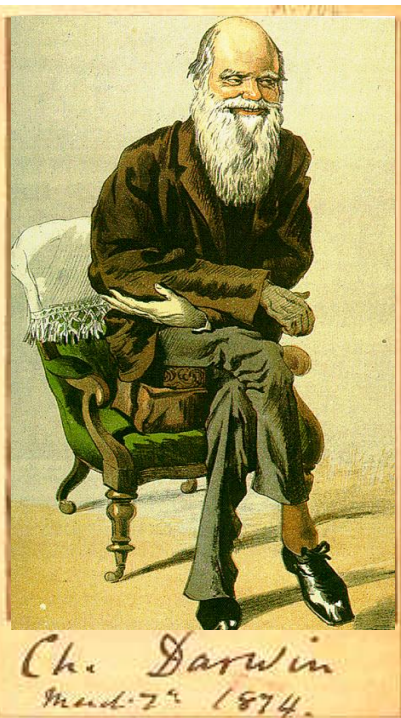


EVOLUCIÓN

VOLUMEN 13(2) 2018



ARTÍCULOS:

GAMONAL, A. y POYATO ARIZAL F.J.

Interpretaciones evolutivas en medios de divulgación científica audiovisual — 5

HERNÁNDEZ ORTEGA, M.E. e ITURBE, U.

Las Crónicas de Narnia y los procesos evolutivos que originan a las variedades y especies en los animales y humanos — 21

PÉREZ RAMOS, H.

La epistemología bajo la óptica de la biología evolutiva. Un modelo del funcionamiento de la capacidad cognitiva en aves y mamíferos. (II) — 29

COMENTARIOS DE LIBROS:

"Intermezzos. En torno a evolución y evolucionismo"

de Adrià Casinos

Comentado por A. FONTDEVILLA — 97



Editores de eVOLUCIÓN

José Martín y Pilar López

Junta Directiva de la SESBE

Presidente: Toni Gabaldón
Vicepresidente: Cori Ramón
Secretario: Borja Milá
Tesorero: Andrés Barbosa
Vocales: Inés Álvarez
Jordi García
Susanna Manrubia
Emilio Rolán
Juan Arroyo
Amparo Latorre

eVOLUCIÓN es la revista de la Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE)

eVOLUCIÓN no comparte necesariamente todas las ideas y opiniones vertidas por los autores en sus artículos.

© 2018 SESBE

ISSN 1989-046X

Quedan reservados los derechos de la propiedad intelectual.

Cualquier utilización de los contenidos de esta revista deberá ser solicitada previamente a la SESBE.



Sociedad Española de Biología Evolutiva (SESBE)

Facultad de Ciencias
Universidad de Granada
18071 Granada

<http://www.sesbe.org>

e-mail: sesbe@sesbe.org

Para enviar artículos a eVOLUCIÓN:

José Martín y Pilar López
Dep. Ecología Evolutiva
Museo Nacional de Ciencias Naturales
CSIC
José Gutiérrez Abascal 2
28006 Madrid

jose.martin@mncn.csic.es
pilar.lopez@mncn.csic.es

¡¡LA eVOLUCIÓN EVOLUCIONA!!

Como todos los "organismos vivos", la revista eVOLUCIÓN también está sometida a la selección natural y esto hace que vaya evolucionando adaptándose mejor al medio. Por eso, a partir del próximo número, la revista adoptará un nuevo formato muy diferente, pero que esperamos que os agrade y cumpla mucho mejor su función.

En éste que será el último número de la versión clásica de la revista incluimos tres interesantes artículos evolutivos donde se presentan: 1) un análisis de cómo se interpreta la evolución en los medios de divulgación científica audiovisual, 2) los procesos evolutivos que originan a las variedades y especies explicados en dos teorías por Wright y Mayr pero que son bastante desconocidas por muchos biólogos, y 3) la segunda parte del artículo donde se presenta una nueva hipótesis sobre cómo pueden funcionar los mecanismos y sistemas de nuestra capacidad cognitiva.

Incluimos además una reseña de un nuevo libro de A. Casinos que es una excelente aproximación a diversos temas evolutivos de gran importancia.

Esperamos que la próxima aparición de la nueva versión renovada de la revista eVOLUCIÓN sea una adaptación más que óptima para incrementar su capacidad de divulgar la Teoría Evolutiva.

José Martín y Pilar López
Editores de eVOLUCIÓN



Cómo hacerse miembro de la SESBE...

Para hacerse miembro de la Sociedad Española de Biología Evolutiva hay que realizar un trámite muy sencillo

- Rellena con tus datos personales el formulario de inscripción que se encuentra en la web de la SESBE (www.sesbe.org/ser-miembro/).
- Realiza el pago de la cuota anual de 15 ó 30 euros (según sea miembro estudiante o regular) en la siguiente cuenta corriente de **Bankia**:

Número de cuenta: 2038 6166 21 3000095394
Código IBAN: IBAN ES33 2038 6166 2130 0009 5394
Código BIC (SWIFT): CAHMESMMXXX

- Una vez se realice la transferencia, deberá remitirse el comprobante de pago bancario por correo electrónico (escaneado-pdf) a la Secretaría Técnica de la SESBE:
 - secretaria.sesbe@kenes.com.
- Una vez completado el trámite, nos pondremos en contacto con el nuevo socio para comunicarle que el proceso se ha realizado con éxito, activar su cuenta y darle la bienvenida en nombre de la Junta Directiva.

Interpretaciones evolutivas en medios de divulgación científica audiovisual

Arturo Gamonal¹ y Francisco José Poyato Ariza²

¹Museo Paleontológico de Alpuente, Avenida Jose Antonio 17, 46178, Valencia.

²Centro para la Integración en Paleobiología & Departamento de Biología, Universidad Autónoma de Madrid.

E-mail: arturo-gamonal@hotmail.es

RESUMEN

El presente trabajo es un primer intento para detectar los modelos interpretativos en torno a la Evolución que se dan en diferentes ámbitos divulgativos y educativos. En él se analizan medios de divulgación científica audiovisual en forma de documentales, incidiendo en la interpretación que en ellos se da a los procesos evolutivos cuando éstos se mencionan de algún modo. Dada la inexistencia de un método estándar para este tipo de análisis, se plantea y desarrolla una nueva metodología *ad hoc*, diseñada mediante la ordenación de los posibles modelos interpretativos en cinco categorías conceptuales: Internalismo, Ambientalismo, Finalismo, Funcionalismo y Lamarckismo. Los resultados muestran que el Finalismo y el Funcionalismo son las interpretaciones más abundantes en los documentales analizados, con una representación en torno al 30% cada uno, independientemente de la naturaleza neontológica o paleontológica del documental. Destaca una inesperada abundancia relativa de Lamarckismo (17%), siendo el Internalismo (2%) el modelo más infrarrepresentado. Dado el solapamiento conceptual detectado al analizar frases concretas en los documentales, se propone un triángulo interpretativo de los factores que pueden contribuir a una interpretación exclusivamente ambientalista de los procesos evolutivos en este tipo de medio. *eVOLUCIÓN* 13(2): 5-20 (2018).

Palabras Clave: Evolución, Ambientalismo, Modelos interpretativos, Lenguaje, Divulgación.

ABSTRACT

The present work is an initial attempt to detect evolutionary interpretative models in different popular and educational media. Herein, science communication audiovisual documentaries are analyzed by scrutinizing their interpretations of evolutionary processes whenever mentioned. Due to the absence of a standard methodology for this type of analysis, a new methodology *ad hoc* is proposed. The possible evolutionary models are categorized into five conceptual groups: Internalism, Ambientalism, Finalism, Functionalism, and Lamarckism. The results show that Finalism and Functionalism are the most represented model, about 30% each regardless the neontological or palaeontological nature of the documentary film. The relative abundance of Lamarckisms (17%) is remarkable and unexpected. Internalisms is the least represented model (2%). Provided the conceptual overlapping found when analyzing particular sentences of the documentaries, an interpretative triangle is proposed in order to account for the possible factors contributing to an exclusively ambientalist interpretation of evolutionary processes in this sort of media. *eVOLUCIÓN* 13(2): 5-20 (2018).

Key Words: Evolution, Interpretative models, Ambientalism, Language, Sci-com.

Introducción

La interpretación de procesos evolutivos es parte inherente y esencial de la Biología a todos los niveles en que ésta se implica en la sociedad: investigación, educación, formación y divulgación. El presente trabajo se centra en aspectos relacionados con esta última. La divulgación científica trata de difundir al público general los resultados obtenidos en la investigación en un lenguaje que pueda ser comprendido por todo el mundo sin perder la esencia del mensaje (Sánchez Mora 2000; Blanco López 2004).

Durante las últimas décadas del pasado siglo y los comienzos de éste, la divulgación científica ha crecido de forma exponencial junto a los grandes medios de difusión de información, sobre todo con la aparición de Internet, que permite acceder libremente a multitud de contenidos de los más diversos temas.

En el caso de la Biología en general y la Paleobiología en particular, una de las opciones más recurridas para la divulgación del conocimiento son los documentales audiovisuales. La Real Academia Española (RAE 2001) define un documental de este modo: “Dicho de una película

cinematográfica o de un programa televisivo que representa, con carácter informativo o didáctico, hechos, escenas, experimentos, etc., tomados de la realidad”. La divulgación mediante documentales es enormemente eficaz, tanto en el campo neontológico como en el paleobiológico, debido al dinamismo que otorga el mostrar con imágenes los pasos concretos de una investigación, los seres vivos interactuando en sus ecosistemas, los análisis de los fósiles, el comportamiento de las especies en su medio natural, reconstrucciones virtuales de organismos y ecosistemas del pasado, etc., con una gran inmediatez por el impacto visual y auditivo. Históricamente, en España los documentales “de Naturaleza” se hicieron enormemente populares en la década de 1970 gracias a las distintas series que Félix Rodríguez de la Fuente incluyó en su ciclo *El Hombre y la Tierra*, en que se presentaba por primera vez una visión divulgativa claramente proteccionista y conservacionista del medio natural en España (Cabezas San Deogracias y Mateos-Pérez 2013). A su vez, en el mundo angloparlante las grandes productoras, BBC (David Attenborough y su *Life on Earth*, también de la década de 1970) y National Geographic con diferentes series documentales empezaron a crear una gran corriente de concienciación sobre el medio natural a escala global (Cabezas San Deogracias y Mateos-Pérez 2013), usando como herramienta los documentales audiovisuales para acceder al máximo número de personas en todo el mundo. Debido a que el público diana de estos documentales suelen ser personas no especialistas, sin formación en la materia o con conocimientos muy básicos, a menudo intuitivos, sobre ella, el medio de divulgación debería presentar cierto rigor a la hora de mostrar el tema correspondiente, ya que dicho público no cuenta con herramientas propias de análisis crítico. En este contexto parece importante preguntarse bajo qué criterios se presentan y analizan los procesos evolutivos en los documentales de divulgación científica.

En la divulgación audiovisual, la Evolución, en forma de hipótesis de procesos evolutivos implicados en la reconstrucción de la historia de los seres vivos, aparece de modo recurrente, explícita o implícitamente, en los documentales sobre el mundo natural del presente o del pasado. El presente trabajo se centra en documentales audiovisuales que muestran aspectos de divulgación de la Naturaleza en sentido amplio, es decir, sobre organismos actuales en su medio natural y/o reconstrucciones de ambientes y organismos del pasado, con el objetivo de analizar sus contenidos evolutivos. Más concretamente, las hipótesis o interpretaciones sobre procesos evolutivos en que han estado implicados los organismos presentes en cada documental. La pregunta que nos hacemos es si las narraciones de procesos evolutivos en estos medios de divulgación están fundamentadas de modo

reflexivo en un modelo interpretativo concreto o si, por el contrario, las hipótesis presentadas se construyen de modo superficial, *ad hoc*, sin haber analizado previamente sus implicaciones conceptuales. Para analizar el rigor conceptual inherente en los documentales de divulgación audiovisual se plantean los siguientes objetivos:

Objetivo principal

Identificación y análisis de modelos de interpretaciones sobre procesos evolutivos concretos en documentales de difusión de “Ciencias Naturales” en sentido amplio, a partir de las hipótesis implícitas en las interpretaciones presentadas en los mismos.

Objetivos específicos

- Demarcar los distintos tipos de modelos interpretativos sobre procesos evolutivos.
- Identificar los tipos de modelos interpretativos implícitos a partir de las hipótesis narradas en los textos de los documentales.
- Analizar los tipos de modelos interpretativos localizados.
- Intentar comprender el origen y las implicaciones de los distintos modelos interpretativos detectados.

Material y Métodos

Metodología conceptual

Toda hipótesis o interpretación evolutiva se fundamenta necesariamente en algún modelo conceptual. Sin embargo, resulta muy complejo identificar los posibles modelos interpretativos implícitos en una narración determinada. No existe un método objetivo para el análisis de los contenidos evolutivos del discurso, por lo que resulta necesario diseñar una metodología *ad hoc* para cada caso. En el que nos ocupa, para detectar los posibles modelos interpretativos en los documentales, es imprescindible una demarcación clara de los mismos, con el objeto de poder analizarlos a partir del discurso narrativo de cada documental. La elección y demarcación de los modelos interpretativos puede ser muy discutible, ya que, en primer lugar, se hace a través de la inferencia del modelo implícito en una determinada narración. Además, los distintos modelos se relacionan histórica y conceptualmente entre sí, por lo que sus fronteras no están claras, pero, por otro lado, un exceso de simplificación resultaría escasamente informativo. Esta primera aproximación conceptual se centra en cinco aspectos de la interpretación de procesos evolutivos, definidos en categorías no necesariamente estancas:

1.- *Lamarckismo* (en sentido clásico): “La función crea al órgano”; los organismos generan cambios evolutivos para poder responder funcionalmente a los retos planteados por las condiciones del medio ambiente. Ello implica que los organismos son capaces de reconocer qué retos se les plantean y de evolucionar para superar esos retos (Guerrero-Bosagna 2012). Hemos considerado esencialmente lamarckistas aquellas interpretaciones que consideran de modo más o menos explícito que una modificación morfológica dada ocurre como respuesta de los seres vivos a las condiciones ambientales.

“[...] *the organism recognizes its challenges that have been previously generated by the environment and then evolves with the goal of overcoming them.*” (Gerrero-Bosagna 2012).

2.- *Ambientalismo*: Modelo interpretativo en que se fundamenta el neo-darwinismo. Prioriza la presión de selección medioambiental como factor clave de los procesos adaptativos. Se trabaja con los conceptos de “valor adaptativo” y “óptimos adaptativos” (Breuker et al. 2006).

“[...] *the external factors shaped organisms through natural selection*” (Breuker et al. 2006). En definitiva, considera el medio ambiente como el principal factor de cambio evolutivo.

3.- *Finalismo*: se basa en una concepción esencialmente direccionalista de los procesos evolutivos. “Presentar una adaptación como una meta de la Evolución hacia un diseño óptimo del organismo. O asignar un propósito externo (meta final) a un sistema biológico” (Guerrero-Bosagna 2012).

4.- *Funcionalismo*: Corriente de pensamiento que defiende que la función determina la forma, por tanto, la Evolución dirige los cambios hacia la optimización de la forma para cumplir una determinada función.

“*Everywhere structures in great measure determine functions; and everywhere functions are incessantly modifying structures. In Nature, the two are inseparable co-operators. An account of organic evolution, in its more special aspects, must be essentially an account of the interactions of structures and functions, as perpetually altered by changes of conditions.*” (Spencer 1867).

La imbricación con el finalismo es inherente; para el presente análisis hemos optado por priorizar como “finalistas” aquellas interpretaciones que priorizan la direccionalidad del proceso evolutivo, y por priorizar como “funcionalistas” aquellas que priorizan la optimización funcional.

5.- *Internalismo*: Es el modelo resultante de los avances en Morfología Construccional y Morfodinámica (por ej., Schmidt-Kittler et al. 2012; Seilacher y Gishlick 2015) y en Biología

del Desarrollo (Evo-Devo; por ej., Baguñà y García-Fernández 2003; Allen 2007); históricamente surge desde finales del siglo pasado como complementación al modelo neo-darwinista, al cual limita y amplía simultáneamente. Se trabaja con los conceptos de “limitaciones internas” de tipo filogenético y ontogenético (Breuker et al. 2006), mientras, al mismo tiempo, se amplían las posibilidades de cambio morfológico derivadas de cambios en el control génico del desarrollo (Baguñà y García-Fernández 2003). Para el presente análisis hemos considerado internalistas las interpretaciones evolutivas que tienen en cuenta la importancia de los factores filogenético y ontogenético, sin estar necesariamente reñidas con ulteriores consideraciones adaptacionistas.

“*Evolution determined by internal constructional needs, ontogenic demands, inherited organizational preconditions and environmental clues*”. (Schmidt-Kittler et al. 2011).

Con el fin de clarificar de modo práctico la aplicación de estos conceptos, presentamos en la Tabla 1 ejemplos *ad hoc* de frases que hemos considerado típicamente representativas de cada uno de ellos a partir del proceso evolutivo presentado por Standen et al. (2014) en su trabajo sobre el origen de los tetrápodos. La Tabla 1 sirve como referencia para clarificar la asignación de cada uno de estos modelos interpretativos.

Metodología analítica y material

A la hora de plantear este trabajo se presentó un problema adicional: tampoco existe una metodología estándar destinada a este tipo de análisis, debido a que no existen estudios previos sobre presencia de modelos interpretativos en medios de divulgación científica. Ante la falta de metodología previa, planteamos una sencilla metodología *ad hoc* para poder abordar este análisis, que pasamos a presentar a continuación.

Se ha analizado un total de 50 documentales de diferentes ámbitos relacionados con la Naturaleza. Estos 50 documentales se agruparon en dos bloques según su temática general: “Neontológicos”, relacionados con organismos que viven hoy en día o con problemáticas actuales, y “Paleobiológicos” para los documentales relacionados con organismos del pasado, así como su evolución desde un punto de vista histórico.

El proceso de selección de los documentales ha sido el más aleatorio posible, para poder generar una muestra representativa que no presentara grandes sesgos en temas concretos, productoras, idioma, etc. El método ha consistido en buscar en plataformas de video (Youtube, Vimeo, etc.) o buscadores (Google) palabras clave como “*documentary, nature, wildlife, paleontology, dinosaurs*”, etc., siempre localizando los documentales en versión original, con subtítulos en versión original cuando están accesibles, para

TABLA 1. Frases típicamente representativas de cada modelo interpretativo buscado en los documentales analizados.

Categoría	Ejemplo
<i>Lamarckismo</i>	Las nuevas condiciones ambientales obligan a <i>Polypterus</i> a usar las extremidades delanteras, dando lugar a la aparición de nuevas estructuras de adaptación al medio terrestre.
<i>Ambientalismo Fuerte</i>	Las nuevas condiciones ambientales fuerzan la aparición de nuevas estructuras en <i>Polypterus</i> dando lugar a una adaptación óptima para el movimiento en el medio terrestre.
<i>Ambientalismo Intenso</i>	Las condiciones del medio terrestre influyen en la aparición de nuevas estructuras en <i>Polypterus</i> para la adaptación al medio terrestre.
<i>Ambientalismo</i>	Las nuevas condiciones ambientales, junto con la plasticidad fenotípica de <i>Polypterus</i> permiten una rápida adaptación al medio terrestre.
<i>Finalismo</i>	Las modificaciones anatómicas de <i>Polypterus</i> van dirigidas hacia la optimización de su locomoción en el medio terrestre.
<i>Funcionalismo</i>	Las modificaciones anatómicas de <i>Polypterus</i> le otorgan una óptima locomoción en el medio terrestre.
<i>Internalismo Moderado</i>	Los resultados muestran como la plasticidad fenotípica de <i>Polypterus</i> le permite adaptarse al medio terrestre, pudiendo ser influenciada mediante factores externos.
<i>Internalismo Extremo</i>	Los resultados muestran como la plasticidad fenotípica de <i>Polypterus</i> le permiten adaptarse al medio terrestre sin la influencia de factores externos.

evitar errores producidos a la hora de traducir el documental del idioma original (la inmensa mayoría en inglés) al español.

De cada documental seleccionado se recogieron una serie de datos básicos, detallados en el Apéndice 1, para su ordenación de acuerdo a distintas categorías. Durante la visualización de cada documental, se fueron anotando las frases que se consideraba que contenían, directa o indirectamente, algún tipo de interpretación evolutiva. Las frases seleccionadas se fueron transcribiendo y categorizando, anotando el momento preciso en el que aparecen en el correspondiente documental (Apéndice 2). Por ejemplo: en el documental “Talons of Terror” “*Their legs are designed entirely to box, she’s a boxing bird.*” min 13:40.

Resultados

Se han visualizado 50 documentales, con una duración total de 2410 minutos. Se seleccionó un total de 48 frases encontradas en 18 de ellos. Estas 48 frases se han categorizado dentro de los cinco modelos interpretativos delimitados más arriba. Esta categorización no puede ser estricta porque depende de la inferencia realizada a partir del texto narrado y porque estos modelos están muy relacionados entre sí a distintos niveles, por lo que cada frase se asignó al modelo que parece más claro, priorizando la asignación de la principal línea argumentativa.

Pero incluso priorizando el modelo más claramente detectable se pudieron apreciar diferentes grados de intensidad, especialmente en lo relativo a las implicaciones ambientalistas; es por ello que las frases de esa categoría se subdividieron en dos intensidades: intenso (necesidad de adaptación al medio ambiente como motor del cambio evolutivo) y ambientalismo leve (adaptación al medio ambiente como principal factor evolutivo). De este modo, se agruparon las 48 frases en:

1.- *Lamarckismo*: dentro de este modelo interpretativo se han incluido nueve frases encontradas, por ejemplo: “*Through two million years of tool making our jaws have shrunk dramatically as there were no need to sustain their enormous size*” presente en “The Evolution of Jaws” min 43:20.

2a.- *Ambientalismo Intenso*: siete frases se han atribuido a este modelo, como por ejemplo, “*Para sobrevivir aquí hacía falta, no solo ser capaz de resistir la sequía estacional y alimentarse de hierbas, sino que además había que poder huir de los enemigos a gran velocidad*” presente en “Y los Mamíferos Pusieron Huevos” min. 22:50.

2b.- *Ambientalismo Leve*: se han encontrado tres frases que pueden ser atribuidas a esta categoría, por ejemplo: “*But it’s clear that the pterosaurs had rivals in the sky, and perhaps in response, they began to evolve in quite extraordinary ways*” presente en “Flying Monsters” min. 41:11.

3.- *Finalismo*: el mayor número, un total de 17 frases, por ejemplo: “Con mandíbulas capaces de destrozar absolutamente todo, el *Tyrannosaurus* representaba el depredador definitivo en la línea de los dinosaurios el resultado de 100m.a. de evolución” presente en “A la Sombra de los Dinosaurios: Dinosaurios Emplumados” min. 29:20.

4.- *Funcionalismo*: segundo modelo interpretativo encontrado más veces, con 11 frases atribuidas, por ejemplo, “*The mastodont was built to fight*” presente en “Ice Age Death Trap”.

5.- *Internalismo*; se ha atribuido a este modelo una única frase: “*In Dragonflies, the arthropod body plan demonstrates its supreme adaptability a single animal that dominates both water and air in different faces of its life.*”, presente en “The Conquerors” min. 11:31, de la serie “The Shape of life”.

El Apéndice 2 presenta una lista exhaustiva de las frases encontradas y su categorización.

Discusión

Análisis de los datos

En total se han encontrado 48 interpretaciones evolutivas en un total de 18 de los 50 documentales visualizados. Es decir, únicamente presenta hipótesis evolutivas un 36% de los documentales analizados. En los documentales neontológicos, 10 han presentado interpretaciones, frente a los 8 documentales paleobiológicos. Los porcentajes de las distintas interpretaciones evolutivas detectadas aparecen en la Figura 1. Entre las categorías establecidas, las implicaciones interpretativas más presentes en los documentales son el finalismo, con un 30%, y el funcionalismo, con la misma representación, 30%.

El proceso de elaboración de este trabajo ha mostrado la dificultad de separar claramente, desde el punto de vista conceptual, interpretaciones finalistas, funcionalistas y ambientalistas entre sí: frases como *But Turkana boy's kinds were built to run, like us*, en “Becoming Human: The Birth of Humanity”, min 19:45, son en realidad imposibles de asignar a una sola categoría en sentido estricto. Podemos considerar que las interpretaciones más acordes con el modelo evolutivo más conservador (es decir, más cercano a la ortodoxia neodarwinista) son el conjunto de lo inicialmente considerado [finalismo + funcionalismo + ambientalismo]. Estas interpretaciones constituyen un 81% del total analizado; es el modelo claramente mayoritario, y puede considerarse como el porcentaje de “pervivencia” del darwinismo y neodarwinismo ortodoxos: *It means that in each generation the most fit are those who survive to breed* en “Animal Imposters” min 2:45. En contraste, las

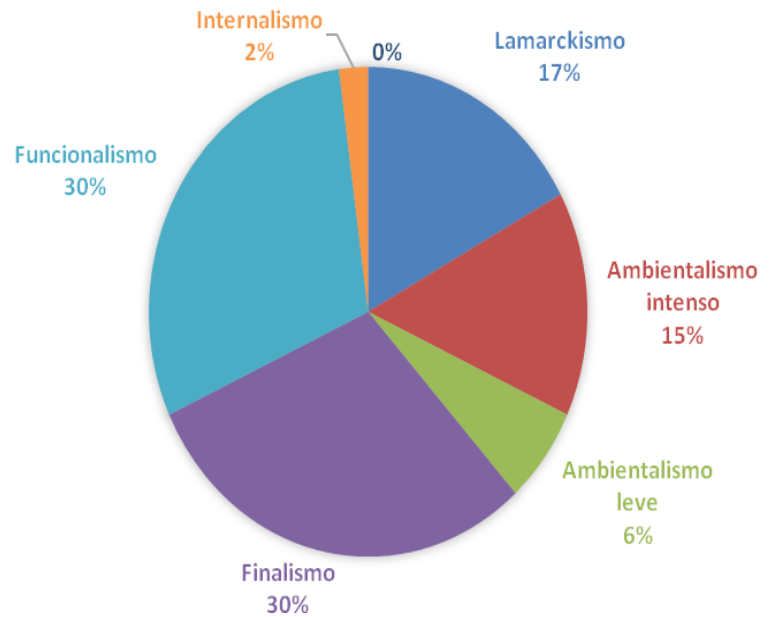


Fig. 1. Porcentaje de aparición de los distintos modelos interpretativos.

interpretaciones categorizables dentro del internalismo aparecen muy infrarrepresentadas: 2%, con solo una frase claramente internalista encontrada durante todo el análisis: *In Dragonflies, the arthropod body plan demonstrates its supreme adaptability a single animal that dominates both water and air in different faces of its life* en “The Conquerors” min 11:31. Históricamente, el internalismo, ha sido la última corriente en surgir. Resulta curioso comprobar que, al contrario de los avances en otras ramas de la Biología, la actualización internalista relacionada con la Evo-Devo no acaba de encontrar su lugar entre los modelos exclusivamente ambientalistas (y relacionados) preponderantes. Las interpretaciones globales incluyendo factores filogenéticos, ontogenéticos y ambientales brillan por su ausencia. Éste es sin duda uno de los retos a superar por la divulgación documentalista en los próximos años, reto al que los investigadores podemos contribuir presentando en nuestros trabajos o entrevistas hipótesis evolutivas construidas del modo más riguroso posible.

Persistencia del Lamarckismo

Mención especial merece la persistencia de interpretaciones asignables al lamarckismo en su sentido más tradicional, con un 17%. La mayoría de ellas aparecen a partir de lo que se puede considerar ambientalismo o funcionalismos exacerbados y mal comprendidos, como por ejemplo en: *Our teeth have shrunk, our jaws have shrunk, our chewing muscles have shrunk, that has to do with our relaxed diet, we just shove something on the microwave, we don't need to have big robust teeth and jaw muscles to process*

our food en “Evolution of Jaws” min 43:45. Curiosamente, los casos más llamativos de lamarckismo aparecen relacionados con la divulgación antropológica, estando muy presentes en los documentales que consideran aspectos relacionados con el origen y evolución de la especie humana, en los documentales “Evolution of Jaws”, “Ape to Man” y “Birth of Humans”. Aunque en nuestro caso se concentren en dichos documentales de divulgación antropológica, el tamaño de muestra no es suficiente para afirmar que todos los documentales de dicha temática caigan en el lamarckismo.

Ambientalismo

Como se indicó antes, las interpretaciones evolutivas son, en realidad, muy difíciles de separar entre sí; resulta especialmente complejas de analizar las implicaciones ambientalistas en sus distintas vertientes. Para intentar clarificar los solapamientos conceptuales, podemos proponer un triángulo que nos descomponga los factores que pueden subyacer en un modelo de interpretación exclusivamente ambientalista (ura 2). En este sentido, el ambientalismo puede asumir un aspecto más finalista, más funcionalista, e incluso, en los casos más exacerbados, llegar a ser expresado como un aparente lamarckismo. Guerrero-Bosagna (2012) nos propone una explicación para la persistencia de este tipo de interpretaciones, mostrando que el pensamiento aristotélico presente en nuestro razonamiento es una de las posibles causas, ya que la pregunta clave en este razonamiento es “¿para qué?”. El uso prioritario, incluso exclusivo, de esta pregunta es lo que puede dar origen a las interpretaciones funcionalistas-finalistas, ya que se intenta atribuir una función a todo elemento o adaptación que se observe en un ser vivo.

Los documentales y su elaboración

El análisis presentado aquí ha puesto de manifiesto, además, una gran heterogeneidad entre los documentales analizados. Un 64% no hace ningún tipo de interpretación evolutiva, sino que presenta los hechos del modo más objetivo posible, evitando dar explicaciones evolutivas a comportamientos, fenotipos o estructuras actuales, simplemente explica y muestra su función hoy en día. Existen, además, unos documentales que siguen un esquema no tradicional. En ellos, es el investigador el que narra los hechos, exponiendo su línea de investigación con los últimos datos obtenidos sobre el tema tratado. Ejemplos de este tipo de documental “The origin of Birds” o “Your Inner Fish” en los cuales las interpretaciones evolutivas están siempre dentro de las corrientes evolutivas actuales. Además, no existe apenas diferencia entre los documentales neontológicos frente a los paleobiológicos, habiéndose encontrado interpretaciones evolutivas asignadas a diferentes modelos en 10 documentales neontológicos y 9 paleobiológicos. Esta heterogeneidad temática debe tener su origen en el proceso de elaboración de cada documental en concreto: cómo se plantea, tipo de asesoramiento por biólogos profesionales, cuál es la especialidad de los biólogos consultados, y/o uso incorrecto de un lenguaje excesivamente simplificador utilizado con la intención de facilitar la comprensión del contenido a un público no formado en el ámbito tratado.

Conclusiones

No hay diferencias sustanciales entre los documentales “neontológicos” y “paleobiológicos”; el número de muestra no es suficiente para hacer una aproximación estadística, pero los porcentajes son similares.

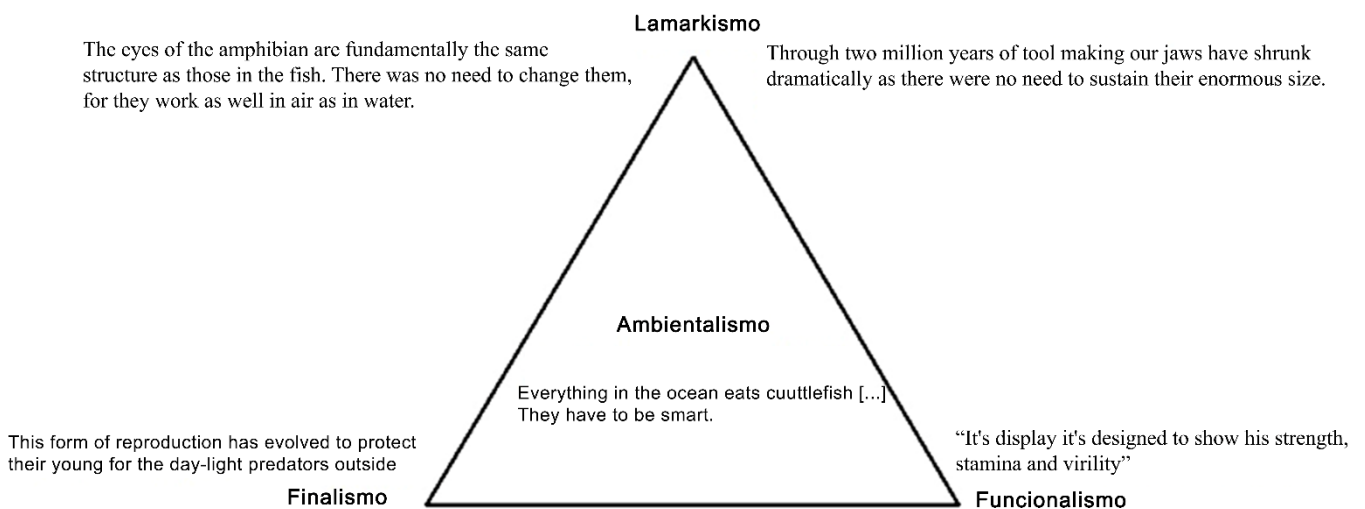


Fig. 2. Triángulo de “Factores Ambientalistas”, cuyos vértices representan los diferentes modelos que pueden influir en modelos ambientalistas, con un ejemplo de frase que representa cada uno de ellos.

En los 18 documentales en los que se han encontrado interpretaciones evolutivas sesgadas, el modelo imperante ha sido el ambientalista; el interna-lismo aparece muy raramente. Ello demuestra que se continúa asimilando evolución con darwinismo/neodarwinismo en su sentido más clásico y ortodoxo, y que las corrientes interna-listas y la Evo-Devo no acaban de encontrar su lugar dentro de la divulgación científica genera-lista actual, al contrario que los avances en otras áreas de la Biología.

En la experiencia del presente análisis, se comprobó que ello se relaciona con el proceso de elaboración de los documentales. El lenguaje empleado en la redacción del guión de cada documental a menudo altera el mensaje científico, pudiendo llegar a transmitir sesgadamente una idea inicial. En nuestro análisis se manifiesta la posibilidad de que el uso de un lenguaje simplificado y accesible puede llegar a dar lugar a una transmisión sesgada del concepto de Evolución y de los procesos evolutivos, transmisión que puede llegar a ser claramente errónea, como muestra la persistencia del lamarckismo en su sentido más tradicional. Por ello, parece razonable la postura de casi dos tercios de los documentales analizados, que se limitan a exponer datos o información sin presentar hipótesis sobre los procesos evolutivos implicados; son documentales que, desde el punto de vista conceptual, podríamos considerar como “prudentes”.

Aunque las hipótesis relacionadas con interpretaciones de procesos evolutivos sufridos por seres vivos del pasado nunca van a poder ser verificadas (confirmadas o rechazadas), en especial en cuanto a su sentido adaptativo se refiere, dichas hipótesis han de construirse de acuerdo al método científico, no deben ser simplemente asumidas *ad hoc*, indicando de modo claro qué se hipotetiza como causa y qué como efecto, para evitar caer en modelos direccionistas (*la causa es alcanzar la mayor adaptación posible*) o directamente lamarckistas (*la causa es la acción del medio ambiente sobre la morfología de los seres vivos*). Es responsabilidad de los investigadores esta presentación rigurosa de hipótesis evolutivas, para que, a la postre, no se malinterpreten en documentales como algunos de los analizados en el presente trabajo. Este tema, sin embargo, tiene más que ver con la Filosofía de la Ciencia y con el Método Científico, y merecería ser considerado con calma en el futuro por sus múltiples ramificaciones sociales en aspectos tanto divulgativos como educativos.

REFERENCIAS

- Allen, G.E. 2007. A century of Evo-Devo: the dialectics of analysis and synthesis in Twentieth-Century life science. Pp. 123-167.
- En: Laubichler, M.D. y Maienschein, J. (Eds.) *From Embryology to Evo-Devo: A History of Developmental Evolution*. The ITM Press, Cambridge, USA.
- Baguña, J. y García-Fernández, J. 2003. Evo-Devo: the long and winding road. *Int. J. Develop. Biol.* 47: 705-713.
- Blanco López, Á. 2004. Relaciones entre la educación científica y la divulgación de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 1(2): 70-86.
- Breuker, C.J., Debat, V. y Klingenberg, C. P. 2006. Functional evo-devo. *Trends Ecol Evol.* 21: 488-492.
- Cabeza San Deogracias, J. y Mateos-Pérez, J. 2013. Thinking about television audiences: Entertainment and reconstruction in nature documentaries. *Eur. J. Commun.* 28: 570-583.
- Guerrero-Bosagna, C. 2012. Finalism in Darwinian and Lamarckian evolution: lessons from epigenetics and developmental biology. *Evol. Biol.* 39: 283-300.
- Real Academia Española. 2001. *Diccionario de la Lengua Española (22a Ed.)*. Madrid, España.
- Sánchez Mora, A.M. 2000. *La Divulgación de la Ciencia Como Literatura*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México.
- Schmidt-Kittler, N., Vogel, K. y Schäfer, H. 2012. *Constructional Morphology and Evolution*. Springer Science & Business Media.
- Seilacher, A. y Gishlick, A.D. 2015. *Morphodynamics*. CRC Press.
- Spencer, H. 1864. *The Principles of Biology (Vol. 1)*. William & Norgate, London.
- Standen, E.M., Du, T.Y. y Larsson, H.C. 2014. Developmental plasticity and the origin of tetrapods. *Nature* 513: 54-58.

Información de los Autores

Francisco José Poyato-Ariza es Profesor en el Departamento de Biología de la Universidad Autónoma de Madrid y miembro fundador del Centro para la Integración en Paleobiología de la misma Universidad Autónoma. Especialista en actinopterigios mesozoicos. Ha sido la experiencia de las vivas discusiones con estudiantes en la asignatura de Paleobiología la que le han ido interesando en la problemática de la comprensión, didáctica y divulgación de los procesos evolutivos.

Arturo Gamonal es graduado en Biología por la Universidad Autónoma de Madrid, y masterado en Paleontología Aplicada por la Universidad de Valencia. Sus intereses en la Paleontología se enfocan en la Tafonomía, la Macroevolución, Bioestratigrafía, Paleoecología, así como en la divulgación de la paleontología al público general. Este trabajo se gestó inicialmente como tema para su Trabajo de Fin de Grado para la obtención del graduado en biología.

