarse núcleos de materia solidificada. Nubes de átomos fueron uniéndose para formar galaxias y dentro de ellas, estrellas y planetas. Todos los planetas del Sistema Solar tiene la misma edad que la Tierra, todos se formaron hace 4.500 millones de años junto con el sol. Finalmente, recién nacida, ardiente como un horno y desprovista de organismos vivos, la Tierra empezó a orbitar alrededor del Sol. Según testimonio**

de los fósiles, en un determinado momento de los primeros 1.000 millones de años de existencia, aparecieron sobre la Tierra...formas simples de vida.

¿DE DÓNDE PROCEDÍAN ESOS PRIMEROS ORGANISMOS VIVOS?

Hay tres hipótesis para contestar dicha pregunta:

1. Fueron colocados aquí por el Creador.
2. Evolucionaron a partir de moléculas no vivas de acuerdo con las leyes de la física y química.
3. La vida llegó a la Tierra procedente de alguna distante estrella, en el interior de esporas resistentes al frío y a las letales radiaciones del espacio.

En cualquier caso, la vida apareció en la Tierra cuando ésta era aún muy joven, y hace aproximadamente 1.000 millones de años, se produjo un acontecimiento importante... **aparecieron las primeras criaturas multicelulares.**

QUISE ANALIZAR EL TEMA DEL CALENDARIO CÓSMICO CON EL FIN DE QUE MEDITEMOS UN POCO SOBRE LA ANTIGÜEDAD DEL UNIVERSO, Y SOBRE LA MUY JOVEN VIDA DEL SER HUMANO, QUE EN TAN POCO TIEMPO OCURRIERON GRANDES ACONTECIMIENTOS QUE LLEVARON A LA RAZA HUMANA A LO QUE ES HOY DÍA, FALTA MUCHO POR REALIZARSE... **¿CUÁL ES NUESTRO FUTURO?**

LA COLUMNA DEL TIEMPO

15.000 millones años	El universo nace con un estallido
14.000 millones años	Empiezan a formarse las estrellas
10.000 millones años	Formación de estrellas y planetas
Hace 4500 millones años.	Aparecen el Sol y la Tierra
Hace 3.500 - 4.000 millones años	Aparece la vida: bacterias y plantas simples
Hace 1.000 millones años	Animales multicelulares
Hace 600 millones años	Primeros animales de cuerpo duro
Hace 450 millones años.	Primeros peces
Hace 300 millones años	Primeros reptiles
Hace 200 millones años	Primeros mamíferos
Hace 200 millones años	Primeros dinosaurios
Hace 65 millones años	Desaparecen los dinosaurios, mamíferos heredan la Tierra
Hace 30 millones años	Evolucionan los monos y antropoides
Hace 2 millones años	Aparece el primer hombre: Homo erectus

Tomado del "Telar mágico" de R. Jastrow

El cerebro - La herencia

La gran mayoría de los organismos del planeta, poseen cromosomas, en los cuales se almacena el material genético transmitido de generación en generación.

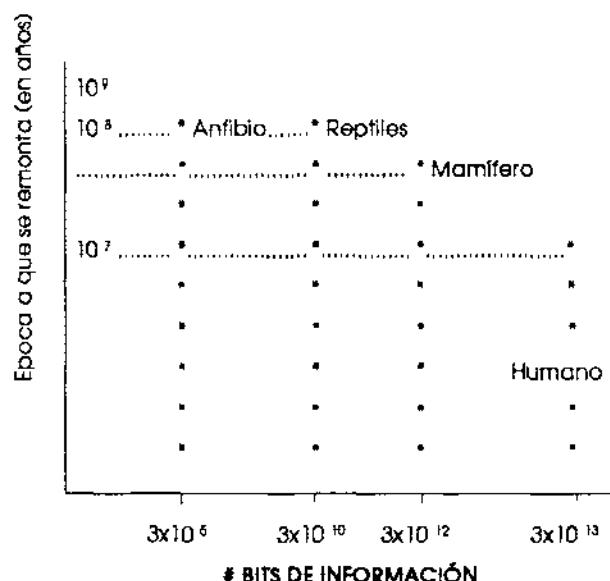
Las moléculas transmisoras de los caracteres hereditarios son los ácidos nucleicos, y el ác. nucleico depositario de la información hereditaria es el ADN. (ác. desoxirribonucleico).

CROMOSOMA HUMANO — 1 MOLEC. ADN — DIVIDIDO EN BLOQUES O NUCLEÓTIDOS (4 VARIEDADES) — 5 MIL MILLONES DE PARES DE NUCLEÓTIDOS EN UNA MOLECULA DE ADN HUMANO... **LENGUAJE DE LA HERENCIA**

En el lenguaje de la vida, el caudal de información hereditaria viene determinado, por las diferentes disposiciones de los 4 tipos de nucleótidos, y las instrucciones genéticas de los restantes taxones terrestres, están escritas en el mismo lenguaje y con el mismo código, por lo que se ha dicho lo siguiente: **Todos los organismos de la Tierra, tienen un sólo antecesor, una manifestación de vida que se produjo hace más o menos 4.000 millones de años**".

El volumen informativo de cada mensaje genético, viene representado en unidades llamadas BITS:

1 CROMOSOMA—5.000 MILLONES DE NUCLEÓTIDOS—20.000 MILLONES DE BITS DE INFORMACIÓN



MASA CEREBRAL E INTELIGENCIA

El recién nacido posee un cerebro muy grande en proporción al tamaño del cuerpo (12%) y durante los primeros 3 años de vida, época en la cual el niño aprende con gran rapidez, la corteza cerebral continúa creciendo y a los 6 años el niño posee ya el 90% de la masa encefálica que tendrá cuando adulto.