Apéndice 1

Nombre	Productora	Contenido	¿Evolución?	Serie	Capítulo	Tipo	Guionista	Profesión	Director	Duración (min)	Año
La Cara oculta de los Delfines	National Geographic	Biología y Comportamiento	NO	/	/	NEO	Kevin McCarey	/	Paul Atkins	60	1999
El Regreso de los Canguros	National Geographic	Biología y Comportamiento	NO	/	/	NEO	Eleanor Grant	/	/	60	1998
The Conquerors	National Geographic	Evolución y Terrestrialización	SI	The Shape of life	/	NEO	Chris Sondreal con Martin Dorn (H ^a Natural)	/	/	60	2001
Talons of Terror	National Geographic	Evolución y Adaptación	SI	/	/	NEO	Jeff Shear, asesorado por Keenan Smart	/	Michael Male, Judy Feth	60	2000
La vida en las Marismas	National Geographic	Biología y Comportamiento	NO	/	/	NEO	Judy Fieth y Don Campbell. Con Keenan Smart	/	/	60	1996
Life on Earth: Invasion of the Lands	BBC	Evolución y Adaptacion	SI	Live on earth	6	NEO	/	/	/	50	1979
Viaje a las Profundidades	BBC	Biología y Adaptación	SI	Planeta Azul la vida en los oceanos	2	NEO	/	/	Alastair Fothergill	50	2002
Plant growth of tropical flowers in the desert	BBC	Biología y Comportamiento	NO	The Private life of Plants	2	NEO	David Attenborough	Biólogo	/	55	1995
Growing	BBC	Biología y Comportamiento	NO	The Private life of Plants	1	NEO	David Attenborough	Biólogo	/	50	1995

Agua Dulce	BBC	Ambientes	NO	Planeta Tierra	2	NEO	/	/	/	50	2007
Animal Imposters	Peace River Films	Evolución y Adaptación	SI	/	/	NEO	John Borden Neil Goodwin	/	/	50	1982
Y los Mamíferos pusieron huevos	Transglobe films	Evolucion y adaptación	SI	Mundos Perdidos	/	NEO	Fernando González Sitges	Zoólogo	Fernando González Sitges	50	2000
Creatures of the Deep Ocean - Kings of Camouflage	PBS/NOVA	Comportamiento	SI	NO	/	NEO	Gisela Kaufmann	/	Gisela Kaufmann	50	2006
Amazonia: Naturaleza Protegida	New Atlantis	Ambientes	NO	Amazonía	9	NEO	Luis Miguel Domínguez	Ecologista	Luis Miguel Domínguez	60	2000
ANTS- Nature Secret Power	ADI MAYER FILM	Ecología y Comportamiento	NO	NO	/	NEO	Wolfgang Thaler	/	Wolfgang Thaler	55	2004
Mutation, the Science of Survival	NHNZ con National Geographic	Genética y Evolución	SI	NO	/	NEO	Jayashree Panjabi	/	Jhon Hyde	50	2004
Tarsier Primate - The littlest alien	Natural History New Zeland Ltd con National Geographivo Channeels International	Habitat y Ecologia	NO	NO	/	NEO	Jeremy Hogarth y Owen Marshall	/	Julie Watson	50	2002
Parrots in the Land of Oz	Nature	Habitat y Ecologia	NO	NO	/	NEO	Julia Simmons, Sean Dooley y Josie Matthiesson	/	/	50	2007
Pelicans: Outback Nomads	Absolutely Wild Visuals para National Geographic	Comportamiento	NO	NO	/	NEO	Michael Bright	/	Susan McMillan	50	2010

Spain's Last Lynx	Bitis Documentales	Comportamiento	NO	NO	/	NEO	Phil Coles, Fernando López-Mirones	/	/	50	2004
Silent Roar: Searching for the Snow Leopard	Nature	Grabacion y comportamiento	NO	NO	/	NEO	Hugh Miles y Mitchell Kelly	/	/	55	2005
Designed to Dance: Birds Of Paradise	National Geographic	Comportamiento	SI	NO	/	NEO	/	/	/	50	2002
Great Barrier Reef Nature's Miracles	BBC	Ambiente y Comportamiento	NO	Nature's Miracle	1	NEO	James Brickell	/	James Brickell	60	2012
Welcome to the future	Discovery Channel	Evolución e hipótesis evolutivas futuras	SI	The future is wild	1	NEO	Victoria Coules	/	/	25	2002
Prairies of Amazonia	Discovery Channel	Evolución e hipótesis evolutivas futuras	SI	The future is wild	4	NEO	Victoria Coules	/	/	25	2002
Flying Monsters	Serengueti Entertainment	Evolución y Adaptacion	SI	NO	/	PALEO	David Attenborough	Biólogo	Matthew Dyas	70	2011
The Evolution of jaws	Optomen Productions Inc para History Channel	Evolución	SI	Evolve	10	PALEO	/	/	Christopher Gidez	45	2008
Extreme Dinosaurs	BBC	Confirmación de hipótesis y descubrimientos	NO	NO	/	PALEO	/	/	Steve Ruggi	50	2000
Prehistoric Predators: Killer pig	National Geographic	Comportamiento	NO	Prehistoric Predators	3	PALEO	/	/	Mary Benjamin, Jay Bluemke	50	2007
Your inner Fish	Tangled Bank Studios	Evolución	SI	NO	/	PALEO	Neil Shubin	Paleontólogo	Neil Shubin	55	2014

Life Explodes	PBS/NOVA	Historia de Australia	SI	Australia's first 4 billion years	2	PALEO	Chris Schmidt	/	/	55	2013
Artic Dinosaurs	Big Island Pictures	Descubrimientos	NO	NO	/	PALEO	Chris Schmidt	/	Ruth Berry	50	2011
Walking with Monsters: Life before Dinosaurs	BBC	Evolución de los Vertebrados	SI	Walking With Monsters	1	PALEO	/	/	Chloe Leland	30	2005
Walking with Monsters: Life before Dinosaurs	BBC	Evolución de los Vertebrados	SI	Walking With Monsters	2	PALEO	/	/	Chloe Leland	30	2005
Walking with Dinosaurs: New Blood	BBC	Comportamiento y estrategias de vida	SI	Walking with Dinosaurs	1	PALEO	/	/	/	30	1999
Walking with Dinosaurs: Cruel Sea	BBC	Comportamiento y estrategias de vida	SI	Walking with Dinosaurs	3	PALEO	/	/	/	30	1999
The Four-Winged Dinosaur	PBS/NOVA	Reconstrucción y Planteamiento de hipótesis	SI	NO	/	PALEO	/	/	Melani Wallace	50	2008
Sea Monsters: A Prehistoric Adventure	National Geographic	Reconstrucción de la vida	NO	NO	/	PALEO	Mose Richards	/	Sean MacLeod Phillips	40	2007
The Origin Of Humans	HHMI Biointeractive	Evolución de homínidos	SI	Great Transitions	/	PALEO	Rob Whittlesey	/	Rob Whittlesey	20	2014
The Origin Of Birds	HHMI Biointeractive	Evolución de las Aves	SI	Great Transitions	/	PALEO	Dan Levitt & Sean Bean Carroll	/	Dan Levitt	20	2015
Ape to Man	History Channel	Evolución del Hombre	SI	NO	/	PALEO	/	/	Nic Young	90	2005
Ice Age Death Trap	National Geographic	Formación de yacimientos	NO	NO	/	PALEO	/	/	Eleanor Grant	50	2012

Morphed: When Whales had Legs	Kaboom film	Evolución de las Ballenas	SI	Morphed	S1 E2	PALEO	/	/	Jim Nally	45	2008
The Great Dying	Digital Ranch Productions, Inc	Gran extinción permotriásica	SI	Animal Armaggedon	5	PALEO	Bryce Zabel	/	Jason Mckinley	45	2009
Becoming Human: The Birth of Humanity	PBS/NOVA	Evolución del ser humano	SI	Becoming Human	2	PALEO	Graham Townsley	/	Graham Townsley	50	2009
A la Sombra de los Dinosaurios: Emplumados	NHK	Evolución del T.Rex	SI	A la Sombra de los Dinosaurios	2	PALEO	/	/	Cèline Rafestin	50	2007
Dino Autopsy	National Geographic	Recuperación de restos	NO	NO	/	PALEO	Chad Cohen	/	French Horwitz	50	2007
The Day that Mesozoic Died	HHMI	KT	NO	NO	/	PALEO	Sean Carroll	B. /	Sarah Holt	30	2012
Dinosaurs Decoded	Veriscope Pictures	Cambios morfológicos en base a la edad	NO	NO	/	PALEO	Dan Levitt	/	Dan Levitt	45	2009
The Human Journey - In Search of Human Origins	Australian Fiance Corporation and Learning Channel	Evolución del ser humano	SI	The Human Journey	/	PALEO	Andrew Waterworth, Roger Scholes	/	Roger Scholes	45	1999

Apéndice 2

Frase	Categoría	Minuto
And he thinks cooking, which makes food more soft and digestible can explain why <i>Homo erectus</i> evolved smaller teeth and much smaller guts.	Lamarckismo	27:02
For the first time in our evolution, body hair was disappearing partly because <i>Homo erectus</i> skin had developed complex sweat glands. This removed the need to pant in the heat allowing voices to develop paving the way for human speech.	Lamarckismo	25:37
If a land animal drinks sea water it can be lethal, to live in the ocean. <i>Ambulocetus</i> needs to adapt to cope with salt water	Lamarckismo	16:35
In air however, you do need a different hearing apparatus than in water, eardrums, and with them, came voice.	Lamarckismo	31:40
Our teeth have shrunk, our jaws have shrunk, our chewing muscles have shrunk, that has to do with our relaxed diet, we just shove something on the microwave, we don't need to have big robust teeth and jaw muscles to process our food.	Lamarckismo	43:45
The eyes of the amphibian are fundamentally the same structure as those in the fish. There was no need to change them, for they work as well in air as in water.	Lamarckismo	29:30
Through two million years of tool making our jaws have shrunk dramatically as there were no need to sustain their enormous size.	Lamarckismo	43:20
Today <i>Homo sapiens</i> , us, dominates all life on Earth, we did it with intelligence, not brute strength. And built tools that lessen the need for powerful jaws.	Lamarckismo	42:26
And some lost their heavy teeth, all together and evolved beaks. Adaptations like these were probably influenced, not only by the different ways of eating, but by the universal need of all flying animals to keep their weight down to a minimum.	Ambientalismo intenso	35:28
At that time, the only animals that could fly were insects. They were tempting food for reptiles. But if a reptile would to catch them, they too would have to take to the air.	Ambientalismo intenso	4:20
Everything in the ocean eats cuttlefish [...] They have to be smart.	Ambientalismo intenso	8:38
I think the probably started as scavengers, running along the stream line feeding on dead fish, that washed up on the shore. And once you're in the water feeding on dying fish it's a logical step to try catch other fish.	Ambientalismo intenso	10:00
It means that in each generation the most fit, are those who survive to breed	Ambientalismo intenso	2:45

My guess is that their skin evolved for camouflage, because as soon as they got rid of the hard shell they had to hide from predators, I think after that, the skin then evolved these patterns for communication, for mating, and tricking preys.	Ambientalismo intenso	11:38
Para sobrevivir aquí hacía falta, no solo ser capaz de resistir la sequía estacional y alimentarse de hierbas, Sino que además había que poder huir de los enemigos a gran velocidad	Ambientalismo intenso	22:50
A meteor that crashed into Earth 65m.a ago it's often blame for the extinction of the dinosaurs and Pterosaurs. But the truth is that their fate was already sealed millions of years before that moment by the early birds that have been evolving in their shadow.	Ambientalismo leve	1:05:26
But it's clear that the Pterosaurs had rivals in the sky, and perhaps in response, they began to evolve in quite extraordinary ways.	Ambientalismo leve	41:11
But why should it have climbed onto land? Perhaps it was forced out by droughts. Maybe, was tempted by food.	Ambientalismo leve	10:45
[...] The first land incursions may have look much like this, [...] to protect their eggs from ocean predators.	Finalismo	18:21
¿Por qué entonces volver a los árboles con un nuevo y gigantesco esfuerzo adaptativo? La respuesta no está muy clara, probablemente para conseguir el provocativo alimento que permanecía inalcanzable en lo alto de los árboles.	Finalismo	30:55
All the elements of a palm cockatoo's display are designed to draw attention to that massive beak. The glassing of the cheek patches the wing spreading, which makes the bigger it's all design to show other cockatoos that they are strong.	Finalismo	47:45
Arthropods are equipped by nature to survive almost any challenge	Finalismo	0:37
But Turkana boy's kinds were built to run, like us.	Finalismo	19:45
Con mandíbulas capaces de destrozar absolutamente todo, el <i>Tyranosaurus</i> representaba el depredador definitivo en la línea de los dinosaurios el resultado de 100m.a de evolución	Finalismo	29:20
Durante 150m.a los dinosaurios dominaron sobre las demás formas de vida de la Tierra. El <i>Tyranosaurus rex</i> representaba la forma definitiva de ese desarrollo.	Finalismo	41:55
His courtship song sounds like a machine gun, it's purpose-built to entice females and frighten rivals.	Finalismo	20:40
The question is that this bird has got a really good beak. [...] It's a perfect tool for the job.	Finalismo	22:54
This form of reproduction has evolved to protect their young for the day light predators outside.	Finalismo	9:27

To boost her babies' chances of survival, she's evolved a basic form of parental care	Finalismo	18:20
Watch the way that beak is working, it's going in, it's designed for this job.	Finalismo	23:12
What I find intrigued it's that this is evolved through millions of years as a way to specifically to kill snakes.	Finalismo	14:38
With her perfect rabbit catching design the outcome is assured.	Finalismo	24:20
Another arthropod, the spider, developed a complex net to catch prey on the wing.	Funcionalismo	38:38
<i>Basilosaurus</i> evolved its eel-like body to hunt in shallow waters. It's body shape it's perfect to hunt in base like these.	Funcionalismo	36:35
<i>Hynerpeton</i> has evolved complex lungs to exploit this new oxygen.	Funcionalismo	21:10
Animals don't develop structures without presumable some use for them, so the question is, what did they do with them.	Funcionalismo	34:10
It adapts in three key ways to swim better	Funcionalismo	15:18
It's display it's designed to show his strength, stamina and virility	Funcionalismo	31:00
More than 50m.a. ago most predatory sea eagles hunted this way. But then, a vital evolutionary step was to occur. Talon feet for snatching pray.	Funcionalismo	7:00
One of the reasons they have to be so smart is that they gave up their external body armor.	Funcionalismo	34:38
She's a flying reptile, who has evolved extra-long fingers to support her delicate wing membrane.	Funcionalismo	12:25
Some 45 million years ago the ancient whale's organ of balance was shrinking. And for good reason, it makes him agile enough to outmaneuver predators.	Funcionalismo	30:00
Their legs are design entirely to box, she's a boxing bird.	Funcionalismo	13:40

The mastodont was built to fight.	Funcionalismo	11:01
[...] to uncover the secret world of the birds that are designed to dance	Funcionalismo	0:58
What is really exciting about cuttlefish intelligence is that we know their relatives are clamps and snails those are not animals that had a need for great intelligence	Funcionalismo	34:11
In Dragonflies, the arthropod body plan demonstrates its supreme adaptability a single animal that dominates both water and air in different faces of its life.	Internalismo	11:31

Las Crónicas de Narnia y los procesos evolutivos que originan a las variedades y especies en los animales y humanos

Mariana Edith Hernández Ortega¹ y Ulises Iturbe²

¹Licenciatura en Biología. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

²Área Académica de Biología, Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

E-mail: darwiniaman@gmail.com

RESUMEN

A través del argumento de una pequeña historia aparecida en la saga *Las Crónicas de Narnia* de C. S. Lewis, discutimos algunos procesos explicados en dos teorías evolutivas que son grandemente desconocidas por los biólogos a pesar de haber sido creadas por dos de los autores más distinguidos de la Biología Evolutiva del último siglo: Sewall Wright y Ernst Mayr. En el primer caso, mostramos el efecto de la endogamia, la deriva génica y un poco de flujo génico en la conformación de las poblaciones de animales domesticados. En el segundo, presentamos el famoso efecto fundador como causa de la especiación en pequeñas poblaciones naturales de animales viviendo en aislamiento geográfico. Después de esto analizamos el parecido entre ambas teorías, aun cuando fueron propuestas de manera independiente. Finalmente, consideramos la plausibilidad de que estas teorías se puedan usar en combinación para explicar el origen de los diferentes grupos que componen a la especie humana moderna. *eVOLUCIÓN 13(2): 21-27 (2018)*.

Palabras Clave: Endogamia, Deriva génica, Flujo génico, Interacciones génicas, Aislamiento geográfico, Efecto fundador, Variación alélica, Especiación, Sewall Wright, Ernst Mayr.

ABSTRACT

Following the argument of a short story appeared in *The Narnia Chronicles* saga by C. S. Lewis, we discuss certain processes explained by two evolutionary theories which are highly unknown by biologists, despite the fact they have been created by two of the most distinguished authors of the Evolutionary Biology of the last century: Sewall Wright and Ernst Mayr. In the first case, we show the effect of inbreeding, gene drift and some extent of gene flow in the constitution of populations of domesticated animals. In the second one, we show the famous founder effect as a cause of speciation in small natural populations of animals living in geographic isolation. Afterwards, we analyze the resemblance between the two theories, even though they were proposed independently from each other. Finally, we entertain the plausibility that these theories could be used combined to explain the origins of the different groups which form the modern human species. *eVOLUCIÓN 13(2): 21-27 (2018)*.

Key Words: Inbreeding, Gene drift, Gen flow, Gene interactions, Geographic isolation, Founder effect, Gene variation, Speciation, Sewall Wright, Ernst Mayr.

Introducción

Las Crónicas de Narnia constituyen una saga de siete volúmenes escritos por el autor C.S. Lewis en la década de 1950; de estos, los primeros tres han sido adaptados exitosamente al cine. En *Las Crónicas de Narnia: el Príncipe Caspian* (1951; 2008 para la película homónima) (Fig. 1) se narra una nueva aventura de los hermanos Pevensie: Peter, Susan, Edmond y Lucy, quienes fueron nombrados por Aslan, el león, como los reyes y reinas de Narnia. Regresan a esta extraña tierra de fantasía 1300 años después de haber vencido en una gran batalla a la bruja blanca. Pero la nueva Narnia ya no está poblada exclusivamente por animales fantásticos, ahora

también hay humanos que la conquistaron por medio de la guerra. Estos humanos muestran un fenotipo bastante homogéneo y se nombran a sí mismos el pueblo de Telmar.

Entre los telmarinos hay una lucha intestina por la sucesión al trono. A la muerte del rey Caspian IX, su codicioso hermano perpetra un golpe de estado contra el joven príncipe Caspian, heredero legítimo, quien se ve forzado a huir. En estas penosas circunstancias los reyes y reinas de Narnia conocen al príncipe Caspian y forjan una alianza con él para recuperar Narnia. Además, logran reagrupar al ejército de animales fantásticos, siempre dispuestos a luchar por sus soberanos.

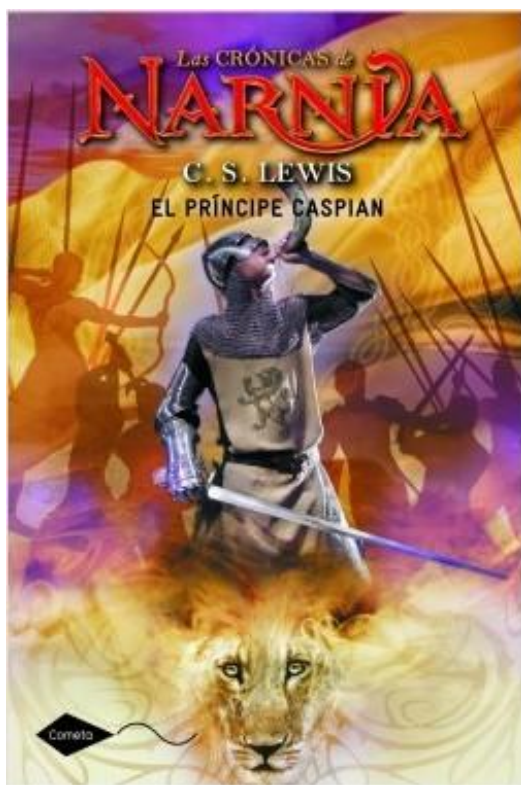


Fig. 1. Portada del libro "Las Crónicas de Narnia. El príncipe Caspian" de C.S. Lewis. Tomado de: Planetadelibros, España. (2019). Grupo Planeta: <https://www.planetadelibros.com/libro-el-principe-caspian/61397>

Cuando la historia llega a su punto culminante, aparece Aslan, el león, y dando a cada quien lo suyo, narnianos y telmarinos, cuenta la historia del pueblo de Telmar: "...Ustedes vinieron a Narnia desde Telmar. Pero [antes] llegaron a Telmar desde otro lugar. Ustedes no pertenecen en absoluto a este mundo [Narnia]. Vinieron acá, varias generaciones atrás, del mismo mundo al que pertenece el gran rey Peter [Pevensie]."

Continuó Aslan: "Hace muchos años, en un mar profundo en aquel mundo, llamado el Mar del Sur, un barco tripulado por piratas fue arrastrado por la tormenta hasta una lejana isla. Allí... asesinaron a los nativos y tomaron a las nativas por esposas... Al cabo de una riña, expulsaron a seis piratas, que se marcharon con sus mujeres hacia el centro de la isla, escalaron una montaña e intentaron esconderse dentro de... una cueva. Pero no era una cueva sino uno de los sitios mágicos de aquel mundo, una de las grietas o abismos que hay entre ese mundo y éste... Y así fue como cayeron, o subieron, o tropezaron, o resbalaron por el punto preciso, y se encontraron en este [otro] mundo, en la Tierra de Telmar, que en esa época estaba despoblada... [Así,] hicieron su morada en Telmar y formaron un pueblo que llegó a ser cruel y orgulloso... [Después] invadieron Narnia... la conquistaron y la gobernaron."

La historia de la fundación de Telmar, aunque ficticia, guarda una estrecha relación con dos fenómenos poblacionales reales que estudia la Biología y se presta para discutirlos: uno, es el efecto fundador propuesto por el biólogo Ernst Mayr, y el otro, con la reproducción endogámica cuyo efecto en la acumulación de cromosomas con alelos recesivos en los individuos de una población, que fue ampliamente estudiado por el biólogo Sewall Wright.

Para llegar al meollo del asunto es necesario explicar en qué consiste cada uno de estos fenómenos evolutivos y cuáles eran las ideas de estos dos grandes personajes y su contribución al campo de la Biología Evolutiva. Para esto, es necesario ir en orden cronológico.

La endogamia como proceso de origen de variación evolutiva acelerada

Wright (Fig. 2) fue uno de los iniciadores de la disciplina llamada Genética de Poblaciones, junto con Ronald Fisher y J.B.S. Haldane en Occidente y Sergei Chetverikov en la Unión Soviética. A este cuarteto se le atribuye simultáneamente la creación de la teoría matemática de la mutación-selección natural (Dobzhansky 1980). Sin embargo, esto es una exageración en el caso de Wright pues él tenía otros intereses, que a la fecha parecieran estar ocultos a la vista de todos. Wright se enfocó principalmente en explicar los efectos del azar en la fijación de los alelos y por lo tanto a la conformación genética de las poblaciones, lo que se conoce como deriva génica. Esta contribución de Wright a la teoría de la evolución es bien conocida. Pero además, él se dedicó por muchos años a ver y pensar el efecto de la endogamia y la hibridación de grupos endogámicos como parte de los procesos que originan a las especies.

Cuando tomó el cargo de genetista de producción animal en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en el año de 1915, gestionó los experimentos con una colonia de cobayos que fue sometida a reproducción endogámica intensa, del tipo hermano-hermana, por varias generaciones, a lo largo de unos 20 años (Wright 1922; Provine 1986). Endogamia es el término que se utiliza para referirse a la reproducción entre parientes cercanos, también llamada consanguinidad por suponer que los individuos que se cruzan tienen la misma sangre. Como veremos a continuación la reproducción endogámica o consanguínea tiene consecuencias importantes en la variación que guardan los cromosomas de una población.

En la reproducción sexual un gameto proviene de cada progenitor y cada uno de estos proporciona la mitad de los cromosomas que tendrá el cigoto, es decir, el descendiente de la cruce que se desarrolla a partir de esa célula embrionaria. Cuando los hijos descienden de padres distan-

ciados genéticamente, debido a cruza al azar, también llamadas panmícticas, tienden a presentar alta variación alélica en sus cromosomas homólogos. Sin embargo, cuando los progenitores están emparentados estrechamente los alelos que proporcionan sus cromosomas tienen poca variación o incluso pueden ser iguales, debido a que comparten cromosomas similares o hasta pueden ser los mismos, heredados de un mismo ancestro. Esto ocasiona que los alelos recesivos, es decir, alelos cuya expresión se encuentra reprimida por los dominantes, que pasaban desapercibidos en condiciones heterocigotas (cuando los alelos son distintos en cada par de cromosomas), se acumulen de forma homocigota (cuando los alelos son iguales en cada par de cromosomas) y se vuelvan evidentes, es decir, que se expresen de forma diferente fenotípicamente ante una falta de represión por ausencia de un alelo dominante.

No obstante, algunos alelos recesivos en condición homocigota presentan efectos dañinos en el fenotipo; algunos pueden provocar la disminución de la adecuación de los individuos que los tienen, es decir, se disminuye su capacidad de dejar hijos o incluso conducirlos a la infertilidad. Otros más, resultan completamente letales o deletéreos para el individuo que los posee, es decir, pueden propiciar que sus funciones vitales se vean comprometidas y les ocasionen la muerte prematuramente. A este fenómeno perjudicial muy documentado de acumulación de alelos recesivos dañinos que se expresan en condición homocigota se le conoce como depresión endogámica o por endogamia. Así, la endogamia se convirtió en la pesadilla de genetistas, ecólogos y biólogos de la conservación, quienes tratan de buscar estrategias para mitigar su ocurrencia en las poblaciones naturales y, si fuera posible, evitarla por completo. En los casos en que se sabe que quedan pocos ejemplares de una especie, quizás decenas o cientos, estos científicos tienden a decir que la especie ya se puede considerar extinta debido a que van a entrar en depresión por endogamia.

Si bien, la depresión endogámica es el desenlace más común entre las poblaciones en que ocurren este tipo de cruces, no es la única posibilidad. En los experimentos mencionados de Wright, la mayoría de las familias de cobayos también sucumbieron, pero una quinta parte de ellas sobrevivieron a lo largo de las generaciones y no presentaron efectos perceptibles de depresión por endogamia. Pero además, y esto es lo verdaderamente novedoso e importante, en las familias aparecieron características fenotípicas nunca antes vistas en la población de origen, tales como: variación en la talla, color y tipo de pelaje; incluso, uno de los caracteres más significativos en alguna familia fue la aparición de un dedo extra funcional en las extremidades. Otra característica recurrente en varias familias, aunque no



Fig. 2. Sewall Wright. Uno de los cuatro famosos genetistas de poblaciones. La foto es de la época que fue profesor en la Univ. de Chicago. Tomado de: Goodnight, Ch. (2010). Evolution in structured populations. The University of Vermont blogs: <http://blog.uvm.edu/cgoodnig/2014/05/22/sewall-wrights-seven-generalizations-about-populations/>

fijada, fue la presencia de un solo ojo; es decir, cíclopes. Eran tan marcadas las diferencias entre las familias que cuando se llegaba a escapar un cobayo de las jaulas los cuidadores de la institución sabían perfectamente a dónde regresarlo (Wright 1922; Provine 1986).

Es evidente que estos nuevos patrones de variación resultante no se deben a mutaciones puntuales; en realidad, los caracteres estuvieron siempre presentes entre las posibles interacciones de los alelos de la población original de cobayos, pero ocultos, por decirlo siguiendo la metáfora, en el fondo de la poza génica. La forma de reproducción al azar que sucedía en la población antes de los experimentos, es decir, entre individuos no emparentados, es la razón de que no se apreciara la variación novedosa previamente. En esas circunstancias los alelos no se distribuían de manera homocigota. Pero la reproducción entre parientes cercanos, que fue el objetivo de los experimentos, permitió una acumulación mayor de alelos recesivos en condiciones homocigotas, debido a la segregación de los cromosomas de la población en distintas familias. Además, en el caso de los caracteres poligénicos, aquellos que son producto de la expresión de múltiples genes, como la talla o los dedos, ahora se hallaban todos en estado homocigoto. Esto dio lugar a que se presentarán nuevas interacciones entre los genes que antes eran imposibles. Estas nuevas relaciones entre genes, en condiciones libres, sin represión de alelos dominantes causaron la expresión diferenciada de variación interfamiliar que antes no era posible detectar fenotípicamente (Fig. 3).

Pero además, de manera complementaria a las cruza consanguíneas, al final Wright reprodujo entre sí a las familias sobrevivientes, diferenciadas genotípica y fenotípicamente, y observó que los descendientes podrían tener mayor vigor, por ejemplo, mayor número de hijos, mayor resistencia a enfermedades y mayor longevidad, entre otras características, que las familias endogámicas, pero también que la población ancestral panmíctica, misma que mantuvo como grupo control de los experimentos. Este efecto de incremento en el vigor se debió a la recuperación de algunos alelos dominantes de manera recíproca en la cruce híbrida (Provine, 1986; Wright, 1922). Esto le da sentido a la expresión vigor híbrido que se usa por los criadores profesionales de animales y los mejoradores de plantas.

Así, a partir de los resultados de estos experimentos, Wright concluyó que la endogamia y un flujo génico moderado posterior, ocurriendo en etapas más o menos alternadas en las generaciones, son parte fundamental de los procesos que dan lugar a la adaptación al medio de las variedades y las especies, así como de la especiación, es decir, el origen de nuevas especies (Wright 1932; Provine 1986). La endogamia, según muestran los experimentos con cobayos, es una fuente generadora de variación mayor que la que proviene de la mutación, y si un proceso continuado por generaciones es seguido de un poco de flujo génico o hibridación se refuerzan y estabilizan los nuevos caracteres que distinguen a las variedades y probablemente a las de las especies (Salas e Iturbe 2011). Sobre los individuos modificados que resultan de estos procesos de recomodo de las variantes cromosómicas en una población, sobre el efecto de nuevas expresiones fenotípicas, puede trabajar con mayor celeridad la selección natural, que si lo hiciera sobre mutaciones puntuales, generalmente de magro efecto fenotípico.

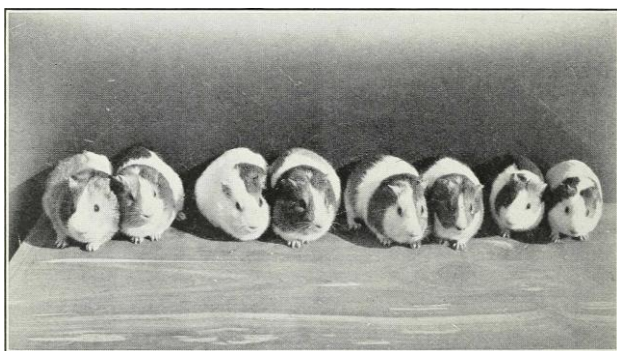


Fig. 3. Parejas de cuatro generaciones de una familia endogámica de cuyos. La ascendencia va de derecha a izquierda. Nótese que los caracteres fenotípicos son muy uniformes, con poca variación. Tomado de: Wright, S. (1922). En: Biodiversity Heritage Library <https://www.biodiversitylibrary.org/item/131160#page/1/mode/1up>

A partir de estos descubrimientos, Wright estableció su Teoría del balance cambiante de la evolución que publicó primero en una versión cuantitativa llena de fórmulas matemáticas (Wright 1931), que no tuvo éxito entre los biólogos pues no manejaban el lenguaje, por lo que a petición expresa de un editor Wright se esforzó en redactar una versión cualitativa o verbal y muy gráfica (Wright 1932) que con su metáfora de los picos adaptativos logró llamar la atención de unos cuantos estudiosos de la evolución biológica, entre ellos T. Dobzhansky (Provine 1986). En esta teoría incluyó a los cuatro factores evolutivos mencionados: mutación, endogamia, flujo génico y selección natural, pero hizo énfasis en el efecto evolutivo de la combinación de los últimos tres en las poblaciones (Wright 1932). Una explicación algo más detallada de los picos adaptativos se puede consultar en Iturbe (2010).

El efecto fundador en la formación de nuevas especies

Pasando al segundo fenómeno poblacional de esta reflexión, Mayr (Fig. 4), uno de los principales exponentes de la Teoría Sintética de la Evolución o también referida como la Síntesis Evolutiva, se dio cuenta por la década de 1930, de que las especies de aves que habitan las islas, particularmente las islas pequeñas, exhibían caracteres muy diferentes de aquellas especies de las áreas continentales grandes y abiertas. Concluyó que el proceso de formación de nuevas especies se acelera cuando poblaciones pequeñas migrantes se quedan aisladas en los confines del rango de distribución original de la especie, es decir, separadas de las áreas grandes de tierra (Provine 2004).

Esta reducción del tamaño poblacional conduce a la pérdida de variación alélica. De modo que la idea original de Mayr es que quedaría poca variación entre cromosomas homólogos en la población y la fijación de estos cromosomas con su contenido de alelos ocurre al azar en estas poblaciones periféricas, es decir, por deriva génica. Además, la epistasis o interacción entre alelos que antes no se encontraban reunidos por efecto de la reproducción panmíctica, ahora quedarían asociados inevitablemente. Estas nuevas interacciones entre alelos pensaba Mayr juegan un papel muy importante en modificar abruptamente la estructura genética de las poblaciones fundadoras y sus fenotipos, lo que podría dar lugar a la especiación de pequeñas poblaciones separadas, conforme se van colonizando nuevas áreas geográficas (Mayr, 1954; Provine, 2004).

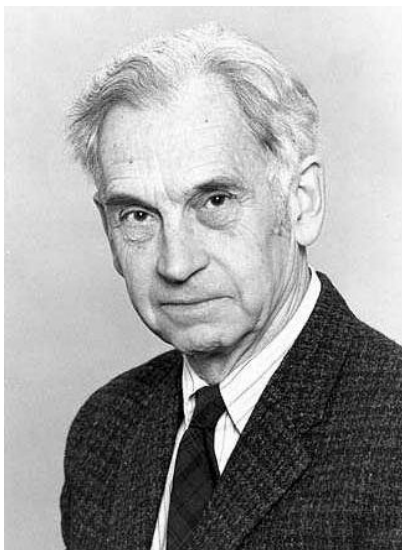


Fig. 4. Ernst Mayr. Uno de los arquitectos de la Teoría Sintética de la Evolución. Tomado de: Tres citas de Ernst Mayr, “el Darwin del siglo XX”. (2013). Colegio Oficial de Biólogos de la Comunidad de Madrid: <http://blog.cobcm.net/tres-citas-de-ernst-mayr-el-darwin-del-siglo-xx/>

Consecuentemente, Mayr pensaba que en poblaciones pequeñas hay mayor probabilidad de que mutaciones recesivas se vuelvan homocigotas rápidamente al paso de las generaciones, en contraste con aquellas poblaciones grandes donde predomina la reproducción al azar entre individuos no emparentados. Esto sucedería especialmente como consecuencia de que una población entera sea fundada por pocos individuos, o incluso por una sola hembra fecundada (Mayr 1954; Provine 2004).

Los individuos fundadores de una nueva población pequeña y periféricamente aislada traen consigo solo una pequeña porción de la variación alélica original de la población parental, por lo que se trata de una muestra no representativa o un error de muestreo; a este fenómeno lo denominó: efecto fundador. Pero las cosas no terminan ahí, pues el efecto fundador sería seguido por la fluctuación al azar de las frecuencias alélicas con la consecuente fijación de unos alelos en pocas generaciones.

Por otra parte, aunque Mayr nunca lo mencionó explícitamente, es obvio que una pequeña población diezmada en variación alélica y en número de individuos, en aislamiento total, pronto entraría en un proceso de reproducción endogámica. Resulta evidente que si una población es fundada por pocos individuos, la reproducción consanguínea es inevitable, lo cual, como ya se mencionó, da lugar a una composición cromosómica muy poco variada de las poblaciones y, por lo tanto, al surgimiento de nuevos patrones de variación por la expresión de alelos recesivos y a las nuevas interacciones entre los alelos que antes estaban separados al azar en las poblaciones panmícticas.

Por lo anterior, es evidente que las ideas de Mayr son similares en varios aspectos a las de Wright, a pesar de que las del primero no son claras en lo concerniente al evidente efecto que tiene la endogamia, quizás por tratarse de un tema tabú entre los genetistas, ecólogos y biólogos de la conservación. De hecho, el fenómeno en sí mismo, sigue siendo tabú hasta la fecha.

Un aspecto interesante a señalar es que Mayr dijo no haber leído los textos originales de Wright, sino hasta bastante tiempo después en la década de 1980. Su conocimiento inicial sobre las ideas de este personaje provenía de la limitada interpretación que hiciera Dobzhansky sobre el modelo de Wright en su libro fundacional de la Teoría sintética de la evolución de 1937: *Genetics and the Origin of Species* (Provine 2004). Solo a partir de 1980 Mayr empezó a reconocer el verdadero legado de Wright al entendimiento de la especiación. Un legado más bien desconocido por casi todos los demás.

Mayr también construyó una teoría a partir de sus ideas sueltas del efecto fundador y su importancia en la especiación geográfica o alopátrica; la llamó Teoría de las revoluciones genéticas (1954) y en esta explica por qué ocurre el cambio morfológico rápido en las especies descendientes a partir de una modificación a gran escala de la constitución genética de la pequeña población migrante, sometida al cúmulo de procesos referidos en aislamiento geográfico y reproductivo (Provine 2004) (Fig. 5). Lamentablemente, esta propuesta también parece haber permanecido desapercibida, al igual que sucedió con la de Wright, por los biólogos modernos. Aun cuando Mayr se volvió una figura icónica de la Síntesis evolutiva, no generó un impacto real en el entramado de las ideas compartidas por la comunidad de biólogos evolucionistas, más allá de una idea básica del efecto fundador y del modelo de especiación peripátrica que se desprende de este. Las causas más probables de que Mayr no haya sido escuchado por todos pueden ser, por un lado, que él no era un genetista y, por el otro, su insistencia en la migración como fenómeno ecológico dispersalista que propicia el cambio evolutivo. En las décadas de 1960 y 1970 esta perspectiva de la distribución dispersalista de las especies por el mundo iba a ser severamente retada y eventualmente reducida por la nueva visión vicariancista de León Croizat y por la conformación de la Biogeografía Cladista o Vicariante, que terminó por mostrar que sus métodos de análisis histórico de la biodiversidad eran superiores a los usados por los sintéticos.

Volviendo al aspecto ficticio del origen del pueblo de Telmar, el león Aslan dijo que al principio los seis piratas con sus esposas habían ocupado una región deshabitada en otro continente de Narnia y a lo largo de muchas generaciones lograron a convertirse en todo un

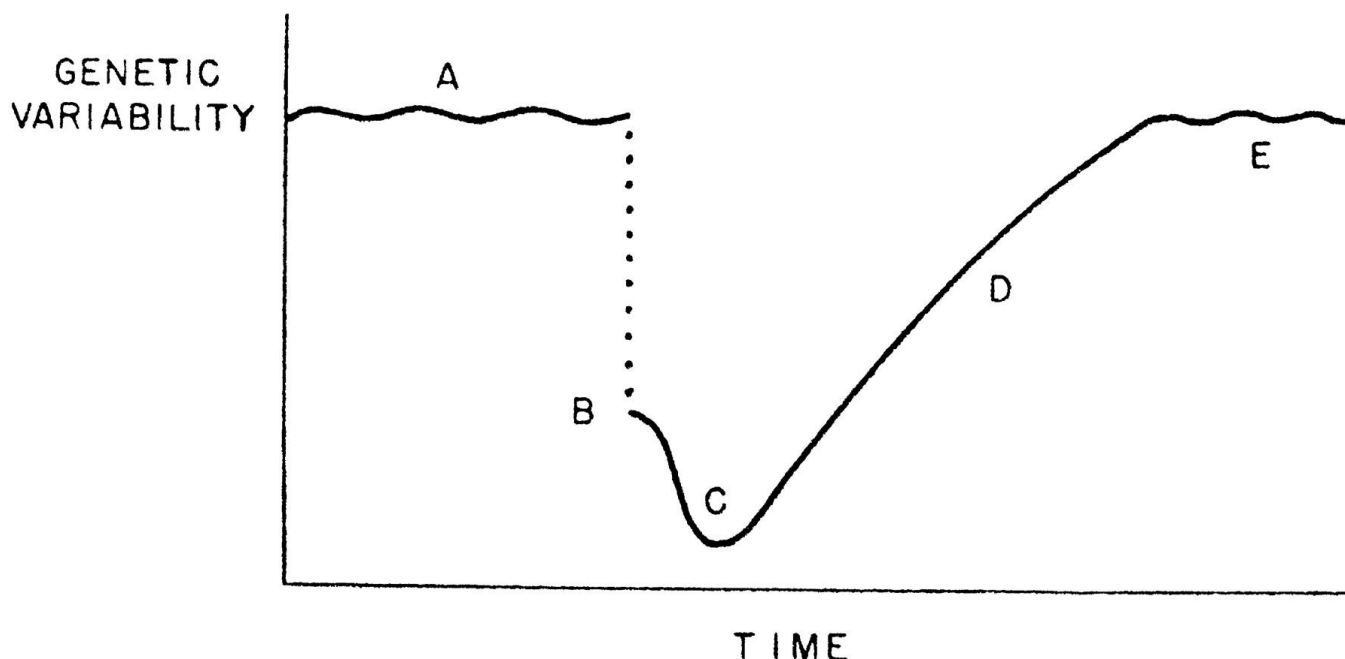


Fig. 5. Interpretación del modelo de Revolución genética de Mayr: A. Especie ancestral de distribución amplia con variación alélica alta; B. Aislamiento geográfico de una población periférica, extremadamente pequeña con la subsecuente caída estrepitosa en variación alélica; C. Revolución genética en sí, debida a la endogamia intensa entre los sobrevivientes y a las nuevas interacciones que se establecen entre alelos homocigotos. Esto genera en pocas generaciones una nueva estructura genética y un nuevo fenotipo, es decir, una nueva especie; D. Periodo muy largo de tiempo en que nuevas mutaciones van incrementando variación en las sucesivas generaciones de la nueva especie; E. La nueva especie ha recuperado una variación alélica alta y probablemente ha incrementado su área de distribución. Tomada de Mayr, E. (1954).

pueblo. Por lo que los primeros telmarinos y sus esposas fueron la pequeña población fundadora en Narnia. Al ser estos individuos portadores de solo una pobre proporción de variación alélica original de las poblaciones parentales de las que descendieron (piratas y nativas), claramente son una muestra sesgada, no representativa de aquellas que le dieron origen.

Así, debido a este efecto fundador y a que sería indudable suponer reproducción entre parientes cercanos inmediatamente en las generaciones siguientes y, secundariamente, también a la fijación de alelos al azar, podemos pensar que habría una acumulación de alelos principalmente recesivos en estado homocigoto, lo que propició la aparición de los caracteres fenotípicos novedosos que distinguen al pueblo de Telmar, justo como pasó con las familias de los cobayos en los experimentos de Wright.

Para dar una idea hablemos de cómo se muestra a los telmarinos en la película: como personas de estatura media, complexión media, tez morena, pelo grueso y oscuro, ojos cafés y vello facial abundante, en los hombres. Una homogeneización total de los rasgos de la población, exceptuando las diferencias sexuales, es lo esperado si consideramos que la endogamia

y la deriva génica provocan que nuevos caracteres sean fijados a lo largo de las generaciones, debido a la segregación de los cromosomas tanto al azar, como por el resultado de las cruza consanguíneas constantes.

En realidad, el origen evolutivo del pueblo telmarino, según esta interpretación libre que hacemos a partir de los fenómenos biológicos descritos, propuestos por Wright y Mayr, puede perfectamente aplicarse al origen de cualquier etnia real o rama de la especie humana. Tendría mucho sentido para explicar la aparición de las características que distinguen a cada uno de los grupos actuales, sobre todo si se piensa en el patrón de ramificación secuencial y geográfica en que se formaron tales conjuntos de características desde la salida de los primeros humanos modernos de África y su expansión por los otros continentes hace solo 100,000 a 150,000 años. Por lo menos tiene más sentido y es potencialmente más concordante con las evidencias de la forma en que operan estos fenómenos y con lo que ocurre en domesticación, que si lo intentamos explicar al viejo estilo sintético, con la lentitud y la gradualidad que se espera de un proceso mayormente mediado por la Teoría de la mutación-selección natural, propia de los otros

tres fundadores de la Genética de Poblaciones, a partir de los fenómenos de reproducción al azar, apoyado por flujo génico constante pero moderado o lo que es lo mismo, con poca o nula endogamia.

REFERENCIAS

Dobzhansky, T. 1980. The birth of the Genetic theory of evolution in the Soviet Union in the 1920s. *En*: Mayr, E. y Provine, W. (Eds.) *The Evolutionary Synthesis. Perspectives on the unification of Biology*. Harvard Univ. Press, Cambridge.

Iturbe, U. 2010. Adaptaciones y adaptación biológica revisadas. *eVOLUCIÓN* 5(1):5-12

Lewis, C.S. (1951, 1988). *Las Crónicas de Narnia: el Príncipe Caspian*. Ed. Andrés Bello, Santiago.

Mayr, E. 1954. Change of genetic environment and evolution. Pp. 157-180. *En*: Huxley, J., Hardy, A.C. y Ford E.B. (Eds.) *Evolution as a Process*. Allen & Unwin, Londres.

Provine, W.B. 1986. *Sewall Wright and Evolutionary Biology*. Univ. Chicago Press, Chicago.

Provine, W.B. 2004. Ernst Mayr: genetics and speciation. *Genetics* 167: 1041–1046.

Salas, N. e Iturbe, U. 2011. Evolución: La síntesis inacabada. *eVOLUCIÓN* 6(2):21-28.

Wright, S. 1922. The effects of inbreeding and crossbreeding on guinea pigs: III. Crosses between highly inbred families. *U. S. Dep. Agricult. Bull.* 1121: 1-59.

Wright, S. 1931. Evolution in Mendelian populations. *Genetics* 16: 97-159.

Wright, S. 1932. The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. *Proc. 6th Int. Congr. Genetics* 1: 356-366.

Información de los Autores

Mariana Edith Hernández Ortega es bióloga por la UAEH, México. Sus intereses giran en torno a la estructura y epistemología de las teorías evolutivas.

Ulises Iturbe es biólogo por la UNAM, México. Sus intereses profesionales se centran en la Historia de la Biología y en la estructura y epistemología de las teorías evolutivas, así como en la divulgación. Es docente de las asignaturas de Historia de la Biología, Biología Evolutiva y Didáctica y Comunicación de la Biología.

La epistemología bajo la óptica de la biología evolutiva (II). Un modelo del funcionamiento de la capacidad cognitiva en aves y mamíferos

Hernán Pérez Ramos

Avda. Costa Blanca 14, Playa San Juan, Alicante.

E-mail: puchoramos0562@yahoo.es

RESUMEN

La epistemología es la ciencia que estudia cómo sabemos lo que sabemos. Ese es precisamente el propósito de este artículo, intentar describir y explicar como pudieran ser y funcionar los diferentes mecanismos y sistemas que integran nuestra capacidad cognitiva. En la segunda parte de este artículo explicaremos la importancia de las implicaciones causales de cadena larga como base de los conocimientos-comportamientos que nos permiten entender por qué y como funcionan las cosas y la base de los conocimientos que nos permiten hacer las cosas. También la dedicaremos a exponer una serie de razones que nos conducen a pensar que la capacidad cognitiva solo funciona durante toda la vida en nosotros los humanos, ya que es posible que el resto de los mamíferos y de las aves predeciblemente dejan de ser capaces de realizar aprendizaje voluntario después de que comienzan su vida como adultos independientes. Y por último explicamos los que creemos fueron los cuatro grandes hitos de la evolución humana. *eVOLUCIÓN 13(2): 29-96 (2018)*.

Palabras Clave: Cuatro grandes hitos de la evolución humana, Comportamientos base, Comportamientos complementarios, Sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta, Sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga, Matriz lógico comparativa, Sistema creatividad, Información de referencia, Áreas de asociación voluntaria de imágenes sensoriales multimodales (motores de búsqueda), Plan motor, Síndrome de atención deficitario por hiperactividad.

ABSTRACT

Epistemology is the science that studies how we know what we know. That is precisely the purpose of this article: to try to describe and explain how the different mechanisms and systems that integrate our cognitive ability could exist and operate. In the second part of this article we will explain the importance of the causal implications of long chain as a basis knowledge that allow us to understand why things work and the basis of the procedures that allow us to do things. Further, the second part of the article is dedicated to exposing a series of reasons that lead us to think that cognitive ability only works during all life on us humans, since it is possible that the rest of the mammals and birds are not able to perform voluntary learning once they begin their lives as independent adults. And finally we will explain what we believe were the four great milestones of human evolution. *eVOLUCIÓN 13(2): 29-96 (2018)*.

Key Words: Four great milestones of human evolution, Behaviors base, Additional behaviors, Processor system of causal implications of short chain, Processor system of causal implications of long chain, Logical comparison matrix, System creativity, Information of reference, Areas of voluntary association of multimodal sensory images (search engines), Motor plan, Attention deficit hyperactivity syndrome.

Conocimientos-comportamientos complementarios en forma de implicaciones causales de cadena corta destinados a la inteligencia social

La hipótesis de la teoría de la mente podría ser errónea

Los teóricos de la teoría de la mente propusieron que lo que nos proporciona una inteligencia superior a la hora de relacionarnos socialmente es la capacidad para atribuir a los otros grados de intencionalidad cada vez más complejos. Sin embargo, no es difícil encontrar

evidencias de que esto no es así. En muchas escenas descritas en “Crimen y Castigo”, en “El Idiota” o en “Los Hermanos Karamazov” Dostoievski arriba al altísimo grado de intencionalidad 4. De acuerdo con la hipótesis de la teoría de la mente este genio de la literatura universal tendría que haber disfrutado de una capacidad inmejorable para relacionarse con sus congéneres. Tristemente cualquier biografía del gran escritor ruso desmiente radicalmente los postulados de la teoría de la mente puesto que Dostoievski fue poco menos que un retrasado mental a la hora de relacionarse con sus congéneres, su vida como ser humano consistió

en causarse dolor y sufrimiento a sí mismo y a todos los que por desdicha tuvieron que relacionarse con él.

Al contrario de lo que postula la hipótesis de la teoría de la mente, este autor cree que la interrelación social se basa mayoritariamente en conocimientos muy simples, las implicaciones causales de cadena corta. Trataremos de explicar en este espacio la naturaleza de los conocimientos destinados a la inteligencia social.

Conocimientos generales y particulares de inteligencia social

Un conocimiento general destinado a la inteligencia social

Frans de Waal nos explica que Amos, un macho alfa, no dio ninguna muestra de la terrible dolencia que padeció durante muchos meses (tres tumores cancerígenos y un hígado hipertrofiado que ocupaba el 50% de su abdomen) hasta un día antes de su muerte debido a que la competencia que se establece por el poder entre los machos chimpancés es tan dura y despiadada que no se pueden dar el lujo de dar la más mínima muestra de debilidad porque, de hacerlo, de inmediato son destronados por algún otro macho. (De Wall 2013).

¿Cómo arribó Amos a este conocimiento? Probablemente por el mismo método y de la misma manera que arriban los arrendajos jóvenes al conocimiento de que, si ellos le roban la comida a alguien, quizás otro quiera robarles la comida a ellos, empleando su sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta para extraer parejas de imágenes relacionadas causalmente y proyectarlas en la mente para que ocupen su lugar en la matriz lógico comparativa. En este caso sería, si yo supe que podía hacerme con el poder (imagen consecuencia) **p** cuando vi que mi antecesor flaqueaba (imagen causa) **q**, si otro me ve flaqueando o mostrando dolor **q** (imagen causa) sabría que se puede hacer con el poder (imagen consecuencia) **r**. Como la facturación de un conocimiento similar se describió en el espacio dedicado a los arrendajos, veamos directamente el resultado final en la matriz Lógico Comparativa.

Si p = r y si q = q. Si q entonces p. Entonces si q entonces r

Este conocimiento predicablemente sería elaborado (él y las bases cognitivas que permiten llegar a él) de manera voluntaria por el sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta (SPICCC) del sujeto desde su más temprana infancia, en el marco del juego lúdico que se establece entre los chimpancés, en el que es un

factor importante, quien domina a quien y como se hace (De Waal 2013). Pero este conocimiento general de inteligencia social no es un comportamiento en sí, sino que solo se convertirá en un comportamiento complementario de control y vigilancia cuando otra implicación causal de cadena corta integre conocimientos particulares relacionados con este conocimiento general como, por ejemplo. No puedo dejar que vean como me tiembla la pata cuando camino (imagen causa) por lo que cuando tengo el dolor tengo que estar quieto (imagen consecuencia). Tengo que hacer las demostraciones de fuerza en el momento que no tengo dolor (imagen consecuencia) porque si no lo hago así, no será lo suficientemente convincente como para imponer respeto (imagen causa).

Al contrario de lo que sucede con los conocimientos generales de inteligencia social, que necesariamente tendrían que ser manufacturados a través del funcionamiento del SPICCC, para la confección de los conocimientos particulares no necesariamente se precisaría de la participación del SPICCC sino que también pudieran formarse de manera involuntaria. Esto último podría suceder gracias a dos factores, el primero de ellos es, como vimos en el ejemplo que acabamos de exponer, que las parejas de imágenes que van a formar parte del conocimiento particular sean una versión muy similar a la pareja de imágenes que componen el conocimiento general y segundo, gracias a que las parejas de imágenes que van a constituir el conocimiento particular se perciben en el marco de un fuerte estado emocional, circunstancia que haría que se consolide de manera automática la asociación entre ellas. Estos conocimientos particulares de inteligencia social son los que se unirían a los comportamientos base (innatos) de autoprotección de la amígdala (Enfado-Ataque y Miedo-Huida) para por medio de esta asociación poder acceder al sistema Emocional, al sistema Motivacional y al mecanismo de castigo y recompensa. Así es como predicablemente se convierten en comportamientos complementarios de control y vigilancia capaces de hacer que Amos sintiese miedo a mostrar su debilidad y en consecuencia experimentara necesidad y deseo de ejecutarlos cada vez que el dolor insoportable, que seguramente padeció, le hacía flaquear en el cumplimiento de sus deberes como macho alfa.

Al igual que Amos, Hitler y Kennedy, entre otros importantes líderes, arribaron a través del mismo mecanismo cognitivo a este conocimiento general de inteligencia social y a partir de él construyeron infinidad de conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia destinados a ocultar sus enfermedades, dolencias, vicios y flaquezas. Es que el poder, aunque algunos no lo crean, exige grandes esfuerzos mentales.

Resumiendo. Al contrario de lo que propone la hipótesis de la teoría de la mente, es muy probable que los conocimientos que utilizamos para relacionarnos con nuestros semejantes sean muy, muy simples. Tanto los conocimientos generales de inteligencia social, como los conocimientos particulares (los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia) que se destinan a controlar nuestro comportamiento en el marco de la interrelación con los otros, son implicaciones causales de cadena corta. Estos conocimientos particulares se almacenarían en la corteza orbitofrontal (Damasio 2006; Zald, Rauch 2006) y se conectarían con los comportamientos base (innatos) del sistema límbico a través de la corteza anterior cingulada (Khima et al. 1998; Kalaburda et al. 2010; Posner, Rothbart 2007; Botvinick et al. 2004), convirtiéndose de esta manera en comportamientos de control y vigilancia adscritos a la función ejecutiva. Comportamientos complementarios de control y vigilancia que se activarán de manera automática gracias al sistema de asas (similitud entre el estímulo señal y la información de referencia del comportamiento). Y por último en los ganglios basales, el sistema que parte del núcleo estriado y que llega al tálamo, a través del circuito directo o del circuito indirecto, decidiría cuales de los comportamientos (que secuencias motrices) activados se inhiben y cual de ellos se ejecuta (Surmeier 2013; Kopell et al. 2006).

El reconocimiento de la propia imagen en el espejo, una implicación causal de cadena corta elaborada por el SPICCC utilizando la Matriz lógico Comparativa

Aunque cada vez somos más los que estamos de acuerdo con la idea de que todos los seres con cerebro, en especial los que tenemos corteza cerebral, disponemos de alguna forma de autoconciencia, todavía prevalece la idea de que solo nosotros y un puñado minúsculo de sujetos privilegiados pertenecientes a especies como delfines, elefantes, cóvidos, chimpancés y orangutanes, los que superan la prueba del espejo, son conscientes de sí mismos.

Podría haber autoconciencia, aunque no nos reconozcamos en un espejo

La autoconciencia no está directamente relacionada con las sofisticadas adaptaciones cognitivas que permiten el autorreconocimiento en el espejo

Estudios realizados en pacientes con el cerebro dividido (Gazzaniga y Nass 1987) han puesto de manifiesto que nuestro cerebro derecho no posee ninguna de las brillantes capacidades cognitivas propias de nuestra especie, estas solo existen en el cerebro izquierdo. Es decir, nuestro cerebro

derecho funciona exactamente igual que el cerebro de cualquier mamífero. Si embargo, estudios realizados con pacientes que han sufrido daño cerebral en el hemisferio parietal izquierdo y como resultado del mismo padecen eminegligencia para el lado derecho del cuerpo, han demostrado que estas personas dejan de ser conscientes de que este lado del cuerpo existe, pero siguen siendo conscientes del lado izquierdo de su cuerpo a través de su hemisferio derecho (Gazzaniga 2010). Ello es un argumento que nos anima a pensar que nuestro básico hemisferio derecho, aunque no dispone de ninguna de las brillantes cualidades cognitivas que adornan a nuestro cerebro izquierdo, contribuye determinantemente a formar eso que denominamos conciencia de nosotros mismos. Además, otro experimento realizado con un paciente con el cerebro dividido en el que se usó fotos generadas por ordenador que tenían un tanto por ciento de la cara del investigador Michael Gazzaniga y un tanto por ciento de la cara del paciente, demostró que el cerebro derecho tiene una imagen de nosotros mismos y compara con la misma las caras que ve para determinar si lo que está viendo es la propia cara. Mientras que por el contrario el cerebro izquierdo recolecta información y la analiza para determinar si la cara que está viendo nos pertenece o no. De hecho, el cerebro izquierdo reconoció su propia cara hasta cuando la foto tenía un porcentaje muy bajo de sus características faciales. Mientras que el hemisferio derecho fue incapaz de reconocer su propia cara hasta que esta no contaba con más de un 80% de las características faciales propias (Gazaniga 2010). Esto nos induce a pensar que de igual manera que nuestro primitivo y poco sofisticado cerebro derecho dispone de una imagen de nuestra cara, el cerebro del resto de los mamíferos podría también disponer de una imagen del propio cuerpo confeccionada con información olfativa y o visual y o auditiva. De hecho, se ha demostrado que los perros la poseen. Marc Bekoff demostró que su perro Jethro podía diferenciar sus propias marcas de orina de las de otros perros, lo que sugiere reconocimiento de su orina o lo que es lo mismo, autorreconocimiento olfativo (De Waal 2015). Todo esto es otra prueba de que la autoconciencia no es en ningún modo una habilidad específica de nuestra especie.

Por su parte, otros estudios realizados con pacientes que sufren de hemiplejía izquierda (daño en la corteza parietal derecha) han puesto de manifiesto que nuestro brillante cerebro izquierdo es incapaz de reconocer como suya la mano izquierda del cuerpo cuando se le coloca delante de la cara. Estas personas suelen argumentar que la mano que está viendo pertenece a otra persona (Gazzaniga 2010). Es decir, cuando se pierde por completo la capacidad del hemisferio derecho para autorreconocernos (los pacientes con el cerebro dividido todavía

tienen los dos hemisferios interconectados a través del sistema límbico y del tronco cerebral) el hemisferio izquierdo se vuelve por completo incapaz de encontrar la información necesaria para realizar el malabarismo cognitivo que le permite el autorreconocimiento. Circunstancia que nos anima a pensar que el autorreconocimiento es una función básica necesaria para el correcto desenvolvimiento de la inmensa mayoría de los seres vivos con cerebro y que la posibilidad de reconocernos en un espejo no es más que un fútil malabarismo de la capacidad cognitiva radicada en nuestro hemisferio izquierdo. Habría que determinar si en el caso de chimpancés, delfines, elefantes y cuervos que pasan la prueba del espejo, es todo el cerebro o un solo hemisferio quien posee capacidad cognitiva activada que le permite realizar semejante proeza cognitiva. Para concluir me gustaría añadir la reflexión que nos hace al respecto Michael Gazzaniga. Los pacientes con prosopagnosia (incapacidad para reconocer caras) son por completo incapaces de reconocerse en un espejo y sin embargo tienen conciencia de sí mismos. Ello nos dice que la capacidad de reconocerse en un espejo no es una prueba completamente segura de que exista autoconciencia (Gazzaniga 2010). Casi al final del artículo analizamos un estudio de Daniel Povinelli sobre el autorreconocimiento de chimpancés en el espejo para tratar de argumentar la idea de que los motores de búsqueda en primates comunes solo funcionan hasta después de la pubertad. Una de las conclusiones que podemos extraer de él, como se verá, es que el autorreconocimiento no puede ser cuestión de autoconciencia debido a que, si fuera así, todos los sujetos se autoreconocerían y lo harían más o menos al mismo tiempo, y esto es exactamente lo que no sucedió en el estudio, dando fuerza estos resultados a mi idea de que el autorreconocimiento es un problema relacionado con la capacidad cognitiva.



Fig. 1. Los pacientes que padecen la ilusión de Capgras son incapaces de reconocerse en el espejo debido a que su sistema emocional está hipoactivo y sin embargo en ningún momento dejan de tener autoconciencia (Carter 2002). Ello es otro argumento que nos hace pensar que el acto de reconocernos en un espejo no es una prueba fidedigna de que exista autoconciencia.

El despliegue cognitivo que hace posible que nos reconozcamos en un espejo.

Las bases de la autoconciencia. La información acerca del yo que poseemos casi todos.

El primer gran requisito a la hora de poder pasar la prueba del espejo consiste en disponer de información que nos permita diferenciarnos de los otros. ¿Existe dicha información? Como hemos argumentado los individuos con cerebro son un conjunto de comportamientos vitales (base) que actúan con independencia relativa los unos de los otros (Pérez-Ramos 2012). Y esto no podría funcionar a menos que por selección natural haya aparecido la manera de integrar a todos estos comportamientos base distintos en un todo único. Y lo que hace esta importantísima función es la sensación del Yo. Cuando nos persigue un depredador, aunque quien está al mando (controla los procedimientos motores y de control, el sistema motivacional, el sistema emocional y el mecanismo de castigo y recompensa) es el comportamiento Miedo-Huida, sentimos: yo soy el que huye. Cuando nos sentimos atraídos, aunque quien está al mando es el comportamiento Apareamiento, sentimos: yo soy el que se siente atraído. Cuando peleamos contra un rival, aunque quien está al mando es el comportamiento Enfado-Ataque, sentimos: yo soy el que pelea. De igual manera toda la información propioceptiva y somática, provenga de donde provenga, nos hace sentir: yo soy el que está herido, yo soy el que está cansado, yo soy el que está siendo atraído, yo soy el que está alegre, yo soy el que tengo frío. Tengo la impresión de que sin esa sensación del yo aglutinadora no existiría ningún individuo con cerebro debido a que, como expusimos en el artículo mencionado, los sujetos somos conjuntos de comportamientos que actúan con independencia relativa los unos de los otros.

Pero, al contrario de lo que sucede con el Yo, no hay una idea, una sensación innata que unifique a los otros, ¿de dónde sale la información que nos indica que existen otros?

El “concepto”: los otros.

Para que un ave o mamífero disponga del “concepto” (por supuesto, en imágenes visuales sonoras, olfativas y somáticas) de los otros es preciso que se produzca un proceso de generalización, cosa que sucede cuando las estructuras cognitivas extraen de sus archivos toda la información relacionada con la interrelación entre el yo y los otros, la encienden multitud de veces en la mente (cuando pensamos) para que esta termine por colocarse en la sección pertinente de la Matriz Lógico Comparativa. Tratemos de ilustrar este proceso.

Por ejemplo: **r** intenta echarme del territorio, **s** se apodera de mi refugio, **t** me causa una herida, **u** me atrae, **v** me persigue para comerme, **w** quiere parte de mi comida y así sucede hasta el infinito con todos los seres vivos con los que entramos en contacto, todos estos conocimientos son la imagen causa y o la imagen consecuencia de una implicación causal que es extraída a voluntad y encendida en la mente, cuando pensamos, por alguno de los Sistemas Procesadores de Implicaciones Causales. Veámoslo.

La capacidad cognitiva proyecta en la mente y se superponen estos conocimientos, previamente elaborados por ella, en la sección disyunción exclusiva de la Matriz, Lógico Comparativa. **O p o q.**

O yo **p** mantengo mi territorio (imagen causa) **o** se lo queda **s** (imagen consecuencia).

O yo **p** protejo mi refugio (imagen causa) de **t** **o** lo pierdo (imagen consecuencia).

O yo **p** me defiendo (imagen causa) **o** **u** me hiere (imagen consecuencia).

O yo **p** corro (imagen causa) **o** **v** me come (imagen consecuencia).

O yo **p** peleo (imagen causa) **o** **w** me quita la chica (imagen consecuencia).

Obteniéndose.

O yo **p o stuvw.**

Superpongamos ahora esta información en la sección condicional de la Matriz Lógico comparativa. **si p, entonces q.**

si p (yo) interactúo con **stuvw**...hasta el infinito (imagen causa), **entonces stuvw**...hasta el infinito, son todos distintos de **p**, es decir, son **q** (imagen consecuencia). Esta importantísima generalización es el “concepto” (en imágenes) acerca de los otros **q**.

¿Quién es **q**, ¿quiénes son los otros? Todos los que son distintos de **p** (imagen causa). **Por tanto**, solo existen **p y** los que son distintos de **p, q** (imagen consecuencia). Una vez que las estructuras cognitivas han logrado confeccionar este conocimiento básico en forma de implicación causal de cadena corta, a partir de la información que brindó la Matriz Lógico Comparativa, este tendrá dos funciones distintas.

La primera de ellas es unirse, como información de referencia, a los comportamientos que forman parte del comportamiento Autoprotección (Miedo-Huida y Enfado-Ataque de la amígdala). Así se podrá integrar cualquier nuevo sujeto que se conozca en la categoría de los otros y actuar con respecto a él en consecuencia. De hecho, en el cerebro disponemos de un almacén particular en el que guardamos a todos los animales que conocemos (Carter 2002). La segunda tarea de este importantísimo conocimiento (el “concepto”: los otros) es que queda almacenado en los archivos de la capacidad cognitiva debido a que en el futuro puede ser útil como materia prima a partir

de la cual elaborar nuevos conocimientos. Esta conclusión de que solo existe **p y q**, como veremos al final del análisis, resultará absolutamente necesaria para poder pasar la prueba del espejo.

Lo que nos dice el espejo.

Cuando alguien con predominio de la información visual en su cerebro (los perros suelen ser indiferentes al espejo debido a que en ellos quien predomina es la información olfativa) se enfrenta a su reflejo normalmente cree que se trata de otro individuo, así que de inmediato se activa el comportamiento Autoprotección radicado en la amígdala en una de sus dos versiones; Enfado-Ataque o Miedo-Huida.



Fig. 2. Durante el primer encuentro de un primate con un espejo se activan su comportamiento base Autoprotección (Enfado-Ataque o Miedo-Huida), pero una vez pasado este momento inicial se activa el comportamiento Curiosidad.

Lo realmente curioso empieza cuando han superado esta primera fase y se dan cuenta de la “inconsistencia material” de las imágenes que se ven en el espejo. Por ejemplo, un ser que se ha visto en un lugar determinado y que se mueve (su reflejo) en una determinada dirección (imagen causa) necesariamente tiene que estar materialmente en el lugar donde se presupone que estará (imagen consecuencia). Si se extiende la mano en dirección del espejo (imagen causa), cosa que está haciendo también el “otro sujeto” lo que se espera tocar es los dedos de alguien, no una superficie plana y lisa (imagen consecuencia). Otro hecho que despierta su curiosidad es que el “otro” sujeto se mueve exactamente igual que quién lo mira (imagen causa) y eso es algo que tampoco sucede nunca (imagen consecuencia). Dichas contradicciones entre lo que se espera que pase (las imágenes consecuencia de estas implicaciones causales de cadena corta), porque sucede absolutamente siempre que se entra en contacto con otro individuo, y que sin embargo no acontece cuando se trata de espejos, es la información de referencia que activaría el comportamiento Curiosidad. Cuando este comportamiento se activa, enciende la sensación de necesidad que hace que el sujeto comience la

investigación empírica, los individuos buscan detrás del espejo una y otra vez y otra vez, también repiten sin cesar los mismos movimientos comprobando que es lo que hace el otro (su reflejo) y de vez en cuando alargan sus brazos y extienden tímidamente sus manos con la intención de tocar a ese “otro” individuo. Sin embargo, debido a que lo que sucede, como acabamos de decir, no es lo que debe suceder, con cada repetición se activa cada vez con más fuerza el comportamiento base Curiosidad, quien crea más necesidad de seguir investigando. Ello es lo que hace que nos parezcan fascinados con y por el espejo los primates que logran superar el miedo y el enfado inicial. Pero en este caso, el Sistema de Asociación de Imágenes de la Corteza Parietal que nos permite obtener información de manera empírica, por más veces que se busque detrás, se trate de tocar al sujeto del espejo o se repitan los mismos movimientos; no es capaz de ofrecer una respuesta medianamente fidedigna de lo que está sucediendo. Así que cuando se trata de espejos hay que recurrir a la artillería pesada, necesariamente tiene que intervenir la capacidad cognitiva para poder teorizar acerca de lo que sucede. Es decir, tienen que actuar los Sistemas Procesadores (el pensamiento) que extraen a voluntad recuerdos, informaciones y conocimientos de los diferentes archivos de la memoria y los proyectan en la mente para construir a partir de ellos nuevos conocimientos en forma de implicaciones causales por intermedio del empleo de la Matriz Lógico Comparativa. Tienen que hacer su trabajo los motores de búsqueda del tipo 2.

Veamos las implicaciones causales que elabora la capacidad cognitiva y su superposición sobre la Matriz Lógico Comparativa

El conocimiento previo

Lo primero que tenemos que tener en cuenta es el hecho de que los conocimientos se asientan en nuestro cerebro de forma piramidal, es decir, los conocimientos adquiridos con anterioridad siempre son la base a partir de la cual y sobre la que erigimos nuestros nuevos conocimientos cada vez más complejos, tal cual ilustramos en el ejemplo de los arrendajos (primera parte de este artículo). De aquí que para solucionar este dilema lo primero que hace la capacidad cognitiva es rebuscar en sus archivos y encender decenas de veces (pensar) en la mente los conocimientos (implicaciones causales) que hemos elaborado con anterioridad (acerca de cómo se comportan los otros seres en el marco de la realidad objetiva) para que estos se superpongan, según la relación que guarden entre ellos y nosotros, en la sección correspondiente de la Matriz Lógico Comparativa.

Nota. Recordemos que todo lo que vamos a describir sucede a través de imágenes visuales.

Veamos dichos conocimientos (implicaciones causales de cadena corta) superpuestos en la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa.

Recordemos que la sección condicional establece que: **si p** (yo) hago algo, **entonces q** (los otros) se comportan de determinada manera.

Si me muevo (imagen causa) **p** y los que veo son otros **q**, **entonces** estos se mueven distinto a como me he movido yo (imagen consecuencia) **s**. **Si** busco a otro que se mueve (imagen causa) **p** y el que veo es otro diferente a mí **q**, **entonces** siempre estará donde presupongo que debería estar (imagen consecuencia) **t**. **Si** intento tocar la mano de otro **p** y realmente se trata de otro sujeto (imagen causa) **q**, **entonces** siempre percibo la cálida sensación de su piel y la forma de su extremidad (imagen consecuencia) **u**.

Los conocimientos (implicaciones causales) que se extraen del espejo

Ahora veamos cuales son los conocimientos que se obtienen a partir de la exploración empírica que provoca la presencia de la propia imagen en el espejo. También veremos estos conocimientos expuestos sobre la sección condicional de la Matriz Lógico comparativa.

Me muevo **p**, **entonces** el otro (imagen causa) **q** no se mueve distinto a mí (imagen consecuencia) **no s**. Busco **p** al otro **q** detrás del espejo (imagen causa), **entonces** el sujeto que veo no está donde debería estar (imagen consecuencia) **no t**. Intento tocar **p** la mano del otro (imagen causa) **q**, **entonces** no percibo la sensación de la mano de otro individuo (imagen consecuencia) **no u**. Como podemos observar claramente las imágenes consecuencias de estas tres implicaciones causales son negativas, son una negación de lo que debería suceder cuando entramos en contacto con otro sujeto distinto de nosotros **q** y ello, como veremos, tendrá gran relevancia para la solución del problema.

Intentemos operar la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa

Conocimiento previo. **Si q, entonces s. Si q, entonces t. Si q, entonces u. Si q, entonces stu.**

Conocimiento (espejo). **Si q, entonces no s. Si q, entonces no t. Si q, entonces no u. Si q, entonces no stu.**

Como podemos observar, se ha generado una gran contradicción entre el conocimiento previo, ampliamente corroborado por cientos de miles de percepciones realizadas con anterioridad al encuentro con el reflejo propio, y el conocimiento que se extrae del espejo. Es lógico suponer que el conocimiento, las implicaciones causales, que ha sido más corroborado tenga más credibilidad que

el conocimiento novedoso. Así que en este instante se obtiene la primera respuesta al dilema del espejo. ¿Quién es el que se ve en el espejo? No puede ser otro individuo **no q** (imagen consecuencia), porque si lo fuera (si fuera **q**) **stu** tendrían que ser positivas y sin embargo las informaciones **stu** que se obtienen a partir de la experiencia con el espejo son negativas (**no stu**) (imagen causa).

Véanoslo expuesto en la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa.

Si q, entonces stu, entonces, si no stu, entonces no q. Es decir, la imagen del espejo no es **q**, no es otro individuo.

Esta es la primera gran respuesta que se obtiene: la imagen del espejo **¿no sabemos quién es?** no es otro individuo (imagen consecuencia) **no q** porque si lo fuera tendría que comportarse como se comportan los otros individuos (imagen causa), así que en este momento de la investigación teórica-cognitiva la pregunta que hay que resolver es. Y si no es otro el que veo, si no es **q**, ¿quién es el sujeto cuya imagen estoy viendo?

¡Ostras...el del espejo soy yo!

En este momento de la investigación teórica las estructuras cognitivas extraen de sus archivos la valiosísima información que describimos al principio de este espacio: solo existe **p** (yo) y **q** (los otros) y la encienden en la mente multitud de veces (pensando) para que esta se superponga, conjuntamente con el último conocimiento al que acabamos de arribar (la imagen del espejo no es **q**), sobre la sección disyunción exclusiva **o p o q** y por último sobre la sección condicional **si p, entonces q** de la Matriz Lógico Comparativa.

Conocimiento previo: Solo existimos yo **p** y los otros **q** (imagen causa).

Superposición sobre la sección disyunción exclusiva de la Matriz. Así que el sujeto que veo en el espejo es **o q** (los otros) o **p** (yo) (imagen consecuencia).

Y termina ofreciendo la solución final la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa. Si no es otro **no q** (imagen causa), entonces soy yo **p** (imagen consecuencia). (**si no es q, entonces es p**).

Si p o q, si no q, entonces p

¡Ostras...yo soy el que estoy viendo en el espejo!

A partir de que un sujeto infiere de manera teórica esta conclusión de inmediato comienza a observar en el espejo las partes de su cuerpo que normalmente no pueden ver, como el interior de su boca o su trasero.

El nuevo conocimiento se transforma en información de referencia

El hecho de que los sujetos, en cuanto se reconocen, comienzan a explorar las partes del cuerpo que usualmente no ven quiere decir que el conocimiento (yo soy el del espejo) se ha integrado como información de referencia al comportamiento Curiosidad y al comportamiento Autoacicalamiento. El comportamiento Curiosidad es quien genera la sensación de necesidad de explorar lo que se desconoce, en este caso, las partes del cuerpo que nunca se habían visto antes. Y el comportamiento Autoacicalamiento es quien genera la sensación de necesidad que obliga a un chimpancé a tratar de quitarse de la ceja la marca que le han pintado o puesto los investigadores.



Fig. 3. El conocimiento “Yo soy el del espejo” se convierte en un comportamiento complementario, gracias a su interconexión con el comportamiento base Curiosidad, que es capaz de generar en los primates la necesidad de examinar las partes de su cuerpo que usualmente no pueden ver. Además, al interconectarse con el comportamiento Acicalamiento se convierte en el comportamiento complementario que genera en el sujeto la necesidad de quitarse de la frente la pegatina que le han colocado los investigadores ya que esta no corresponde con la imagen que él tiene acerca de como debe ser y estar su pelaje.

Como hemos podido observar, el autorreconocimiento en el espejo es probablemente obra de la capacidad cognitiva (de los motores de búsqueda 2) por lo que necesariamente para que se produzca es preciso que los sujetos tengan una cantidad mínima de experiencia con él, tal y como argumentan (Gallup 1983; Inoue-Nakamura 2001) y como describiremos un poco más adelante basándonos en un estudio realizado por Daniel Povinelli.

Las implicaciones causales de cadena larga

Las implicaciones causales de cadena larga

Una implicación causal de cadena larga es cualquier secuencia de imágenes relacionadas causalmente que contenga más de dos imágenes. De manera que las imágenes intermedias entre la imagen causa inicial y la imagen consecuencia final siempre son consecuencia de la imagen anterior y a la vez causa de la imagen posterior. Veamos un ejemplo. El sol calienta (imagen causa inicial), el agua del mar y de los ríos se evapora (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), el vapor se enfría y se convierte en nubes (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), las nubes se convierten en lluvia (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) y el agua de la lluvia vuelve al mar y a los ríos (imagen consecuencia final). Como acabamos de ver las implicaciones causales de cadena larga nos permiten “ver”, cuando se proyectan en nuestra mente, cómo y por qué suceden las cosas, porque hacen que “observemos” de manera consecutiva la concatenación de las diferentes partes que componen cualquier fenómeno, asunto, hecho, circunstancia o problema al que nos enfrentemos.

Al mostrarnos como ocurren las cosas, procesos o fenómenos, las implicaciones causales de cadena larga pueden ser información de referencia o información de procedimiento. Normalmente el resto de aves y mamíferos solo logran construir implicaciones causales de cadena larga que hacen la función de información de procedimiento, pero nosotros los humanos también elaboramos implicaciones causales de cadena larga que se convierte en información de referencia (conocimientos), como la que acabamos de exponer.

Ejemplo de implicación causal de cadena larga que se convierte en información de referencia, y por esta vía, en un comportamiento complementario al conectarse con el comportamiento base Autoprotección

Sabemos que comer sal y grasas saturadas (imagen causa inicial) es malo porque con el paso de los años se van acumulando en nuestras arterias (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), ello las hace cada vez más estrechas (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) y menos aptas para que circule la sangre por ellas (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior). Esto puede ocasionar un accidente vascular en el cerebro (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) por el

que quedaremos paralizados (imagen consecuencia final). Esta implicación causal de cadena larga es una información de referencia porque se refiere al estímulo señal (comer grasas saturadas y sal). Cuando esta información de referencia se interconecta con nuestro comportamiento base Autoprotección (en este caso con la respuesta Miedo-Huida de la amígdala), cada vez que cocinamos y vamos a echar sal o grasas o cuando probamos la comida y está salada y o grasienta se activa el conocimiento y automáticamente vemos en la mente toda la secuencia de acontecimientos que acabamos de describir y en este instante se activa la sensación de miedo. Además, al estar interconectada esta información de referencia con el comportamiento base, como el conocimiento tiene acceso a los sistemas de control (Emocional, Motivacional y mecanismo de Castigo y Recompensa), esto le permite convertirse en el comportamiento complementario que hace que necesitemos y deseemos echar menos sal y menos grasa a la comida, aunque no quede tan buena de sabor.

También las implicaciones causales de cadena larga son secuencias de más de dos imágenes en las que las imágenes intermedias entre la imagen causa inicial la imagen consecuencia final guardan entre ellas relación de continuidad espacial, dinámica o estática y o continuidad temporal, estática o dinámica. Estas secuencias de imágenes normalmente forman parte de nuestros razonamientos inductivos y deductivos (generalizaciones y particularizaciones) de gran complejidad, de las que ofreceremos ejemplos más adelante.

El Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga. El otro motor de búsqueda 2

Como veremos al final del artículo es imposible facturar de manera involuntaria implicaciones causales de cadena larga debido a que en la inmensa mayoría de los casos los conocimientos que forman parte de una de estas cadenas no se obtienen de manera consecutiva, así que se hace preciso que intervenga el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga, SPICCL, para construir la secuencia ordenada de imágenes que es el conocimiento. Ello, previsiblemente, es la razón por la que aparece el Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga, el otro de nuestros motores de búsqueda tipo 2, motores de búsqueda que funcionan cuando hacemos eso que denominamos pensar.

Ventajas de disponer de un sistema para procesar de manera voluntaria implicaciones causales de cadena larga (el SPICCL). La confección de información de procedimiento

Salvar a una cría que por accidente se ahorca

Una cría de orangután *Pongo pygmaeus* se había liado el cuello con una cuerda y su joven madre desesperada tiraba de ella para liberarla, su intento de rescate se hizo tan frenético que terminó por ahogar a su hija (De Waal 2012). Aquí también podemos observar como la información de referencia del comportamiento base Instinto Maternal activa el comportamiento complementario innato (tirar de la cría para ponerla lejos y a salvo del peligro), hora veamos el caso contrario. En un zoo sueco un chimpancé *Pan troglodytes* de cuatro años estaba a punto de ahogarse, colgado de una cuerda que se le había enroscado en el cuello. Entonces un macho dominante (viejo) acudió en su ayuda ofreciéndole un brazo como apoyo, con lo que liberó la tensión de la cuerda mientras con la mano libre desenroscaba las dos vueltas del cabo que atenazaban el cuello del aterrorizado imberbe. Luego lo llevó hasta el grupo y lo dejó con cuidado en el suelo (De Waal 2012). Aquí podemos ver un comportamiento complementario aprendido de gran complejidad elaborado a partir de una implicación causal de cadena larga. Desmenucémoslo.

Lo primero que encontramos son tres conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta: el joven chimpancé tiene una cuerda enroscada al cuello, si tiro de él (imagen causa) terminará ahogándolo (imagen consecuencia). Si levanto al joven (imagen causa) no se ahogará (imagen consecuencia). Las cuerdas enroscadas al cuello se quitan más fácilmente (imagen consecuencia) cuando no están tensas (imagen causa). Debido a la infrecuencia con la que ocurre un suceso así nos atreveríamos a decir que estas asociaciones de dos imágenes tuvieron que ser construidas voluntariamente por el SPICCC del viejo macho durante su etapa de vida infantil-juvenil. Su SPICCC (motor de búsqueda 2) buscaría y encendería en la mente de manera consecutiva estas parejas de imágenes hasta que se consolidó la unión entre las diferentes redes neuronales que se encargaban de construirlas y así se formaron estos conocimientos en su corteza cerebral. Estos conocimientos se interconectarían con los comportamientos Autoprotección e Instinto Maternal y gracias a dicha conexión obtuvieron la capacidad para frenar la respuesta innata de tirar de la cría (como hizo la madre orangután).

Pero estos conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta, convertidos en comportamientos complementarios de control vigilancia, solo sirven para frenar el comportamiento complementario innato de tirar de la cría para ponerla a salvo. No sirven para solucionar el problema existencial porque no permiten al sujeto ver en su mente al mismo tiempo todo el proceso que culminaría con la liberación del joven, para ello se precisa de información de procedimiento, es decir, de una implicación causal de cadena larga. Y ello es precisamente lo que pone en práctica el viejo chimpancé: tengo que levantar la cría (imagen causa inicial) para que la tensión de la cuerda disminuya (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), si la tensión de la cuerda disminuye el joven no se ahoga y además se vuelve fácil desenroscar la soga del cuello (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) y por último desenroscó la soga del cuello del joven (imagen consecuencia final).

Este comportamiento-procedimiento tuvo que construirse voluntariamente gracias a la actividad del Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga durante la infancia-juventud del viejo macho debido a que la infrecuencia con la que sucede un evento así haría casi imposible que este conocimiento se formase de manera involuntaria. Creemos eso debido a que solo la capacidad de encender en la mente una y otra vez, cuando se piensa, las tres imágenes que componen esta secuencia, garantizaría que la unión entre ellas, entre las redes neuronales que las construyen, se consolide y en consecuencia pueda existir dicho conocimiento (la implicación causal de cadena larga). De por que solo pudo ser construido en esta etapa de la vida hablaremos más adelante.

Resumen de las ventajas de disponer de un SPICCL

Como acabamos de ilustrar, debido a que el Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga es una estructura capaz, cuando pensamos, de buscar y encender en la mente de manera consecutiva secuencias compuestas por más de dos imágenes, su funcionamiento hace posible que los mamíferos que disponemos de él construyamos de manera voluntaria conocimientos-procedimientos que nos sirven para abordar aspectos de la vida tan imprescindibles como lo es el uso de herramientas o la solución de problemas existenciales que requieren de una concatenación de acciones y en el caso de nuestra especie su funcionamiento hace posible que podamos entender (“visualizar” mediante imágenes visuales o auditivas) por que suceden las cosas, incluyendo problemas de teoría de la mente de gran complejidad.

¿Cuándo comienzan a confeccionarse las implicaciones causales de cadena larga, cuando comienza a funcionar el SPICCL?

De construir implicaciones causales de cadena corta a elaborar implicaciones causales de cadena larga

Tom Bower (Bower 1979) descubrió que los bebés muy pequeños aprenden muy rápidamente a controlar un proyector de diapositivas que se activa (imagen consecuencia) cuando el movimiento de sus piernas interrumpe un haz de luz invisible (imagen causa). Sin embargo, paradójicamente, cuando se somete a bebés mayores a la misma prueba se constata que les cuesta mucho más aprender a manejar el proyector. Bower piensa que esto se debe a que parecen estar confundidos debido a la ausencia de vínculo conector (el haz de luz invisible) entre el movimiento de sus piernas (imagen causa) y la activación del proyector de diapositivas (imagen consecuencia) (Gómez 2007) sugiere esto se puede deber a que los bebés de mayor edad, al contrario de lo que hacen los más pequeños, tratan de comprender la relación causal que conecta sus acciones con los objetos del entorno. Lo que quiere decir que los bebés mayores intentan utilizar para comprender como funciona el mundo en el que existen su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga. Muevo las piernas (imagen causa inicial), sucede algo que no sé lo que es <¿?> (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) y así se vuelven a ver esas imágenes tan bonitas (imagen consecuencia final).

Algunos comportamientos complementarios basados en conocimientos (información de procedimiento) en forma de implicación causal de cadena larga

Caza con lanzas en Fongoli

En Fongoli Jill Pruetz (Pruetz 2007) descubrió que los chimpancés, sobre todo las chicas, han aprendido a cazar crías de gálago del Senegal *gálago senegalensis*. Saben que los bebés de estos primates de hábitos nocturnos se esconden durante el día en oquedades de los troncos secos de donde es imposible sacarlos. Por ello la cazadora busca una rama de consistencia fuerte (que no se parta), normalmente del mismo árbol, y le arranca las ramitas y hojas de manera que pueda entrar por el agujero del tronco. Después afilan la rama mordiendo y arrancando cuidadosamente material del borde exterior de uno de sus extremos, convirtiéndola así en un palo con punta (una lanza). Una vez que tienen el arma se dirigen al hueco donde suponen que está el gálago, se colocan en posición de ataque y

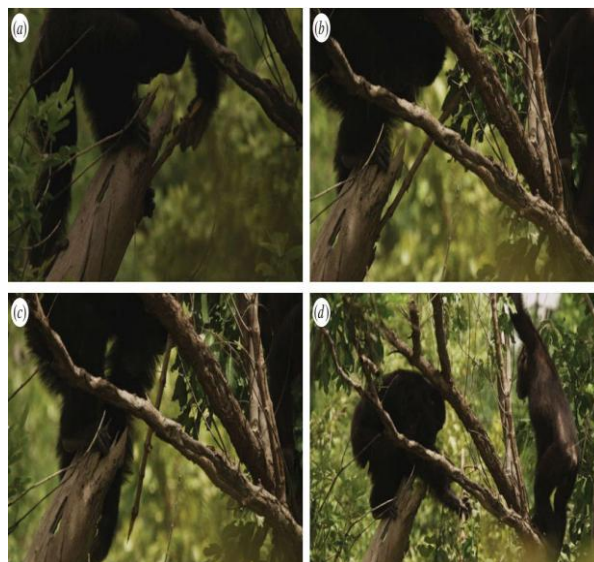


Fig. 4. En Fongoli las chimpancés cazan crías de gálago del Senegal utilizando lanzas. Este es un comportamiento-procedimiento complementario que tiene como base un conocimiento en forma de implicación causal de cadena larga.

alancean con fuerza una y otra vez hasta que dejan de oír los chillidos de la presa. Y por último clavan la punta al cuerpo del gálago y lo utilizan como gancho para extraer la presa. (Pruetz 2007). Aquí estamos ante la presencia de un importante conjunto de conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta.

Conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta que serán la base sobre la que se construirá la secuencia visual rectora (la implicación causal de cadena larga)

El primero de ellos es que si un tronco seco tiene un agujero de determinada forma y magnitud (imagen causa) puede tener dentro una cría de gálago (imagen consecuencia). El segundo le dice a la chimpancé que si la herramienta es endeble (imagen causa) se partirá o doblará y por tanto no servirá (imagen consecuencia). El tercer conocimiento es que si la rama elegida conserva las ramitas y hojas (imagen causa), no entrará en el agujero (imagen consecuencia). Cuarto, si la rama no está afilada (imagen causa) no matará rápidamente al gálago (imagen consecuencia). Quinto, si extraigo con los dientes material del borde de uno de los extremos (imagen causa) la rama adquirirá (punta) la facultad de herir y matar al primate (imagen consecuencia) y también me permitirá extraerlo (segunda imagen consecuencia). Sexto, para dar muerte al gálago (imagen causa) hay que clavarle varias veces la lanza (imagen consecuencia). Séptimo, cuando dejan de oír los chillidos (imagen causa), la presa deja de moverse y ya se puede sacar sin peligro de que escape (imagen consecuencia). Octavo y último, clavo al gálago en la punta de la lanza y tiro hacia arriba (imagen causa) el gálago sale del

hueco conjuntamente con la lanza (imagen consecuencia).

Pero este conjunto de conocimientos aislados no sirve para desarrollar el comportamiento de caza con lanza descrito porque no es una secuencia visual rectora capaz de mostrarle al sujeto, cuando se enciende en su mente, la secuencia de pasos a seguir.

Aquí es donde entra en acción el sistema que elabora implicaciones causales de cadena larga SPICCL unificando todos estos conocimientos en una concatenación lógica de implicaciones causales (la secuencia visual rectora general).

Este comportamiento de caza descrito por Jill Pruetz es un procedimiento muy complejo porque combina (que secuencia), una dentro de la otra, tres implicaciones causales de cadena larga. La secuencia visual rectora general, que es la de la caza del gálgalo y dos secuencias visuales rectoras auxiliares, que se incluyen dentro de la primera y que se encargan de la de la confección de la lanza.

La implicación causal de cadena larga (la secuencia visual rectora general)

El agujero puede tener un gálgalo y quiero comérmelo (imagen causa inicial), si quiero comérmelo tengo que matarlo (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), pero para matarlo, en unas condiciones así (el gálgalo está dentro de un hueco profundo), tengo que alancearlo (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), por tanto, tengo que hacer una lanza (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior).

La secuencia visual rectora auxiliar (implicación causal de cadena larga) que controla y rige la producción de la lanza

Aquí es donde se incorpora la secuencia visual rectora auxiliar (la implicación causal de cadena larga) que es el conocimiento-procedimiento que se encarga de la confección de la lanza. Esta está compuesta de dos conocimientos-procedimientos diferentes, el que pela la rama (A) y el que afila la punta (B).

A. Quiero alancear al gálgalo (imagen causa inicial) pero para ello necesito que la rama entre en el agujero (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), para ello tengo que quitar todas las ramitas que impedirían que el palo entre en el agujero (imagen consecuencia final).

B. Quiero alancear al gálgalo (imagen causa inicial), para ello tengo que morder el extremo para arrancar fibras una y otra vez (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) para que la lanza tenga punta (imagen consecuencia final). Ya tenemos un palo largo con punta, una lanza.