Peso promedio cerebro hombre actual:..... 1.375 grs.

Existen teorías que sustentan que entre mayor masa cerebral, mayor inteligencia, y es así como vemos que el delfín, que tiene una masa cerebral parecida a la del hombre (1.375 grs), el elefante y la ballena azul, con una masa cerebral de más o menos 5.000 grs, son animales de una inteligencia notable. Pero no todo es así, se ha demostrado que pequeños animales, con poca masa cerebral, también poseen una inteligencia extraordinaria, como es el caso de la musaraña enana de

Europa cuyo cerebro pesa alrededor de 4,5 grs. Con respecto a la relación que existe entre MASA CEREBRAL Y MASA CORPÓREA, se aprecia una notable diferencia de los peces y reptiles frente a las aves y mamíferos. El cerebro de los mamíferos puede llegar a pesar de diez a cien veces más que el de los reptiles actuales de tamaño equivalente, y existen pruebas suficientes que demuestran que los mamíferos son, en todos los casos, mucho más inteligentes que los reptiles.

Los primates, grupo taxonómico en el que se incluye al hombre, se diferencian de los restantes mamíferos. El cerebro de los primates es, por término medio, de 2 a 20 veces más grande que el de todos los mamíferos no primates de idéntica masa corporal.

Se deduce de lo anterior, que la evolución de los mamíferos, a partir de los reptiles, ocurrida hace más de 200 millones de años, vino acompañada de un notable incremento del tamaño relativo del cerebro y de la Inteligencia, y que la evolución del hombre, a partir de los primates, ocurrida hace más o menos 5 millones de años, impulsó un proceso de cerebración todavía más asombroso.

CEREBRO HUMANO—20 MIL

MILLONES DE NEURONAS... ELEMENTOS ACTIVOS DE LA FUNCIÓN CEREBRAL

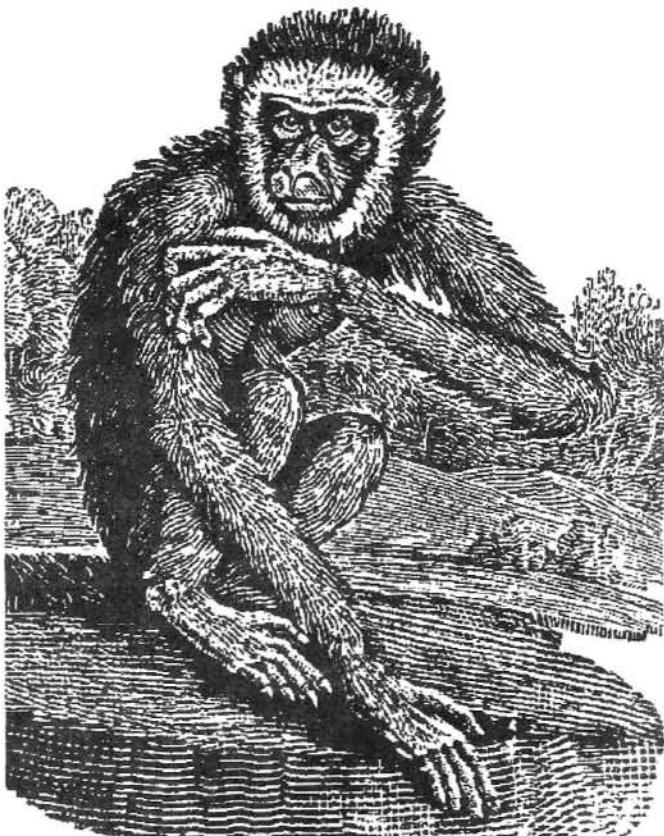
UNA NEURONA POSEE ENTRE 1.000 A 10.000 SINAPSIS O PUNTOS DE CONTACTO CON LAS NEURONAS MÁS PRÓXIMAS.

UNA SINAPSIS MANEJA ALREDEDOR DE 10^{14} BITS DE INFORMACIÓN.

CEREBRO HUMANO DE 1.375CC...20 BILLONES DE BITS

En algún lugar del Período Carbonífero, emergió un organismo que, por vez primera en la historia de la Tierra, poseía más información en las células del cerebro que en los genes de las células de otras regiones... Se trataba de uno de los primeros reptiles. Luego hubo 2 jalones subsiguientes en el proceso de cerebración:

1. La aparición de los mamíferos
2. Aparición de primates semejantes al hombre



El cerebro humano.

Algunas reflexiones de importancia

La parte más primitiva del cerebro humano corresponde a:

- Médula espinal, bulbo y puente... CEREBRO POSTERIOR
- Mesencéfalo

ARMAZÓN NEURAL

(alberga los mecanismos neurales básicos de la reproducción y la autoconservación: ritmo cardíaco, circulación sanguínea y respiración)

Posteriormente se desarrolló el **Prosencéfalo** o **Cerebro Anterior**, que es el encargado del aprendizaje, de la inteligencia: **Neocortex**.

El Armazón neural presenta 3 clases de elementos motrices:

- A. El más antiguo... Cerebro medio... Estria Olfatoria-Cuerpo estriado y Globus pallidus. Se conoce como Complejo "R" o Complejo reptilico. Lo comparten con nosotros los restantes mamíferos y reptiles. Se desarrolló hace varios centenares de millones de años.
- B. Sistema límbico, rodea al Complejo Y al cerebro propiamente dicho. Se presenta en el hombre y en los restantes mamíferos, y en un grado mucho menos evolucionado, los reptiles. Se originó hace 150 millones de años. Está formado anatómicamente por el gran lóbulo límbico de Broca, que incluye al hipocampo y un número de elementos subcorticales y establece conexiones con el Diencéfalo y el Neopálio, y aparece en cierta forma injertado entre ellos. Comprende las siguientes estructuras:

Corticales

- Circunv. del cíngulo
- Gyrus recto
- Área insular anterior
- Polo temporal
- Formación hipocampal
(circunv. hipocampo con Uncus
circunv. dentada, hipocampo o
cuerno de Ammon)

Sucorticales

- Amígdala
- Núcleos septales
- Núcleos talámicos ant.
- Parte de los ganglios basales
- Parte del hipotálamo

- C. El Neocortex o Corteza cerebral, incorporación evolutiva más moderna. Representa el 85% del cerebro. El más perfecto es el nuestro, junto con el de los delfines y grandes cetáceos.