En este momento continúa la secuencia visual rectora general

Ya tengo la lanza y estoy frente al hueco donde está el gálgalo. Como quiero comérmelo (causa inicial) lo alanceo hasta que deja de chillar y moverse (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior), esto me permite clavarlo en la lanza y extraerlo (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) y por último me como el gálgalo (imagen consecuencia final).

La secuencia visual rectora se convierte en un comportamiento complementario adscrito a la función ejecutiva

Como mencionamos, una vez que el SPICCL ha confeccionado esta importantísima secuencia visual rectora, y esta se conecta al comportamiento base Nutrición de una chimpancé de Fongoli, se ha creado el comportamiento complementario (adscrito a la función ejecutiva) que se activará automáticamente siempre que la hembra descubra un agujero que pudiera contener un gálgalo (esta sería la información de referencia que pondría en marcha el comportamiento). Una vez activado, gracias a su conexión con el comportamiento innato Nutrición, se encenderían los sistemas Emocional y Motivacional y el mecanismo de Castigo y Recompensa para hacer que la chimpancé experimente deseo y necesidad de ejecutarlo.

Una red de burbujas para pescar

Las ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae*, del mismo modo que los delfines, gracias a la experiencia, saben que es difícil comerse a los peces (imagen consecuencia) **x** porque a la menor señal de peligro salen disparados (imagen causa) **z**, también saben que los peces que nadan en bancos se asustan y en consecuencia nadan en la dirección contraria (imagen consecuencia) **p** cuando perciben las burbujas de aire que salen de sus espiráculos cuando ellas expiran desde las profundidades (imagen causa) **q**. Las ballenas también conocen que burbujas en todos los lugares (imagen causa) **r** hacen que los peces se agrupen (imagen causa) **s**. Y que si nadan en círculos a la vez que expiran (imagen causa) **t** hacen burbujas en todos los lados (imagen consecuencia) **u**. Todos estos conocimientos se adquieren desde la más temprana infancia a partir de las vivencias relacionadas con los bancos de peces.

Como anteriormente mencionamos, estos conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta no sirven de mucho a la hora de confeccionar un comportamiento-procedimiento porque no son una secuencia visual rectora, pero

sin embargo son la base cognitiva que utiliza el Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga para elaborarla.

¿Cómo lo hace, como el SPICCL construye a partir de estos conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta una implicación causal de cadena larga, una secuencia visual rectora? Lo primero que sucede es que el SPICCC busca el conocimiento de partida, para ello enciende en la mente la imagen del problema a resolver: quiero comerme a los peces, pero es difícil (imagen consecuencia) **x** porque a la menor sospecha de peligro se espantan y se dispersan (imagen causa) **z** para que esta se coloque en la sección condicional de la matriz Lógico Comparativa. Veamos.

Si **z** (imagen causa) **entonces x** (imagen consecuencia)

Si necesito **no x** que no sea difícil capturar los peces (imagen consecuencia) **entonces** necesito **no z** que los peces no se dispersen (imagen causa). Necesito que los peces no estén dispersos **no z**.

Si **z entonces x, si no z entonces no x.**

Este es el conocimiento de partida que utilizará el SPICCL para construir la implicación causal de cadena larga (la secuencia visual rectora). A partir de aquí su tarea es la de organizar de manera causal, mediante el procedimiento de ensayo-error mental, el conjunto de conocimientos que formarán la secuencia visual rectora.

Para ello enciende primero el conocimiento de partida: **si** necesito **no x** que no sea difícil capturar los peces (imagen consecuencia) **entonces no z** tengo que conseguir que los peces no se dispersen (imagen causa) para que este conocimiento se coloque en la sección comparación de la matriz Lógico Comparativa ya que se hace necesario construir una implicación causal de cadena larga que le permita ver (en su mente) al sujeto como puede conseguir su objetivo (que los peces no estén dispersos).

A partir de aquí el SPICCL va encendiendo uno a uno el resto de conocimientos implicados en la matriz L C a la vez que mantiene encendido el conocimiento de partida con la intención de que se detecten las diferencias y similitudes que hay entre el conocimiento de partida y uno de los conocimientos implicados, hasta que se detecta que la imagen consecuencia de uno de estos conocimientos implicados es igual a la imagen causa **no z** del conocimiento de partida. Ejemplo. **No z** (los peces no están dispersos) = **s** (los peces se agrupan).

En este momento **no z y s** se asocian y quedan como un único eslabón de la cadena causal (una imagen que es causa del eslabón anterior (me como los peces con facilidad) y a la vez consecuencia del eslabón posterior). Es que **s**, los peces se agrupan (imagen consecuencia), es parte de un conocimiento que incluye a **r** cuando perciben que están rodeados de burbujas de aire

(imagen causa). Así que ahora quien queda libre y expuesta en solitario es **r**. De manera que se repite el proceso de encender, por medio del SPICCL el resto de conocimientos implicados hasta que se detecta que la imagen consecuencia de uno de ellos es igual a **r**.

Ejemplo. hago burbujas en todos los lados **r = u** hago burbujas en todos los lados. Ambas imágenes se asocian y así queda constituido un nuevo eslabón de la implicación causal de cadena larga (de la secuencia visual rectora).

Pero a su vez **u** es la imagen consecuencia de un conocimiento cuya imagen causa es **t**, si nado en círculos al mismo tiempo que expiro. Y de esta manera queda constituida toda la secuencia visual rectora. Veámosla.

Quiero comerme fácilmente los peces (imagen consecuencia final) **x**. Para ello necesito que los peces se agrupen **no z-s** (imagen causa de la imagen anterior y a la vez consecuencia de la imagen posterior). (Este eslabón es fruto de la unión de **no z** con **s**). Para conseguirlo nado en círculos desde el fondo al mismo tiempo que expiro (imagen causa inicial) **t**.

Veamos al completo la implicación causal de cadena larga. **t (u-r) (s-no z) x**.

Al igual que en el ejemplo anterior, cuando esta secuencia visual rectora se interconecta al comportamiento base Nutrición de la ballena jorobada se convierte en un comportamiento complementario (adscrito a la función ejecutiva) debido a que adquiere la facultad de activar los sistemas Emocional y Motivacional y el mecanismo de castigo y recompensa para hacer que el individuo sienta necesidad y deseo de ejecutarlo cada vez que divisa un gran banco de peces (esta última sería la información de referencia que activará el comportamiento de cazar con redes de burbujas).



Fig. 5. Las ballenas jorobadas pescan utilizando redes de burbujas. Este comportamiento-procedimiento complementario fabricado por el SPICCL es una información de procedimiento (conocimiento) en forma de implicación causal de cadena larga que se ha interconectado al comportamiento base Nutrición.

Cazar monos con ranas en la amazonia. Una obra maestra de nuestro sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga (SPICCL)

Veamos ahora el conjunto de conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta que son la base cognitiva a partir de los cuales se confecciona el comportamiento complementario que exhiben los nativos de la Amazonia cuando cazan monos con dardos envenenados con el veneno que segregan las ranas punta de flecha *Oophaga pumilio*. Los monos huyen despavoridos por el dosel arbóreo (imagen consecuencia) en cuando se sienten heridos por un dardo (imagen causa). La densidad de la vegetación (imagen causa) hace imposible seguirle la pista a un mono que huye (imagen consecuencia). Los dardos pueden ser enviados muy lejos (imagen causa) gracias al uso de la cerbatana (imagen consecuencia). Los dardos por sí solos (imagen causa) no matan de inmediato al mono (imagen consecuencia). Las ranas punta de flecha segregan en su piel un veneno que mata rápidamente (imagen consecuencia) a quien le entra en el cuerpo (imagen causa). Poniendo el veneno en la punta del dardo (imagen causa) se mata rápidamente a la presa (imagen consecuencia). Expulsando aire con fuerza por un tubo hueco (imagen causa) se puede lanzar un dardo enganchado a un algodón a gran distancia (imagen consecuencia). Mientras más largo es el artefacto (imagen causa), más rápido y más lejos vuela el dardo (imagen consecuencia). Como ya hemos explicado, este grupo de conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta, por sí mismos no sirven de mucho a la hora de cazar monos porque no son una secuencia visual rectora que al encenderse en la mente del sujeto le muestre todos los pasos a seguir, pero son la materia prima que empleará el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga para crearla. Además, como veremos, estos conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta, convertidos en comportamientos, se incorporarán a cada uno de los eslabones de proceso (implicación causal de cadena larga), convirtiéndose en los comportamientos complementarios secundarios que se encargarán de controlar y regir el buen desempeño de las diferentes partes (eslabones de la secuencia causal) del procedimiento.

Una implicación causal de cadena larga muy, muy compleja

La implicación causal de cadena larga que utilizan los nativos del Amazonas para cazar monos con dardos envenenados es un conocimiento-procedimiento mucho más complejo que cualquiera que hayamos visto hasta ahora debido a que, como veremos, está compuesto de varias secuencias visuales rectoras auxiliares destinadas

a cumplimentar tareas (como la de hacer la cerbatana, el dardo o la de cazar la rana) necesarias para la consecución del objetivo final, que se engarzan en la secuencia visual rectora general. Y cada una de las fases del proceso, como mencionamos, tiene adscrita un conocimiento-comportamiento en forma de implicación causal de cadena corta que rige y controla la buena ejecución de esa parte del proceso. Veamos la implicación causal de cadena larga elaborada por el SPICCL a partir de este grupo de conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta.

La secuencia visual rectora general

Los monos están en el dosel arbóreo (imagen causa inicial). Si se va a por ellos escalando tienen tiempo suficiente de escapar (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) por esto la única manera de cazarlos es disparando un dardo con una bodoquera (cerbatana) (imagen consecuencia final). Esta secuencia causal de cadena larga convertida en comportamiento (adscrito a la función ejecutiva), gracias a que se conecta al comportamiento base Nutrición, activa el sistema Motivacional, el sistema Emocional y el Mecanismo de castigo y Recompensa para hacer que el sujeto desee y necesite construir una cerbatana que funcione correctamente.

Implicación causal de cadena larga (secuencia visual rectora auxiliar) que se encarga de regir y controlar el proceso de construcción de la cerbatana

Primero, corto un tronco fino, largo y recto y le arranco todas las ramas, (esta imagen es causa de la imagen posterior debido a que si no se hace primero no hay nada que cortar sagitalmente). Nótese que adscrito a este primer eslabón de la implicación causal de cadena larga hay un conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta. Si el tronco no es totalmente recto (imagen causa) la cerbatana no funcionará (imagen consecuencia).

Segundo, hago un corte sagital a todo lo largo del tronco (esta imagen es consecuencia de la imagen anterior porque si no dispusiera del tronco no tendría nada que cortar y a la vez es causa de la imagen posterior debido a que, si no hago el corte sagital no puedo hacer la acanaladura). El conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta adscrito a este eslabón de la implicación causal de cadena larga es. Si el corte no es recto y limpio (imagen causa) se saldrá el aire, por lo que la cerbatana no funcionará (imagen consecuencia).

Tercero, hago una acanaladura en el medio, de una punta a la otra, de cada una de las dos partes del tronco (esta imagen es consecuencia de la

imagen anterior debido a que si no hubiera hecho el corte sagital no habría podido hacer la acanaladura y a la vez es causa de la imagen posterior debido a que si no hubiere hecho la acanaladura no tendría sentido que uniera las dos partes del tronco enrollando la cinta de cuero). El conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta adscrito a este eslabón de la implicación causal de cadena larga es. Si la acanaladura no es perfecta (imagen causa) y completamente lisa el dardo no viajará muy lejos (imagen consecuencia).

Cuarto, enrollamos la cinta de cuero sobre el tronco para unir las dos partes de la cerbatana (esta es la imagen consecuencia final ya que cuando la ejecutamos la cerbatana está lista). El conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta adscrito a este eslabón de la implicación causal de cadena larga es. La cinta de cuero se enrolla solapando las vueltas debido a que si no se hace así (imagen causa) no será hermética la bodoquera, por lo que no funcionará (imagen consecuencia).

Los comportamientos que controlan la calidad de lo que vamos haciendo. Los comportamientos de control y vigilancia que se codifican en la corteza orbitofrontal

Como acabamos de exponer, todas las implicaciones causales de cadena corta mencionadas (adjuntas a cada sección de la secuencia visual rectora) son conocimientos que se convierten en comportamientos (adscritos a la función ejecutiva) cuando se conectan al comportamiento base Nutrición y al comportamiento Miedo-Huida de la amígdala. Estos son quienes activan el sistema Motivacional, el sistema Emocional y el mecanismo de Castigo y Recompensa para hacer que necesitemos y deseemos controlar que cada fase del procedimiento se ejecute de manera correcta. Esta es la razón por la que estos son conocimientos-comportamientos de control y vigilancia que normalmente se codifican en la corteza orbitofrontal (Damásio 2006).

A su vez estos conocimientos-comportamientos de control y vigilancia (información causal de cadena corta adscrita a los diferentes eslabones de la secuencia visual rectora) están compuestos por conocimientos-comportamientos de control y vigilancia auxiliares, estos se encargan de controlar diferentes aspectos de la calidad de una determinada acción. Veamos un ejemplo.

Comportamiento de control y vigilancia adscrito a una parte del proceso. Si la acanaladura no es perfecta y completamente lisa (imagen causa) el dardo no viajará muy lejos (imagen consecuencia).

Comportamientos de control y vigilancia auxiliares adscritos a este comportamiento de control y vigilancia. Si hundo demasiado el instrumento de corte (imagen causa) puedo hacer

un hueco y todo el trabajo anterior se perderá (imagen consecuencia). Si no afilo el instrumento de corte (imagen causa) me costará mucho más tiempo y esfuerzo hacer el trabajo (imagen consecuencia). Si no alejo los dedos del corte (imagen causa) me puedo clavar una astilla (imagen consecuencia).

Por último, me gustaría agregar que los conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia no se incorporan de inmediato a la secuencia visual rectora (a la implicación causal de cadena larga), su asociación a esta va ocurriendo paulatinamente (gracias al trabajo del SPICCL) cada vez que el sujeto intenta ejecutar la secuencia visual rectora durante el largo período de aprendizaje personal (Goodal 1968). Aquí es cuando, mediante el método de ensayo-error, los individuos van descubriendo los conocimientos (implicaciones causales de cadena corta) que le muestran cual es la mejor manera de hacer cada una de las partes del proceso. Estos conocimientos, al convertirse en comportamientos complementarios de control y vigilancia, gracias su conexión con algún comportamiento base, son los que se encargarán de activar el sistema Motivacional, el sistema Emocional y el mecanismo de castigo y recompensa para hacer que el sujeto sienta necesidad y deseo de ejecutar correctamente la parte de la secuencia visual rectora que controlan.

Ahora tocaría hacer el desglose de la implicación causal de cadena larga (el procedimiento) que se encarga de la construcción del dardo, pero no lo haremos porque, en esencia, esta secuencia visual rectora auxiliar, en lo que respecta a facturación cognitiva, es muy similar a la que se encarga de hacer la cerbatana.

Continua la implicación causal de cadena larga (la secuencia visual rectora general)

Pero los dardos, aunque hieren al mono, no lo matan inmediatamente (imagen causa inicial). Un mono herido huye desparado por el dosel arbóreo (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior). Y como la vegetación de la copa de los árboles es tan densa se le pierde la pista inmediatamente (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior). El resultado es que se pierde la presa (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior). Por ello se hace preciso que el mono muera instantáneamente (imagen consecuencia de la anterior y causa de la imagen posterior). Por eso hay que impregnar de veneno la punta del dardo (imagen consecuencia de la anterior y causa de la imagen posterior). Por ello hay que restregar el dardo sobre la espalda de una rana punta de flecha (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior). Por lo que hay que dar caza a estas ranas para poder

impregnar los dardos con su veneno (imagen consecuencia final).

Aquí se agregaría la implicación causal de cadena larga (la secuencia visual rectora auxiliar), que se encargaría de la caza de estas ranas. Pero no creo que sea necesario que desglosemos su construcción cognitiva porque es muy similar a todo lo que acabamos de ver.



Fig. 6. Los nativos de la selva amazónica cazan con dardos impregnados del veneno que segrega la piel de las ranas punta de flecha. Este es un comportamiento-procedimiento complementario que se origina a partir de un conocimiento en forma de implicación causal de cadena larga.

La implicación causal de cadena larga (la secuencia visual rectora general) se convierte en un comportamiento complementario adscrito a la función ejecutiva

Toda esta secuencia visual rectora (la implicación causal de cadena larga) se interconecta con el comportamiento base Nutrición y por medio de este se vuelve capaz de activar el sistema Emocional, el sistema Motivacional y el mecanismo de Castigo y Recompensa para hacer que los nativos de la amazonia deseen y necesiten ejecutar las diferentes acciones que integran el procedimiento (comportamiento complementario) de cazar monos con dardos envenenados.

Resumen de las ventajas de disponer de un sistema cognitivo capaz de elaborar información de procedimiento, implicaciones causales de cadena larga

Como hemos podido apreciar en los ejemplos expuestos, la posibilidad de confeccionar información de procedimiento ofrece una incuestionable ventaja adaptativa a todas las aves y mamíferos que disponen del SPICCL debido a que las implicaciones causales de cadena larga que este motor de búsqueda confecciona son la base cognitiva (la secuencia visual rectora) a partir de la que se forman todos los comportamientos complementarios que requieran de una concatenación causal de acciones (los procedimientos). Desde los que utilizan los delfines para

pescar utilizando la pendiente de la playa en las marismas de Carolina del Sur, hasta los que utilizamos nosotros para construir un microscopio electrónico. Desde los que utilizan los chimpancés para abrir una nuez utilizando una piedra como martillo y el hueco de un tronco como yunque, hasta los que empleamos nosotros para construir un transbordador espacial. Todos fabricados con la misma herramienta cognitiva, el SPICCL. Esta es una de las inmensurables ventajas que proporciona el poder fabricar a voluntad implicaciones causales de cadena larga. Ahora trataremos de mostrar la otra extraordinaria ventaja que otorga a los primates, capaces de realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida (homínidos), el disponer del sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga. La confección de hipótesis.

El Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga emplea la matriz lógico Comparativa para elaborar nuevos conocimientos (hipótesis científicas) con la inestimable ayuda del sistema Creatividad

El sistema Creatividad, el más potente de nuestros motores de búsqueda

El sistema Creatividad es un motor de búsqueda, al igual que los son el resto de las estructuras cognitivas (Áreas de asociación voluntaria sensoriales, el SPICCC y el SPICCL) pero a diferencia de estos el Sistema creatividad no trabaja cuando pensamos, sino que funciona cuando dormimos (durante la etapa de sueño REM) o cuando descansa el cerebro y ello le permite realizar una búsqueda fuera de los circuitos de pensamiento activados durante la vigilia. Sara Mednick ha propuesto que durante la etapa de sueño REM se deshacen las redes asociativas de informaciones que se establecen durante la vigilia y se forman nuevas redes asociativas de informaciones, lo que favorece la búsqueda de nuevos vínculos entre el problema que se pretende resolver y algún otro conocimiento existente en nuestra memoria. (Mednick 2009). Expliquémoslo. Cuando trabaja alguna de las estructuras cognitivas, cuando pensamos, estas buscan y sacan a la luz informaciones directamente relacionadas con los conocimientos que están siendo confeccionados. Pero muchas veces no disponemos, entre las informaciones directamente relacionadas con el problema que tenemos que resolver, la solución para el mismo. Aquí es donde entra en juego el sistema Creatividad, el motor de búsqueda más potente de nuestro cerebro. La maravillosa prestación que nos ofrece nuestro sistema Creatividad es que es capaz de construir de manera inconsciente nuevas e insospechadas relaciones causales entre los conocimientos que hemos barajado durante el día

con informaciones que yacen en los baúles de nuestras memorias y que a priori, no guardan relación aparente alguna con los conocimientos que estamos barajando. Es decir, el Sistema Creatividad es un motor de búsqueda que hace posible la construcción de asociaciones capaces de permitirnos ver vínculos entre las cosas que menos podemos suponer (utilizando los motores de búsqueda 1 y 2, cuando pensamos) que guardan algún tipo de relación. (Salk 1985, Szilard 1992; Torres 2006; Damasio 2007). Durante este espacio se podrán apreciar ejemplos de la participación del sistema Creatividad en la confección de un nuevo conocimiento.

La implicación causal de cadena larga más importante de la biología evolutiva

El descubrimiento de Darwin

Darwin en su libro el origen de las especies nos propone que debido a que la tierra está en constante transformación (imagen causa) las especies animales y vegetales constantemente están cambiando (imagen consecuencia) en función de adaptarse a las condiciones del hábitat donde viven. Y que el motor de dichas transformaciones (imagen consecuencia) es la lucha por la supervivencia (imagen causa). A este proceso le dio el nombre de Selección Natural. ¿Cómo llegó a elaborar este conocimiento? Ahora intentaremos describir los mecanismos cognitivos que probablemente permitieron a Darwin llegar a esta conclusión, poniendo énfasis en el extraordinario proceso de descubrimiento que debió suceder en su mente gracias a la intervención de su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga SPICCL, su Matriz Lógico Comparativa y su sistema Creatividad.

Nota. No pretendemos en este espacio hacer un examen exhaustivo de como las ideas acerca del origen y transformación de los seres vivos que le precedieron ayudaron a la construcción de la teoría de la selección natural en la mente de Darwin. Si no que nos centraremos únicamente en como su cerebro redescubriría estas ideas (en como las convertiría suyas) para a partir de estas elaborar su genial hipótesis científica.

Darwin comprende que la tierra está en constante transformación

Las montañas se elevaron en algún momento anterior

Veamos ahora los conocimientos previos de los que dispondría para resolver esta cuestión ya colocados sobre la sección bicondicional **p si y solo si q** de la Matriz Lógico Comparativa. Recordemos que estos conocimientos son buscados por las estructuras cognitivas (el

SPICCC y el SPICCL) y encendidos en la mente cuando pensamos.

Durante sus estudios de Geología que Darwin realizara en su juventud, previos a su estancia en el Beagle, encontró fósiles de criaturas marinas **p** en lo alto de montañas **r**.

Los animales marinos **p solo** (relación bicondicional) pueden existir **si y solo si** viven en el mar **q** (imagen 1). Por tanto, **si** en esta montaña **r** hay fósiles de animales marinos **p** (imagen 2), **entonces** (relación bicondicional) esto solo pudo suceder **si y solo si** esta zona **r** estuvo antes debajo del mar **q** (imagen 3). **Entonces**, esta zona **r** necesariamente tuvo que elevarse **t** (imagen 4).

Si en r hay **p**, pero **p si y solo si q**, **entonces r si y solo si q**.

Conclusión **r : t**. Las montañas en algún momento se elevaron (imagen 5).

Veamos ahora solamente el conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta que se constituyó a partir del trabajo de la matriz Lógico comparativa.

Si hay fósiles en lo alto de las montañas (imagen consecuencia) estas zonas que ahora son montañas antes estaban bajo el mar, de manera que en algún momento estas montañas se elevaron (imagen causa).

Nota. Un poco más adelante, cuando expliquemos el que creemos que fue el último gran hito de la evolución humana, veremos que cuando no existe el SPICCC el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga se pluriemplea para confeccionar también las implicaciones causales de cadena corta. Aquí vemos como el SPICCL de Darwin elabora una implicación causal de cadena larga de 5 imágenes (un razonamiento) para arribar a un conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta.

Tres importantes procesos de generalización

Generalización 1. Después el SPICCL, pensando, enciende este conocimiento acabado de confeccionar, que se coloca sobre la sección bicondicional de la Matriz Lógico Comparativa.

Si esta montaña **r** se elevó **t (r : t)** (imagen 1) y **r** es igual al resto de las montañas **s** (imagen 2), **entonces** todas las **s** existen si y solo si se elevaron **t** en algún momento anterior (imagen 3).

Si r si y solo si t y r = s, **entonces s si y solo si t. (s : t)**.

Este es un proceso de generalización (una implicación causal de cadena larga que asocia de manera causal tres imágenes que guardan entre ellas relación de continuidad temporal y espacial) que le muestra a Darwin que todas las montañas que existen se elevaron en un momento anterior y que permite realizar un proceso de generalización más amplio empleando la matriz Lógico Comparativa.

Generalización 2. Si todas las montañas s se elevaron t ($s : t$) (imagen 1). Y (montaña) $t = u$ (hábitat en el que existen las diferentes especies) (imagen 2), entonces el hábitat u constantemente se eleva t . ($u : t$) (imagen 3).

Veamos ahora otro proceso de generalización también necesario.

Generalización 3. Si t la elevación provoca un cambio w . $t = w$ (imagen 1). Y si $u : t$ (imagen 2), entonces el hábitat u cambia w ($u : w$) (imagen 3). Como hemos podido observar, estos procesos de generalización de gran complejidad son implicaciones causales de cadena larga.

Otra gran implicación causal de cadena larga que elabora el sistema cognitivo de Darwin

Concluyendo, la primera implicación causal de cadena corta que hemos mencionado y estos tres procesos de generalización que acabamos de describir permiten al Sistema Cognitivo de Darwin construir la siguiente implicación causal de cadena larga.

Si todas las montañas se elevan (imagen causa inicial) y las montañas forma parte del hábitat (imagen que gracias a los tres procesos de generalización relaciona la primera imagen con la imagen final) entonces el hábitat constantemente cambia (imagen consecuencia final).



Fig. 7. Estos ammonites y otros fósiles marinos se pueden encontrar en el desierto de Atacama, en Chile, a una altura de 2348 metros. El hecho de encontrar fósiles marinos en lo alto de montañas probablemente hizo que Darwin comprendiese que la Tierra está en constante transformación.

Las consecuencias de descubrir este importantísimo conocimiento

Este primer gran conocimiento le permitió a su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga, impulsado por el sistema Creatividad, comenzar a construir y proyectar en su mente secuencias de imágenes (cortos animados compuestos de más de dos imágenes que reflejan continuidad temporal o entre las que

se establecen relaciones causales o ambas) que Darwin jamás habría podido observar de manera empírica. Estos “cortos cinematográficos” le permiten visualizar en su mente a través de secuencias de imágenes, la historia evolutiva de la zona que estudiaba. Esto hace que pueda “ver” por qué hay un río donde no debería haber agua, o por qué hay valle donde debería haber una montaña.

¿Como aparecería la idea de que todos los seres vivos tenemos un origen común?

Descubrimiento de la relación entre las diferentes especies de pinzones de la Galápagos

Aunque en un primer momento Darwin no dio mucha importancia a los pinzones que recogió de las Galápagos, una vez que John Gould, el gran ornitólogo inglés que los clasificó, informó que se trataba de varias especies que pertenecían a una misma familia, centró toda su atención en ellos. Mediante la observación detallada de las características físicas de cada uno comenzó a ver los rasgos comunes a las diferentes especies y aquí fue cuando se dio cuenta de que a partir de una especie colonizadora pudieron derivarse las demás. ¿Cómo su capacidad cognitiva llegó a este conocimiento?

Activadas por el comportamiento innato Curiosidad, primero entra en acción sus áreas de asociación voluntaria de imágenes multisensoriales (las áreas de Broca Wernicke), quienes, como argumentamos más arriba, también trabajan cuando pensamos (la mayoría de los miembros de nuestra especie piensan en imágenes sonoras, las palabras, y algunos pensamos en imágenes visuales), estas comienzan a proyectar incesantemente en su mente las imágenes que Darwin estudiaba, las de los pinzones. Estas imágenes se superponían en la sección comparativa de la matriz Lógico Comparativa y el resultado de este proceso fue la identificación de los rasgos que eran comunes y las características que hacían diferentes los distintos ejemplares de pinzones. Resultado de este proceso.

$p=q$, $p \neq q$, $p \leq q$ (p menos igual a q), $p \geq q$ (p más igual a q).

Así la sección comparativa de su Matriz Lógico Comparativa le informó de que partes de una especie eran similares o diferentes de las de otra, que rasgos de una especie se parecían más y cuales se parecían menos a los de otra. Esta operación creó la información de que muchos sujetos de diferentes especies tenían algunos rasgos comunes y también rasgos distintos que, sin embargo, podían ser comunes a una tercera especie, la cual a su vez presentaba características disímiles de las dos especies anteriores. ¿Qué conocimiento fue capaz de elaborar su capacidad cognitiva a partir de esta información empírica.

Todos tenemos un origen común

La capacidad cognitiva de Darwin, activada por su comportamiento innato Curiosidad, tuvo que encender en su mente miles y miles de veces, hasta la extenuación, las imágenes que le permitían ver la similitud y diferencia entre las diferentes especies de pinzones, debido a que este era un dato muy curioso y desconcertante, y su comportamiento base Curiosidad le hacía sentir la necesidad de averiguar el porqué. Hasta que, en uno de esos maravillosos instantes mágicos de la historia de las ciencias, su sistema Creatividad, después de un período de descanso de su mente, proyecta en esta la imagen de una familia conocida, quizás la suya propia. En esta imagen Darwin puede observar como los hijos se parecen a los padres. Inmediatamente esta imagen que extrajo a la luz su sistema Creatividad se coloca, conjuntamente con todas las imágenes de similitudes y diferencias, de manera automática en la sección condicional de su matriz Lógico Comparativa. El resultado de este importantísimo proceso cognitivo fue la construcción del razonamiento, quizás, más importante de toda la historia científico-humanista de nuestra especie. Veamos.

Hay similitudes entre padres e hijos **p** porque los segundos descienden de los primeros **q**.

Si hay similitud entre las diferentes especies de pinzones **r**, entonces es posible que las diferentes especies de pinzones sean hijas las unas de las otras **q**.

Veamos la operación en sección condicional de la matriz Lógico Comparativa.

Si p (imagen 1) es consecuencia de **q** (imagen 2). **Y p = r** (imagen 3), **entonces r** también es consecuencia de **q** (imagen 4).

Este conocimiento es empleado por el sistema cognitivo para hacer una importantísima generalización.

Si estas especies de pinzones **p** son animales **q** (imagen 1) y descienden los unos de los otros **r** (imagen 2), Es posible que todos los animales **q** también desciendan los unos de los otros **r** (imagen 3). Por lo tanto, tiene que haber un padre-madre común a todos **s** (imagen 4).

Veamos la generalización en la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa.

Si p = q y p : r, entonces q : r, entonces s (entonces tiene que haber un origen común para todos). A partir de la concepción de esta maravillosa idea (una implicación causal de 5 imágenes), nada volvería a ser igual para los hombres en nuestro planeta.

A partir de este momento entra de nuevo en acción su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga, quien con la ayuda del sistema Creatividad, poco a poco comenzó a construir, a partir de las imágenes de los rasgos distintos y similares de las diferentes especies de pinzones, secuencias de imágenes “cortos

cinematográficos” (implicaciones causales de cadena larga) que le mostraron a unas especies transformándose en otras.

e1>e2>e3.....

En otras palabras, gracias a la intervención del sistema Creatividad y del SPICCL de Darwin, pudo “observar” en su mente la transformación gradual de unas especies en otras.

Permítanme resaltar el hecho de que el sistema creatividad de Darwin, para producir este importantísimo conocimiento, asoció un conjunto de imágenes que a primera vista no guardan ningún tipo de relación entre ellas, las imágenes de las semejanzas entre las diferentes especies de pinzones con las imágenes de las semejanzas entre un padre y sus hijos.

Descubrimiento de la relación entre la forma del pico y los recursos alimenticios de la isla en la que habita la especie de pinzón

A través del funcionamiento de mismo mecanismo cognitivo de asociación voluntaria de imágenes multimodales procedentes de una misma cosa, sujeto, objeto o fenómeno (La observación empírica que está a cargo de los motores de búsqueda del tipo 1) Darwin pudo ver, por un lado, que los recursos alimenticios existentes en las diferentes islas eran distintos y por el otro, también se percató que el pico de la especie que habitaba una determinada isla era diferente del pico de los pinzones de las otras islas. Y espoleado por su comportamiento base Curiosidad se preguntó. ¿por qué?

Cuando esto sucede, como acabamos de exponer, el Sistema procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga enciende en la mente miles y miles de veces las imágenes de los picos y las imágenes de la forma y consistencia de la comida que usualmente consumían esas aves hasta que en otro momento mágico, Si saber como, después de un descanso mental, su sistema Creatividad enciende en su mente una imagen fílmica de una escena en cualquiera de los muchos talleres de diferentes oficios que seguramente había visitado. Esta imagen le permitió ver que hay una herramienta para cada tarea. Y al mismo tiempo que apareció esta maravillosa información en su mente, su SPICCL volvió a proyectar sin cesar en su mente las imágenes de los diferentes picos de pinzones y de los diferentes tipos de tareas y todo ello se colocó, primero en la sección comparación y después en la sección condicional de su matriz Lógico Comparativa. Veámoslo en la sección condicional de la matriz Lógico Comparativa.

La tarea de abrir un hueco en la madera (imagen 1) **q = r** la tarea de abrir un hueco en una semilla dura (imagen 2).

Si hay una herramienta **p** (imagen 3) (por ejemplo, un punzón) para cada tarea **q** (para abrir un hueco en una pieza de madera) **entonces**, hay

un pico (en forma de punzón) s (imagen 4) para cada tarea de abrir un alimento r (para agujerear la dura cáscara de una semilla) (imagen 5).

Si $p = s$ y si $q = r$. Si $p : q$, entonces $s : r$

Hay un pico s para cada tipo de alimento r .

Ya lo había visto en su mente, los picos de los pinzones son distintos en cada isla (imagen consecuencia final) porque cambian (imagen causa de la imagen anterior y consecuencia de la imagen posterior) para adaptarse al tipo de recurso nutricional que más abunda en ella (imagen causa inicial). Nótese que para arribar a este importantísimo conocimiento desarrollado por el SPICCL de Darwin (una implicación causal de 5 imágenes) su sistema Creatividad asoció dos conjuntos de imágenes que en apariencia no guardan relación alguna entre ellas, las imágenes de los diferentes picos de los pinzones y de los diferentes tipos de alimentos que había en cada isla, por un lado con las imágenes de las diferentes herramientas que hay, por ejemplo, en una carpintería las imágenes de las funciones que estas realizan, por el otro lado).

Una importante generalización

Veamos la superposición de este conocimiento (implicación causal de cadena larga) sobre la sección condicional de la Matriz Lógico Comparativa.

Si los picos de los pinzones cambian p (imagen 2) en función del cambio de los recursos del medio q (imagen 3) y los picos son partes del cuerpo r ($p = r$) (imagen 4), entonces es posible que: si cambian los recursos de los que se alimenta un sujeto q (imagen 5) también tenga que cambiar alguna parte de su cuerpo r para que pueda beneficiarse de los nuevos recursos (imagen 6). Ahora veamos solo la superposición en la sección negación y luego en la sección condicional de la matriz Lógico Comparativa.

Si $p \text{ no} = p$, si $q \text{ no} = q$ (p y q cambian)

Si $p=r$ y si $q \text{ no} = q$ (q cambia), entonces $r \text{ no} = r$ (r también cambia).

Esto es un proceso de generalización (una implicación causal de cadena larga de 6 imágenes) elaborado a partir de un solo argumento (los picos de los pinzones son distintos en función del recurso alimenticio predominante en la isla donde viven) que concluye con la elaboración por parte de su SPUCCL de una implicación causal de cadena corta.

La forma del cuerpo de un sujeto (imagen consecuencia) r cambia para adaptarse a los recursos alimenticios q que hay en el hábitat en el que vive (imagen causa).

Nota: Como veremos un poco más adelante en el espacio dedicado al último gran hito de la evolución humana, es muy probable que cuando no existe el SPICCC, el SPICCL se pluriemplea para confeccionar también conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta.

Aquí hemos podido apreciar como el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga de Darwin construye una implicación causal de 5 imágenes (un razonamiento de alta complejidad) para arribar por esta vía a un conocimiento en forma de implicación causal de cadena corta.

A partir del momento en el que Darwin llega a esta conclusión su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga auxiliado por su sistema Creatividad comienza a confeccionar “cortos cinematográficos” (implicaciones causales de cadena larga) a partir de las imágenes de los animales que se encuentra y de las imágenes del hábitat en donde viven, que le permiten “ver” en su mente como un determinado hábitat transformaría la forma y el comportamiento de un animal que vive en él.



Fig. 8. Las diferentes variedades de pinzón que encontró Darwin en cada una de las Islas Galápagos le condujo a pensar que el fenotipo y el psicotipo de los animales se transforma para adaptarse al medio en el que vive.

La unión de los dos conocimientos básicos de la teoría de la selección natural

Se integran en la mente de Darwin los dos principales conocimientos que acabamos de exponer

Disponiendo de los dos conocimientos anteriormente mencionados (en forma de implicación causal de cadena corta), su sistema cognitivo los integra en una implicación causal de cadena larga. Si la tierra cambia (imagen causa inicial) p , también cambian los recursos nutritivos de los que se disponen (imagen consecuencia de la imagen anterior y a la vez causa de la imagen posterior) q y si cambian los recursos alimenticios, los animales tienen que variar su forma y comportamientos de manera de ser capaces de aprovecharse de estos (imagen consecuencia de la imagen anterior y a la vez causa de la imagen posterior) s . Así que después de un cambio

radical en el hábitat, con el tiempo, los animales que viven en la zona se vuelven diferentes de los que había antes del cambio (imagen causa final) **s**.

Veamos esta implicación causal de cadena larga superpuesta sobre la sección negación y sobre la sección condicional de la matriz Lógico Comparativa.

Si p cambia, p no = p y p = q, entonces q cambia, q no = q.

Si q cambia, q no = q y q = r, entonces r cambia, r no = r.

Si r cambia, r no = r y r = s, entonces s cambia, s no = s.

El porqué de la derivación de unas especies en otras. Darwin descubre la teoría de Thomas Robert Malthus.

Similitud entre las dos teorías.

El padre del evolucionismo sabía cómo había sucedido la evolución, ahora le faltaba averiguar el por qué. ¿Cuál era el motor que la había impulsado? Darwin conoció el estudio realizado por Thomas R. Malthus que explicaba que el incremento de la producción de recursos era menor que el crecimiento poblacional (imagen causa inicial) **p** y ello provocaba una competencia **q** de la que salían victoriosos los sujetos mejor adaptados (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **r**. Y como resultado sus características se convertían poco a poco en mayoritarias en la población (consecuencia final) **s**.



Fig. 9. La teoría de *Thomas Malthus* fue la idea que permitió al sistema Creatividad de Darwin aportar la importantísima asociación de conocimientos que le permitiría completar su teoría de la selección natural.

Como hemos argumentado anteriormente, la capacidad cognitiva de Darwin le había permitido arribar a una implicación causal de cadena larga muy parecida a la de la teoría de Malthus. En ese momento él ya sabía que la orografía cambiaba constantemente (imagen causa inicial) **t** y que cuando cambia el relieve de una zona, cambia la vegetación (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **u** por lo que hay pocos alimentos de los que antes había y poco a poco aparecen nuevos alimentos (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **v** así que los animales necesitan cambiar de manera de poder acceder a

estos nuevos recursos con más efectividad (imagen consecuencia final) **w**.

En este momento el SPICCL de Darwin proyecta miles de veces ambas teorías en su mente hasta que se colocaron en la sección Comparación de la Matriz Lógico Comparativa.

Teoría de Malthus. **p q r s**

Teoría de Darwin. **t u v w**

Mostrémoslo.

p q r s
t u v w

Esto permitió que el resto de su capacidad cognitiva viera claramente que **p = v** y **que r = w**.

A partir de aquí solo era necesario que su Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga, en correspondencia con la información que brinda la sección comparación de la Matriz Lógico Comparativa, sustituyese, en la teoría de T. Malthus, **p** por **v** y **r** por **w** para construir la nueva implicación causal de cadena larga que le permitiría a Darwin comprender por qué unas especies se transformaban en otras, cual es el motor que impulsa la evolución.

La nueva teoría

Describamos la nueva configuración **v q w s** de la teoría de Darwin. La carencia de alimentos accesibles y la abundancia de alimentos de difícil acceso (imagen causa inicial) **v** provoca una competencia (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **q** de la que salen victoriosos los que mejor se adaptan (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **w** y como resultado sus características se convertirán poco a poco en mayoritaria en la población (imagen consecuencia final) **s**. A esta implicación causal de cadena larga solo hay que añadirle la primera parte de lo que Darwin ya había descubierto **t u** para completarla.

Veamos el proceso ocurrido en la sección comparación de la matriz Lógico Comparativa.

p q r s
t u v w

Resultado **v q w s**

Describamos la nueva configuración al completo. **t u v q w s**.

La orografía cambia constantemente (imagen causa inicial) **t** y cuando cambia el relieve cambia la vegetación (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **u**, esto provoca carencia de alimentos accesibles y abundancia de recursos de difícil acceso (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **v**, esto provoca una competencia (imagen causa de la imagen anterior y consecuencia de la imagen posterior) **q** de la que salen victoriosos los que mejor se adaptan (imagen consecuencia de la imagen anterior y causa de la imagen posterior) **w** y como resultado final sus características se convierten en

mayoritarias en la población (consecuencia final) s. La capacidad cognitiva de Darwin había construido nada menos que la Teoría de la Selección Natural.

Veamos el proceso ocurrido en la sección comparación de la Matriz Lógico Comparativa.

p q r s
t u v w
v q w s
Resultado final. t u v q w s

Así previsiblemente quedaría configurada en la mente de Darwin la genial teoría que ha guiado los pasos de generaciones y generaciones de biólogos evolutivos hasta la actualidad.

Como mencionamos, un poco más adelante explica-remos el que creemos fue el último gran hito de la evolución humana, en ese espacio analizaremos porqué algunas personas, que como consecuencia de no contar entre sus estructuras cognitivas con el SPICCC disponen de una configuración cognitiva especialmente cualificada para la confección de implicaciones causales de cadena larga (los síndrome de Asperger con un gran sistema Creatividad) consiguen desarrollar las grandes teorías científicas que han revolucionado nuestro mundo. Esto podría ser así debido a que, como hemos podido apreciar en este ejemplo, los procesos lógicos de alta complejidad que son imprescindibles para construir una teoría científica (esta variedad de razonamientos) son implicaciones causales de cadena larga).

Conocimientos elaborados por el método de visualizar el factor común. El uso cotidiano de la Matriz lógico comparativa

Andy no asocia lo que ha hecho con el castigo si ambas cosas no ocurren al unísono

Recientemente he conocido a Andy, un bichón maltés adulto a quien su dueña regaña cuando descubre, mucho después de que cometiera la falta, que ha hecho sus necesidades donde no debía, con bastante poca efectividad, por cierto. Porque para que Andy y el resto de mamíferos adultos puedan establecer una relación causal (asociación) entre el castigo y su causa es preciso que el regaño suceda exactamente en el mismo instante en el que el sujeto comete el error, porque solo de esta manera se puede producir automáticamente (sin la intervención de los motores de búsqueda 2) la asociación entre la infracción de la norma y el castigo.

¿Por qué el resto de los mamíferos y aves adultos son incapaces de encontrar de manera voluntaria la causa de los problemas a los que se enfrentan?

El empleo de los motores de búsqueda del tipo 2 (el pensamiento)

Para encontrar la causa a un determinado dilema es preciso emplear el método de encontrar el factor común. ¿Cómo sucede esto? Cuando no sabemos el por qué nos ha sucedido algo nuestros motores de búsqueda comienzan a extraer (mientras pensamos) de los archivos de nuestras diferentes memorias recuerdos de situaciones muy similares a la que estamos tratando de resolver, es decir, situaciones en las que las consecuencias que experimentamos son en alguna medida similares a las que acabamos de sufrir. Estos recuerdos se van colocando en el hueco pertinente de la Matriz Lógico Comparativa y ello es precisamente lo que nos permite visualizar las semejanzas y diferencias entre los acontecimientos que ocasionaron la consecuencia que queremos evitar. Cuando observamos que la misma causa se repite varias veces damos por hecho que esta también es la causa que podría estar provocando el problema al que nos enfrentamos.