A este Complejo R + Sistema límbico + Neocortex = Cerebro Trino

COMPLEJO "R"

Desempeña un papel importante en:

- conducta agresiva
- la territorialidad
- actos rituales
- establecimiento de jerarquías sociales

SISTEMA LÍMBICO

- se gestan las emociones intensas
- control de emociones
- hipófisis (glándula maestra), la amígdala (impulsos agresivos y sentimientos de temor), hipotálamo, tálamo
- corteza olfativa, parte más primitiva del sistema límbico
- hipocampo, allí se localiza buena parte de nuestra capacidad de retención y evocación del pasado (memoria), reacción de alerta

NEOCORTEX

Funciones cognoscitivas que definen al hombre como tal. Se divide en: L. frontal

- L. parietal - L. temporal y L. occipital

A) LÓBULO FRONTAL:

- Relacionado con la reflexión y la regulación de la acción. Pudiera estar relacionado tanto con la anticipación motora como con la cognoscitiva, sobre todo a la hora de evaluar las posibles consecuencias de los movimientos voluntarios.
- Interviene también el nexo entre la visión y postura erecta y bípeda
- Centro de los sentimientos de inquietud, centro del ansia y la desazón
- Postura bípeda...y dice con cierta razón Carl Sagan que "la civilización es el producto de la actividad de los lóbulos frontales" ya que al tomar la posición bípeda nuestros primeros antepasados, tuvieron las manos libres para realizar grandes hazañas y grandes inventos.

B) LÓBULO TEMPORAL:

Relacionado con complejas tareas perceptuales como oír, reconocer, hablar,

C) LÓBULO PARIETAL:

Relacionado con la percepción espacial y el intercambio de información entre el cerebro y resto del cuerpo. Capacidad para leer, levantar mapas, orientarse en el espacio tridimensional, valernos de símbolos, elaboración del lenguaje, comprensión del lenguaje oral y escrito.

Entre las manifestaciones del pensamiento abstracto radical, en el Neocortex del individuo se destacan los lenguajes simbólicos, en especial la lectura, la escritura y la matemática.

D) LÓBULO OCCIPITAL: Centro de la visión.

La **actividad sexual** está regulada por cada uno de los elementos del Cerebro trino, pero el que más interviene es el Sistema límbico, ya que se ha visto que al lesionarse el mismo se presenta un aumento sorprendente en la actividad sexual, la cual puede ser heterosexual, homosexual o autosexual. También se ha demostrado que la extirpación bilateral de la amígdala y de la corteza rinencefálica, la cual cubre a la amígdala, en el mono, produce un cambio inmediato del comportamiento emocional (docilidad) y un estado de hipersexualidad espectacular. El área septal también se ha relacionado con la esfera sexual, ya que su estimulación produce erección en gatos, ratas y monos.

Comportamientos tan integrados como el emocional, sexual y el alimenticio, son difíciles de adscribir a una zona restringida del SNC. El organismo reacciona como una unidad frente a situaciones emocionales, sexuales y apetitivas con componentes somáticos, psicológicos y afectivos. Y aun aquellas partes que tienen cierta jerarquía en el comando de un sector, entre los muchos que integran un comportamiento, están a su vez bajo la influencia de otras zonas del SNC que las controlan.

El problema del comportamiento ha preocupado a la humanidad desde su origen, por ejemplo el alma, a la cual los filósofos griegos atribuían diversas funciones orgánicas, fue considerada tripartita por Platón, quien la representó en forma seriada en el eje cerebroespinal:

- a- Alma vegetativa, de la cual dependería el apetito, tenía su localización en la región más baja del eje, la médula espinal lumbosacra.
- b- Alma animal, de la cual, dependería la emoción, se situaba en la médula cervicotorácica, cerca del corazón, por ser éste un órgano fácilmente modificable en relación con los diversos estados emocionales.

- c- Alma inmortal asiento de la razón, ocupaba el lugar más elevado, el cerebro.

En resumen:

**Los aspectos rituales y jerárquicos de nuestras vidas, están muy influenciados por el Complejo R y que ambos son también patrimonio de nuestros antepasados reptiloides.*

***Que los rasgos altruistas, emocionales y religiosos de nuestras vidas, se hallan localizados en buena parte en el Sistema límbico y que los compartimos con nuestros ascendientes mamíferos no pertenecientes al orden de los primates, y hasta es posible con las aves.*

****Que el intelecto y la razón, son funciones del Neocortex y que en cierto grado las compartimos con los primates superiores y con cetáceos como delfines y ballenas.*

La Neurofisiología ha demostrado que el Neocortex trata de resistir el apremio de ceder a los impulsos emanados del Cerebro reptil, es decir su misión es contener o frenar al Complejo R.

La hipótesis más conocida y que recuerda hasta cierto punto la del Cerebro trino, es la división que establece Sigmund Freud del Psiquismo humano al clasificarlo en las categorías del Eido-ego y Superego: Los aspectos relacionados con la agresividad y la sexualidad, que hallamos en el Complejo R; corresponden satisfactoriamente a la descripción que Freud hace del Eido. Freud habla del Ego como de un jinete que monta un potro desbocado.