Si un perro adulto como Andy dispusiera de los motores de búsqueda 2 podría, del mismo modo, sacar de sus archivos y encender en su mente todos aquellos recuerdos de los momentos en los que fue regañado por su dueña. Esto le permitiría, sin dudas, utilizando su matriz Lógico comparativa llegar a la conclusión, por el método de la extracción del factor común, de que está siendo regañado por hacer sus necesidades donde no debe, circunstancia que no sucede. El hecho de que las aves y mamíferos adultos no sean capaces de aprender a menos de que la causa y el efecto sucedan de manera continua (aprendizaje involuntario) es un hecho que podría estar diciéndonos que no disponen de los Sistemas Procesadores de Implicaciones Causales, de los motores de búsqueda 2. Continuaremos profundizando en este importantísimo tema más adelante.

Distinta cualificación de la capacidad cognitiva en las diferentes especies de primates

Estructura piramidal de la cognición

La cognición es un fenómeno de tres componentes, el primero de ellos es la capacidad, involuntaria o voluntaria de crear nuevos conocimientos, el segundo es la capacidad para almacenar dichos conocimientos y el tercero es la facultad para poder disponer de ellos cuando se les precise, tanto en forma de conocimientos como en forma de comportamientos. Estos conocimientos almacenados tienen dos utilidades, la primera de ellas es la de convertirse en información de referencia y en información de procedimiento para luego transformarse en comportamientos. Y el segundo destino de los conocimientos almacenados es el de servir de

base mnésica a partir de la cual elaborar conocimientos más complejos. Esto es precisamente lo que convierte la capacidad cognitiva en un fenómeno piramidal. Sobre una gigantesca base de conocimientos simples se erigen capa por capa conocimientos cada vez más complejos hasta la culminación en un reducido puñado de conocimientos de gran complejidad (por lo que hay que conocer para poder llegar a ellos) como por ejemplo $E=MC$ al cuadrado.

Los nuevos conocimientos se forman a partir de los conocimientos que ya tenemos

Comprender como funciona el metacrilato

Mark Hauser sometió a un grupo de monos tamarín *Saguinus imperator* a una prueba con una caja de metacrilato transparente con una abertura por la que tenían que meter la mano para sacar el alimento que se les había puesto dentro. En la primera parte del estudio los tamarín no lograron sacar la comida porque intentaban meter la mano a través de la pared de metacrilato. En un segundo momento Hauser les puso una caja idéntica pero opaca con la cual no tuvieron ninguna dificultad para extraer la comida a través de la apertura. Después se les volvió a poner la caja de metacrilato transparente, pero esta segunda vez los tamarín buscaron la apertura y extrajeron a través de ella la comida (Hauser 1999). Juan Carlos Gómez nos explica que este experimento demostró que el incremento de la complejidad de las representaciones (en este caso, de los conocimientos acerca de la caja de metacrilato transparente que adquirieron los tamarín gracias a su trabajo con la caja opaca) que somos capaces de conseguir son la base sobre la que se erigen comportamientos cada vez más complejos destinados a la supervivencia. Además, el ser capaces de obtener cada vez conocimientos más complejos acerca de como funciona el mundo físico y social en el que existimos es la base que nos permitirá elaborar conductas cada vez más eficientes destinadas a controlar nuestros impulsos inmediatos cuando estos sean opuestos a nuestro propósito a largo plazo Gómez (2007)

Los rastrillos

En 1945 el psicólogo H.G. Birch sometió a un conjunto de chimpancés nacidos en cautividad, con los cuales se había tenido el cuidado de que no entraran en contacto con palos ni objetos con esta forma alargada y fina, a las mismas pruebas que Köhler había propuesto a sus chimpancés en Tenerife casi treinta años antes. Se colocó una pieza de fruta de manera que no la podían alcanzar con la mano y a su lado dejaron un rastrillo con el que podían atraer la fruta hacia ellos. En un primer momento los chimpancés

fueron por completo incapaces de resolver el problema. Después de este fracaso inicial se colocó en la estancia de los póngidos algunos palos y bastones (no rastrillos) y Birch anotó cuidadosamente todas las interacciones y manipulaciones de los sujetos con los palos. Todos los sujetos llegaron a utilizar los palos para tocar cosas o a sus compañeros, pero ninguno los utilizó como rastrillo para atraer cosas hacia sí. Después de haberse familiarizado con los palos se les volvió a someter a la misma prueba. En este segundo momento todos los sujetos fueron capaces a la primera de coger el rastrillo, colocarlo detrás de la pieza de fruta y de arrastrarla hacia ellos (Birch 1945). Juan Carlos Gómez (Gómez 2007) nos dice que los resultados de Birch encajan con las ideas de Köhler, los chimpancés producen acciones nuevas (nuevos comportamientos) guiados por su percepción o comprensión, pero esta comprensión no emerge automáticamente a partir de la simple percepción de la situación, sino que es necesario que los sujetos dispongan de algún conocimiento previo, en este caso, acerca de los palos. Estos resultados también coinciden con la idea de Piaget acerca de como funciona la inteligencia sensoriomotriz, según él, las nuevas acciones (los nuevos comportamientos complementarios) aparecen a partir de acciones que ya existen (comportamientos base o comportamientos complementarios innatos) gracias a un proceso de transformación organizada en el que interviene la experiencia previa y la comprensión del asunto que hay que solucionar (en la que interviene la capacidad cognitiva).

Los conocimientos que tenemos en un momento dado son la base cognitiva que utilizamos para explicarnos en ese momento como funciona el entorno físico y social en el que vivimos

Del equilibrio somático al equilibrio visual y de este al equilibrio somático-visual

En un interesante experimento se pide a niños de cuatro años que contrabalancen distintos bloques de madera colocados transversalmente sobre una varilla horizontal. A esta edad los niños mostraron ser incapaces de elegir por medio de la vista una configuración estable que hiciese que el bloque de madera se mantuviese en equilibrio. Lograron el objetivo moviendo cuidadosamente los bloques hasta que “sentían” propioceptivamente que habían quedado en equilibrio (Karmiloff-Smith e Inhelder 1975). Este es el mismo método que utilizan los chimpancés cuando hacen torres de cajas con la finalidad de atrapar un plátano colgado a gran altura. Mover el bloque o apilar las cajas hasta lograr la imagen propioceptiva de equilibrio (imagen causa), el bloque o las cajas que apilan los chimpancés

quedan correctamente balanceados (imagen consecuencia).



Fig. 10. Al parecer el conocimiento propioceptivo constituye la base a partir de la cual los primates comenzamos a comprender como podemos manejar y manipular las cosas de nuestro entorno.

Contrariamente los niños con 6 años lograron resolver desde el primer momento la tarea, basándose en información visual encontraron el centro de equilibrio de los bloques. Colocar el centro geométrico del bloque encima de la varilla (imagen causa) el bloque queda en equilibrio (imagen consecuencia). Aquí se puede apreciar claramente como los niños de 4 años utilizan el conocimiento que disponen en ese momento, el propioceptivo para resolver la tarea de contrabalancear cosas. Sin embargo, en el transcurso de los 4 a los 6 años los niños adquieren el conocimiento de que el centro geométrico de algo (imagen causa) es su centro de equilibrio (imagen consecuencia) Y a partir de ese momento dejan de usar el viejo conocimiento para resolver el importantísimo problema de equilibrar el universo de cosas con las que tiene que lidiar un ser humano y emplean en exclusivo el nuevo conocimiento basado en información visual.

En un segundo momento del estudio se da a los niños bloques trucados que tenían un peso escondido en uno de sus extremos. Los niños de 6 años intentaban una y otra vez balancear los bloques según la información visual a pesar de fracasaban en cada intento porque no son capaces de descubrir que pasa algo raro con los bloques que les han dado. Paradójicamente los niños de 4 años resolvían el problema sin muchas dificultades utilizando la información propioceptiva. A los 8 años los niños no tienen ninguna dificultad para poner en equilibrio los bloques normales y los trucados, siendo capaces de explicar que algunos bloques, los trucados, deben tener un peso oculto (Karmiloff-Smith e Inhelder 1975). Esto quiere decir que entre los 6 y los 8 años los niños han adquirido el conocimiento que les dice que no siempre el centro geométrico de algo es su centro de equilibrio (imagen consecuencia) porque no todas las partes de una cosa pesan lo mismo (imagen causa). Este conocimiento es el que les permite intuir que un bloque simétrico que no queda en equilibrio cuando se le coloca sobre su centro geométrico (imagen consecuencia) tiene un peso oculto en uno de sus lados (imagen causa). El hecho de que

utilicemos los conocimientos que disponemos en un momento dado para tratar de explicarnos como funciona el medio físico y social en el que vivimos hace que estos conocimientos existentes se conviertan en la base a partir de la que construiremos los nuevos conocimientos-comportamientos.

Probables causas de la distinta cualificación de la capacidad cognitiva en las diferentes especies de primates

El tamaño del cerebro necesariamente se ajustaría a las necesidades de su portador

Lo primero que tenemos que tener en cuenta es que un cerebro con más neuronas en la corteza asociativa siempre es un cerebro que gasta mucho, así que es lógico suponer que el sistema cognitivo solo incrementaría su capacidad de trabajo en las especies que realmente lo precisan. Aquellas en las que los sujetos necesitan inferir conocimientos que de ninguna manera serán percibidos, como es el caso de los arrendajos (primera parte del artículo), que nunca llegan a ver a otro robando su comida y, en consecuencia, necesitan inferir que es otro miembro de su grupo quien la sustrae. Me refiero a las especies sociales, la interrelación social precisa de teoría de la mente y la teoría de la mente, como vimos, requiere de estructuras cognitivas (especialmente el SPICCC) en funcionamiento, capaces de hacer inferencias mediante el empleo de la Matriz Lógico Comparativa. Esta idea nos conduce a pensar que la capacidad de trabajo del sistema cognitivo y el grado de complejidad de los conocimientos que se pueden confeccionar podría ser bastante diferente entre una especie y otra.

Si todos los primates disponemos, en principio, de las mismas estructuras cognitivas, ¿Por qué algunos son mucho más inteligentes que otros? Esta es una pregunta con tres respuestas.

Causa 1. Debido a que la cognición es un fenómeno piramidal, circunstancia por la cual la complejidad de los conocimientos dependería del tamaño de la corteza prefrontal dorsolateral

La cantidad y complejidad de conocimientos que podría elaborar una estructura cognitiva dependería de la capacidad de la que disponga en su corteza prefrontal dorsolateral para almacenar dichos conocimientos. La corteza prefrontal dorsolateral es el lugar en el que predicablemente los primates guardamos nuestros conocimientos (Grafman 1994; Grafman Holyoak y Boller 1995; Allegrí y Harris 2001). (Stuss y Alexander 2000; Tirapu-Ustárróz et al. 20008a). (Kykió et al 2002, Maril, Simons, Mitchel y Schwartz 2003, Stuss y Levine 2002).

Como anteriormente explicamos, la cognición es un fenómeno piramidal, ello quiere decir que,

al ser los conocimientos previos la base a partir de la cual se construyen los nuevos conocimientos, estos últimos siempre serán de un grado superior de complejidad que el de los conocimientos que sirvieron de materia prima para su elaboración y así sucesivamente. En consecuencia, si no crece el número de conocimientos que atesoramos, jamás se incrementará su complejidad. Ello es lo que nos conduce a concluir que la cualidad del trabajo de los motores de búsqueda (el mayor grado de complejidad de los conocimientos que estos elaboren) dependerá de la cantidad de conocimientos que sea capaz de almacenar su corteza prefrontal dorsolateral. De aquí que una corteza prefrontal dorsolateral más grande, como la de los simios antropomorfos, permitiría que los motores de búsqueda de estos fabricasen conocimientos de mucha más complejidad que los de otros primates. Aunque el tamaño del individuo no tendría que ser necesariamente equivalente al tamaño de su corteza prefrontal dorsolateral (los monos capuchinos son una prueba de ello).

Causa 2. La envergadura de la corteza prefrontal dorsolateral determinaría el tamaño y por tanto la capacidad de trabajo de los motores de búsqueda del tipo 2

La tarea que desempeñan los motores de búsqueda, en principio, podría ser muy sencilla, buscar y extraer la información que necesitamos para encenderla en la mente muchas veces para que terminen asociándose entre sí. Por ejemplo, cuando hablamos el área de Wernicke busca las palabras que nos permitirán decir lo que pensamos al mismo tiempo que el área de Broca busca las secuencias somáticas y de movimientos relacionadas con la pronunciación de dichas palabras. Tengo la impresión de que se trata de un mecanismo de búsqueda muy básico, cuya manera de encontrar las informaciones estaría estrechamente vinculada a la manera y orden en el que se guardan los conocimientos. Por lo que, si hay más información guardada, necesariamente el sistema de búsqueda tiene que ser más grande. Así un crecimiento del área de almacenaje, de la corteza dorsolateral, ineludiblemente vendría aparejado con un crecimiento de la capacidad de búsqueda, en este caso, de los motores de búsqueda del tipo 2, el SPICCC y el SPICCL.

Causa 3. La característica del desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas podría hacer que estas trabajasen durante más tiempo, y en consecuencia se puedan confeccionar más conocimientos-comportamientos, en aquellas especies que disfrutaran de cuidados parentales más prolongados

Debido a la complejidad y a la importancia de este tema, en el marco del artículo que

exponemos, vamos a desarrollar todo un espacio dedicado a esta cuestión.

Para concluir este acápite me gustaría decir que con toda probabilidad la capacidad de una especie para elaborar conocimientos-comportamientos más complejos y sofisticados podría estar directamente determinada por la envergadura de los almacenes (el tamaño de la corteza prefrontal dorsolateral) en los que se deposita esta información (el código o la manera de mandarla a construir). Esto es debido a que la cognición es un fenómeno piramidal y a que la potencia de la capacidad de búsqueda (de los motores del tipo 1 y 2) predeciblemente dependería directamente de la envergadura de la capacidad de almacenaje, del tamaño de la corteza dorsolateral.

Las estructuras cognitivas, las áreas de asociación sensorial y el SPICCC y el SPICCL (nuestros motores de búsqueda 2), al parecer, funciona durante toda la vida únicamente en nosotros los seres humanos

Si todas las aves y mamíferos, presumiblemente, disponen de estructuras cognitivas (las áreas de asociación voluntaria sensoriales y los dos sistemas procesadores de implicaciones causales, nuestros motores de búsqueda del tipo 1 y 2) y de una Matriz Lógico Comparativa y en consecuencia tienen la capacidad de realizar aprendizaje voluntario de conocimientos-comportamientos, ¿por qué solo nosotros los humanos hemos sido capaces de crear una cultura tecnológica científica tan significativamente destacada?

La hipótesis de este autor

En el presente estudio estamos defendiendo la idea, presentada en el libro *“La Historia de Mary: El Surgimiento de los Homínidos”*, de que las estructuras cognitivas pudieran existir (con mayor o menor grado de capacidad de funcionamiento) en todos los seres con corteza cerebral. Pero, solo en nosotros los humanos estas estructuras que permiten realizar aprendizaje voluntario funcionarían durante toda la vida, porque en el resto de especies (aves y mamíferos) es posible que los motores de búsqueda del tipo 1 y 2 pudieran dejar de trabajar un poco después de que los sujetos comienzan sus vidas como adultos independientes.

Nuestra propuesta es que: este importantísimo cambio en el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas (el que los motores de búsqueda del tipo 1 y 2 no desaparezcan después de la pubertad, sino que continuaran funcionando durante toda la vida) sucedió al primer homínido, Mary, y a partir de este ser capaz de realizar aprendizaje voluntario durante toda su existencia surgiría el linaje homínido (Pérez-Ramos 2010).

Creemos que este importantísimo cambio crearía las condiciones necesarias e imprescindibles para que se produjese el posterior proceso evolutivo que condujo hasta nuestra especie. De esto hablaremos más adelante porque antes es preciso que expliquemos un par de cuestiones más, entre ellas, tratemos de argumentar la hipótesis de que los motores de búsqueda del tipo 2 desaparecen en aves y mamíferos después de la pubertad.

Nota. Como explicaremos, este cambio nos convertiría en una variedad de animal diferente de cuantos habían existido y cuantos existen en nuestro planeta y, además, debido a que consideramos que a partir de él se iniciaría el proceso que condujo hasta nosotros (esto lo iremos analizando en los siguientes acápite), creemos conveniente denominar a Mary como la primera homínida. Alejándonos así del concepto homínido relacionado con cambios como la bipedestación, que como intentaremos mostrar en este artículo, necesariamente tuvieron que suceder después de que se generalizara la modificación genética que hace que su portador pueda realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida.

Fig. 11. Cerebro chimpancé joven arriba y cerebro humano joven debajo. Los motores de búsqueda del tipo 1 (en naranja) y los motores de búsqueda tipo 2 (en amarillo) funcionarían en todos los primates desde el nacimiento, haciendo posible con su trabajo el aprendizaje voluntario de nuevos conocimientos-comportamientos.

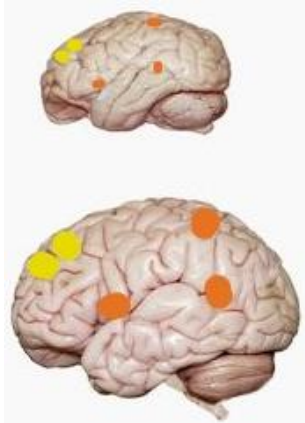
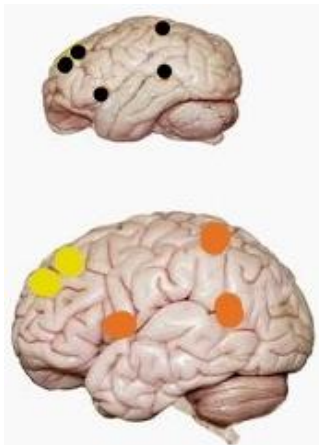


Fig. 12. Cerebro chimpancé adulto arriba, cerebro humano adulto debajo. Los motores de búsqueda del tipo 1 (naranja) y del tipo 2 (amarillo) dejarían de funcionar en todos los primates cuando se convierten en adultos independientes, excepto en la nueva línea de seres surgidos a partir de Mary, la hembra que predeciblemente sufrió el importantísimo cambio mencionado (los motores de búsqueda 1 y 2 no desaparecen de su cerebro después de la pubertad, sino que funcionarían durante toda la vida) y logró transmitir la información genética que lo codificaba a su descendencia. Así creemos que aparecieron los homínidos, los animales capaces de realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida.



Nota. Estas imágenes, que indican donde se encuentran las áreas del cerebro que se activan cuando pensamos (motores de búsqueda 2, en amarillo) y las áreas de asociación (motores de búsqueda 1, en naranja), se hacen a partir de ilustraciones que aparece en Carter (2002).

Una idea muy parecida a la nuestra

El psicólogo evolutivo Jonas Langer, profesor del departamento de psicología de la universidad de California de Berkeley, considera que desde nuestro nacimiento todos los primates disponemos de las estructuras cognitivas que nos permiten adquirir información en los ámbitos, físico, lógico y matemático y que las diferencias entre la capacidad cognitiva de los diferentes grupos de primates, simios antropomorfos y humanos se deben al diferente desarrollo heterocrónico de dichas capacidades (diferencias en el momento en el que se inicia y termina su funcionamiento). Langer (2000a) y Langer (2000b).

Por su parte este autor argumenta que es posible que un cambio heterocrónico en las instrucciones genéticas que activan el proceso de apoptosis neuronal que debe eliminar las estructuras cognitivas (motores de búsqueda del tipo 1 y 2) pudo hacer que dicho proceso de muerte celular se retrasase tanto que no se produciría hasta la etapa final de la vejez o en ningún momento de la vida del sujeto. Como resultado de ello el portador de las instrucciones genéticas que codifican este cambio heterocrónico sería capaz de realizar aprendizaje voluntario durante casi toda su vida o durante toda ella. Lo que a su vez crearía las condiciones necesarias para que ocurriese a partir de los descendientes de este sujeto, Mary, el proceso de hominización que condujo hasta nosotros (Pérez-Ramos 2010).



Fig. 13. Para el psicólogo evolutivo Jonas Langer, como para quien escribe este artículo, el ser humano, en última instancia, es producto de una variación heterocrónica del desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas (motores de búsqueda 1 y 2).

Una gran contradicción. Si las estructuras cognitivas, los motores de búsqueda, son tan beneficiosas, ¿por qué tendrían que ser eliminadas?

Nos toca en este instante intentar explicar algo que es a priori completamente incomprensible.

Veamos. El funcionamiento durante toda la vida de la capacidad para realizar aprendizaje voluntario es la causa de que una especie como la nuestra haya logrado el desarrollo tecnológico y científico del que disfrutamos. Algo tan sumamente beneficioso no es lógico que sea desactivado, ni en los primates, ni en los chimpancés, ni en ninguna otra especie que lo posea.

Nota. Cuando nos referimos al funcionamiento de una estructura cognitiva no estamos hablando de la posibilidad de disponer de los conocimientos que yacen almacenados en ella, sobre todo de los conocimientos-comportamientos que forman parte de la función ejecutiva, esto es perfectamente posible durante toda la vida del sujeto a través del sistema de asas. De hecho, en nuestro caso la función ejecutiva, la inmensa mayoría de las veces, trabaja de manera automática por intermedio del sistema de asas (la similitud entre el estímulo señal que se presenta y la información de referencia del propio comportamiento que se activa) cuando se trata de interactuar con el medio para cumplir alguna función vital. En otras palabras, la gran mayoría de las acciones que desempeñamos durante el día ocurren de manera autónoma, sin la participación de las estructuras cognitivas, gracias al sistema de asas en el que basa su funcionamiento nuestra función ejecutiva.

Cuando hablamos de tiempo de funcionamiento de una estructura cognitiva nos referimos únicamente al tiempo durante el cual las estructuras cognitivas son capaces de crear conocimientos de manera voluntaria a través de su capacidad para rebuscar en los archivos de las diferentes memorias, incluidos los suyos, y encender en la mente aquellas informaciones que precisamos para que se produzca la asociación entre ellas, mediante ese proceso que hemos denominado pensamiento.

Al encenderse en la mente muchas veces una determinada implicación causal los circuitos neuronales que construyen las imágenes que vemos en nuestra mente terminan por interconectarse, se asocian entre sí. Y esta asociación de imágenes, la implicación causal, es el nuevo conocimiento. Es por ello que los motores de búsqueda del tipo 1 y 2, como se ha explicado a lo largo de este artículo, son las estructuras que nos permiten confeccionar de manera voluntaria (muy rápidamente) las asociaciones que son nuestros conocimientos. En resumen, el tiempo de funcionamiento de las estructuras cognitivas

sería el tiempo durante el cual las aves y mamíferos somos capaces de realizar aprendizaje voluntario de conocimientos-comportamientos.

¿Por qué razones podrían dejar de funcionar las estructuras cognitivas en aves y mamíferos a partir de que los individuos se hacen adultos independientes?

Como hemos propuesto, el trabajo de las estructuras cognitivas las áreas de asociación, el SPICCC y el SPICCL (motores de búsqueda del tipo 2), consiste en extraer, cuando pensamos, memorias, imágenes, conocimientos y recuerdos de los diferentes archivos de la memoria y proyectarlos en la mente para utilizar dichas imágenes como modelo cuando queremos aprender un nuevo procedimiento o proyectarlas en la mente cuando queremos elaborar un nuevo conocimiento que nos permita resolver un problema existencial. ¿Dónde radica el inconveniente de tener estructuras cognitivas?

Las estructuras cognitivas (SPICCC y SPICCL) activan los códigos (redes neurales) que permiten la construcción de las imágenes que forman parte de todo lo que estamos viendo en la mente mientras pensamos, pero esas imágenes que vemos, realmente se construyen en las distintas cortezas sensoriales (Carter 2002; Damasio 2007; López-Aranda et al 2009) gracias al código (una determinada red neuronal) activado por estos motores de búsqueda en la corteza prefrontal dorsolateral. Y aquí está uno de los grandes inconvenientes del sistema cognitivo, las cortezas sensoriales también confeccionan las imágenes que percibimos (Carter 2002), de manera que mientras estamos pensando, estas están construyendo las imágenes de recuerdos, conocimientos, vivencias así que no pueden construir las imágenes que están siendo captadas por los diferentes receptores sensoriales (vista, oído, tacto, olfato, receptores propioceptivos y gusto) (Carter 2002). Es decir, cuando pensamos nuestra percepción del entorno es sumamente deficiente y en consecuencia la posibilidad de reaccionar atinada y convenientemente a los retos de la vida en un hábitat natural es muy deficiente debido a que, mientras pensamos, somos incapaces de percibir una gran parte de la información proveniente del medio que es cardinal a la hora de ofrecer la mejor respuesta posible (Pérez-Ramos 2010). Esto es precisamente lo que sucede a las personas con SAD (síndrome de atención deficitaria). Al tener unas estructuras cognitivas que no pueden parar de funcionar (su pensamiento está en constante ebullición) dejan de percibir una gran parte de los acontecimientos que suceden a su alrededor y como consecuencia se vuelven incapaces de actuar convenientemente ante estímulos sociales o de cualquier otra índole. Un poco más adelante volveremos al tema del SAD.

Así que mientras estén en funcionamiento las estructuras cognitivas, la posibilidad de que un sujeto pueda sobrevivir de manera independiente en su hábitat natural estaría en alguna medida mermada debido a que la capacidad para percibir peligros y oportunidades está bastante perjudicada.

Por otra parte, cuando pensamos las estructuras cognitivas rebuscan entre los archivos de la memoria y encienden en nuestra mente las informaciones que pudieran servir para solucionar un problema existencial en el que de pronto nos vemos envueltos. Todo este proceso de búsqueda de soluciones retrasa la capacidad de respuesta muy por debajo de los parámetros que permiten la supervivencia en el hábitat natural. Circunstancia que impide que cualquier animal, en este caso con corteza cerebral, pueda interactuar satisfactoriamente con su entorno mientras funcionen sus motores de búsqueda porque su capacidad para reaccionar a tiempo ante los peligros y las oportunidades está extremadamente ralentizada (Pérez-Ramos 2010). Este es el segundo gran inconveniente de mantener funcionando la capacidad de aprendizaje.



Fig. 14. En una escena del filme “El último Samurai”, el maestro de espada japonesa le recrimina al personaje que interpreta Tom Cruise: “piensas demasiado, si quieres ser verdaderamente rápido tienes que dejar de pensar”. Y en realidad esto es lo que sucede, cuando pensamos se ralentiza nuestra capacidad de respuesta muy por debajo de los límites que garantizan la supervivencia de los individuos en su hábitat natural. Ello es la razón por la que predicablemente las estructuras cognitivas, excepto en nosotros los humanos, solo funcionan durante la etapa de vida tutelada de aves y mamíferos.

funcionando la capacidad de aprendizaje es su alto consumo energético. Recientes estudios han demostrado que la acción solo consume el 5% de la energía que utiliza el cerebro mientras que el circuito neuronal por defecto, el que incluye el pensamiento (los motores de búsqueda) consume entre el 60-80% de la glucosa destinada al cerebro (Alonso 2017). Un consumo energético de tal calibre es muy difícil de mantener para un sujeto que tiene que hacerse cargo de tareas como

la defensa, el cuidado y la alimentación propia y de sus hijos.

Si es tan perjudicial para un sujeto el funcionamiento de las estructuras cognitivas, ¿qué permitió su existencia?

El hecho de que el funcionamiento de las estructuras que permiten realizar aprendizaje voluntario ralentice la capacidad de respuesta e impida al sujeto portador interactuar convenientemente con su entorno es la razón por la que, al parecer, excepto aves y mamíferos, ningún otro animal dispone de estructuras cognitivas. La capacidad de “pensar” (extraer información y proyectarla en la mente a voluntad) solo pueden funcionar cuando el responsable de la manutención, el cuidado y la protección del sujeto capaz de realizar aprendizaje voluntario es otro individuo (el progenitor). De aquí que la prolongación en el tiempo de los cuidados parentales, característica de aves y mamíferos, probablemente fuese la condición imprescindible y necesaria para que pudieran aparecer las áreas de asociación voluntaria sensoriales, el Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Corta y el Sistema Procesador de Implicaciones Causales de Cadena Larga (los motores de búsqueda del tipo 1 y 2) y con ellos, la posibilidad de aprender de manera voluntaria.

¿Por qué Mary y sus descendientes portadores del nuevo cambio (mantener las estructuras cognitivas funcionando durante toda la vida) pudieron sobrevivir y transmitir sus genes a las postreras generaciones?

Como acabamos de explicar, sería tremendamente perjudicial para los sujetos adultos, que tienen que vivir de forma independiente, el mantener funcionando las estructuras cognitivas. Sin embargo, hemos propuesto que el cambio que hizo que surgiésemos los homínidos consistió en que a un primate común (Mary), no le desaparecieron las estructuras cognitivas después de convertirse en adulto independiente y así se convirtió en primer ser capaz de realizar aprendizaje voluntario durante toda su vida y aquí nos damos de bruces contra una gran paradoja.

¿Cómo alguien portador de una discapacidad tan pernicioso, de una tara tan perjudicial para su correcto desenvolvimiento (el mantener funcionando las estructuras cognitivas siendo responsable de su cuidado, protección y manutención), no solo fue capaz de sobrevivir, sino también pudo transmitir sus genes a la descendencia? En “La huella de Mary: El surgimiento de los homínidos” (Pérez-Ramos 2010) ofrecemos una detallada respuesta a este interrogante, no obstante, intentaremos volver a explicar este asunto aportando nuevos argumentos.

La historia predecible de como los descendientes de Mary terminaron por convertirse en la inmensa mayoría de la población y en especie

Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad sufrirían SAD (síndrome de atención deficitaria)

El problema de mantener activa durante toda la vida las estructuras cognitivas

Como explicamos anteriormente, el uso de los motores de búsqueda, cuando pensamos, ralentiza la capacidad de respuesta muy por debajo de los límites necesarios para la supervivencia. Además, cuando pensamos, también dejamos de percibir lo que sucede a nuestro alrededor y se multiplica exponencialmente el gasto energético que debe soportar el sistema basal.

La importancia de prestar atención

La vida consiste en ir resolviendo paulatinamente una interminable secuencia de asuntos y problemas que se nos van presentando como por ejemplo: ir a por la comida ahora o esperar a que el depredador se aleje un poco, peleo con este tío o me doy media vuelta porque es mucho más grande que yo, cojo esta piedra para abrir la nuez y la llevo hasta el yunque o voy al yunque y allí busco a ver si hay una piedra que me sirva de martillo, entro primero al estanque para beber el agua más limpia o dejo que otros entren antes que yo por si hay depredadores. Como anteriormente explicamos, nuestros conocimientos son implicaciones causales que mayoritariamente son construidas por los motores de búsqueda del tipo 2 a partir de las imágenes que percibimos provenientes de las vivencias que estamos experimentando. Si nuestra percepción no es capaz de encender dichas imágenes en el cerebro debido a que los mecanismos que las generan están siendo empleados en otras tareas como recordar o pensar, jamás se podrán elaborar a partir de ellas los conocimientos-comportamientos que nos permitirán sobrevivir puesto que dichas imágenes ni se perciben, ni se graban en la memoria. El hecho de que si no se presta atención cuando las circunstancias lo requieren no se pueden confeccionar los conocimientos-comportamientos que precisamos para competir por la vida nos indica que es tremendamente importante para la supervivencia el que los sujetos sean capaces de controlar sus estructuras cognitivas debido a que cuando estas trabajan la percepción no funciona.

El control de las estructuras cognitivas

En mamíferos y aves es muy probable que el comportamiento base Curiosidad (del que

seguiremos hablando un poco más adelante) además encargarse de la atención-percepción, se encargue del funcionamiento de los motores de búsqueda ya que de su funcionamiento depende el que seamos capaces de confeccionar los conocimientos-comportamientos complementarios que nos permitirán sobrevivir y transmitir los genes a la descendencia. Para ello, como el resto de comportamientos innatos, el comportamiento base Curiosidad emplearía el sistema Motivacional, el sistema Emocional y el mecanismo de castigo y recompensa. Esto podría ser la razón por la que siempre que nos sucede algo cuyas causas no acabamos de comprender, cosa que ocurre constantemente, sentimos una imperiosa necesidad y un deseo insoslayable de pensar. Y cuando lo hacemos nos sentimos satisfechos y reconfortados debido a que el comportamiento base Curiosidad está activando el mecanismo de castigo y recompensa para premiarnos por estar cumpliendo con una de las tareas inalienables a la vida de un mamífero, pensar para fabricar los conocimientos comportamientos que nos permitirán resolver un determinado problema existencial.

Debido a las circunstancias que acabamos de mencionar uno de los grandes retos al que se enfrentan los niños es el control de sus estructuras cognitivas, (aplacar esas desbordantes ganas de pensar). Este control se basa en la progresiva acumulación de conocimientos que nos permiten saber cuando se puede pensar y cuando no se puede pensar debido a que hay que prestar atención a lo que sucede a nuestro alrededor. Estos conocimientos se convierten en la información de referencia de los comportamientos que nos alertan cuando nuestra percepción no está enfocada donde se requiere de ella, comportamientos que se integran en la función ejecutiva como parte de los importantísimos comportamientos complementarios que tendrán la tarea de controlar nuestros impulsos (en este caso el deseo y la necesidad de pensar) en aras de recompensas a largo plazo (emplear la percepción para resolver un determinado problema o recabar los datos que nos permitirán solucionarlo en el futuro). Estos son los comportamientos de control y vigilancia que se asientan en la corteza orbitofrontal (Damasio 2006). Por lo que sabemos, nuestra capacidad de concentración depende de que la función ejecutiva (de los conocimientos-comportamientos que hayamos sido capaces de fabricar) mantenga bajo control la red neuronal por defecto (que incluye el funcionamiento de los motores de búsqueda) (Alonso 2017).

No es sencilla, ni ocurre rápidamente la tarea de crear los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia destinados a controlar los motores de búsqueda. A nuestro gran cerebro, que dispone de una portentosa capacidad cognitiva, comparada con la de los primates, le

lleva toda la infancia y parte de la primera juventud (a los síndrome de Asperger y a muchas personas con SAD, toda la vida) el desarrollar el arsenal de conocimientos-comportamientos de control y vigilancia que permitirán al individuo ejecutar, a través de su función ejecutiva, un control efectivo sobre las estructuras cognitivas de manera de que la atención siempre esté enfocada cuando y donde se le necesita. (Luna et al. 2004; Carlson 2005; Huizinga et al. 2006). Aún así, normalmente dedicamos la mitad de las horas de vigilia al funcionamiento de la red neuronal por defecto (al pensamiento) de manera que nuestros motores de búsqueda gastan a diario ingentes cantidades de la preciada glucosa, la mayoría del tiempo, para nada útil (Alonso 2017).

A continuación trataremos de explicar que cuando hay una capacidad cognitiva deficiente y como consecuencia no se consigue elaborar estos importantísimos conocimientos-comportamientos complementarios que permiten controlar eficientemente los motores de búsqueda, de manera que la percepción se enfoque cuando y donde se necesita, se produce el SAD-TDAH, el síndrome de atención deficitaria.

El SAD (síndrome de atención deficitaria) o TDAH (trastorno deficitario de atención por hiperactividad)

Se asume que el SAD o TDAH (trastorno de déficit de atención por hiperactividad) es un trastorno caracterizado por que quienes lo padecen experimentan inquietud motora e hiperactividad, que traen como resultado déficit de atención cuando la actividad es poco estimulante, dificultad para mantener la concentración y falta de inhibición o control cognitivo sobre los impulsos (entre ellos, ese deseo insaciable de pensar a todas horas). Muchos estudios recientes han puesto de manifiesto que la causa de este trastorno podría ser una modificación genética que provoca un funcionamiento anómalo de los neurotransmisores, la dopamina y la norepinefrina, a nivel de la corteza prefrontal, y de la serotonina, que hace su función en el eje mesolímbico cortical y que se encargaría de ejecutar la inhibición cognitiva sobre los impulsos límbicos (Faraone et al. 2005).

Este es actualmente el modelo más aceptado a la hora de explicar el SAD-TDAH, los déficits de dichos neurotransmisores podrían ser la causa de que a los pacientes con TDAH les cueste tanto inhibir las redes neuronales que generan actividad sin propósito aparente (actividades por defecto como el pensamiento obsesivo) en favor de potenciar la activación de las redes neuronales que generan acciones encaminadas al cumplimiento de tareas específicas como la percepción (Grover, German 2014). Paradójicamente todos estos síntomas remiten, mejorando en alguna medida la funcionalidad de los pacientes, cuando

se les trata con fármacos que estimulan la actividad al potenciar el funcionamiento de los neurotransmisores implicados. Esto es lo mismo que conseguir apagar un fuego echándole gasolina. Trataremos de explicar que el hecho de que los fármacos que potencian la actividad mejoran el funcionamiento de los pacientes con SAD-TDAH pudiera ser una prueba de que el mal funcionamiento de los neurotransmisores no puede ser la causa de este trastorno.

Controlar eficientemente el funcionamiento de nuestros motores de búsqueda es la más importante de todas las tareas relacionadas con la cognición

Como acabamos de mencionar, la primera y determinante condición necesaria para conseguir desarrollar los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia que nos permiten contrarrestar los impulsos innatos, favoreciendo le ejecución de actividades que nos reporten recompensas a largo plazo es el desarrollar un control eficientemente sobre los motores de búsqueda para que su funcionamiento (el pensamiento) no interfiera con la percepción.

El ser capaces de utilizar con acierto los motores de búsqueda no es nada sencillo. Por ejemplo, cada vez que nos sucede algo desafortunado el poderosísimo comportamiento innato Curiosidad activa una imperiosa sensación de necesidad y deseo de encontrar la causa de lo ocurrido. Esta es la que pone en marcha los motores de búsqueda para encontrar, extraer y encender en la mente recuerdos de hechos parecidos, ya que al colocarlos sobre la Matriz Lógico Comparativa, conjuntamente con las imágenes de los hechos que acabamos de vivir, se pueden detectar las diferencias y semejanzas entre ellos, y esto es a su vez lo que nos permite descubrir la causa común a todos (método de hallar el factor común que ya explicamos), causa común que predeciblemente podría ser también la causa de lo que nos acaba de suceder. Pero muchas veces emplear los motores de búsqueda es lo menos conveniente porque cuando, inmersos en un conflicto agonístico nos ponemos a pensar, dejamos de percibir información relevante procedente del entorno físico y social que nos daría la posibilidad de ofrecer una respuesta más acertada a la situación a la que nos enfrentamos. Circunstancia que no sucedería si hubiésemos contado con los conocimientos específicos que nos habrían hecho saber que no deberíamos ponernos a pensar cuando estamos inmersos en una situación como esta que estamos viviendo. O, mejor dicho, con los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia (integrados en la función ejecutiva) que se habrían activado en un momento así para impedir que continuásemos pensando y redireccionar nuestra percepción-atención allí donde se le necesitase.

Además, si no nos llegan las imágenes procedentes de la percepción jamás podremos fabricar la multitud de conocimientos-comportamientos que nos permiten controlar nuestros impulsos innatos en aras de conseguir objetivos beneficiosos a largo plazo (entre ellos, los destinados a controlar nuestro impulso de pensar). Ahora, tengamos en cuenta que durante cada segundo de nuestra vida tenemos que resolver múltiples problemas de diferente índole, circunstancia para la cual necesitaremos disponer de información que procede de la percepción para a partir de ella poder confeccionar los conocimientos-comportamientos que nos permitirán salir airosos de situaciones similares en el futuro. Pero que como muchas veces no entendemos lo que sucede, se activa en nosotros la necesidad de pensar (de emplear los motores de búsqueda), impidiendo que esa valiosísima información que necesitamos se fije en nuestros bancos de memoria. Este análisis nos conduce a afirmar que, de que se confeccionen correctamente los conocimientos-comportamientos destinados a controlar eficientemente nuestros motores de búsqueda depende gran parte del éxito vital de una persona.

La explicación que acabamos de exponer nos permite aquilatar la extraordinaria importancia que reviste el hecho de que seamos capaces de garantizar que el funcionamiento de nuestra capacidad cognitiva no interfiera nunca con nuestra percepción cuando se precisa de esta última. Y resalta el importantísimo papel que desempeñan los motores de búsqueda a la hora de confeccionar dichos conocimientos.

Las causas de SAD-TDAH que proponemos

Una deficiencia en el funcionamiento de los motores de búsqueda podría ocasionar el SAD

Hasta que se descubrieron los trastornos en el funcionamiento de los neurotransmisores que acabamos de describir, al mismo tiempo que minuciosos estudios de parentesco nos indicaban que el SAD es genético (Vendruscolo et al 2006), se pensó que el TDAH era provocado porque una mala educación por parte del entorno familiar impedía a los niños que lo padecen adquirir los importantísimos conocimientos-comportamientos que nos permiten establecer un sistema de prioridades certero que garantice que siempre hagamos lo que nos beneficiará a largo plazo en detrimento de las recompensas instantáneas. En opinión de este autor, descartando lo referente a la mala educación, el resto de esta afirmación podría ser cierta.

Hagamos un pequeño paréntesis para explicar la siguiente idea porque ella pudiera llevarnos a entender las verdaderas causas de SAD-TDAH. Creemos que el último de los cuatro grandes hitos del proceso de hominización pudo ser el que se

reciclasen, y volviesen a actuar en nuestra especie (en nuestro cerebro) las instrucciones genéticas que provocaban la desactivación de nuestros motores de búsqueda cuando todavía éramos primates comunes. Como consecuencia de esto algunos de ellos resultarían en cierta medida dañados o afectados, provocando con ello trastornos como el SAD, el Autismo, el síndrome de Asperger, la dispraxia, la dislexia y el síndrome del Jugador de Póker (la configuración cognitiva de los grandes líderes, políticos y hombres de negocios), entre otros trastornos y síndromes relacionados con la cognición. De hecho, hoy sabemos que es muy probable que los genes que provocan estas deficiencias cognitivas se hayan seleccionado positivamente (Polimanti Gelenter 2017) debido quizás a que, al ser afectados o al desaparecer algunos de los motores de búsqueda, los otros que sobreviven los sustituirían elaborando el tipo de información o conocimiento (asociación) que no puede fabricar el motor de búsqueda dañado por el proceso de apoptosis. Esto precisamente es lo que parece mostrarnos un estudio realizado en Yale por Renato Polimanti, en el que participaron más de 5000 personas con trastorno del espectro autista (en el que el SAD es una de las características más comunes), debido a que esta investigación ha demostrado que genes relacionados con el autismo se seleccionaron positivamente (Polimanti Gelenter 2017).

Resumen de la idea. El probable último gran hito del proceso de hominización

Como pudiera estar indicarnos el estudio de Polimanti mencionado, es posible que las instrucciones genéticas que provocan la desactivación de las estructuras cognitivas hayan seguido, quizás cada vez con menor frecuencia, en el genoma de algunos sujetos durante toda nuestra evolución, esto último debido a que el mecanismo de apoptosis de los motores de búsqueda es potencialmente perjudicial para nosotros los humanos. Por esta razón solo muy de cuando en cuando surgiría algún sujeto que perdería su capacidad cognitiva. Pero es probable que en un momento dado estas instrucciones cambiasen y comenzaran a eliminar los motores de búsqueda a muy temprana edad en vez de hacerlo después de la pubertad, como debió ocurrirnos cuando éramos primates comunes. ¿Qué ventajas aportaría este cambio?