Platón, al explicar el origen del alma, a través del mito "El carro alado" en Fedro, compara el alma humana a un carro tirado por 2 caballos, uno blanco y otro negro, que empujan en distintas direcciones, y a los que el auriga apenas acierta a dominar.

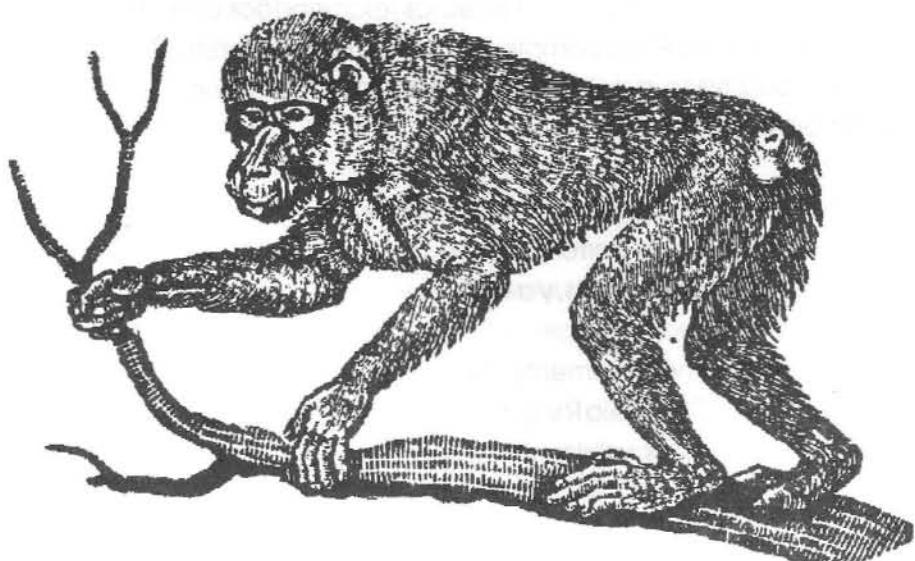
Esta categoría se asemeja notablemente a la Armazón neutral del Cerebro trino: los 2 caballos representan al Complejo R y al Sistema límbico, mientras que el auriga que apenas puede controlar las sacudidas del carro y el galope de los caballos, equivale al Neocortex.

Estas 2 alegorías ponen de relieve la considerable independencia y la tensión existente entre las partes constitutivas de la Psique, rasgo que caracteriza al ser humano, es decir su capacidad de raciocinio y formulación de abstracciones.

Es también necesario, citar alguna reflexión de Iván P. Pavlov, el gran fisiólogo ruso, sobre la actividad nerviosa superior de los animales y el hombre: con respecto al lenguaje, dice Pavlov: "El mecanismo del lenguaje, constituye la diferencia estructural y funcional entre el equipo nervioso superior del animal y el del hombre. El lenguaje da al hombre un sistema de reflejos condicionados, mucho más complejo que el de los animales. Estos pueden reaccionar a cualquier estimulación sensorial proveniente del medio y que puede ser conectada con sus necesidades vitales. El hombre no sólo tiene la capacidad de formar conexiones temporales sobre la base de la estimulación sensorial, sino que además puede reaccionar a las palabras que se han convertido en signos frente a las estimulaciones sensoriales y objetos sensibles. Esta habilidad del hombre para reaccionar a su ambiente con abstracciones, le dio una adaptabilidad mucho mayor. Esta fue tan grande que se convirtió en un aspecto importante de su habilidad para adaptar el ambiente a sus necesidades." Y termina diciendo... "sin el sistema de señales del lenguaje no puede haber ninguna actividad mental humana, ni pensamiento, ni reflejos de la realidad de la mente humana".

"¿Con qué martillo? ¿Con qué cadena?
¿En qué horno se ha fundido tu cerebro?
¿Con qué yunque?
¿A qué temible garra sus atroces angustias le impulsaron a sujetarse?"

William Blake
"El Tigre"



Fragmentos del pasado

Búsqueda de nuestros antepasados

Nuestro planeta y el resto del Sistema Solar, según se calcula hoy, tiene unos 4.500 a 5.000 millones de años, y hace unos 2.000 millones de años, en algún lugar de la Tierra apareció la vida.

Los fósiles más antiguos hallados, corresponden a invertebrados primitivos que poblaron las aguas. La evolución continuó su fuerza y hace unos 390 millones de años, apareció un pez, el Crossopteryx, y hace unos 365 millones de años, algunos de estos peces osaron saltar a tierra, y evolucionaron para convertirse en los primeros Anfibios, los cuales a su vez continuaron evolucionando para dar origen a los Reptiles (los huevos fósiles de reptiles más antiguos que se conocen datan de 280 millones de años).

Luego la evolución llevó a los reptiles a formas de transición entre reptiles y mamíferos, cuyas crías nacían todavía de huevos, por ejemplo los Sínápsidos y los Terápsidos (en 1897 el Dr. Robert Broom encontró en África del Sur un terápsido, animal que tenía un segundo paladar, órgano nada reptilesco que le permitía respirar mientras comía y dientes incisivos, caninos y molares, para masticar los alimentos, sus piernas se encogían debajo del cuerpo así quedaba levantado a una altura conveniente por sobre el suelo. Este nuevo animal era mucho más ágil que el típico reptil, animal de torpes patas y cuerpo hecho para arrastrarse por el suelo). Es decir fueron un puente evolutivo entre reptiles y mamíferos. Los Terápsidos al mantenerse erguidos y trotar de un lado para otro la mayor parte del tiempo, gastaban energía, en un animal erguido los músculos de las patas y del tronco se tensan y se relajan constantemente, trabajando para mantener el cuerpo en posición, quemando energía y desprendiendo calor. Este fue el primer

paso hacia el metabolismo de sangre caliente que caracteriza al mamífero moderno. La sangre caliente trajo consigo una ventaja: cuando llegaba la noche y la temperatura descendía, el reptil de sangre fría iba perdiendo calor corporal, se debilitaba y se retiraba para pasar la noche. El Terápsido con rasgos de sangre caliente podía permanecer activo hasta más tarde, cazando así a sus torpes primos reptiles.

Los Terápsidos prosperaron y en el transcurso de varios millones de años se convirtieron en los dueños de la Tierra, había de todo tamaño, algunos como una ardilla, otros como alces. Pero durante ese mismo período, otro tipo de animal descendiente también de la misma estirpe ancestral de reptiles que se arrastraban sobre su vientre, evolucionó, pero sobre líneas muy distintas. Ese nuevo tipo de animal era el Dinosaurio. Al principio eran pequeños, y a medida que prosperaron se fueron haciendo más grandes. Los dinosaurios carnívoros se volvieron feroces depredadores como el Tyrannosaurus rex. Los Terápsidos no tenían forma de competir con los dinosaurios carnívoros por lo que menguaron tanto en tamaño como en número. De los poderosos animales que eran, del tamaño de un oso, un lobo o un perro, los descendientes de los terápsidos se redujeron al tamaño de un gato y luego al de una rata o ratón. Pero estas pequeñas criaturas ya no eran reptiles con rasgos de mamíferos, sino que eran los primeros auténticos mamíferos. ERAN PEQUEÑOS, PERO LA SEMILLA DE LA GRANDEZA ESTABA EN ELLOS.

Hace unos 100 millones de años aparecieron los verdaderos Mamíferos, que ya tenían placenta, a través de la cual un embrión podía ser provisto de oxígeno y alimento. Eran pequeños y activos, de sangre caliente, con un sentido del olfato y la audición muy desarrollados. Fueron probablemente nocturnos, merodeaban en la oscuridad y

permanecían ocultos durante el día, lo que explica cómo unos animales tan débiles e indefensos sobrevivieron al largo reinado de los dinosaurios.

Los cráneos de los primeros mamíferos revelan otro hecho importante: poseían cerebros relativamente grandes. En proporción al peso de sus cuerpos, sus cerebros eran 5 veces más grandes que el cerebro del *Tyrannosaurus rex*. Estos pequeños mamíferos eran unos animales inteligentes, más inteligentes que cualquier otra criatura que hubiera evolucionado hasta entonces en el planeta. **Casi todo el espacio disponible en el pequeño cerebro del dinosaurio, estaba ocupado por los circuitos, que controlaban su enorme cuerpo, no quedaba espacio para la memoria, la planificación o el aprendizaje. Pero el cerebro de los pequeños mamíferos tenía materia gris disponible para el almacenamiento de recuerdos y para pensar, planear y dar respuestas flexibles a condiciones cambiantes.**

Con este avance quedó fijado el futuro de los mamíferos, y hasta que los reptiles comenzaron a declinar, los mamíferos no se desarrollaron, y durante los siguientes 27 millones de años, la propagación de los mamíferos fue explosiva, y hace unos 25 millones de años ya había monos junto con otras variedades de animales de aspectos simiesco.

Los eslabones mayores, con excepción del aún incógnito eslabón entre invertebrados y peces, existen hoy en irrefutables muestras de piedra y hueso:

- de peces a anfibios
- de anfibios a reptiles
- de reptiles a mamíferos
- de un mamífero chico a primates
- de primates a simios

- finalmente a un simio primitivo que se encaminó hacia una nueva forma de vida: la del ser en posición vertical

Luego aparecieron los grandes simios, nuestros antepasados arborícolas, que tenían que proceder con mucho cuidado al columpiarse de rama en rama, ya que una caída podía ser fatal. Para esto poderosas fuerzas entraban en juego para engendrar organismos gráciles y ligeros, dotados de visión binocular, de múltiples aptitudes manipulativas, de magnífica coordinación entre el órgano de la vista y las manos. Cada una de estas facultades requirió de sustanciales progresos en la evolución del cerebro y muy en especial de las neocortezas.

Los fósiles revelan los cambios que ocurrieron como respuesta a esas poderosas fuerzas de la evolución: las órbitas en los cráneos de los primitivos primates se desplazaron hacia la parte frontal de la cabeza, hasta que en el mono y en el antropoide miraron directamente hacia adelante. Este desplazamiento de las órbitas necesitó 20 millones de años. El cerebro cambió también para poder calcular las distancias, testimonios fósiles muestran una expansión de la corteza visual. Un más intenso sentido del color contribuyó también al crecimiento del cerebro de los animales arborícolas ya que en el mundo de los árboles, el color puede convertirse en un asunto de vida o muerte. En este mundo aéreo entró también en juego un tercer factor, que se unió a los nuevos sentidos de la visión y el color: la transformación de la garra en mano. Una vida activa en los árboles requiere una bien formada mano, con dedos que puedan doblarse en torno a una rama.

Aparentemente, algunos monos arborícolas descendieron de los árboles y encontraron de su gusto el terreno abierto y se quedaron en él. Pero

la progenie de estos monos arborícolas ya no eran monos, sino un nuevo tipo de animal que caminaba sobre 2 patas, a la manera del hombre. Y este nuevo animal tenía un cerebro superior.

¿CUÁNDO OCURRIÓ LA PRIMERA GRAN MUTACIÓN DEL NEOCORTEX?