Durante la primerísima etapa de la vida es cuando el cerebro es más plástico y por tanto podrían existir las condiciones necesarias para que unas estructuras cognitivas sustituyan a las otras que han sido afectadas por la apoptosis. Apoptosis que quizás actuaría de manera irregular, con mayor o menor grado de virulencia sobre alguno o algunos motores de búsqueda debido al hecho de que, al ser nuestra corteza

prefrontal dorsolateral y el resto de áreas corticales mucho más grande que la de los primates, predeciblemente nuestros motores de búsqueda también podrían ser mucho mayores que los que tenía que hacer desaparecer este mecanismo de apoptosis neuronal cuando éramos primates comunes porque este estaría diseñado para actuar sobre estructuras mucho más pequeñas. Además, la actuación de este mecanismo de apoptosis también podría actuar al azar debido a que, como explicaremos casi al final del artículo, su ejecución podría estar controlada por instrucciones epigenéticas y como consecuencia de esto, aunque se tengan los genes que codifican la apoptosis de los motores de búsqueda, la muerte celular programada podría afectar en diferentes personas a distintas estructuras cognitivas y con diferente grado de severidad. El resultado de esto sería que cualquier motor de búsqueda podría quedar afectado completa o parcialmente, pero al ocurrir la apoptosis durante el comienzo de la vida, cualquier otro motor de búsqueda no dañado podría ocuparse de hacer el tipo de trabajo (el tipo de asociación) que ya no puede hacer el motor de búsqueda afectado por el mecanismo de muerte celular. Así el motor de búsqueda que sustituye a otro, además de hacer su propio trabajo, tendría que hacer el trabajo (las asociaciones) del motor de búsqueda afectado y este pluriempleo traería como consecuencia que la estructura cognitiva sustituta se desarrollaría mucho más (se multiplicaría la cantidad de neuronas que la integran) y como resultado se incrementaría exponencialmente su capacidad de trabajo (en comparación con la misma estructura cognitiva de un cerebro no afectado por la apoptosis). Esta sería la base de los extraordinarios talentos para las ciencias, para los negocios o para la política que muestran algunas personas.

Por ejemplo, si está dañado el SPICCC (sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta), su trabajo lo podría hacer el SPICCL (sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga) que como consecuencia se hiperdesarrollaría, esto traería como resultado un crecimiento exponencial de la capacidad para hacer implicaciones causales de cadena larga, el tipo de configuración cognitiva que favorece la construcción de grandes teorías científicas (el ejemplo expuesto con la teoría de Darwin) y el desarrollo de procesos tecnológicos (el ejemplo expuesto con las chimpancés de Fongoli que cazan con lanzas y los indígenas del Amazonas que cazan con dardos envenenados). Esta podría ser al mismo tiempo la configuración cognitiva que provoca el SAD-TDAH que padecen las personas con síndrome de Asperger, como es el caso de quien escribe este artículo.

Pero si por el contrario quien resulta dañado es el SPICCL y quien le sustituye es el SPICCC, al hiperdesarrollarse este motor de búsqueda se

multiplicaría espectacularmente la capacidad para hacer implicaciones causales de cadena corta, este sería el tipo de configuración cognitiva que favorece la inteligencia práctica y social. La inteligencia social se basa en nuestra capacidad para controlar los impulsos innatos de manera de hacer o decir siempre, no lo que tenemos deseos de hacer o decir en ese instante, sino lo que nos ofrecerá una ventaja a largo plazo. Y los responsables de que logremos esto son nuestros conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia, que en esencia son implicaciones causales de cadena corta fabricadas por nuestro SPICCC (ejemplo expuesto en la primera parte del artículo sobre la relación descubierta por Menzel entre los chimpancés Belle y Rock, el ejemplo expuesto al principio de esta segunda parte del artículo sobre la odisea de Mos para ocultar su dolencia y el ejemplo de los arrendajos y la teoría de la mente).

Como acabamos de mencionar, esta configuración cognitiva (un SPICCC hiperdesarrollado) es la que proporcionaría el tipo de inteligencia que tienen los grandes líderes, los hombres de negocios y los políticos de renombre debido a que es la que le brinda al sujeto una capacidad muy superior a la normal para elaborar las implicaciones causales de cadena corta que son nuestros conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia.

Por el otro lado, daños masivos en una gran parte de las estructuras cognitivas provocarían trastornos como el Autismo, la dislexia, el SAD, la dispraxia y muchos más. Mientras más motores de búsqueda se vean afectados y más grave sea el daño que estos sufren, más fuerte y lastrante será la discapacidad cognitiva que experimente el sujeto.

¿Por qué, como parece demostrar el estudio de Polimanti, se seleccionarían positivamente los genes que producen el Autismo (los genes que predeciblemente codifican el proceso de apoptosis que elimina algunas estructuras cognitivas)? Porque al mismo tiempo que producen esta y otras discapacidades psíquicas en algunos sujetos, en otros generarían las mentes más brillantes de nuestra especie, lo cual reportaría un gran beneficio personal para estos sujetos y también para todo su clan.

Ventajas de que se recicla el mecanismo de apoptosis neuronal que eliminaba nuestras estructuras cognitivas cuando éramos primates comunes. Ventajas del probable último gran hito de la evolución humana

Predeciblemente esta importante transformación que acabamos de describir pudo ser el último gran hito de la evolución humana debido que a partir de ella surgirían las mentes extraordinarias capaces de crear la estructura

social, la cultura, la ciencia y la tecnología características de nuestra especie. (Hammurabi, Ramsés II, Platón, Pericles, Arquímedes, Euclides, Alejandro Magno, Augusto, Pablo de Tarso, Carlo Magno, Santo Tomas de Aquino, Avicena, Saladino, Martin Lutero, Gutenberg, Galileo Galilei, Adam Smith, Metternich, Averroes, James Watt, Napoleón, Oliver Cromwell, Gregor Mendel, Ch. Darwin, N. Mandela, C. Slim, Aristóteles, Adam Smith, Michael Faraday, Nelson Rockefeller, Albert Einstein, Franklin D. Roosevelt, Amancio Ortega, Deng Xiaoping, Rene Descartes, Emilio Botin, Isaac Newton, W. Churchill A. Turing, B. Gates, San Walton, Ronald Reagan, Steve Jobs entre otros). Con él nuestro linaje, en lo que respecta a capacidad de adaptación y, en consecuencia, éxito evolutivo, alcanzó el mismo nivel que los insectos eusociales. ¿Por qué?

Los insectos comunitarios (hormigas, abejas y termitas) deben su éxito a la circunstancia de que los diferentes comportamientos que hacen posible la vida, nutrición, defensa, cuidado de la descendencia, forrajeo, etc. no existen en el mismo individuo sino en diferentes sujetos. Esto es lo que permite la modificación física de ese ser, en función de que esté mejor adaptado a la tarea que desempeña, sin que dicha modificación afecte el cumplimiento de otra tarea inalienable a la vida, debido a que de esta se encarga un sujeto diferente.

Por su parte el último gran hito de la evolución humana que proponemos, el que desaparezca durante nuestra primera etapa de la vida alguno o algunos de nuestros motores de búsqueda (del tipo 0, asocian imágenes de un solo sentido procedentes de una misma cosa objeto y fenómeno, del tipo 1, asocian imágenes de diversos sentidos procedentes de una misma cosa objeto y fenómeno y del tipo 2, asocian imágenes procedentes de diferentes cosas objetos y fenómenos) y que otra estructura cognitiva se pluriemplee para hacer también el trabajo (el tipo de asociación) del motor de búsqueda afectado por la apoptosis, nos coloca en idéntica situación a la de los insectos eusociales ya que este cambio permite que algunos sujetos estén mucho mejor cualificados que el resto para la organización social (liderazgo y política), otros para las ciencias teóricas, otros para el trabajo mecánico, otros para la investigación empírica, otros para el desempeño de tareas de máxima precisión, otros para la invención de artefactos y para el desarrollo de tecnologías, otros para la defensa, otros para la educación y la enseñanza de las nuevas generaciones, otros para el arte, otros para los negocios, etc.

Circunstancia que podría estar diciéndonos que el acontecimiento que describimos como último gran hito de la evolución humana es lo único que pudo haber generado la posibilidad de que algunos humanos muestren grandes talentos para determinadas actividades

Los talentos no son, como se pensaba, dones etéreos, sino que por el contrario, como el resto de nuestra conciencia, están profundamente anclados en la biología de nuestro cerebro. Así que lo más probable es que un talento cognitivo solo existiría como consecuencia de una mayor acumulación de neuronas en un determinado motor de búsqueda (dedicadas a confeccionar un tipo particular de asociación-conocimiento). Pero oponiéndose a la posibilidad de que algo así pueda suceder está el hecho de que el cerebro dispone para su funcionamiento de una cantidad de glucosa fija por unidad de tiempo, el 20% de la energía que produce el sistema basal (Mergenthaler 2013), así que nunca se podría producir una acumulación de neuronas (cosa que generaría un gasto energético más grande) si antes no hay en alguna otra parte de la capacidad cognitiva un déficit de ellas, cosa que generaría un gasto energético más pequeño, similar al consumo energético que resultaría del incremento de células nerviosas relacionadas con el talento. Es decir, los extraordinarios talentos observados en determinadas personas necesariamente tendrían que ser consecuencia de una reconversión de la capacidad cognitiva destinada a suplir una determinada carencia, tal y como se propone en esta idea del último gran hito de la evolución humana.

Nota. Entre el primer y el último gran hito de la evolución humana propuestos por este autor necesariamente tuvieron que suceder dos hechos que predeciblemente también serían fundamentales en nuestro proceso evolutivo. El primero de estos dos grandes hitos tuvo que ser el surgimiento del comportamiento Comunicación Referencial y el segundo el surgimiento del lenguaje.

Comportamiento Comunicación Referencial

Cuando los humanos vemos algo novedoso o cuando nos ocurre algo inesperado, alegre, triste o peligroso, sentimos una imperiosa necesidad y deseo de comunicarlo a otros sujetos de nuestro entorno. El hecho que sentimos en esos momentos necesidad y deseo es una evidencia de que detrás de lo que nos sucede hay un comportamiento base innato que está activando el sistema Emocional, el sistema Motivacional y el mecanismo de Castigo y Recompensa para motivarnos a contar a los otros aquello que nos ha pasado o lo que hemos visto. Este comportamiento innato es el comportamiento Comunicación Referencial, quien previsiblemente

aparecería como consecuencia de la unión del comportamiento Necesidad de Comunicar y del comportamiento Curiosidad.

El comportamiento Necesidad de Comunicar

El comportamiento Necesidad de Comunicar está ligado a la estrategia de desarrollo post nacimiento de los sujetos con corteza cerebral. Los comportamientos que se encargan de que no tengamos hambre (Nutrición), de que no tengamos sed, de que tengamos una temperatura adecuada a nuestras necesidades (Regulación Térmica), de que no nos amenace ningún peligro, mientras somos crías, están vinculados al comportamiento Necesidad de Comunicar. Esta asociación es la que los sujetos necesitan y deseen comunicar a sus progenitores si tienen hambre, sed, frío, miedo, etc.

Por su parte los padres necesitan comunicar a sus hijos cosas tales como estate quieto, hay peligro, ahora no, sube a la espalda, quédate escondido, ven para acá. Esto puede suceder gracias a la vinculación entre el comportamiento Necesidad de Comunicar y los diferentes comportamientos base que recluta el comportamiento Instinto Maternal del progenitor. También, en el marco de las estructuras sociales los sujetos sienten necesidad y deseo de comunicar a sus congéneres información del tipo imperativa: dame eso, eso es mío, espúlgame, deja de hacer eso, vete de aquí, te aprecio, etc. Aquí el comportamiento Necesidad de Comunicar se vincula a una serie de comportamientos complementarios fabricados por la capacidad cognitiva con la expresa intención de transmitir información de tipo imperativa a los otros.

El comportamiento Curiosidad

El comportamiento Curiosidad es uno de los comportamientos básicos de la vida, predeciblemente es el que hizo posible el surgimiento de los seres vivos que se mueven, los animales, ya que es el que se encarga de crear las sensaciones de necesidad y deseo de explorar y conocer el entorno. Gracias a su actuación los sujetos, de manera automática o gracias a la capacidad cognitiva, van recabando la información que les permitirá desenvolverse de manera satisfactoria en su hábitat. Por ejemplo, donde y cuando puede encontrarse alimento, donde y cuando puede haber peligros, donde y cuando puede haber parejas disponibles, donde y cuando podemos guarecernos, etc.

El surgimiento del comportamiento Comunicación Referencial. Ventajas

¿Disponen los chimpancés del comportamiento Comunicación Referencial? En un experimento

realizado por Call y Tomasello (2005) se coloca comida en uno de dos recipientes opacos y cerrados. Los chimpancés tienen que elegir en cual de los dos se haya el alimento siguiendo la mirada del investigador o el gesto de señalar con el brazo extendido al recipiente que tiene la comida. Solo un pequeñísimo grupo de sujetos, aquellos chimpancés que habían sido criados por humanos, fueron capaces de entender que los humanos estaban señalando donde estaban las viandas (Povinelli et al. 1997; Call y Tomasello 2005).

¿Por qué individuos con una capacidad cognitiva que les permite fabricar herramientas fueron incapaces de comprender algo tan simple como que se les estaba señalando donde estaba el alimento? Esto podría ser debido a que ellos, al no disponer del comportamiento Comunicación Referencial no sienten necesidad de comunicar cosas a los otros, como por ejemplo, ahí está la comida. Y por ello no pueden construir el conocimiento de que: si ellos indican cosas a los otros (imagen causa), los otros quizás también pudieran indicarles cosas a ellos (imagen consecuencia). Este valiosísimo conocimiento, al convertirse en comportamiento, es el que haría que sintiesen necesidad de guiarse por la indicación humana. Por su parte los chimpancés criados por humanos habrían podido desarrollar de manera involuntaria el conocimiento-comportamiento: <el humano mira esto o apunta con el brazo extendido a esto (imagen causa), eso tengo que ver que es porque podría ser comida (imagen consecuencia)> gracias a las miles de veces que en el pasado sus cuidadores señalaron o miraron cosas que resultaron ser de interés comestible para ellos.

Como mencionamos, ninguno de los seres vivos que nos acompañan en este planeta, ni siquiera nuestros parientes más cercanos, sienten la necesidad de comunicar a sus congéneres las cosas, fenómenos y conocimientos que descubre su comportamiento Curiosidad. A pesar de que muchos investigadores de campo han dedicado mucho tiempo y esfuerzo a registrar los acontecimientos de la vida cotidiana de los simios antropomorfos, son muy raros los casos en los que se ha reportado que un progenitor muestra a su hijo como se hace algo. Todas las investigaciones y estudios al respecto muestran que nuestros parientes no hacen comunicación referencial (Call 2011). La vinculación del comportamiento Curiosidad con el comportamiento Necesidad de comunicar es lo que provocaría que los sujetos tengan necesidad de comunicar al resto de su grupo todo lo que descubren: un peligro, un buen lugar para guarecerse, algo que nunca antes habían visto, un lugar bonito, algo interesante, etc. Así surgiría el comportamiento Comunicación Referencial, el increíblemente y maravilloso comportamiento que crearía en un progenitor la necesidad y el

deseo de mostrar activamente a su hijo como se hace algo. A partir del surgimiento de este nuevo comportamiento los miembros de nuestro linaje, los homínidos, comenzarían a transmitir conocimientos de manera voluntaria a sus descendientes y congéneres, lo que multiplicaría exponencialmente la cantidad de conocimientos y por ende comportamientos útiles para la vida de los que dispondríamos, circunstancia que incrementaría de manera superlativa nuestra capacidad de adaptación al medio.

¿Se transmitiría a la descendencia un comportamiento como Comunicación Referencial?

Acabamos de exponer que la necesidad de realizar comunicación referencial otorga una gran ventaja al grupo social al que pertenece el descubridor de la información, pero, ¿no ocasionaría una desventaja al sujeto que descubre un árbol con frutos y se lo cuenta a otros o al sujeto que descubre la presencia de un depredador y pierde tiempo y revela su posición al contárselo a los demás? Es que una desventaja así impediría que las instrucciones genéticas que vinculan el comportamiento Curiosidad con el Comportamiento Necesidad de Comunicar se transmitieran con la suficiente regularidad como para extenderse a toda la población.

¿Por qué la aparición del comportamiento Comunicación Referencial no constituiría una desventaja para los sujetos en los que surgiese? Lo lógico es que supusiésemos que alguien con un cerebro que le obligue a hacer comunicación referencial no sería capaz de pasar los genes que la codifican a la próxima generación. Pero este es un argumento obsoleto que proviene de la época en la que suponíamos que los animales eran una especie de robots condenados a cumplir ciegamente los diseños que les imponen sus comportamientos innatos. Ahora sabemos que al menos los animales con corteza cerebral disponemos de un sistema Emocional, de un sistema Motivacional y de un mecanismo de castigo y recompensa que son empleados por los diferentes comportamientos base (innatos) para obligarnos y motivarnos a cumplir con las diferentes tareas inalienables a la vida. Y que en el momento que determinada acción que se pretende realizar pudiera afectar el cumplimiento de una de estas funciones vitales, por ejemplo, la supervivencia, el comportamiento que se encarga de ella (Miedo-Huida de la amígdala) activa los mecanismos emocionales y motivacionales pertinentes para hacer que el sujeto sienta aversión y miedo de ejecutarla, aunque esta acción esté siendo impuesta por otro comportamiento innato. En otras palabras, el sujeto, aunque cuente con el comportamiento innato Comunicación Referencial, jamás comunicaría algo a otro ser si dispone del conocimiento que le indica que, de hacerlo,

pondría en peligro su vida o la posibilidad de comer o de aparearse. Ejemplo de que comportamientos innatos como el de auto-protección impedirían que revelásemos a los otros información importante para la vida es la historia entre Belle y Rock que describimos en la primera parte del artículo. Belle, al darse cuenta de que cuando caminaba en pos de la comida (que habían escondido los investigadores) Rock (macho dominante) descubriría donde estaba el alijo y en consecuencia se quedaba sin nada porque él se lo comía todo, dejó de caminar en dirección al alimento para así despistar a Rock. En este caso el comportamiento de Autoprotección y de Belle (su amígdala) activó su mecanismo de castigo y recompensa y sus sistemas Motivacionales y Emocionales para que ella sintiese miedo y rechazo de caminar en dirección a la comida, aunque su comportamiento base Nutrición la estaba obligando y motivando para que fuese en pos del alimento.

Resumiendo, el funcionamiento del comportamiento Comunicación Referencial jamás perjudicaría a un sujeto que fuese capaz de crear los conocimientos que le indicasen con fiabilidad cuando debería y cuando no, compartir información con otros miembros de su grupo.

También podría pensarse que para un padre sería una desventaja el sentir necesidad de dedicar tiempo a enseñar a su vástago como se hace algo y debido a ello no se transmitirían a la descendencia los cambios que propiciaron el surgimiento del comportamiento base (innato) Comunicación Referencial. Sí, esta característica podría ser una desventaja de la misma manera que lo es el cuidar, alimentar y defender a la descendencia, sin embargo, la selección natural favorece esta variedad de modificaciones porque mejora la competitividad del futuro vector en el que existirán los genes. Por otra parte, no tengo claro que dedicar tiempo a enseñar algo a alguien sea de algún modo una desventaja. Es que nunca aprendemos tanto sobre algo como cuando se lo enseñamos a otro ser, esto lo sabe muy bien todo el que haya sido profesor alguna vez.

Entonces, ¿por qué los primates no disponen de un comportamiento tan ventajoso como lo es el comportamiento Comunicación Referencial? Predeciblemente nuestros parientes no disponen del sumamente beneficioso comportamiento Comunicación Referencial debido a que sus estructuras cognitivas no funcionan el suficiente tiempo como para ser capaces de elaborar los conocimientos-comportamientos de control vigilancia que evitan que contemos algo a los otros cuando ello pudiera perjudicarnos, en cambio, es muy probable que en nuestro caso, al ser homínidos con motores de búsqueda funcionando durante toda la vida, estos sí serían capaces de elaborar los importantísimos conocimientos que nos indican cuando debemos y cuando no debemos comunicar algo a los otros. Circunstancia

por la cual la unión de comportamientos que crearía el comportamiento Comunicación Referencial podría ocurrir, y de hecho parece que así sucedió en el linaje homínido, puesto que nosotros sí disponemos del comportamiento Comunicación Referencial.

Importancia del surgimiento del comportamiento Comunicación Referencial como premisa indispensable para el surgimiento del lenguaje humano

La aparición del comportamiento Comunicación Referencial crea las condiciones necesarias e imprescindibles para que ocurriese el posible tercer gran hito de la evolución humana, la aparición del lenguaje. ¿Por qué? Porque hasta donde sabemos, los animales de este planeta no somos capaces de transmitir información visual directamente de cerebro a cerebro, no podemos generar imágenes visuales que puedan ver los otros y sin embargo, si somos capaces de generar imágenes sonoras y gestuales que los otros puedan oír o ver. Ello nos indica que para disponer de un lenguaje sonoro era necesario que apareciese un sistema capaz de traducir las imágenes visuales, a través de las cuales existían nuestros conocimientos cuando éramos primates (y siguen existiendo de esta manera en algunas personas con síndrome de Asperger), en imágenes sonoras que pudiésemos transmitir a otros seres.

Con el surgimiento del comportamiento Comunicación Referencial aparece la necesidad y el deseo de transmitir por medio de gestos o de sonidos todo aquello que se ve, se sabe, se descubre o sucede. Si esta necesidad no hubiese surgido, jamás se habrían implantado las modificaciones genéticas que convierten a un grupo de motores de búsqueda del tipo 1 en ese traductor de imágenes que es nuestro sistema lingüístico porque, si no hay mucho que comunicar, no tiene ningún sentido que suceda todo eso para que aparezca el lenguaje.

El probable tercer gran hito de la evolución humana, el surgimiento de las estructuras del lenguaje

En la primera parte del artículo se explicó que es muy probable que el lenguaje sea el producto del funcionamiento de los motores de búsqueda del tipo 1 (asocian imágenes de diferentes sentidos procedentes de una misma cosa objeto o fenómeno). Así que si estos motores de búsqueda no funcionasen durante toda la vida, probablemente jamás se habrían producido las modificaciones relacionadas con el lenguaje debido a que este solo se podría utilizar durante la infancia y primera juventud. Esto nos permite concluir que

las modificaciones que hicieron posible la aparición del lenguaje nunca sucederían antes de que nuestros motores de búsqueda funcionasen durante toda la vida.

Por otra parte, puesto que la tarea que predicablemente realizan para la función lenguaje los motores de búsqueda del tipo 1 no es muy diferente de su función propia como motores de búsqueda (asociar imágenes de diferentes sentidos de una misma cosa, objeto, sujeto o fenómeno), es factible intuir que la modificación que les permitiría convertirse en ese mecanismo traductor que existe en nuestras áreas del lenguaje pudo ser la que hizo posible que los motores de búsqueda del tipo 1 actuasen coordinadamente.

Se ha propuesto que la capacidad de aprender nuevas palabras depende de la integración que se hace a nivel cerebral de la representación auditiva (el como suenan las palabras) y somático-motoras (los movimientos articulatorios requeridos para producir dichos sonidos) (Hickok y Poeppel 2007; Rodríguez-Fornells et al. 2009). Este proceso se conoce como integración audio-motora. Así, cuando tenemos la representación sensorial (somática-auditiva) y motora de la palabra se puede asociar esta a su significado (a la información visual). Se ha propuesto que el principal fascículo que media el proceso de integración audiomotora es el fascículo arqueado (Schulze et al. 2012, Rodríguez-Fornells et al. 2009). Así que es probable que las modificaciones ocurridas en el fascículo arqueado tengan que ver con el hecho de que algunos de nuestros motores de búsqueda del tipo 1 puedan actuar como nuestras áreas del lenguaje.

Pensamos que debieron suceder importantes transformaciones en el fascículo arqueado que facilitaron la integración audiomotora y con ella la existencia del lenguaje debido a que este está más desarrollado en humanos que en monos y esta diferencia probablemente podría estar relacionada con el lenguaje (Rilling et al. 2008). Las diferencias en la anatomía del fascículo arqueado entre humanos y primates no humanos sugieren que nuestra capacidad única para aprender lenguas se puede deber a la evolución de las conexiones frontotemporales. Conexiones que permiten una mayor integración audio-motora y la expansión de la memoria de trabajo verbal (manipular información verbal y mantenerla activa para que pueda ser memorizada) (Schulze et al. 2012).

Ahora permítanme dejar este tema aquí porque para desarrollarlo convenientemente es preciso dedicarle todo un artículo. Solo agregaremos que el lenguaje es el complemento necesario y perfecto del comportamiento Comunicación Referencial, si este comportamiento base (innato) no hubiese aparecido, jamás se habrían producido las modificaciones que nos permiten hablar.

La potenciación de la condición piramidal de la cognición

La existencia del comportamiento Comunicación Referencial y del lenguaje potencia exponencialmente la condición piramidal de la cognición, esto se debe a que después de ocurrir estos dos grandes hitos de la evolución humana los conocimientos que servirán de base para configurar conocimientos más complejos no tienen que existir en el mismo cerebro, sino que pueden haberse desarrollado en un cerebro diferente, quizás en el de un sujeto que ni siquiera pertenece al mismo grupo o a la misma población. Ello es lo que probablemente consigue que con el uso de las mismas herramientas cognitivas (con motores de búsqueda que, aunque más grandes y poderosos, hacen exactamente el mismo tipo de trabajo) se puedan obtener resultados tan dispares como la cultura chimpancé por un lado y la cultura humana por el otro.

Los cambios cuantitativos. El incremento de la capacidad neuronal de la corteza asociativa

Hemos otorgado la categoría de grandes hitos de la evolución humana a los cambios que acabamos de explicar debido a que todos ellos son cambios de carácter cualitativo. Pero en el transcurso de nuestro proceso evolutivo también ocurrieron cambios de carácter cuantitativo no menos importantes que los primeros. Predeciblemente a lo largo de la evolución del género homo, gracias a que los cambios cualitativos mencionados proporcionarían una dieta mucho más rica en nutrientes (ver el acápite relacionado con el crecimiento de la corteza asociativa), se producirían varios crecimientos de la corteza cerebral asociativa y del núcleo estriado, (los cráneos de nuestros distintos antepasados parecen ser una prueba de esto). Como consecuencia de ello, tanto la capacidad de almacenaje como la capacidad de trabajo de los motores de búsqueda sería mucho mayor. Cada uno de dichos incrementos de capacidad neuroasociativa haría crecer la capacidad de sus portadores para desarrollar conocimientos-comportamientos útiles y prácticos para la vida, conocimientos-comportamientos de mayor complejidad y calidad (la cognición es un fenómeno piramidal) que multiplicarían la adaptabilidad de estos sujetos, circunstancia que les permitiría prevalecer sobre todos sus competidores. Quizás esta pudo ser la manera de como unos representantes de género homo con la corteza asociativa más grande, aunque pudieron mezclarse, terminaron por ahogar las posibilidades de vida de otros representantes de nuestro linaje que disponían de menos capacidad para confeccionar conocimientos-comportamientos y como consecuencia desaparecieron dejándonos sus fósiles como testimonio de su existencia.

Ahora continuemos con el análisis de las causas del SAD-TDAH

Si alguno o algunos de nuestros motores de búsqueda está dañado, circunstancias que podría suceder como consecuencia de la modificación genética que codifica el que describimos como el último gran hito de la evolución humana, no se podrían confeccionar adecuadamente los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia (codificados en la corteza orbitofrontal y adscritos a la función ejecutiva) que hacen posible que controlemos de manera eficiente nuestra capacidad cognitiva. Y cuando esto no se consigue no se podrá construir correctamente, ni sin dificultad ningún otro conocimiento-comportamiento de control y vigilancia destinado al control de nuestros impulsos en función de dar prioridad a tareas que nos beneficiarán a largo plazo (entre ellos, los comportamientos complementarios destinados a controlar el pensamiento). Es decir, la persona que no disponga de una capacidad cognitiva capaz de funcionar correcta y eficientemente, podría padecer SAD-TDAH. ¿Por qué creemos que esta que acabamos de proponer podría ser la verdadera causa del SAD-TDAH?

Recordemos. Como expusimos en el ejemplo de la odisea de Mos para ocultar su enfermedad y en el ejemplo de la caza de monos con dardos envenenados, los conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia son en su inmensa mayoría conocimientos en forma de implicaciones causales de cadena corta que se asientan (la información que los codifica) en la corteza orbitofrontal (Damasio 2006) y que gracias a la conexión que se establece entre ellos y los comportamientos base del sistema límbico, conexión que predeciblemente ocurre en la corteza anterior cingulada (Khima et al. 1998; Botvinick et al. 2004; Posner, Rothbart 2007; Kalaburda et al. 2010), se convierten en comportamientos complementarios de control y vigilancia adscritos a la función ejecutiva. Estos se activan automáticamente por el sistema de aspas gracias a la similitud entre su información de referencia y el estímulo señal. Y la función ejecutiva seleccionaría quien de ellos (que secuencia motriz) se ejecuta y quienes se inhiben a través de los circuitos directo e indirecto que parten del núcleo caudado y terminan en el tálamo (Kopell et al 2006; Surmeier 2013). Los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia se encargan de controlar la calidad de las acciones de un determinado proceso y también controlan nuestros impulsos innatos (la acción de nuestros comportamientos base), tanto cuando se trata del acontecer diario como cuando, como vimos al principio de esta parte del artículo, nos relacionamos con nuestros semejantes.

¿Por qué los fármacos que estimulan la actividad parece que mejoran la funcionalidad de las personas con SAD?

Los fármacos que estimulan la actividad, mejorando la funcionalidad de los neurotransmisores, tienen un efecto positivo porque activan, entre otras, la percepción (que es en sí una de las actividades motoras más importantes que desempeñamos), en detrimento del pensamiento, del trabajo de los motores de búsqueda (la red neuronal por defecto) (Alonso 2017). Con esto se consiguen dos cosas muy importantes, por un lado, al recibirse la información procedente de la percepción la función ejecutiva cuenta con información verás que le permitirá activar le mejor respuesta (comportamiento) que dispongamos en ese instante para solventar el problema. Y por el otro lado, esta información será de gran valor para que de manera automática o utilizando los motores de búsqueda (aprendizaje voluntario) en un momento posterior, se fabriquen los conocimientos que nos permitirán en el futuro disponer de una respuesta más acertada para el mismo problema. Ello podría ser la razón por la que fármacos potenciadores de la actividad (incrementando la funcionalidad de los neurotransmisores) mitigan los síntomas del SAD-TDAH. Esta idea expuesta nos indica que el SAD-TDAH podría ser un trastorno provocado por un mal funcionamiento de la capacidad cognitiva, ya que predeciblemente los fármacos que potencian la actividad de los neurotransmisores, lo que hacen es inhibir el pensamiento compulsivo (el trabajo indiscriminado de los motores de búsqueda) para potenciar la percepción. Y nada de esto sería necesario si los motores de búsqueda, el pensamiento, hubiera podido hacer correctamente su trabajo.

El hecho de que el SAD-TDAH disminuya con la edad también podría apoyar nuestra hipótesis de que es un trastorno que pudiera estar provocado por una discapacidad cognitiva

Las manifestaciones del TDAH, en muchos casos disminuyan con la edad (Barkleir et al. 2002; Toledo 2006). Si la causa de este trastorno fuese un problema con la producción y recepción de los neurotransmisores mencionados, lo que cabría esperar es que estos trastornos relacionados al SAD-TDAH empeorasen en la mayoría de los casos con el paso del tiempo. Sin embargo, sucede todo lo contrario, ¿por qué? En opinión de este autor, la sucesiva acumulación de conocimientos, cada vez más complejos, que inevitablemente ocurre con el paso de los años, permitiría a una persona con SAD-TDAH ir creando paulatinamente esos complejísimo conocimientos-comportamientos destinados a controlar el

deseo y la necesidad de usar los motores de búsqueda (el pensamiento) en aras de que, dando prioridad a la percepción, se puedan fabricar conocimientos cada vez más complejos que nos permitan controlar impulsos innatos en favor de recompensas a largo plazo. Así que el hecho de que con el paso del tiempo las personas que padecen SAD puedan ir minimizando las perjudiciales manifestaciones de este trastorno podría ser una importante prueba de que la verdadera causa del SAD-TDAH es el mal funcionamiento de los motores de búsqueda.

Una probable evidencia de que las personas con SAD-TDAH no disponen de los conocimientos-comportamiento que nos permiten controlar nuestros impulsos innatos en favor de recompensas a largo plazo

Estudios con resonancia magnética en pruebas que requieren esfuerzo cognitivo han puesto de manifiesto que en los sujetos controles se activa la corteza cingulada dorsal anterior, mientras que en los adultos con SAD-TDAH se activan zonas fronto-estriadas secundarias, permaneciendo hipoactivo el córtex cingulado dorsal anterior (Buch et al. 1999, 2005).

La corteza cingulada anterior, además de tener una participación destacada en la función cognitiva (Posner et al. 2004), es la zona en la que previsiblemente los conocimientos de la corteza orbitofrontal (conocimientos de control y vigilancia) se convierten en comportamientos complementarios al conectarse, por intermedio de estas redes neuronales, con los comportamientos innatos del sistema límbico (Khima et al. 1998; Botvinick et al. 2004; Posner, Rothbart 2007; Kalaburda et al. 2010). Debido a esto es factible pensar que la corteza anterior cingulada es una de las áreas principales desde donde actúa la función ejecutiva, la red de comportamientos complementarios que se encargaría de inhibir nuestros impulsos innatos en favor de recompensas a largo plazo. El hecho de que estas zonas permanezcan hipoactivas podría ser una evidencia de que el paciente con SAD-TDAH no ha conseguido fabricar una gran parte de los conocimientos-comportamientos que nos permiten inhibir los impulsos innatos en favor de recompensas a largo plazo, entre ellos, los importantísimos comportamientos complementarios que se encargan de inhibir la necesidad y el deseo de pensar (de usar los motores de búsqueda).

Lo que se cree causas podría ser en realidad la consecuencia y viceversa

Como mencionamos, actualmente se propone que las causas de TDAH-SAD es un déficit de funcionamiento de los neurotransmisores, circunstancia que impide el control sobre los impulsos límbicos en favor de la realización de

tareas que nos beneficiarán a largo plazo. Sin embargo, se ha investigado los genes relacionados con los neurotransmisores dopamina, pero no se ha podido encontrar ninguna evidencia definitiva que pueda probar que esta es la causa del TDAH (Faraone et al. 2001).

En opinión de este autor, el hecho de que los fármacos potenciadores de la actividad (en este caso de la percepción) consigan una gran mejoría de las manifestaciones del trastorno, pone en evidencia que la causa del SAD podría ser que el sujeto no sea capaz de controlar eficientemente su capacidad cognitiva debido a que no posee los conocimientos-comportamientos que inhiben los impulsos innatos en función de recompensas a largo plazo. Dichos comportamientos, para hacer su función emplean neurotransmisores como la serotonina (Faraone et al. 2005), así que si no existen estos comportamientos complementarios inhibitorios (de control y vigilancia) en la corteza anterior cingulada es lógico suponer que nadie activará los neurotransmisores que se encargan de la inhibición de impulsos innatos. Ello sería la verdadera causa de por que se detecta déficit de neurotransmisores en las personas con SAD-TDAH.

Del mismo modo la hiperactividad tampoco sería la causa del SAD-TDAH sino la consecuencia lógica del hecho de no disponer de conocimientos-comportamientos capaces de controlar con acierto nuestros impulsos innatos. Tengamos en cuenta que los comportamientos base (innatos) que se encargan de poner a punto la motricidad hacen que los infantes de todas las especies de aves y mamíferos sientan necesidad y deseos de moverse, de saltar, de correr, de ir de un lugar para otro sin parar, gracias a ello el sistema musculo esquelético se fortalece y se prepara para un futuro repleto de actividad. Si un sujeto, como consecuencia de que sus motores de búsqueda no funcionan como debería, no es capaz de elaborar de manera correcta los conocimientos-comportamientos complementarios de control y vigilancia que se encargan de mantener a raya cuando es conveniente estos impulsos de correr y saltar, es lógico que el niño padezca hiperactividad.

Es decir, lo que se cree que son las causas del trastorno, el mal funcionamiento de los neurotransmisores, podría ser, por el contrario, una consecuencia de la verdadera causa: que no se disponga de una capacidad cognitiva (motores de búsqueda) capaz de confeccionar con acierto los conocimientos-comportamientos de control y vigilancia (parte de la función ejecutiva) destinados a controlar nuestros impulsos innatos en favor de recompensas a largo plazo. Esto quizás es lo que encontró el estudio de Polimanti, los genes que codifican la apoptosis que destruye las estructuras cognitivas, a pesar de que se seleccionaron positivamente por las razones anteriormente mencionadas, en algunos casos

pueden provocar autismo, trastorno cognitivo en el que una de sus principales manifestaciones es el SAD-TDAH. Este, como se explicó anteriormente, podría ser el caso en el que el motor de búsqueda afectado por la apoptosis es el SPICCC (sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta). Pero este es un tema muy amplio al que intentaremos dedicarle otro artículo.

Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad padecerían SAD

Mantener funcionando las estructuras cognitivas durante toda la vida obligaría a un sujeto adulto a enfrentar los retos de la supervivencia padeciendo SAD

Mientras Mary vivió bajo la tutela de sus progenitores sus motores de búsqueda (pensamiento) funcionaría sin problemas debido a que su madre se encargaría de su cuidado, manutención y protección. Pero el nuevo cambio del que era portadora trastocaría su mundo, al continuar funcionando durante toda su vida en su cerebro los motores de búsqueda se vería obligada a desarrollar los conocimientos-comportamientos destinados a controlarlos. ¿Podría conseguirlo, estaría Mary capacitada para desarrollar un control efectivo sobre sus motores de búsqueda de manera que su percepción siempre estuviese enfocada cuando se hiciese necesario?

Recordemos que a nosotros, con nuestro gran cerebro y portentosa capacidad cognitiva, nos lleva toda la infancia y parte de la juventud desarrollar dichos conocimientos-comportamientos de control y vigilancia (Carlson 2005; Luna et al. 2004; Huizinga et al. 2006). Y a pesar de conseguirlo, el deseo que sentimos de pensar es tan poderoso que nos mantiene utilizando nuestra capacidad cognitiva, pensando en esto o en aquello, la mitad del día (Alonso 2017). Ello nos conduce a intuir que a la reducida capacidad cognitiva de Mary, enmarcada en una pequeña corteza prefrontal, quizás muy similares a las de los chimpancés y bonobos, previsiblemente le sería en alguna medida difícil elaborar con acierto los conocimientos que le permitirían controlar de manera efectiva las estructuras cognitivas (probablemente padecería SAD). Si a esto le sumamos el hecho de que el uso de los motores de búsqueda ralentiza la capacidad de respuesta llegamos a la conclusión de que Mary previsiblemente estaría en unas condiciones que podríamos calificar como desventajosas a la hora de competir por la vida contra el resto de sus parientes de clan.

Consecuencias prácticas para Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad del hecho de padecer SAD

El que Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad padezcan SAD (síndrome de atención deficitaria) durante toda su vida, nos permite predecir que ellos, sin capacidad para controlar de manera eficiente sus motores de búsqueda, lo tendrían difícil a la hora de escapar de un depredador o de cazar una presa. Además, probablemente se verían obligados a vivir en las zonas más alejadas y peligrosas del territorio. Del mismo modo sus habilidades para relacionarse de manera adecuada con el resto de los miembros de su clan no serían las mejores. Y sus capacidades como progenitores también estarían algo mermaidas debido a que les costaría un poco más que a los demás entender y por tanto atender las necesidades de sus vástagos.

En resumen, nos atreveríamos a proponer que Mary (el primer ser capaz de realizar aprendizaje voluntario durante toda su vida) y sus descendientes portadores de esta nueva cualidad, fueron en alguna medida discapacitados psíquicos (padezcan SAD) que tendría que competir por la vida en un mundo plagado de primates comunes muy hábiles, rápidos y eficientes.

Los Homínidos. Un linaje que en sus comienzos solo estaría compuesto por hembras

Debido a que la competencia por la supervivencia y por la transmisión de la herencia genética a la que han de enfrentarse los machos es mucho más exigente y rigurosa que la que afrontan las hembras, tengo la impresión de que solo las portadoras de la nueva cualidad tendrían la posibilidad de sobrevivir lo suficiente como para poder transmitir sus genes, incluidos los que codifican el cambio, a la próxima generación. De aquí mi idea de que el primero de nosotros, Mary, fuese una hembra y la intuición de que quizás, durante algún que otro eón, nuestro linaje solo estaría constituido por hembras porque los machos portadores de la nueva cualidad no serían capaces de sobrevivir lo suficiente como para poder transmitir sus genes a la próxima generación.

¿Por qué ellas sí transmitirían sus genes a la descendencia? Presumiblemente todas las hembras, incluidas las homínidas, cuando madurasen sexualmente abandonarían su clan para integrarse en otro, tal y como continúan haciendo las chimpancés actuales, llevando quizás las homínidas con ellas la nueva configuración genética a algún otro grupo cercano (parte de la misma o de otra población). Y como los machos a la hora de tener sexo normalmente no ponen muchos peros, es posible que muy de cuando en cuando la nueva característica se instalase en

cada clan en el que una homínida recién llegada lograra sobrevivir y reproducirse.

Ante un panorama tan poco prometedor, ¿cómo pudieron Mary y sus herederas portadoras del cambio sobrevivir en unas condiciones así y cómo pudieron transmitir sus genes, incluidos los que codifican el cambio en el funcionamiento de las estructuras cognitivas, a las próximas generaciones?

Probablemente el cerebro derecho de Mary y de sus descendientes portadores de la nueva cualidad se encargaría de mantenerlos a salvo

Lateralización de las funciones cerebrales en nuestros parientes cercanos pudiera ser una imagen de las características funcionales del cerebro de Mary cuando sufrió la modificación mencionada

La lateralización de las funciones cerebrales pudo aparecer pronto en la evolución de los vertebrados (Vallortigara et al. 1999). La asimetría cerebral, que es más la regla que la excepción (Hutsler et al. 2002) existe en ratas, cuervos, ballenas jorobadas, langures de cola de cerdo y muchos más. En chimpancés se revela una preferencia a usar específicamente una de las dos manos en el uso y fabricación de instrumentos (Westergaard et al. 1998). Los sujetos altamente lateralizados son más eficaces en tareas de forrajeo y búsqueda de alimentos (McGrew y Marchant 1999). Un hemisferio cerebral dominante a la hora de confeccionar y manipular herramientas nos anima a pensar que es muy probable que ese hemisferio podría disponer en solitario de los motores de búsqueda, las estructuras (los motores de búsqueda del tipo 2) que permiten aprender de manera voluntaria los nuevos conocimientos-comportamientos que la mano dominante ejecuta, tal y como sucede en nosotros los humanos. Es posible pensar esto debido que, tanto en chimpancés como en nosotros, el hemisferio Lingüístico (izquierdo), donde están los motores de búsqueda del tipo 1, es el que controla la mano derecha muy mayoritariamente (gracias a los conocimientos-comportamientos que elaboran los motores de búsqueda del tipo 2) (Pujol et al. 1999; Witelson y Kigar 1992). En otras palabras, estos estudios nos conducen a plantearnos la idea que es muy probable que los sujetos de la especie a partir de la cual nos originamos los chimpancés y nosotros disponían de estructuras cognitivas solo en su hemisferio dominante, quizás mayoritariamente el izquierdo.

La especialización de los hemisferios cerebrales de Mary y de sus descendientes portadores de la nueva cualidad pudo permitir que sus cerebros derechos se hicieran responsables de la supervivencia

La lateralización de las funciones cerebrales trae consigo la inevitable especialización de ambos hemisferios en tareas distintas. Por ejemplo, nuestro hemisferio derecho es mucho más rápido en el test en el que hay que armar una figura que se ve con cubos y también es mucho mejor para dibujar. Tiene una gran ventaja en la manipulación de objetos. Ya que esta función participa el lóbulo parietal y en el hemisferio izquierdo esta zona está ocupada por el lenguaje. Es superior en el reconocimiento de objetos necesario para su manipulación. También se encarga del reconocimiento de caras (Rubia 2006).