Se puede intentar responder a esa pregunta, examinando los cráneos fósiles: en el hombre, en los antropoides y en los monos, el cerebro ocupa casi por completo la cavidad craneal, en consecuencia si sacamos el molde de un cráneo, podemos determinar el volumen endocraneal y efectuar estimaciones aproximadas del volumen cerebral.

Hará unos 5 millones de años, había animales de apariencia antropoide, como los AUSTRALOPITÉCOS GRÁCILES, bípedos y cuyo volumen cerebral era de unos 500cc (EL BIPEDALISMO PRECEDEÓ A LA ENCEFALIZACIÓN).

AUSTRALOPITÉCOS:

Dos clases halladas hasta ahora. (*A. robustus* y *A. gráctiles*), no pertenecían al género *Homo*, no eran hombres sino bípedos, con una masa cerebral equivalente a una tercera parte de la masa cerebral del hombre actual. Ausencia casi total de frente.

<i>A. robustus</i>	<i>A. gráctiles</i>
- más envergadura	- comían carne y vegetales
- mayor peso	- menor envergadura
- dentadura más poderosa	- más flexibles
- no uso de herramientas	- mayor vol. endocraneal
	- más antiguos
	- uso herramientas de piedra y hueso

La proporción entre el peso del cerebro y la masa del cuerpo en la especie gráctil, es casi el doble.

HOMO HABILIS:

Apareció hace 3 millones de años, se considera el primer hombre primitivo, con un volumen cerebral de más o menos 700cc. Más desarrollado que los australopitacos, habitaba las sabanas africanas, de frente amplia, lo que sugiere un notable desarrollo de las zonas neocorticales de los lóbulos frontales y temporales. Usó gran variedad de herramientas y construía sus propios habitáculos.

HOMO ERECTUS:

Apareció hace 1.500.000 años, descubierto en China en 1976. Con un volumen endocraneal que coincide con el del hombre actual (1.375cc). Conocía el uso del fuego. Cazaba ya con una formidable habilidad y su tecnología de herramientas de piedra era impresionante. A lo largo de 60 millones de años de evolución, la garra se había transformado en una mano de extraordinaria construcción. La mano de *Homo erectus* era a la vez dúctil y fuerte, poseía la poderosa capacidad de agarrar y la precisa habilidad para oponer delicadamente el índice y el pulgar y asir un objeto pequeño.

HOMO SAPIENS:

Apareció hace unos 250.000 años. Encontrado en Alemania en 1933. Se considera que es el hombre moderno.

El cerebro humano aumentó su materia gris en casi 400 grs. en menos de un millón de años. Una parte del nuevo desarrollo se produjo en la parte anterior de la corteza cerebral, que es el centro de la creatividad y el pensamiento abstracto. A medida que las neuronas adicionales se iban acumulando en la corteza cerebral de los hombres primitivos, su frente fue abultándose hacia ade-

lante y hacia arriba, el rostro perdió su aspecto bestial y empezó a adquirir la despejada expresión del intelectual... El *Homo sapiens*, el Hombre sabio, había hecho su aparición en la tierra.

La primera evidencia fósil de un cerebro con aspecto vagamente humano, se remonta al periodo Miocénico hace unos 18 millones de años,

cuando aparece un antropoide, el *Proconsul*, era cuadrúpedo y arbóreo, fue probablemente el antepasado de los grandes simios de hoy, así como también del *Homo sapiens*. Los moldes endocraniales del *Proconsul* muestran unos lóbulos frontales apreciables, pero unas circunvoluciones neocorticales muchomenos desarrolladas que las del mono y hombre actual.

Antepasados directos del hombre

Especie	Primer especimen	Volumen endocran.	Estatura peso	Proporc. cerebro/ cuerpo	Comentario
<i>Australopithecus robustus</i>	3,5 millones de años	500-550cc	1.5mts 40-60 kg	90	Poderoso aparato mastigatorio. Vegetariano. Bípedo. Imperfecto. Ausencia de frente. No asociado con herramienta alguna.
<i>Australopithecus africanus</i>	6 millones de años	430-600cc	1-1,25 mt 20-30kg	50	Caninos e incisivos más poderosos. Probablemente omnívoros. Bípedo. Imperfecto. Frente incipiente. Utiles de piedra y hueso.
<i>Homo habilis</i>	3.7 millones de años	500-800cc	1.2-1.4mt 30-50 kg	60	Frente prominente. Omnívoro. Bípedo completo. Utiles de piedra. Posible constructor de habitáculos.
<i>Homo erectus</i> (Pitecántropo)	1.5 millones de años	750-1200cc	1.4-1.8mt 40-80 kg	65	Frente prominente. Omnívoro. Completamente bípedo. Diversidad herramientas de piedra. Invención del fuego.
<i>Homo sapiens</i>	0.2 millones de años	1100 A 2200cc	1.4-2mts 40-100kg	45	Frente prominente. Omnívoro. Completamente bípedo. Herramienta de piedra y metal. Material químico, electrónico y nuclear.

Tomado de "Los dragones del Edén" de Carl Sagan

Algunas reflexiones interesantes

¿QUÉ CONEXIÓN EXISTE ENTRE LOS SUEÑOS Y LA EVOLUCIÓN DEL HOMBRE?

El ser humano conoce 3 estados mentales de importancia:

1. ESTADO DE VIGILIA 2. DESCANSO 3. ENSOÑACIÓN

La selección natural ha hecho que aparezcan especies de animales no necesitadas del reposo nocturno y de otros animales que necesitan muchas horas de sueño.

El descanso a través del sueño es patrimonio de todos los primates y de casi todos los demás mamíferos y aves y hasta puede que afecte a los reptiles. Se han obtenido indicios de dos clases de reposo nocturno:

- a. Con sueños
- b. Sin sueños

El animal que duerme y sueña está poderosamente inmovilizado y no responde a estímulos externos. Un reposo sin sueños es mucho menos profundo.