Por su parte Rita Carter nos dice que nuestro cerebro derecho es capaz de realizar un conjunto de tareas inaccesibles al hemisferio izquierdo. Es capaz de distinguir imágenes camufladas sobre un fondo complejo (un depredador al asecho camuflado por la vegetación). Reconoce contornos a primera vista (la silueta de una presa, depredador o posible pareja). Nuestro cerebro izquierdo, aislado del derecho, sería incapaz de encontrar una ruta para ir al árbol con frutos, ni tampoco sería capaz de descubrir un oso medio escondido que busca algo para cenar (Carter 2002). Todo esto nos conduce a pensar que es predecible que el cerebro derecho de nuestros primeros ancestros pudo estar ya en alguna medida especializado en tareas de supervivencia de manera que cuando Mary y sus descendientes portadores del cambio, discapacitados psíquicamente, debido a que sus estructuras de aprendizaje continuaban funcionando en el hemisferio izquierdo de sus cerebros, tuvieron que hacerse cargo de su propia manutención, cuidado y protección y de la de sus descendientes, su cerebro derecho pudo haber estado en alguna medida cualificado para hacerse cargo de la tarea.

La especie elegida

Pero el que los cerebros derechos de alguna manera fueran capaces de hacerse cargo de la situación y evitar un desastre total, todavía no es suficiente para que sujetos portadores de tamaño discapacidad psíquica sobreviviesen.

Un antecesor común a chimpancés y humanos

Como sabemos, genéticamente estamos mucho más cerca de los chimpancés que lo cerca que están estos de los gorilas, de manera que todo hace indicar que las dos especies compartimos un antecesor común (Patterson et al. 2006). Así que

predeciblemente Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad pudieron nacer y vivir en un clan de los individuos que antecedieron a las dos especies.

¿Qué características, que facilitarían su supervivencia, pudo haber tenido la sociedad en la que vivirían Mary y sus descendientes portadores del cambio?

La estructura de la sociedad de los primates está determinada esencialmente por la base genética que regula el comportamiento de los individuos Pérez-Ramos (2016), ello es la razón por la que las características sociales de las sociedades primates permanecerían inalterables durante muchísimo tiempo. Así que no es descabellado suponer que las características de la sociedad en la que vivieron Mary y sus descendientes portadores del cambio pudieron ser en alguna medida parecidas a las características de la sociedad chimpancé actual. ¿Qué rasgos de esta sociedad pudieron haber facilitado la supervivencia de Mary y de sus descendientes portadores de la modificación?

Características de la sociedad de los chimpancés que harían posible que alguien como Mary sobreviviese

Para evitar la consanguinidad las hembras chimpancés abandonan el grupo en el que han nacido para integrarse en otro después de que maduran sexualmente. Esto sería muy poco favorecedor a la supervivencia de Mary debido a que las hembras de alto rango suelen matar hembras de menor rango (las que llevan poco tiempo en el nuevo clan) para apoderarse de sus territorios (Goodall 1968) y además los machos suelen matar a crías, sobre todo de estas madres de bajo rango, para conseguir que ellas vuelvan a quedar en celo rápidamente (De Waal 2015).

No obstante estas características poco prometedoras, los chimpancés machos dominantes arbitran en conflictos entre las hembras su papel es fundamental para mantener la paz social, cosa que logran con mucha efectividad (De Waal 2015). Si la madre de un chimpancé muere, a menudo otras hembras se hacen cargo de él, alimentándolo, cuidándolo y protegiéndolo. Incluso hasta los machos adoptan pequeños huérfanos (De Waal 2015). Los chimpancés desarrollan poderosas relaciones de afecto entre ellos, estos sentimientos de cariño y amistad hacia otros miembros de su clan hacen que los sujetos sientan deseo y necesidad de ayudar, cuidar y proteger a otros miembros del grupo (De Waal 2015).

Los chimpancés experimentan una profunda empatía por los miembros de su grupo que aprecian, cuando estos sufren algún percance, están desvalidos o lo están pasando mal,

inclusive, se apiadan hasta de sujetos de otras especies. Les duele el dolor de sus amigos desvalidos, les inquietan las preocupaciones de sus amigos tristes. Ello es lo que les motiva a consolarlos y a ayudarlos (De Waal 2015). Los chimpancés comprenden las necesidades de otros sujetos y si les aprecian cooperan con ellos para que puedan lograr sus fines, aunque ellos no se beneficien (De Waal 2015). Los chimpancés reparten su comida entre sus amistades y con los sujetos que más comparten con ellos su comida (De Waal 2015).

Los chimpancés dan preferentemente comida a las hembras fértiles con el propósito de disfrutar de favores sexuales (De Waal 2015).

Resumiendo, estas quizás pudieron ser las características predominantes de la sociedad en la que apareció la primera de nosotros (los homínidos) y en la que probablemente vivieron sus descendientes portadores de la nueva cualidad. Pensamos esto porque, como explico en el artículo "El contrato social a la luz de la biología evolutiva", la estructura social y las características de una sociedad de primates, en gran medida, estarían determinadas por los comportamientos innatos que regulan la manera de proceder de estos seres (Pérez Ramos 2016). Creo que un mundo solidario, altruista, cooperativo y piadoso como lo es el de los chimpancés ofrecería posibilidades reales de sobrevivir a las hembras portadoras de la condición homínida.

La gran ventaja de Mary y sus descendientes que les ayudaría a la hora de competir por la vida

A pesar de Mary y sus descendientes portadores de la nueva cualidad padecerían SAD, con el paso del tiempo, el hecho de mantener activada la capacidad de realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida les otorgaría la posibilidad de desarrollar muchos nuevos conocimientos-comportamientos útiles para encontrar alimentos, para desarrollar tecnologías que permitiesen obtenerlos con facilidad, para construir nidos y refugios cada vez más seguros y confortables. Para descubrir maneras más seguras de desplazarse, para mejorar sus capacidades sociales de manera de granjearse cada vez más amigos dispuestos a echarles una mano y a interceder por ellos. Esto sería posible gracias a que la cognición es un fenómeno piramidal, mientras más viejo se es (con motores de búsqueda funcionando durante toda la vida), más conocimientos se atesoran y mientras más conocimientos se tienen, de mejor calidad, más sofisticados y complejos serían los conocimientos-comportamientos que Mary y sus descendientes portadores del cambio podrían crear. Esto en alguna medida supliría las desventajas que provoca el padecer SAD a la

hora de competir por la vida y quizás hasta les otorgaría alguna que otra ventaja.

Generalización de la condición homínida. ¿Cómo, partiendo de ser unos pocos individuos con SAD, nos convertimos en todos los miembros de la población y por tanto en especie?

El comienzo de los primeros homínidos

No es lógico pensar que siempre habría portadoras de la condición homínida debido a que esta, además de desfavorecer al sujeto portador, se transmitiría a través de cruzamientos aleatorios, por lo que es previsible que tendrían que pasar muchas, muchas generaciones para que volviese a aparecer una portadora de la nueva cualidad. Por ello al principio, quizás durante uno o más eones, solo alguna hembra aislada de alguno entre muchos clanes de primates comunes sería portadora de la nueva cualidad, sus padres, hermanos, tíos y primos serían primates comunes que perdían la capacidad de realizar aprendizaje voluntario después de la pubertad. Igualmente, cuando una hembra portadora de la nueva cualidad se integraba en un clan vecino allí muchos de sus hijos, sus sobrinos políticos, la inmensa mayoría de sus nietos y casi todos sus nuevos compañeros serían primates comunes. Así que predeciblemente durante algún eón, en cuanto al aspecto físico, es muy probable que los primeros homínidos no nos diferenciaríamos absolutamente en nada del resto de los miembros de nuestro clan, primates comunes. Las únicas diferencias entre ellos y nosotros sería que los homínidos adultos padecíamos en alguna medida retraso mental, una especie de SAD (síndrome de atención deficitaria), como consecuencia de mantener activos los motores de búsqueda durante toda la vida. La segunda diferencia se deriva de esta circunstancia, ya que el poder realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida nos permitiría crear y por tanto disponer de un arsenal de comportamientos prácticos de gran utilidad, comportamientos que quizás no tendrían nuestros parientes adultos (primates comunes) debido a que ellos no disponían de estructuras cognitivas para aprenderlos.

Ventajas de tener una homínida en el grupo. La fuente de conocimientos-comportamientos de su clan y de toda la población

Como acabamos de mencionar, predeciblemente la gran baza de los primeros homínidos para sobrevivir pudo ser que: con el paso del tiempo y la sucesiva acumulación de experiencia, dispondrían de muchos más conocimientos-comportamientos, y de mucha más complejidad, que sus parientes de grupo adultos. Pero la ventaja no duraría siempre debido a que estos

conocimientos-comportamientos serían incorporados por los jóvenes de su clan (con la capacidad cognitiva activa) y en unas cuantas generaciones estarían a disposición de todo el grupo. Tal y como sucedió con el comportamiento de lavar los boniatos en el agua antes de comerlos que emplean los macacos japoneses de la isla de Koshima (Kaway 1965). De esta manera crecería exponencialmente el arsenal de conocimientos-comportamientos útiles para la vida cotidiana que dispondrían los miembros de clanes que tuvieran algún miembro descendiente de Mary capaz de realizar aprendizaje voluntario durante toda su vida. Estos conocimientos facilitarían el acceso continuo a recursos alimenticios de toda índole y a mucha más seguridad. Y en el marco de unas condiciones de abundancia y de prosperidad se favorecería la cooperación y el altruismo por lo que las primeras homínidas tendrían muchas más posibilidades de sobrevivir para transmitir su herencia genética. Pero esto es algo que ocurriría muy, muy despacio porque probablemente pasarían decenas o centenas de generaciones para que volviese a aparecer en un clan una hembra portadora de la nueva cualidad.

Ventajas de que haya alguna homínida en la población. Entre otras, previsiblemente se produciría la condición necesaria para que proliferase un incremento de la masa neuroasociativa

La constante migración de las hembras jóvenes a otros clanes no solo diversificaría el acervo genético, sino que también serviría como mecanismo transmisor de cultura tecnológica entre los diferentes grupos de una determinada población y, en el marco de condiciones excepcionales, hasta puede que de alguna otra población cercana. Grupos que, en el transcurso de miles o de decenas de miles de años, cada vez se volverían más seguros y prósperos, lo que predicablemente favorecería la supervivencia de las primeras de nuestro linaje. Esta prosperidad, basada en la disposición de conocimientos-comportamientos cada vez más diversos, versátiles y complejos, que harían posible el acceso más regular a nuevas fuentes de alimentos mucho más ricos en nutrientes, también sería muy ventajosa porque crearía la condición necesaria para que en alguno de estos clanes, o quizás en una población cercana, pudiese proliferar un crecimiento de la corteza asociativa (que se desarrollase una función cognitiva más grande y eficiente).

Expliquemos la importancia de esto

En 1995 Peter Weeler y Lesly Aiello presentaron su hipótesis del tejido caro. Por lo general, en ella postulaban que un cerebro más grande necesariamente consumiría más energía,

de manera que era necesario que se incrementase el aporte energético de los nutrientes que se comen para que el sistema basal pudiese producir la cantidad de glucosa que requeriría el funcionamiento de un cerebro más grande (Aiello y Weeler 1995). Pero en realidad la percepción y la acción (la función ejecutiva) apenas gastan energía. Lo que consume ingentes cantidades de ella es el pensamiento (el funcionamiento de los motores de búsqueda) (Alonso 2017). Así que es probable que solo podría proliferar un cambio genético que codificara la formación de una corteza asociativa mayor (motores de búsqueda más poderosos y eficientes, y capacidad de almacenaje más grande) si creciese en alguna medida la calidad energética de los nutrientes que ingerían los sujetos del grupo y la regularidad con la que se accedía a ellos.

Esta es la razón por la que consideramos que la existencia de alguna o algunas hembras homínidas en una determinada población sería de gran importancia, ya que crearía la condición necesaria para que proliferara en algún clan de esta, o quizás, hasta de alguna otra población cercana, un crecimiento de la corteza neuroasociativa. Esto pudo suceder así debido a que, gracias a la capacidad para realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida de las homínidas, en el marco de decenas de miles de años, se multiplicarían los conocimientos-comportamientos destinados a la obtención de alimentos de mayor cualidad energética y esta cultura tecnológica sería transmitida de un clan a otro a través de las hembras viajeras y de esta manera estaría disponible en todos los grupos de la misma población y quizás también en alguna poblaciones vecina a la que tuvieran acceso, en el marco de condiciones propicias, las hembras jóvenes. El que todos los individuos de una población y de poblaciones cercanas dispusiesen de una dieta mucho más rica en nutrientes haría que creciese la cantidad de glucosa que producirían sus sistemas basales, circunstancia que haría posible que proliferase en alguna de ellas un incremento de la corteza neuroasociativa ya que todos los sujetos serían capaces de producir la energía necesaria para mantener operativa una capacidad cognitiva (una corteza asociativa) más grande y eficiente.

Como veremos a continuación, el disponer de una corteza asociativa más grande (motores de búsqueda más poderosos y capacidad de almacenaje más grande), sería de una relevancia cardinal en el proceso de cruzamientos que predicablemente haría que los homínidos llegásemos a convertirnos en la inmensa mayoría de la población.

La importancia de tener un núcleo estriado mayor

Todo parece indicar que los ganglios basales son el mecanismo final de toma de decisiones de

la función ejecutiva. James Surmeir nos explica que a través de los circuitos directo e indirecto (estos circuitos parten del putamen y del núcleo caudado y terminan en el tálamo) el núcleo estriado, la región mejor y más profusamente interconectada de todo el cerebro, “decide” que comportamientos (secuencias motrices), de todos los activados, se inhiben y cual de ellos se ejecuta (Surmeier 2013). Esta circunstancia nos conduce a intuir que el tamaño del sistema estriado debe estar en concordancia con la cantidad de conocimientos comportamientos de los que dispone el sujeto, porque no tiene sentido disponer de más comportamientos útiles para la vida si el sistema que debe dar luz verde a su ejecución no es capaz de tenerlos en cuenta por falta de capacidad. Por otro lado, un pequeño incremento del número de neuronas en las cortezas asociativas provocaría un crecimiento exponencial de la cantidad de interconexiones que se pueden establecer entre ellas, lo que es lo mismo que decir, un pequeño crecimiento de la corteza asociativa provocaría un gran incremento de la cantidad de nuevos conocimientos-comportamientos y de conocimientos procedimientos que podría llegar a disponer un individuo.

Estas dos circunstancias descritas nos conducen a pensar que un pequeño crecimiento del número de neuronas de las cortezas asociativas requeriría de un sistema último de toma de decisiones (de un núcleo estriado) mucho más grande. Ello sería la razón por la que la principal diferencia entre humanos y chimpancés radica en el tamaño del núcleo estriado, tal y como puso en evidencia el estudio publicado en Science por Nenad Sestan, Andre M M Sousa y Ying Zhu de la universidad de Yale (Sousa 2017).

La importancia de la hibridación como motor evolutivo

Como explicaremos en un momento, es muy probable que la confluencia en un mismo sujeto de estos dos importantes cambios, mantener activos durante toda la vida los motores de búsqueda y disponer de una corteza asociativa y de un núcleo estriado más grandes, fue lo que pudo hacer que los homínidos dejásemos de ser una hembra aislada que aparecería una vez cada cien o cada mil años en un clan de primates para convertirnos en todos los miembros de la población. Pero es muy poco probable que dos modificaciones genéticas tan importantes se diesen en el marco del mismo clan y hasta de la misma población, por lo que para que ambos cambios pudiesen confluir en un mismo ser fue preciso que hubiese intercambio genético entre los grupos en los que se estableciera cada una de estas dos variaciones genéticas. Como veremos a continuación, si no se hubiese producido hibridación entre los grupos portadores de ambas

modificaciones, es muy probable que jamás se hubiese generalizado la condición homínida. Ahora sabemos que esta hibridación entre grupos y poblaciones distintas pudo suceder al menos durante 4 millones de años. (Patterson 2006).

Generalización de la condición homínida. Cuando nuestros machos comenzaron a sobrevivir, los homínidos nos convertimos en la mayoría de los miembros del clan y de la población

Probablemente un pequeño crecimiento de la corteza asociativa, conjuntamente con un gran crecimiento del núcleo estriado, nos daría la ventaja definitiva sobre nuestros parientes y compañeros de clan, primates comunes, a la hora de sobrevivir y reproducirnos

¿Cuándo y cómo nos convertiríamos los homínidos en la mayoría de miembros de un clan y de una población? Un pequeño crecimiento de la corteza asociativa y del núcleo estriado incrementaría en alguna medida la cantidad de conocimientos-comportamientos y de conocimientos-procedimientos que un sujeto puede guardar y usar. Esto sería de gran ventaja para cualquier primate, circunstancia por la cual las instrucciones genéticas que los codifican se extenderían en el marco de la población en la que apareciesen estas características. Normalmente existiría un intercambio constante de hembras jóvenes entre los diferentes clanes de una misma población y puede que de vez en cuando, en el transcurso de cuatro millones de años, alguna de estas chicas, en el marco de condiciones medioambientales excepcionales que facilitarían el acceso entre regiones normalmente incomunicadas, llegase a establecerse en un clan perteneciente a otra población, tal y como se deduce del estudio de Reich, Patterson y Lander (Patterson 2006). De esta manera es posible que, en uno de estos momentos únicos de la historia evolutiva de la vida en nuestro planeta, una descendiente de Mary, portadora de la nueva cualidad (sus motores de búsqueda funcionan durante toda la vida), llegase y se estableciese en un clan (perteneciente a otra población) en el que se había generalizado un crecimiento de la corteza asociativa y del núcleo estriado. El resultado de ello podría haber sido el nacimiento de un sujeto portador de ambas modificaciones genéticas (me gustaría llamarle V-R), individuo a partir del cual se originaría una saga de descendientes portadores de ambas modificaciones. Es aquí, en este momento y en este lugar, donde y cuando probablemente se iniciaría el lento pero constante proceso de cruzamientos que en el transcurso de cientos o miles de años nos convertiría a los homínidos en la inmensa mayoría de los miembros de la población.

¿Por qué la coexistencia en un sujeto de ambas modificaciones sería el suceso desencadenante de la generalización de la nueva característica (la capacidad de hacer aprendizaje voluntario durante toda la vida)?

Un determinado crecimiento de la capacidad de almacenaje, de las áreas de la corteza asociativa, aunque sería bueno para el resto de nuestros parientes no homínidos, podría beneficiarnos a nosotros mucho más que a ellos porque, como hemos explicado, la inmensa mayoría de los conocimientos-comportamientos que integramos los confecciona la capacidad cognitiva (los motores de búsqueda) debido a que el aprendizaje involuntario en el hábitat salvaje es fortuito, muy poco frecuente y extremadamente lento (ejemplo, el caso de los macacos japoneses adultos y la transmisión del comportamiento de lavar los boniatos). Kaway (1965). Y como a nuestros parientes no homínidos las estructuras cognitivas se les desactivarían después de la pubertad, no tendrían tiempo suficiente como para llenar este plus de espacio neuroasociativo en la corteza dorsolateral de conocimientos-comportamientos útiles tanto como lo haríamos nosotros los sujetos capaces de realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida. Por otra parte, como consecuencia de lo anterior los conocimientos-comportamientos de los que dispondrían nuestros parientes no portadores de la nueva cualidad serían de mucha menos complejidad de los que tendríamos nosotros los homínidos debido a que, como explicamos anteriormente, la cognición es un fenómeno piramidal (la complejidad de un conocimiento depende de la cantidad de conocimientos previos relacionados con este que hemos sido capaces de facturar).

El hecho de disponer de muchos más conocimientos-comportamientos y de que estos fuesen de una cualidad y complejidad superior a la de los conocimientos-comportamientos que serían capaces de confeccionar y almacenar nuestros parientes primates comunes, quizás nos otorgaría a los descendientes homínidos del primer ser en el que confluyeron ambas modificaciones (V-R) una importante ventaja a la hora de competir por la subsistencia y la reproducción contra nuestros parientes de clan (que como nosotros tendrían una capacidad neuroasociativa más grande, pero no eran portadores de la condición homínida).

Por otra parte, el ser capaces de elaborar muchos más conocimientos-comportamientos y el que estos fuesen de un grado de complejidad y sofisticación superior nos permitiría a los descendientes homínidos de V-R comenzar a controlar de manera más eficiente los impulsos innatos que hacen que deseemos pensar (utilizar los motores de búsqueda) para resolver un problema cuando ello no es conveniente. Razón por la cual disminuirían en alguna medida las

manifestaciones perjudiciales del SAD mejorando también por esta vía nuestra capacidad para competir contra nuestros parientes.

Los machos homínidos comienzan a sobrevivir y a reproducirse

Como consecuencia de todo lo que acabamos de explicar las hembras homínidas, ahora las más listas de la case, comenzarían a sobrevivir a reproducirse mucho más que las restantes hembras del grupo, primates comunes. Por la misma razón sus hijos tendrían más opciones de llegar a convertirse en sujetos reproductores, entre ellos, los machos homínidos, que ahora siendo los más listos del grupo, se reproducirían más que el resto de los parientes, primates comunes. Ello provocaría que cada vez se producirían más cruzamientos entre homínidos por lo que la frecuencia con la que aparecerían miembros de nuestro linaje se multiplicaría exponencialmente. Este fenómeno se produciría en todos los clanes integrantes de la misma población gracias al desplazamiento de las hembras jóvenes, de esta manera es posible que en el transcurso de decenas de miles de años la condición homínida se hiciese muy mayoritaria en el seno de la misma. Habiendo surgido de esta manera la primera comunidad de seres vivos capaces de realizar aprendizaje voluntario durante toda su vida.

¿Cuándo se generalizaría el proceso de hominización, cuando todos los miembros de la población se convertirían en homínidos?

Un estudio revolucionario

Un revolucionario estudio genético realizado por David Reich y Eric Lander del Broad Institute de Harvard Medical School de Boston ha mostrado que el proceso de especiación que dio origen, por un lado a los humanos y por el otro a los chimpancés, no pudo suceder por aislamiento de la población a partir de la cual nos originaríamos nosotros, tal y como se dio por sentado hasta ese momento, ya que, en un momento posterior a la primera separación (ocurrida hace 10 millones de años), ambas especies pudieron seguir cruzándose durante un período de 4 millones de años, separándose definitivamente hace, entre 6,3 y 5,4 millones de años (Patterson et al. 2006).

Predeciblemente nos convertiríamos en especie hace, entre 6,3 y 5,4 millones de años

Ateniéndonos a estos resultados tenemos que suponer que las dos modificaciones mencionadas (el que las estructuras cognitivas funcionen durante toda la vida y el incremento de capacidad neuroasociativa de la corteza cerebral) tuvieron

que coexistir en un mismo sujeto poco antes de la separación definitiva de ambos linajes porque la ventaja que proporcionan ambas modificaciones en conjunto traería como consecuencia que, si al grupo que evolucionó hacia los chimpancés llegara por equivocación y se estableciera y reprodujera allí una hembra homínida (con los motores de búsqueda funcionando toda la vida y con una corteza asociativa y un núcleo estriado más grandes), en este grupo con el tiempo también se habría generalizado la condición homínida y en consecuencia los chimpancés no existirían. Esto nos conduce a predecir que es probable que la condición homínida se generalizase entre 6,3 y 5,4 millones de años atrás.

Modelo de como probablemente se produciría la separación definitiva entre ambos linajes

La imponente capacidad para crear nuevos conocimientos-comportamientos útiles para la vida cotidiana permitiría a los clanes homínidos explotar al máximo los recursos del hábitat dejando pocas opciones a nuestros competidores, así que es posible que ante la pujanza arrolladora del nuevo linaje las poblaciones cercanas de primates comunes pusieran tierra de por medio (se refugiaron en lugares de muy difícil acceso) con el propósito de encontrar recursos que les permitieran subsistir y este gran alejamiento pudo ser lo que predeciblemente haría imposible que volviesen a llegar hembras homínidas a clanes de primates comunes y viceversa. También es posible que, al mismo tiempo que sucedía esto, cambiasen las condiciones medioambientales y con ello desaparecieran definitivamente los accesos entre la población homínida y las de primates comunes que evolucionarían hacia los chimpancés, reforzándose así las condiciones de aislamiento que separaron para siempre a las dos especies. De esta manera se pudo haber producido la separación definitiva entre los primates que evolucionaron hacia los chimpancés, por un lado, y los primates que, convertidos en homínidos, evolucionaron hacia nosotros. Tal y como propone el estudio genético mencionado.

Nota. Los razonamientos que hemos desgranado hasta aquí nos inducen a pensar que es probable que entre los chimpancés actuales pudiera surgir algún homínido, es posible que en el marco de cientos o de miles de años llegase a aparecer un sujeto que mantiene la capacidad de realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida, debido a que probablemente la población en la que se generalizó la condición homínida pudo ser diferente de la población en la que esta condición surgió y esta última pudo formar parte de las poblaciones que evolucionaron hacia los chimpancés. Así que la pregunta a responder es. ¿Por qué no se generalizó también en estas

poblaciones que evolucionaron hacia los chimpancés la condición homínida? Mi idea es que la confluencia de la condición homínida y de una capacidad neuroasociativa mas grande en un mismo ser fue un fenómeno evolutivo muy, muy excepcional.

¿Por qué creemos que este, el que las estructuras cognitivas continuasen funcionando durante toda la vida, y no otro, tuvo que ser el cambio que creó las condiciones necesarias para que se iniciara el proceso de hominización?

Una nueva manera de entender los procesos de especiación

A la hora de entender los procesos de especiación lo aceptado por la inmensa mayoría de los biólogos evolutivos ha sido que: un cambio en el hábitat que provoca aislamiento entre dos grupos de una población hace que ambas comiencen a evolucionar diferenciadamente y con el tiempo el resultado de ello es la especiación, la aparición de dos especies distintas a partir de sujetos que en sus inicios fueron parte del mismo grupo. La investigación de Patterson, Richter, Gnerre, Reich, y Lander nos revela que la separación entre humanos y chimpancés no pudo suceder como consecuencia de un proceso de aislamiento porque luego volvieron a hibridar durante un larguísimo período de tiempo, sino que el proceso de especiación pudo suceder como resultado de la acumulación de cambios genéticos en diferentes grupos (poblaciones distintas) que al hibridar se mezclaron (Patterson et al. 2006). Tengo la impresión de que la hipótesis descrita en este artículo encaja con los resultados obtenidos por Patterson, Reich y Lander puesto que el proceso de hominización que describimos no sucedió como consecuencia del aislamiento sino como resultado de cambios genéticos (el que los motores de búsqueda funcionasen durante toda la vida y el incremento de la capacidad neuroasociativa de la corteza cerebral) que predeciblemente aparecieron en diferentes poblaciones, pero que gracias a que en momentos determinados hubo intercambio genético entre ellas por medio de las hembras jóvenes, llegaron a coincidir en un mismo sujeto V-R. Poniéndose así de manifiesto que probablemente no fue el aislamiento, sino la hibridación, el motor evolutivo que impulsó el proceso de hominización, tal y como se concluye del estudio de Patterson, Reich y Lander. Disculpar mi entusiasmo, pero me atrevería a intuir que, si el modelo evolutivo que se deduce de este estudio genético es correcto, esta hipótesis, que muestra un panorama muy similar al descrito en el mismo, podría ser una guía a tener en cuenta en futuros estudios e investigaciones empíricas destinadas a entender los orígenes de nuestra especie.

El hecho de que esta hipótesis que proponemos encaje con el modelo evolutivo que se deduce de la investigación genética de Patterson Reich y Lander es la primera gran razón por la que pensamos que el primer gran cambio que daría origen a nuestra especie pudo ser la modificación genética que provocó que los motores de búsqueda fuesen capaces de funcionar durante toda la vida.

La segunda razón que nos hace pensar que la transformación ocurrida a las estructuras cognitivas fue el cambio que dio inicio al proceso evolutivo que condujo hasta nosotros es el hecho de que esta tuvo que suceder antes de que ocurriese ningún otro cambio relacionado con la evolución de nuestra especie

Los tres últimos grandes hitos de la evolución humana que hemos descrito en este artículo (surgimiento del comportamiento Comunicación Referencial, interconexión de los motores de búsqueda del tipo 1 para hacer posible el surgimiento del lenguaje y el que se reciclase el proceso de apoptosis que eliminaba los motores de búsqueda cuando éramos primates comunes), como se ha explicado, solo pudieron suceder después de que las estructuras cognitivas se volvieran capaces de funcionar durante toda la vida. Así que solo nos resta analizar el por qué la bipedestación no pudo suceder antes de que los motores de búsqueda funcionasen durante toda la vida en todos los miembros de la población.

¿Cuándo ocurriría la transformación en el período de funcionamiento de las estructuras cognitivas?

Hoy en día existe un consenso generalizado en cuanto al momento en el que se supone que ocurrieron los cambios en el cerebro que nos capacitaron para iniciar la construcción y el empleo de herramientas. Ello se circunscribe al instante en el que aparecen las primeras herramientas de piedra en el marco de la cultura olduvayense hace alrededor de unos 2,5 millones de años. Se piensa que la capacidad para confeccionar estas primeras herramientas fue consecuencia de crecimiento encefálico que experimentó el homo habilis. Ello nos conduce a suponer que es muy probable que el cambio que posibilitaría a las estructuras cognitivas de los primates-hominidos funcionar durante toda la vida y, en consecuencia, multiplicar exponencialmente la cantidad de conocimientos-comportamientos que era capaz de elaborar tuvo que haber sucedido en este preciso instante en el que aparecen las primeras herramientas-armas de piedra. Pero a pesar de las poderosas razones que conducen a esta idea y del consenso generalizado alrededor de la misma, este autor tiene la impresión de que el comienzo del desarrollo y

perfeccionamiento de la capacidad cognitiva, como hemos descrito anteriormente, ocurre muchísimo antes del período olduvayense.

La bipedestación solo fue posible si antes dispusimos de estructuras cognitivas capaces de funcionar durante toda la vida

El principal propósito de este espacio es el de ofrecer un conjunto de argumentos que nos conducen a pensar que es muy posible que el proceso de desarrollo de la capacidad cognitiva tuvo que comenzar antes de que fuésemos capaces de caminar erguidos. Debido a que cambios como: el que dejase de migrar el agujero occipital o la transformación del ala ilíaca de la cadera, pudieron afectar seriamente las opciones de los individuos portadores de los mismos, en lo que respecta a ser capaces de transmitir sus genes a la próxima generación, tanto con arreglo a la selección sexual como en lo concerniente a la selección natural. En esencia, lo que intentaremos argumentar es que la bipedestación solo fue posible si antes se desarrolló la capacidad cognitiva en la dirección de que pudiéramos realizar aprendizaje voluntario durante toda la vida.

Ahora nos centraremos en explicar porque es probable que los cambios que nos permitieron adoptar la marcha bípeda no pudieron establecerse antes de que fuésemos capaces de elaborar de manera voluntaria conocimientos-comportamientos durante toda nuestra existencia.

Mantener el agujero occipital en la base del cráneo pudiera haber reducido las posibilidades de pasar los genes a la próxima generación

La no migración de foramen magnum

Debido al hecho de que facilita el parto, todos los primates venimos al mundo con el agujero occipital en la base del cráneo, pero, aunque mantener el foramen magnum en esta posición facilita la marcha bípeda (los chimpancés menores de tres años utilizan preponderantemente esta variedad de locomoción) en todos los primates el agujero occipital termina por desplazarse a la parte posterior de la cabeza, excepto en nuestro caso. Basado en ello Jean Chaline propuso que quizás una modificación genética que provocase que el agujero occipital dejase de migrar pudo hacer que uno de nuestros antepasados continuase utilizando la bipedestación en la mayoría de sus desplazamientos durante toda su vida. Y esta característica (el ser bípedo gracias al hecho de mantener la cabeza sobre los hombros) pudo haber sido transmitida a la descendencia hasta generalizarse en toda la población (Arzuaga y Martínez 1998). Sin embargo, lo que Chaline no se preguntó es. ¿Por qué la selección natural desarrolló instrucciones

destinadas a hacer que el agujero occipital se desplazase desde la base del cráneo hasta su parte posterior en todos los primates? ¿Qué ventajas le reporta a un primate el poseer el foramen magnum en la parte posterior de su cabeza?

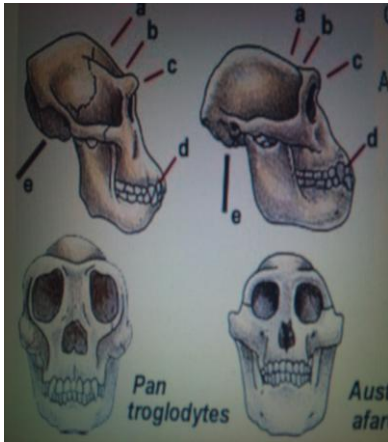


Fig. 15. El agujero occipital deja de migrar a la parte posterior del cráneo en los australopitecos afarensis.

Se vuelve difícil mirar hacia arriba cuando se sube a los árboles

Hoy en día sabemos que, aunque sus cuerpos habían comenzado a modificarse para favorecer la marcha bípeda, los ardipthecus todavía vivían en los bosques lo que quiere decir que, probablemente antes de que apareciesen dichas modificaciones su grado de dependencia con respecto a la obtención de alimentos y refugio en este hábitat era muy alto. Fijémonos que cuando un chimpancé o cualquier otro primate sube a un árbol lo hace muchísimas veces mirando para arriba al mismo tiempo que asciende. El poder mirar que es lo que está pasando en el lugar a donde se pretende llegar es lo que permite a los individuos evitar a los posibles depredadores que pudieran hallarse al asecho, además posibilita descubrir los alimentos antes de que los encuentren otros individuos.

El centro de nuestro ángulo de observación es perpendicular a la dirección de la columna vertebral, lo cual es conveniente a la marcha bípeda, en los primates el centro del ángulo de observación es casi una extensión longitudinal de la columna vertebral, circunstancia que facilita el desplazamiento hacia arriba a través de los árboles. Pero cuando se tiene el agujero occipital en la base del cráneo, aunque se tengan los brazos largos y las piernas cortas, es muy difícil trepar y mirar hacia arriba al mismo tiempo, ello solo se consigue de forma natural gracias al fabuloso grado de flexibilidad y de movilidad que otorga el poseer la cabeza delante de los hombros. Demás está decir que la actividad de cazar monos tal y como lo hacen los chimpancés actualmente dejaría de ser posible porque ella requiere que el individuo no pierda de vista a la posible presa.

Ello es quizás la primera razón por la que la selección natural haría que el agujero occipital se desplace a la parte posterior de la cabeza.

La boca deja de poder ser utilizada como la principal arma de ataque y defensa del individuo. Importancia del uso de la boca como principal instrumento de ataque y defensa

Los chimpancés, aunque ocasionalmente usan en sus trifulcas ramas piedras y otros objetos arrojados y a pesar de la extraordinaria fortaleza de la que hacen gala, continúan empleando como arma fundamental a la hora de imponer sus “genes” la devastadora fuerza de su mordida. Cuando se enfrentan a individuos de otros clanes, en las peleas para convertirse en macho alfa, durante las caserías o repeliendo los ataques de sujetos foráneos, los chimpancés emplean primordialmente sus dientes y sus caninos para infligir rápidamente el mayor daño posible a sus oponentes. Son realmente estremecedores los resultados de sus mordidas cuando atacan a miembros de nuestra especie. El hecho de que nuestros parientes todavía continúen utilizando los dientes como principal arma de supervivencia significa que nuestro antecesor común probablemente también los utilizaba y que por tanto, para los individuos a partir de los cuales nos derivamos ellos y nosotros, el correcto empleo de la boca como arma principal de ataque y defensa era muy relevante en función de ser capaces de transmitir los genes a la próxima generación.



Fig. 16. Aunque suelen utilizar palos y piedras en sus trifulcas, la principal arma de ataque y defensa de un chimpancé es su boca.

Reducción de la flexibilidad y movilidad de la cabeza

Con el foramen magnum en la base del cráneo la movilidad y flexibilidad con la que es posible desplazar la boca para asestar una mordida efectiva a un rival, a una presa o a un depredador quedan muy reducidas. Aunque no se ha realizado el análisis biofísico, a partir de nuestra propia experiencia podemos fácilmente comprobar (si intentamos morder a otros) que, con el agujero occipital en la base del cráneo, tal y como

lo tenemos nosotros, es prácticamente imposible pelear a mordidas porque la facilidad, velocidad y flexibilidad con la que se precisa desplazar la boca en función de asestar la mordida definitiva desaparece casi por completo. Esta pudiera ser la segunda importantísima razón por la que quizás la selección natural desarrolló la migración del agujero occipital a la parte posterior de la cabeza. Un individuo con el agujero occipital en la base del cráneo tendría muy pocas posibilidades de sobrevivir en una pelea con otro que lo tuviese en la parte posterior de la cabeza, circunstancia que reduce considerablemente el que sea capaz de pasar sus genes a la próxima generación.

En primer lugar, la dificultad de mirar hacia arriba al mismo tiempo que se trepa nos dice que tendría que disminuir la dependencia de los árboles, tanto en lo que concierne a la alimentación como en la búsqueda de refugio para que se pudiese producir la migración del agujero occipital. Lo que quiere decir que necesariamente este importante cambio para la bipedestación solo sería posible que ocurriese si con antelación a él el sujeto ya dispone de unas estructuras cognitivas capaces de confeccionar muchos conocimientos-comportamientos y conocimientos-procedimientos destinados a que el individuo obtuviese alimentos y refugio a ras de suelo. En otras palabras, la migración del agujero occipital solo fue posible si antes las estructuras cognitivas del portador de este cambio funcionaban durante toda su vida.

En segundo lugar, antes de que se produjese la migración del agujero occipital, la boca tendría que haber sido sustituida por la mano armada de palos, huesos o piedras como la principal arma de ataque y defensa del individuo. Alguien que dependa de la fuerza de su mordida para imponerse en el marco de la selección sexual, si por alguna razón mantiene el foramen magnum en la base del cráneo, quedaría francamente en desventaja con respecto a todos sus rivales porque no sería capaz de hacerles frente con la efectividad requerida. Así que necesariamente, antes de que el agujero occipital dejase de migrar, las estructuras cognitivas tendrían que ser capaces de funcionar durante toda la vida del sujeto portador porque ello es lo que le permitiría disponer de los conocimientos-comportamientos-procedimientos que le permitirían elaborar y blandir con destreza las primeras armas-herramientas para que su mano pudiese sustituir a su boca en las funciones de ataque y defensa.

La modificación del ala ilíaca de la cadera también pudiera haber reducido las posibilidades de que su portador pudiese pasar los genes a la próxima generación

La modificación del ala ilíaca de la cadera convierte los músculos glúteo menor y glúteo medio en músculos aductores (estabilizadores de

la posición horizontal de la cadera durante la marcha bípeda) dejando de ser músculos extensores. Esta importantísima modificación es lo que nos permite mantener el cuerpo en línea recta con las piernas y por tanto nos posibilita dar grandes zancadas, ya que al estabilizar la cadera impide que nuestro cuerpo caiga hacia el lado del pie que hemos levantado (como les sucede a los chimpancés). Arsuaga, Martínez (1998). Por el contrario, en los cuadrumanos los tres músculos glúteos se encargan de la función de llevar el cuerpo hacia delante y hacia atrás.

¿Por qué se hace necesario que en un primate cuadrumano los tres músculos glúteos se encarguen de la extensión y flexión de la cadera? “Los glúteos anteriores, medio y menor, merced a su posición, se comportan como poderosos extensores de la cadera y gracias a la gran longitud del ilion estos músculos poseen un sólido poder de contracción” (Lovejoy 1981). En otras palabras, Lovejoy nos explica que tanto para trepar de forma rápida y eficiente como para contar con la fuerza suficiente para aguantar las investidas de un contrario es imprescindible que los primates cuenten con los tres músculos glúteos como extensores de la cadera. ¿Cómo afectaría la modificación del ala ilíaca de la cadera a su portador?

Disminución de la velocidad para trepar

El hecho de que la modificación del ala ilíaca de la cadera hace que no se pueda contar con la gran potencia de los tres glúteos anteriores a la hora de proyectar el cuerpo hacia arriba provocaría que la velocidad a la que se trepa a un árbol se vea bastante mermada. El individuo portador de este cambio vería seriamente afectada la posibilidad de alimentarse de frutos ya que es muy probable que otros miembros de su clan (con la cadera sin modificar) lleguen a ellos mucho antes que él. Además, la pérdida de la fuerza para trepar sería un serio inconveniente a la hora de intentar dar caza a un mono tal y como lo hacen los chimpancés hoy en día porque se precisa de muchísima velocidad durante la escalada para impedir que los monos abandonen el árbol antes de que el cazador los alcance. Igualmente, al quedar reducida la velocidad a la que se sube a los árboles, en el caso de que haya que trepar en fracciones de segundos para huir de un potencial peligro terrestre que se nos viene encima, el individuo portador de la modificación en la cadera sería el que primero atrapase cualquier predador con alguna habilidad para subir a un árbol.

De todo ello podemos concluir que en cualquier caso la lentitud a la hora de trepar que provocaría el que los dos glúteos anteriores no se ocuparan de la extensión de la cadera haría que las posibilidades de que el primate portador de esta variación viviese lo suficiente como para ser

capaz de transmitirla a la próxima generación fuesen realmente muy escasas.

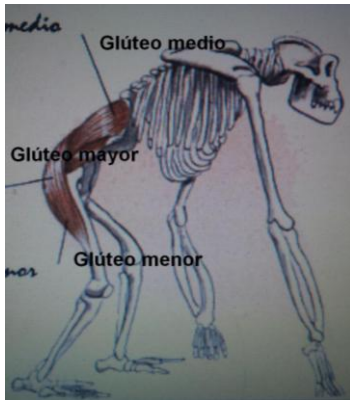


Fig. 17. El éxito evolutivo de los primates está estrechamente ligado a la circunstancia de que los tres músculos glúteos hacen de extensores de la cadera.

Merma de la velocidad con la que se extiende y retraen la cabeza y la boca

Por otra parte, la potencia que resta el no disponer de los tres músculos glúteos anteriores a la hora de extender o flexionar la cadera haría que la velocidad a la que se puede adelantar el cuerpo para asestar una mordida o retraerlo para evitar una lesión en partes vitales como los ojos se reduzca de forma considerable. Así que el individuo portador de la modificación del ala ilíaca se encontraría en franca desventaja a la hora de enfrentarse a un rival no portador de la misma porque no tendría la velocidad necesaria para sorprender y asestar la mordida decisiva y en cambio sería muy fácil morderle a él antes de que haya podido poner a salvo las partes vitales de su cabeza.

Ascenso del centro de gravedad

Las modificaciones de la cadera acortan el tronco y por ello el centro de gravedad desciende con respecto a esta, lo que es beneficioso para la marcha bípeda porque mejora el equilibrio. Pero la postura erecta, que esta modificación obliga a asumir, hace que el centro de gravedad del individuo ascienda considerablemente, lo que se convierte en un gran inconveniente porque un individuo con un centro de gravedad alto es mucho más susceptible de ser derrotado en un combate cuerpo a cuerpo por cualquier otro que continúe teniendo la cadera sin ser modificada. Nótese que en todos los deportes de combate cuerpo a cuerpo como el judo o la lucha los deportistas intentan bajar el centro de gravedad todo lo que pueden poniéndose en una posición de semicucullas. A pesar del gran tamaño de nuestro glúteo mayor, para nosotros ser capaces de mantener durante un breve lapso de tiempo esta posición antinatural requiere de toda una

vida de arduo y estoico entrenamiento debido a que en nuestro caso solo uno de los tres músculos glúteos soporta todo peso del cuerpo y la fuerza que ejercerá el oponente sobre nosotros. Por el contrario, para un chimpancé, y probablemente para nuestro antecesor común, el mantener el centro de equilibrio muy bajo a la hora de enfrentarse a otro individuo en un combate cuerpo a cuerpo no requiere mucha dificultad ya que esa es una posición natural para ellos debido a que cuentan con los tres músculos glúteos, en especial la tremenda potencia de los dos glúteos anteriores, para soportar el peso del cuerpo y la fuerza del adversario.