Actualmente se acepta que los animales inferiores duermen menos profundamente que los de orden superior, por lo que están más libres de movimiento.

¿Por qué este sueño tan profundo? ¿Qué motivó la aparición de ese estado de profunda inmovilización?

Se dice que este sueño profundo, esta inmovilización, aparecieron como ayuda para la preservación de la vida, animales demasiado obtusos para

permanecer quietos por propia iniciativa, se ven inmovilizados por el sueño durante los períodos en que los acechan graves riesgos.

Esta hipótesis de la inmovilización, es válida, cuando se toma en cuenta la evolución de los mamíferos, que aparecieron en un período en el que prevalecían descomunales y terroríficos reptiles.

Sin embargo casi todos los reptiles son animales de sangre fría y al caer la noche se ven sometidos a una absoluta inmovilización, en cambio los mamíferos por ser de sangre caliente se desenvuelven bien en la oscuridad nocturna.

Es posible que los primeros mamíferos tuvieran necesidad de permanecer aletargados y ocultos durante el día, mientras los reptiles depredadores campeaban a su antojo, lo contrario sucedía por las noches.

Existió pues un vampirismo durante el día eran los reptiles carnívoros que cazaban a los inteligentes y aletargados mamíferos, mientras que por la noche eran los mamíferos carnívoros los que hacían presa de los torpes y obtusos reptiles.

Todo induce a suponer que los mamíferos ganaron la vital contienda de los vampiros y algunos paleontólogos creen que la extinción de los dinosaurios se aceleró debido a las cacerías nocturnas de los mamíferos, en las que engullían los huevos de los reptiles.

¿Por qué el cerebro de los primeros mamíferos era mucho más desarrollado que el de los dinosaurios contemporáneos?

¿Por qué, si ambos brotaron de la misma fuente reptil?

La respuesta guarda probablemente relación con el estilo de vida nocturno de los mamíferos y con el hecho de que utilizaban más los sentidos del olfato y del oído para sobrevivir, que el sentido de la vista. Para el dinosaurio, activo durante el día, la visión, era el sentido más importante por lo que la respuesta a un indicio visual era inmediata. La escena captada por el ojo del dinosaurio le decía a su cerebro casi todo lo que necesitaba saber, sin tener que recurrir a la reflexión y al análisis: "si ves un pequeño objeto móvil, cómelo, si ves un gran objeto móvil, huye".

Pero los mamíferos, obligados a un hábitat nocturno debido a la competencia de los reptiles, no podían guiararse por la visión, sino que percibían el mundo a su alrededor a través de los olores y los sonidos. Un animal que dependa de la interpretación de los olores para la supervivencia necesita poseer un cerebro grande, con una memoria capaz de almacenar todas las experiencias de una vida entera. Un agudo sentido del oído era también algo importante para los animales cuya vida transcurría en la oscuridad de la noche. Su cerebro necesitaba poseer circuitos adicionales para interpretar los sonidos, fijar su dirección y compararlos con informaciones proporcionadas por los demás sentidos. Esta circunstancia desarrolló los centros del cerebro conectados con el oído y contribuyó al crecimiento del cerebro. Con el transcurso del tiempo, el tamaño medio del cerebro de los primitivos mamíferos aumentó. El primer estadio en la evolución de la inteligencia se había completado.

Al comenzar a declinar los grandes reptiles, los mamíferos cuyo cerebro se había convertido en un instrumento complicado y muy eficiente, comenzaron a ser más activos durante el día, por lo que el sentido de la visión fue adquiriendo importancia para los mamíferos, por lo que su cerebro

evolucionó en respuesta a nuevas exigencias, la aparición de este nuevo cerebro marcó el segundo gran avance en la evolución de la inteligencia.

¿Por qué los dinosaurios que prosperaron tanto a lo largo de millones de años, desaparecieron de la faz de la tierra?

Hace 65 millones de años, la última de estas espléndidas criaturas, se extinguío. Se han dado muchas explicaciones al respecto, a saber:

Extinción de los dinosaurios:

Ocurrió hace más o menos 65 millones de años. Se han dado muchas hipótesis al respecto:

- Cambios climáticos brutales
- Extinción de una planta laxante...murieron de estreñimiento
- Explosión de una supernova próxima que destruyó la capa de ozono por lo que filtraciones mortíferas de rayos ultravioleta se colaron. Sólo sobrevivieron los animales nocturnos y los que vivían en el fondo de las aguas
- Lluvia de meteoros sobre la tierra, levantó grandes cantidades de polvo...cubrió la atmósfera...oscuridad y frío

El problema con estas teorías catastrofistas reside en que los dinosaurios no desaparecieron en un abrir y cerrar de ojos, sino que se extinguieron lentamente, a lo largo de unos 20 millones de años.

Una explicación menos espectacular, propone que la desaparición de los dinosaurios se halla ligada con sus pequeños cerebros y su falta de adaptabilidad al cambio de las condiciones. Hará unos 80 millones de años, el clima de la Tierra comenzó a cambiar, y las condiciones se hicieron

más frías y secas, el nivel de los océanos descendió y los continentes que habían estado cubiertos de agua en buena parte, emergieron y se iban desplazando a la deriva, alejándose del Ecuador. Un clima frío y seco, no eran las condiciones favorables para un reptil, pero un animal pequeño e inteligente puede soportar tales cambios, porque la inteligencia le proporciona la flexibilidad necesaria para idear nuevas estrategias de comportamiento, como la hibernación, etc.

Los dinosaurios no poseían ninguno de los rasgos esenciales para la supervivencia: pocos eran pequeños y ninguno era inteligente. Por lo que se vieron dolorosamente abrumados.

Los mamíferos en cambio, disponían de todos los rasgos necesarios para sobrevivir:

- cuerpos pequeños que podían proteger fácilmente
- disponían de un pelaje que y de un metabolismo de sangre caliente que les ayudaba a sobrevivir en los momentos de frío o calor extremos
- y lo más importante de todo, poseían grandes cerebros que los dotaban de los inapreciables dones de la inteligencia y la adaptabilidad

A extinguirse los dinosaurios, la luz diurna se convirtió en un medio benéfico para los mamíferos, la inmovilización dejó de ser compulsiva y fueron apareciendo diferentes comportamientos respecto al sueño.

Pero de esa teoría vampírica aún quedan 3 temores congénitos, profundamente impresos en el cerebro de los mamíferos:

1. Miedo a las caídas...vestigio de los moradores de los árboles
2. Miedo a las serpientes...por los reptiles, perpetuos adversarios del hombre
3. Miedo a la oscuridad...por los mamíferos depredadores nocturnos

Se realizó una encuesta entre estudiantes universitarios, sobre el contenido de los sueños, y se encontró en orden de frecuencia:

1. Caídas
2. Ataques o persecuciones
3. Sueños relacionados con los estudios
4. Experiencias sexuales

Casi la mitad de los estudiantes soñaron con serpientes.

El hombre desciende de los reptiles y de los mamíferos. Es muy probable que al reprimir durante el día la acción del complejo R y al liberar por la noche los dragones de nuestra ensueñación, estamos reviviendo los 100 millones de años de lucha en que reptiles y mamíferos se enfrentaron.

Sólo durante el último día del calendario cósmico, aparecen en la tierra mecanismos intelectuales dignos de mención. El funcionamiento conjunto de ambos hemisferios cerebrales es el instrumento de que la naturaleza nos ha provisto para que podamos sobrevivir, y no es probable que la especie humana consiga ese objetivo, el sobrevivir, si no hace un uso racional y creativo de nuestro entendimiento... nuestro destino es el conocimiento.

Para finalizar estas interesantes notas y reflexiones acerca de nuestro origen, deseo exponer un pensamiento de Teilhard de Chardin quien fue un filósofo entre los paleontólogos, en su obra "El

fenómeno humano" y "El Cristo cósmico", él se mostraba totalmente optimista con respecto a la ruta emprendida por la evolución humana, se dirigía a un punto Omega, en el que la conciencia de toda la humanidad se uniría para trabajar por el bien y por Dios.

"El hombre no es el centro del Universo, sino algo mucho más maravilloso: la flecha que señala el camino hacia la unificación final del mundo, en términos de vida. Sólo el hombre constituye la más reciente, fresca, complicada y sutil de todas las etapas y formas de vida".

"En lo que a mí concierne, prefiero descender del heroico monito que se plantó ante su más temido enemigo para salvar la vida de su cuidador, o del viejo babuino que descendió de la montaña y salvó triunfalmente a un camarada más joven de los dientes de una sorprendida jauría, que descender de un salvaje que halla placer en torturar a sus enemigos, que ofrece infanticidios sin el menor escrúpulo, que trata a sus mujeres como esclavas, que no conoce el decoro y es víctima de las más necias supersticiones".

Charles Darwin
"El origen del hombre"

Unas dos mil millones de años abarcó la evolución de la vida. Mil millones de años duró la evolución del hombre mono a *Homo sapiens*. Un solo siglo se ha necesitado para comprender las fuerzas evolutivas. En unas cuantas décadas se han desenterrado fósiles, herramientas y otras pruebas incontrovertibles de la evolución del hombre. En menos años aún se ha descubierto la base de todo ello, las moléculas maravillosas del DNA. Apenas hoy reconoce el hombre, que a medida que estructu-

ra de nuevo su mundo y reemplaza a la implacable pero depuradora acción de la selección natural, con una nueva herencia y un sistema de evolución cultural, está asumiendo el mando del futuro.

"Las propiedades del cerebro humano conducen a una predicción referente a la vida que seguirá el hombre. Del mismo modo que la naturaleza construyó un nuevo cerebro sobre la base del viejo de nuestros antepasados, igualmente en el siguiente estadio de la evolución después del hombre, podemos esperar que un cerebro aún más nuevo y mayor venga a unirse a la vieja corteza cerebral, para trabajar en concordancia con ella y dirigir el comportamiento de una forma de vida tan superior a la humana como ésta lo es con respecto a los primitivos mamíferos del bosque".

Bibliografía

1. Carl Sagan. "Los dragones del Edén", 3 ed., México D.F.: Editorial Grijalbo S.A., 1984: 23-157
2. Ruth Moore. "Evolución", Colección de la naturaleza de Life, México D.F.: Editorial Offset Multicolor S.A., 1967: 89-172
3. Houssay B. Fisiología Humana, 4 ed., Buenos Aires, Argentina: Editorial El Ateneo, 1969: 1143-1176
4. Ranson-Clark. Anatomía del sistema nervioso, 10 ed., México D.F. Editorial Interamericana, 1963: 11-352
5. Guyton A.C. Anatomía y Fisiología del sistema nervioso. México D.F.: Editorial Interamericana, 1972: 180-256
6. Wells H.K. "Ivan P. Pavlov", 2 ed., Buenos Aires, Argentina: Editorial Platina, 1965: 82-112
7. Jastrow R. "El telar mágico", Barcelona, España: Salvat Editores S.A., 1988: 1-178
8. Ville-Walker-Smith. "Zoología" 3 ed. México D.F.: Editorial Interamericana S.A., 1970: 662-695