Así que el quedarnos con un solo músculo glúteo funcionando como extensor de la cadera nos convertiría en poco más que un pelele indefenso a merced de las investidas y mordidas de cualquier individuo del grupo (con la cadera sin modificar) porque no tendríamos la fuerza necesaria para hacer frente ni siquiera a los jovencitos imberbes que quisiesen atacarnos, de manera que tendríamos muy pocas posibilidades, por no decir ninguna, de poder transmitir a la próxima generación el cambio del que éramos portadores. Tengamos en cuenta que estamos hablando de un músculo glúteo mayor parecido al de los chimpancés y no de un glúteo mayor hipertrofiado como el nuestro.

La transmisión de la modificación del ala ilíaca de la cadera

¿Qué tendría que pasar para que pudiese ser transmitida la variación de la posición del ala ilíaca de la cadera? En primer lugar, tendríamos que haber desarrollado una serie de conocimientos-comportamientos y conocimientos-procedimientos que nos permitieran obtener refugio y alimentos sin que fuese tan necesario subir a los árboles porque la velocidad con la que se trepa quedaría muy mermada en los individuos portadores de la modificación del ala ilíaca de la cadera. En un segundo término tendríamos que haber desarrollado conocimientos-comportamientos que nos alejasen del combate cuerpo a cuerpo debido a que la velocidad a la que seríamos capaces de mover el cuerpo había disminuido ostensiblemente y como consecuencia también de que, siendo bípedos, el centro de gravedad alto nos colocaba en una seria desventaja. Ello quiere decir que como resultado de la pérdida de potencia que ocasionaría el que los glúteos anteriores dejaran de ser extensores de la cadera estaríamos obligados a sustituir el combate cuerpo a cuerpo (a mordidas) en el que teníamos muy pocas opciones por la utilización de piedras, palos y huesos con los que intentaríamos paralizar el ataque de un rival.

Si nos fijamos los chimpancés están en la fase en la que han comenzado a utilizar estas primeras armas-herramientas, pero el grado de destreza

que alcanzan a la hora de utilizarlas en un combate todavía es muy precario, por ello a la hora de la verdad recurren a su mejor arma (los dientes). Esto es un claro índice de que para poder sustituir el uso de la boca era preciso que la destreza en el manejo de estas primeras armas creciese de forma considerable y para ello era imprescindible que las estructuras cognitivas fuesen capaces de elaborar ingentes cantidades de nuevos conocimientos-comportamientos-procedimientos destinados a la confección y el uso de estas primeras armar herramientas, cosa que solo sucedería si las estructuras cognitivas tienen la posibilidad de funcionar durante toda la vida. De aquí que el cambio en el desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva necesariamente tuvo que ser previo a la migración del ala ilíaca de la cadera.

Conclusión, el conjunto de argumentos que acabamos de exponer nos conducen al convencimiento de que, si no se produce el cambio en el desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva, probablemente el resto de las transformaciones experimentadas por nuestro linaje durante el proceso de hominización no se hubieran producido. De manera que el hecho de que tuviésemos estructuras cognitivas que fuesen capaces de funcionar durante toda la vida pudo ser el cambio trascendental que hizo posible que ocurriesen el conjunto de transformaciones que nos han convertido en lo que somos.

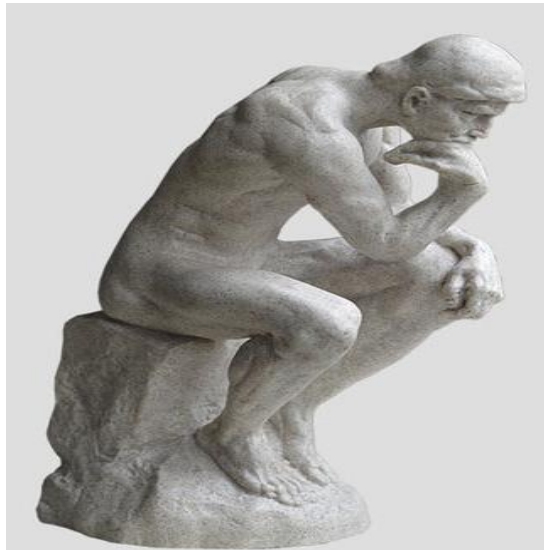


Fig. 18. Quizás un cambio heterocrónico en las instrucciones genéticas que regula el desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva pudo provocar que estas no se desactivasen en sujeto que se había convertido en adulto independiente. A partir de este primer ser (*Mary*) dicha información genética (los motores de búsqueda 1 y 2 no son eliminados, sino que funcionan durante toda la vida) comenzaría a transmitirse a las postreras generaciones. Este que acabamos de describir pudo ser el importantísimo cambio que hizo posible que ocurriese, a partir de estos individuos con pensamiento de por vida, el extraordinario proceso de hominización que condujo hasta nosotros.

Pero todo esto que hemos explicado hasta aquí no tiene ningún sentido si antes no argumentamos la idea de que: excepto en nosotros los humanos, las estructuras cognitivas desaparecen de la corteza dorsolateral del resto de los primates cuando estos se convierten en adultos independientes.

Período durante el cual somos capaces de aprender de manera voluntaria nuevos comportamientos y procedimientos gracias al funcionamiento de las estructuras cognitivas (los motores de búsqueda). ¿Cuándo comienzan a funcionar los motores de búsqueda y cuando dejan de hacerlo en el resto de aves y mamíferos?

Tiempo de funcionamiento de las estructuras cognitivas

Como anteriormente expusimos a través de la descripción del experimento de Tom Bower en el que los bebés aprenden a apagar o encender un proyector de diapositivas interrumpiendo con sus piecitos un haz de luz invisible, todo hace indicar que las estructuras cognitivas, nuestros motores de búsqueda, comienzan a funcionar desde la más temprana edad.

Así que lo importante es saber cuando dejan de funcionar los motores de búsqueda.

El autorreconocimiento en el espejo pudiera ser una evidencia de que el aprendizaje voluntario en chimpancés comienza desde la primera etapa de la vida y termina después de la pubertad

El gran cambio en la capacidad de autorreconocimiento

D. Povinelli realizó un minucioso estudio en el participaron 92 chimpancés que nunca antes habían visto un espejo, de los cuales 21 dieron pruebas inequívocas de que se habían reconocido en el espejo, 9 dieron alguna evidencia de autorreconocimiento y 62 no se reconocieron en ningún modo. Una de sus conclusiones fue que: es probable que se produzca un gran cambio en el desarrollo cognitivo de los 6 a los 8 años debido a que solo 1 sujeto menor de 6 años mostró, sin lugar a dudas, capacidad para reconocerse en el espejo, y solo el 25 % de los sujetos de 6 a 7 años mostraron clara e inequívocamente autorreconocimiento especular y un 30 % mostró que era posible que se estuviesen reconociendo. Mientras que el 75 % de los sujetos de 8 a 15 años que participaron en la investigación no dejaron dudas de que se reconocieron en el espejo y el 8% de ellos pareció reconocerse (Povinelli 1993).

La evidencia del espectacular incremento de la capacidad para autorreconocerse en un espejo que se produce entre los 6 y 15 años hace que Daniel Povinelli, aplicando a los chimpancés el proceso

de desarrollo ontogénico de las capacidades cognitivas humanas desarrollado por Piaget, presuponga que este cambio es consecuencia de la maduración (puesta en funcionamiento) de estructuras cognitivas que se encargan de que nos podamos reconocer en el espejo. Sin embargo, el hecho de que la cognición sea consecuencia de un proceso acumulativo de información de referencia, como hemos argumentado, nos hace pensar que la presunción de Povinelli podría ser incorrecta. Así que la cuestión principal que deberíamos resolver ahora es tratar de dilucidar si dicho incremento de la capacidad de autorreconocimiento es realmente consecuencia de un proceso de maduración de estructuras cognitivas, como piensa Povinelli, o por el contrario, el cambio en la capacidad de autorreconocimiento es consecuencia de un proceso acumulativo de conocimientos que incrementa paulatinamente la red de información de referencia hasta que existen los conocimientos imprescindibles para desarrollar el proceso cognitivo que permite el autorreconocimiento? Tal y como sucede en el ejemplo de los arrendajos que anteriormente explicamos.



Fig. 19. La destacada labor científica y el espíritu de no dar nada por sentado de *Daniel Povinelli* ha hecho que la comunidad científica se replantee muchos paradigmas establecidos.

La cognición es un fenómeno piramidal. Un proceso acumulativo de información de referencia

¿Por qué, a pesar de que todos los chimpancés, en teoría disponen de estructuras cognitivas, lo que les permitiría a todos reconocerse en el espejo, no todos los sujetos fueron capaces de hacerlo y por qué a unos les costó más que a otros? El hecho de que 30% de los sujetos de 6 a 7 años mostraron alguna evidencia de que pudieran estar reconociéndose y que sin embargo el 75% de los sujetos de 8 a 15 años, sin lugar a dudas, fueran capaces de reconocerse, pudiera considerarse una evidencia de que el reconocimiento especular es consecuencia de una

acumulación progresiva de conocimientos. Porque si fueran el resultado de maduración de estructuras cognitivas, una vez que estas estuviesen operativas (entre los 6-7 años), el autorreconocimiento aparecería de manera abrupta en todos los individuos que participaron en el estudio. Sin embargo, como acabamos de referir, lo que sucede es exactamente lo contrario. Lo que quiere decir que las estructuras cognitivas (las áreas de asociación voluntaria sensorial, el SPICCC y el SPICCL) que fabrican los conocimientos que nos permiten reconocernos en un espejo estarían operativas durante todo este período de tiempo que va, como mínimo desde los tres años (la edad en la que Megan se reconoció en el espejo) hasta más allá de los 16 años, dependiendo en cada sujeto particular del control epigenético.

Los datos obtenidos por Povinelli indicaron que los sujetos enteramente criados por sus madres y que además se criaron en un ambiente rico en diversidad de cosas, individuos y fenómenos distintos (como el ambiente natural) pudieron adquirir la configuración mental (el cúmulo de conocimientos necesarios) que les permite autorreconocerse mucho más rápidamente que otros sujetos no criados en estas condiciones. Esto también una evidencia de que el autorreconocimiento en el espejo, como analizamos anteriormente en el espacio dedicado a la participación de las estructuras cognitivas y de la matriz Lógico Comparativa en el autorreconocimiento, es consecuencia de un proceso acumulativo de conocimientos.

También los resultados permiten pensar que los chimpancés criados con familias humanas o en laboratorios en los que constantemente reciben la influencia de la cultura humana desarrollan la capacidad cognitiva (acumulan los conocimientos imprescindibles) que les permite autorreconocerse en el espejo mucho más pronto que el resto de los casos. Povinelli (1993). Este resultado también pudieran ser una evidencia de que el proceso cognitivo que permite que un chimpancé se reconozca en un espejo depende del acervo de información de referencia (conocimientos) que haya sido capaz de atesorar antes de someterse a la prueba del espejo.

En resumen, a pesar de que todos los chimpancés jóvenes deberían tener estructuras cognitivas funcionando, por lo que todos deberían ser capaces de reconocerse en el espejo, no todos lo logran, ni tampoco los que lo consiguen lo hacen al mismo tiempo, esto es debido a que la cognición es un fenómeno piramidal. Si el reconocimiento del espejo no fuese un hecho dependiente de la cognición y por el contrario se debiera a la circunstancia de tener autoconciencia, todos los sujetos deberían ser capaces de reconocerse en el espejo al mismo tiempo. Por su parte, el hecho de que no todos los chimpancés consigan el autorreconocimiento nos indica

también que este logro no es consecuencia única de tener autoconciencia debido a que, si fuese así, si uno solo lo logra, todos tendrían que conseguirlo, y ello no es lo que sucede, como quedó demostrado en el estudio de Povinelli. Sin embargo, esta circunstancia de que no todos los sujetos participantes del estudio fuesen capaces de autoreconocerse sí caza con el hecho de que el autorreconocimiento dependa de la cognición. Porque al ser esta un fenómeno piramidal, pueden darse casos en los que los sujetos no adquiriesen los conocimientos previos imprescindibles para llegar a la conclusión de que uno es el que está viendo en el espejo. El hecho de que los sujetos que estuvieron más cerca de los humanos se autorreconocieran mucho más rápido que el resto podría ser una prueba de lo que acabamos de exponer.

Las estructuras cognitivas comienzan a trabajar desde la primera etapa de la vida de los chimpancés y su funcionamiento termina después de que se hacen adultos independientes

¿Cuándo comienzan a funcionar las estructuras cognitivas? El hecho de que Megan con solo 3 años fuera capaz de reconocerse en el espejo (Povinelli et al. 1993) pudiera ser un indicio de que las estructuras cognitivas pudieran estar operativas desde esta temprana edad.

¿Cuándo dejan de funcionar las estructuras cognitivas? Povinelli observó un marcado declive en el autorreconocimiento relacionado con el envejecimiento de los participantes en la prueba. Mientras que el 75% de los chimpancés de 8 a 15 años probaron inequívocamente que se estaban reconociendo en el espejo, solo el 26% de los adultos de 16 a 39 mostraron inequívocamente autorreconocimiento y el 14% de ellos dio alguna evidencia de que se podían estar reconociendo. Povinelli (1993).

¿Por qué algunos adultos pudieron reconocerse en el espejo?

Si el trabajo de las estructuras cognitivas es necesario para conseguir el autorreconocimiento y supuestamente, como estamos tratando de argumentar, en chimpancés la capacidad cognitiva debe desaparecer un poco después de la pubertad, no es lógico que sujetos adultos fueran capaces de reconocerse en el espejo, a menos que en los individuos que fueron capaces de hacerlo el período de funcionamiento de sus estructuras mnésicas se extendiese como consecuencia de que el mecanismo de control epigenético que regula el desarrollo de las mimas no “entendió” que había llegado la hora de desactivarlas puesto que eran sujetos que habían desarrollado su vida en régimen de cautividad o de semilibertad (bajo la protección, cuidado y alimentación de los humanos).

¿Qué nos pudiera estar sugiriendo el marcado declive del autorreconocimiento que se evidencia en adultos?

Para analizar el declive del autorreconocimiento en adultos tenemos que comenzar por tener en cuenta el hecho de que, como hemos explicado anteriormente, el proceso cognitivo es una acumulación progresiva de conocimientos en la que las informaciones previas siempre son la base a partir de la cual se generan los nuevos conocimientos. Por ello, mientras más se vive, disponemos de más conocimientos y de mayor complejidad (más sabe el diablo por viejo que por diablo). Así que no tiene ningún sentido que decrezca la capacidad de autorreconocimiento a partir de los 15 años, a menos, de que la posibilidad de confeccionar de manera voluntaria nuevos conocimientos desaparezca. Ello es lo que nos conduce a intuir que es posible que en chimpancés las estructuras cognitivas, el SPICCC y el SPICCL, podrían dejar de funcionar a partir de los 16 años.

Otra evidencia de que la capacidad de trabajo de las estructuras cognitivas va decreciendo con la edad se observa en el siguiente resultado obtenido por D. Povinelli. Los jóvenes, 12 sujetos de 3 a 15 años, solo necesitaron un promedio de 27 minutos para comenzar a mostrar que se habían reconocido en el espejo mientras que los adultos, 9 individuos de 16 a 39 años, con un vasto almacén de conocimientos bien organizados en sus cerebros, necesitaron un promedio de 52 minutos para dar muestra de que se habían reconocido (Povinelli 1993). El hecho de que un adulto, necesariamente con una base cognitiva más rica, compleja y extensa que la de un joven, necesite más tiempo para reconocerse en el espejo que un joven, probablemente es una evidencia de que sus estructuras cognitivas paulatinamente, con arreglo a la regulación epigenética de su desarrollo, van dejando de hacer su función en la medida en que los chimpancés envejecen, por lo que van perdiendo la facultad de confeccionar de manera voluntaria nuevos conocimientos.

Otro experimento de laboratorio que parece probar que el funcionamiento de la capacidad cognitiva finaliza con después de la pubertad

Solo los jóvenes elaboran el conocimiento correcto

M. Hauser continuó desarrollando el experimento que anteriormente mencionamos, en el que los tamarín tenían que tirar de bastones para atraer hacia sí comida, pero esta vez utilizó sujetos que no habían tenido anteriormente ningún tipo de relación con objetos. Comenzó con crías de entre 4 y 8 meses (Hauser et al. 2002a). Estas llegaron a establecer la implicación

causal de cadena corta que les informaba que tirando del bastón que tenía la empuñadura curva detrás de la comida (imagen causa) obtenían el alimento (imagen consecuencia). En la segunda parte del estudio Hauser empleó a sujetos adultos que no se habían enfrentado anteriormente a tareas de medios-fines comprobándose que estos tenían una marcada tendencia a desarrollar conexiones causales erróneas entre el color del bastón y su capacidad para atraer la comida hacia ellos (Hauser et al. 2002b). El hecho de que los tamarín entre los 4 y 8 meses de edad pudieran establecer implicaciones causales de cadena corta acertadas (una curvatura apropiada <imagen causa> permite atraer la comida <imagen consecuencia>) y que por el contrario los tamarín adultos tendiesen a establecer implicaciones causales de cadena corta erróneas (un determinado color <imagen causa> permite atraer la comida <imagen consecuencia>), probablemente nos está diciendo que la capacidad para confeccionar voluntariamente (cuando pensamos) implicaciones causales no está disponible durante toda la vida de los primates, al menos de los tamarín. Porque de estarlo los tamarín adultos habrían podido encender en sus mentes la secuencia de imágenes correcta (el bastón con la empuñadura curva es el que atrae la comida) tantas veces como fuese necesario hasta que se solidificaran las interconexiones entre las redes de neuronas que fabrican las dos imágenes. Y con ello se habría confeccionado la asociación de imágenes (el conocimiento) correcta pero, esto solo fueron capaces de hacerlo los sujetos inmaduros.

Es posible que los estudios de laboratorio no ofrezcan una imagen fidedigna acerca de cuando dejan de funcionar las estructuras cognitivas (motores de búsqueda del tipo 1 y 2). Esto solo se conseguiría con los estudios de campo

¿Por qué creemos que los estudios de laboratorio no son capaces de ofrecer una imagen más realista acerca del desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva que la que ofrecen los estudios de campo?

Anteriormente hemos analizado el importante estudio de Andrew Whiten en el que se demostró la transmisión de cultura entre los chimpancés. Este estudio ofreció resultados contrarios a los estudios de campo realizados acerca de cuando dejan de ser capaces de aprender nuevos comportamientos los chimpancés ya que, en el, sujetos adultos aprendieron un nuevo comportamiento. En su momento explicamos que un estudio como este no ofrece datos fidedignos acerca de cuando los chimpancés dejan de realizar aprendizaje voluntario (cuando dejan de funcionar las estructuras cognitivas) debido a que

un conocimiento puede codificarse en una neurona espejo asociado con el plan motor pertinente y permanecer allí hasta que el sujeto intenta convertirlo en acciones. Además, tenemos que sumar a esto el hecho de que los sujetos que participan constantemente en muchísimos estudios científicos, en el marco de los cuales observan y practican decenas y decenas de veces las mismas acciones, necesariamente disponen en sus cerebros de infinidad de comportamientos-procedimientos, facilitándose con ello el proceso de adquisición de un nuevo comportamiento sin que sea necesario la participación de las estructuras cognitivas.

Resumen. El resultado de esto es que un sujeto adulto, con la capacidad cognitiva apagada, puede aprender un nuevo comportamiento gracias a que la secuencia motriz ya se disponía y gracias a que la memoria de trabajo mantiene encendida en la mente la secuencia visual rectora hasta que el mecanismo de Cognición Encarnada le agrega la mencionada secuencia motriz. Esto no sucede en los estudios de campo debido a que al no vivir los animales (objeto de estudio) próximos a nuestra cultura, no almacenan en sus neuronas espejos ingentes cantidades de secuencias rectoras que, de ejecutarse, permitirían a un sujeto adulto aprender un nuevo comportamiento con las estructuras cognitivas desactivadas.

Probable evidencia de que el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas está regulado por un mecanismo de control epigenético

Anteriormente se explicó que trastornos como el SAD o el autismo ocurrirían como consecuencia del último gran hito de la evolución humana. Que volviese a actuar en nosotros el mecanismo que desactivaba las estructuras cognitivas cuando éramos primates comunes. El hecho de que gemelos idénticos, con un genoma por completo similar, solo muestren un 60% de probabilidad de que si uno de los hermanos es autista el otro también lo sea (Folstein y Rutter 1977), es quizás una evidencia de que los procesos ontogénicos de activación y desactivación de las estructuras cognitivas pudieran suceder controlados por un flexible mecanismo epigenético, ya que de no ser así el 100% de los gemelos en los que un hermano es autista el otro también tendría que serlo debido a que sus genomas son idénticos.

Predecibles características del mecanismo de control epigenético que regula el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas

Como vimos, las estructuras cognitivas pueden funcionar durante todo el tiempo que el sujeto portador no tiene que responsabilizarse de su

propio cuidado, protección y manutención, así que necesariamente su desarrollo ontogénico tiene que estar programado para que dejen de funcionar a partir de que el sujeto comienza a vivir de manera independiente. Pero cada sujeto es único y cada núcleo familiar, comunidad y especie también lo es, habiendo muchos casos en los que el cuidado y la protección siguen de alguna manera vigentes, aunque el sujeto joven se haya independizado de sus padres. Ello es la razón por la que es previsible que el control epigenético que se ejerce sobre el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas tenga en cuenta, para su desactivación (para que un sujeto deje de ser capaz de realizar aprendizaje voluntario), el grado de independencia en el que vive el individuo portador. Así se garantizaría que las estructuras cognitivas (motores de búsqueda) puedan funcionar el mayor tiempo posible mientras el sujeto (joven) de alguna manera siga siendo apoyado, cuidado, alimentado y protegido por sus progenitores y o por la comunidad en la que vive. ¿Qué ventajas esto generaría?

Importancia evolutiva del hecho de que la desactivación de las estructuras cognitivas ocurra con arreglo a un “calendario epigenético” que tenga en cuenta el tiempo durante el cual se prolongan los cuidados parentales

Si el incremento de la prolongación de los cuidados parentales, como se plantea en este artículo, es realmente la causa de que los primates seamos capaces de crear voluntariamente conocimientos-comportamientos cada vez más complejos, necesariamente el tiempo durante el que funcionan las estructuras que confeccionan dichos conocimientos-comportamientos debe poder incrementarse en la medida que crece el tiempo durante el que se ejercen los cuidados parentales. El hecho de que el “calendario epigenético” que controla el desarrollo ontogénico (período de funcionamiento) de las estructuras cognitivas tenga en cuenta, para ejecutar la desactivación de las mismas, el tiempo durante el que se ejercen los cuidados parentales, facilitaría que una variación genética que codifique una prolongación del tiempo durante el que se ejercen los cuidados parentales, de inmediato y automáticamente se traduzca en más tiempo de funcionamiento de la capacidad cognitiva y, en consecuencia, más conocimientos-comportamiento útiles de los que dispondrá el sujeto y su clan para enfrentarse a su entorno físico y social.

Es posible que las estructuras cognitivas funcionen durante mucho más tiempo fuera del hábitat natural

Como acabamos de ver, es lógico suponer que el control epigenético que regularía el desarrollo de las estructuras cognitivas prolongue el período de vida útil de las mismas mientras los sujetos portadores no son enteramente responsables de su manutención, cuidado y protección. Ello condicionaría determinante la posibilidad de extraer información fidedigna, acerca de cuándo dejan de aprender de forma voluntaria los primates, a partir de estudios y experimentos con individuos que no sean completamente salvajes, debido a que el control epigenético prolongará el funcionamiento de las estructuras cognitivas en los sujetos de investigación que hayan sido criados por familias humanas, en laboratorios, en cautividad o en régimen de semilibertad, mucho más allá del tiempo durante el cual supuestamente trabajaría la capacidad cognitiva en el marco del hábitat natural en el que se desenvuelve la vida salvaje. El hecho de que un sujeto no tenga que buscarse la comida en el marco de un hábitat erizado de peligros, en el que necesariamente la percepción, dedicada a la vigilancia y al control, se convierte en la prioridad número uno, sin dudas permitiría que las estructuras cognitivas funcionasen durante mucho más tiempo. Esta circunstancia sería la causa de que los datos recabados en estudios de campo acerca de cuando los chimpancés dejan de ser capaces de aprender nuevos comportamientos sean diferentes de los obtenidos en estudios de laboratorio.

Podemos concluir este espacio esbozando la idea de que es posible que los estudios realizados en laboratorio con animales que desde pequeños hayan pasado algún tiempo en cautividad o en régimen de semilibertad no ofrezcan una imagen completamente real del desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva de estos sujetos, estas investigaciones no podrían brindar datos realmente fidedignos de hasta cuando trabajan en condiciones normales los motores de búsqueda del tipo 1 y 2 en primates.

Por el contrario, en el marco de la vida salvaje, un sujeto que se hace adulto, al depender de sí mismo para sobrevivir, precisaría que el mecanismo de control epigenético que regula el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas las desactive. Por ello el hábitat salvaje nos ofrece sujetos modelo de estudio que se quedan sin capacidad para elaborar de manera voluntaria nuevos conocimientos-comportamientos cuando mayoritariamente sucede en condiciones de vida reales. ¿Qué muestran los estudios de campo acerca del desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas?

Solo los jóvenes son capaces de resolver el problema de extraer la miel. Ello también podría ser una evidencia de que las estructuras cognitivas funcionan exclusivamente durante la etapa de vida tutelada de los chimpancés

Los chimpancés salvajes tienen y transmiten cultura tecnológica

Klaus Suberhübler, de la universidad de San Andrews, Escocia, desarrolló un interesante experimento con los chimpancés de dos comunidades, la Budongo y la de Kibale (Uganda) con la intención de demostrar que los chimpancés salvajes tenían y transmitían su propia cultura tecnológica. En el territorio de cada uno de los dos grupos se introdujo miel en hueco abierto, expuesto, en un tronco que yacía en el suelo acostado. El hueco tenía la suficiente profundidad como para que los primates no alcanzaran el manjar metiendo el dedo. Era la primera vez que estos chimpancés se enfrentarían a una cuestión como esta.

El resultado fue el esperado, los de Kibale, que regularmente usaban palos y ramas para diferentes actividades, los usaron para obtener el alimento y los de Budongo, que usualmente emplean esponjas hechas con hojas estrujadas para beber agua, las utilizaron para acceder a la miel (Zuberhübler 2009), con lo que quedó demostrado que los chimpancés salvajes tenían y transmitían su propia cultura tecnológica. Pero en la filmación del estudio que luego formó parte de un interesante documental sobre chimpancés se reveló algo realmente trascendental para nuestra investigación.

Solo los jóvenes encuentran la solución

Quienes resolvieron el problema, tanto Diu, preadolescente de Kibale como Klaus, un preadolescente más joven de Budongo, llegan al tronco con miel acompañados de sus madres y de otros adultos de su clan, quienes en un primer momento intentan hacerse con el hallazgo metiendo el dedo en el hueco. Pero por increíble que parezca, en ambos casos los adultos, al no lograr hacerse con la miel, terminan por echarse a un lado para dejar que sean los jóvenes quienes se enfrenten al problema.

Diu

Diu, que llevaba rato observando a los adultos intentar infructuosamente sacar la miel metiendo el dedo utiliza una ramita (palito) a la que primero mordisquea un extremo convirtiéndola así en una especie de brocha que después introduce en el agujero donde la remueve. Acto seguido la extrae cargada de miel y se la lleva a la

boca. Una vez que repite la acción unas cuantas veces y los adultos han comprendido el procedimiento que hay que emplear (tienen encendida en mente la secuencia visual rectora a través de la memoria de trabajo), lo echan a un lado y lo intentan ellos, empleando, claro está, el plan motor que más se acerca a las características de la nueva situación. Por ejemplo, el primero que lo intenta es la madre de Diu (porta en su regazo un hermanito pequeño), ella coge un palo gordo y lo utiliza sin masticar la punta por lo que la cantidad de miel que extrae es mínima.

Este último es un ejemplo de aprendizaje involuntario del que hablaremos más adelante.

Klaus

Por su parte Klaus arranca un grupo de hojas y las mordisquea convirtiéndolas en una esponja que luego introduce en el agujero donde la remueve para que se empape de miel. Después la extrae rebosante del néctar y se la lleva a la boca. Acto seguido prepara otra esponja de hojas para que su madre la pueda utilizar. Después que repite la acción de comer miel por este método unas cuantas veces es desplazado por los adultos quienes lo intentan. Adultos que permanecieron atentos a lo que hacía Klaus y en consecuencia mantuvieron la secuencia visual rectora (la imagen del modelo, Klaus, ejecutando la acción) encendida en su mente gracias a la memoria de trabajo.

Este último es también un ejemplo de aprendizaje involuntario del que hablaremos más adelante.



Fig. 20. Con un interesante experimento Klaus Zuberhübler demostró que las diferentes comunidades de chimpancés salvajes tenían y transmitían, cada una, su propia cultura tecnológica. Al mismo tiempo esta investigación puso de manifiesto que la posibilidad de realizar aprendizaje voluntario solo existía en los chimpancés no adultos.

¿Cómo se produjo la solución del problema en Kibale?

Se trataba de encontrar la forma de sacar la miel del agujero, así que predeciblemente las estructuras cognitivas de Diu comenzaron a proyectar en su mente las imágenes visuales de los diferentes comportamientos-procedimientos que regularmente emplea su grupo para obtener alimentos empleando diferentes tipos de palos y ramas.

Como explicamos en el acápite dedicado a la Matriz Lógico Comparativa, todo lo que percibimos, en este caso las imágenes visuales de las características del problema que hay que solucionar, y las imágenes visuales de todos los conocimientos que las estructuras cognitivas encienden en la mente se superponen en la sección pertinente de la Matriz Lógico Comparativa. La superposición de esta información en la MLC permite observar las semejanzas del problema que hay que resolver con los problemas que solucionan los diferentes comportamientos-procedimientos que usualmente emplea el sujeto y su grupo.

La función de este proceso de superposición de imágenes en la Matriz Lógico Comparativa es la de que la capacidad cognitiva pueda encontrar semejanzas entre las características del problema que hay que solucionar y las características de alguno de los problemas que solucionan los diferentes comportamientos-procedimientos que usualmente emplea la comunidad. ¿Por qué?

Porque si ya hay un comportamiento-procedimiento capaz de resolver un reto en alguna medida semejante al que nos enfrentamos, dicho comportamiento pudiera servir para dar solución a la cuestión, en este caso, la de obtener la miel.

¿Cuál sería el comportamiento elegido?

Uno de los muchos comportamientos que debieron pasar por la mente de Diu mientras observaba a los adultos de su grupo intentar sin resultados hacerse con la miel es el que usualmente emplean para extraer termitas. Los chimpancés de Kibale, como mencionamos, utilizan palos y ramas para múltiples y diversas actividades, entre ellas, suelen morder para deshilar las ramas que introducen en los huecos de los termiteros (imagen causa) con el propósito de incrementar el número de termitas que extraen (imagen consecuencia). Si nos fijamos bien, podremos ver que este problema tiene mucho que ver con la cuestión a la que se enfrentaba Diu.

Veamos lo que pudo suceder en su Matriz Lógico Comparativa

Imagen visual del problema

La miel está en un hueco a mucha profundidad por lo que no se puede extraer con el dedo **r** (imagen causa).

Conocimiento en imágenes que extraen los buscadores 2 de Diu.

Las termitas que están en un hueco a mucha profundidad no se pueden extraer con el dedo **p** (imagen causa), **entonces** es preciso utilizar un palo deshilachado en la punta **q** (imagen consecuencia).

Esta parte del proceso de superposición de imágenes en la sección comparación de la MLC es la que le permite a la capacidad cognitiva de Diu visualizar en su mente la similitud entre ambos problemas.

p = r

Ahora solo faltaba que ocurriese en la sección condicional de su MLC la segunda parte del proceso de superposición, la de encontrar una posible respuesta para el dilema de sacar la miel. Veamos el planteamiento de la cuestión.

Si p = r

Si **p**, entonces **q**

Si **r**, entonces ¿?

Veamos ahora la superposición de estas dos imágenes en la sección condicional de la Matriz.

Si para lograr **p** hay que emplear **q** y si **p = r**, **entonces** para lograr **r** también hay que emplear **q**.

Si p, entonces q, si p = r, si r, entonces q

Esto es precisamente lo que le permite a la capacidad cognitiva de Diu visualizar en su mente que la solución **q** (introducir en el hueco donde está el alimento una ramita mordisqueada) que se emplea para la situación **p** (imagen causa) puede servir para resolver el problema **r** (sacar la miel) (imagen consecuencia). Una vez que el sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta de Diu ha construido este conocimiento, su función ejecutiva activa el viejo procedimiento que será empleado para resolver el reto de sacar la miel. Con él se enciende el sistema Emocional, el sistema Motivacional y el mecanismo de castigo y recompensa (esto hace que Diu sienta deseo y necesidad de preparar la ramita y usarla en el hueco) y por último se activan en las cortezas premotoras todas las secuencias motrices relacionada con el procedimiento (esto es lo que predeciblemente permite al joven chimpancé ejecutarlo).

¿Cómo se produjo la solución del problema en Budongo?

Recordemos que lo primero que sucede es que la imagen visual del problema a resolver (imagen visual que está siendo percibida) se coloca en la Matriz Lógico Comparativa. Después, igualmente que sucedió a Diu, las estructuras cognitivas de Klaus, sus motores de búsqueda 2, comenzarían a proyectar en su cerebro las imágenes visuales de todos los procedimientos que su comunidad emplea para desempeñar tareas destinadas a obtener cosas que necesitan, hasta que las características de uno de los problemas que esos comportamientos-procedimientos solucionan coincide con las características del problema que ahora tenía que resolver.

Como acabamos de explicar, el objetivo de la superposición de imágenes en la sección comparación de la MLC es el de encontrar similitudes entre el problema que hay que resolver y alguno de los retos de supervivencia que usualmente superan los miembros del grupo, debido a que si ya hay un comportamiento-procedimiento que sirve para dar respuesta una tarea similar al reto que enfrentamos, este pudiera también servir para acceder a la miel.

¿Qué comportamiento sería el elegido?

Uno de los múltiples comportamientos-procedimientos que los motores de búsqueda 2 encenderían en la mente de Klaus es el que usualmente emplea su grupo para beber agua. Resulta que en Budongo el agua se encuentra en pequeños pozos o en lugares de difícil acceso por lo que regularmente no se puede beber directamente con la boca (imagen causa), de aquí que los chimpancés naturales de la zona cogen algunas hojas específicas que mastican hasta que se forma una especie de esponja que introducen en el agua para que se empape y después sorben el líquido de la esponja (imagen consecuencia).

Si nos fijamos bien veremos que este problema es muy semejante al que ahora enfrenta Klaus.

Veamos lo que sucedió en la sección comparación de su Matriz Lógico Comparativa

Imagen visual del problema

La miel está en un hueco profundo por lo que no se puede acceder a ella **r** (imagen causa).

Conocimiento en imágenes que extraen los buscadores 2 de Klaus.

Es difícil beber agua en pozos pequeños porque son inaccesibles con la boca y los dedos no recogen agua suficiente **p** (imagen causa) lo que se soluciona fabricando esponjas, masticando cierta variedad de hojas, para empaparlas en agua y llevarla a la boca **q** (imagen consecuencia).



Fig. 21. Una vez que se vieron incapaces de hacerse con la miel, los adultos de Kibale se echaron a un lado para que el preadolescente Diu probara suerte. El hecho de disponer de estructuras cognitivas funcionando le permitió descubrir que podía emplear un comportamiento-procedimiento, que servía para otro fin, para dar solución al problema novedoso de extraer la miel. Una vez que los adultos del grupo vieron en acción el procedimiento que empleó Diu para sacar la miel lo copiaron gracias a que su memoria de trabajo mantuvo encendida en sus mentes la secuencia visual rectora y gracias también a que el procedimiento empleado ya se hallaba entre el arsenal de comportamientos-procedimiento de este grupo.

Esta superposición de imágenes es la que permite a la capacidad cognitiva de Klaus visualizar que ambos problemas eran muy similares.

p = r

Ahora ocurriría la segunda fase del proceso de superposición de imágenes, la fase en la que se descubre la solución para el problema de sacar la miel. Esta comienza con la visualización del planteamiento de la cuestión.

Si p = r

Si p, entonces q

Si r, entonces ¿?

Veamos ahora la superposición de estas dos imágenes en la sección condicional de la MLC.

Si para lograr p hay que emplear q. Y si p = r. Entonces para lograr r hay que emplear q.

Si p, entonces q, si p = r, si r entonces q

Esta superposición es la que le permite a la capacidad cognitiva de Klaus ver que la solución **q** (hacer una esponja e introducirla en el hueco para empaparla de agua) que se emplea para esta situación **p** (imagen causa) puede servir también para solucionar el problema **r** (sacar la miel del hueco) (imagen consecuencia).

Una vez que el sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta de Klaus ha construido este conocimiento, de inmediato su función ejecutiva activa todo el procedimiento antiguo que se empleará para dar solución al reto de sacar la miel y con él se enciende el sistema Emocional, el sistema Motivacional y el

mecanismo de castigo y recompensa (esto es lo que hace que Klaus tenga necesidad y deseo de hacer la esponja y luego utilizarla en el hueco) y por último, se activan en las cortezas premotoras todas las secuencias motrices relacionadas con este procedimiento (ello es lo que permitirá a Klaus ejecutarlo).

Conclusión

En resumen, estos ejemplos expuestos nos han mostrado tres cosas muy importantes, la primera de ellas es que las estructuras cognitivas (los motores de búsqueda 2) son imprescindible para encontrar la solución de los nuevos retos a los que nos somete un medio siempre cambiante. Si no existe la posibilidad de proyectar conocimientos (procedimientos-comportamientos) en la mente, para que se superpongan en la Matriz Lógico Comparativa, es por completo imposible encontrar la solución a un problema de supervivencia nuevo. Ello quiere decir que sin estructuras cognitivas no hay procedimientos complementarios no-genéticos y en consecuencia las aves y mamíferos, simplemente, no existiríamos.

La segunda conclusión que podemos extraer es la que se puede deducir de la circunstancia de que los adultos de ambas comunidades, al contrario que los jóvenes, fuesen incapaces de dar con la solución correcta al reto de sacar la miel. Este hecho podría ser una importante evidencia de que las estructuras cognitivas, entre ellas el SPICCC y el SPICCL, desaparecen del cerebro de los chimpancés cuando se convierten en adultos independientes.

Y la tercera conclusión que podemos extraer de estos ejemplos es la de que en algunos casos es posible aprender un nuevo comportamiento o procedimiento de manera involuntaria (sin la participación de las estructuras cognitivas) cuando se conjugan tres factores necesarios.

Uno, cuando el conocimiento-procedimiento (la secuencia visual rectora) que se empleará para solucionar el nuevo problema ya existe en la mente del sujeto. En este caso un antiguo conocimiento-procedimiento complementario se empleará para solucionar un asunto diferente del problema para el que fue diseñado, de manera que no es necesario que el sujeto desarrolle una nueva secuencia visual rectora (una nueva implicación causal de cadena larga) para superar el nuevo reto de supervivencia debido a que el conocimiento-procedimiento (la secuencia visual rectora) que se empleará para este cometido ya existe en su corteza prefrontal dorsolateral. El hecho de que no sea necesario confeccionar un nuevo conocimiento es lo que hace posible el aprendizaje involuntario.

Dos, el aprendizaje involuntario es posible gracias a que la memoria de trabajo mantiene encendida en la mente la secuencia visual rectora

que se percibe (la secuencia “fílmica” en la que aparece el modelo ejecutando la acción) hasta que por sistema de asas se activa en su corteza prefrontal dorsolateral la secuencia visual rectora de un conocimiento-procedimiento que ya existe y que se empleará para la resolución del nuevo problema al que se enfrenta el individuo. Cuando se activa esta vieja secuencia visual rectora, se activa también el resto del conocimiento-procedimiento complementario, el sistema Emocional, el Motivacional y el mecanismo de castigo y recompensa para hacer que el sujeto desee y necesite ejecutar la acción propuesta en este. Y por último se enciende en las cortezas premotoras toda la información motriz adscrita al mismo, circunstancia que permite al sujeto ejecutar el conjunto de acciones necesarias, en este caso, para extraer la miel del hueco usando una esponja de hojas mascadas o una ramita mordisqueada en una punta.

Y tres, el aprendizaje involuntario tiene que suceder en el marco de un fuerte estado emocional ya que este facilitará la consolidación de la conexión (la asociación) entre la imagen del nuevo problema que hay que resolver (la imagen de miel en un hueco se convertirá en la información de referencia que activará el nuevo procedimiento) y el conocimiento-procedimiento, que, aunque servía para resolver otro problema, esta vez se utilizará para solucionar el nuevo reto de supervivencia. Una vez consolidada esta unión (la asociación) se ha producido el aprendizaje involuntario del nuevo procedimiento complementario, que entrará a formar parte de la función ejecutiva, puesto que cada vez que el sujeto se enfrente al nuevo problema, automáticamente, por sistema de asas (coincidencia entre la imagen percibida, miel en un hueco, con la imagen que es información de referencia de este nuevo procedimiento, miel en un hueco), se activará el viejo conocimiento-procedimiento complementario para darle solución. A partir de este momento el sujeto contará con dos procedimientos complementarios similares (el mismo procedimiento que, al estar ahora conectado a dos informaciones de referencia distintas, se convierte en dos procedimientos independientes), circunstancia que hace que cada uno de estos dos procedimientos sea capaz de resolver un problema distinto.

Nota. Cuando expusimos el proceso de generalización de la condición homínida explicamos que lo que nos permitió convertirnos en todos los miembros de la población predeciblemente pudo ser el hecho de que, al no contar nuestros compañeros de clan (primates comunes) adultos con estructuras de aprendizaje funcionando no podrían integrar tantos conocimientos-comportamientos útiles como lo haríamos nosotros los homínidos y ello quizás pudo ser lo que nos dio la ventaja definitiva sobre ellos. Sin embargo, acabamos de ver en esta investigación

de Zuberbühler, como sujetos adultos que viven en su hábitat natural, predeciblemente sin motores de búsqueda activos, fueron capaces de copiar un nuevo comportamiento y ello parece poner en entredicho todo lo explicado acerca de la generalización de la condición homínida. Pero puede que estos resultados obtenidos en el estudio no se ajusten a lo que realmente podría suceder en condiciones normales.

Veamos.

Como acabamos de explicar, una de las condiciones indispensables para que se produzca el aprendizaje involuntario es que el sujeto adulto esté presente para observar al modelo ejecutar la acción (segunda condición que hace posible el aprendizaje involuntario), circunstancia que acontece en este experimento ya que su preparación se basa en acostumbrar a los póngidos a que se les deja comida y ello moviliza a los miembros del clan para que participen en el experimento y en consecuencia todos pueden observar al modelo ejecutando la acción. Sin embargo, esto no sucede en la vida real de los chimpancés salvajes, ni tampoco sucedería en el acontecer diario de la especie antecesora de ellos y de nosotros, en la que lo usual sería que los sujetos de menor rango (como lo serían las descendientes de Mary) se alejarían todo lo que pudieran del resto del clan para buscar comida, de manera que la inmensa mayoría de los individuos adultos (sin motores de búsqueda) rara vez podrían observar la ejecución de un nuevo comportamiento, así que no los podrían aprender de manera involuntaria porque no percibirían la secuencia visual rectora. Estos conocimientos-comportamientos serían aprendidos por los hijos de los homínidos y de ellos lo aprenderían el resto de infantes que se relacionaran con estos, tal y como sucedió en el caso de los macacos japoneses que veremos a continuación. En mi opinión, en el experimento de Zuberbühler ha pasado un poco lo que sucede con el estudio de ciertos fenómenos de la física cuántica, en lo que respecta a la capacidad de los primates comunes adultos para aprender nuevos comportamientos, la mera observación del fenómeno cambia los resultados que se obtienen.

Otros estudios de campo que parecen poner en evidencia el hecho de que la capacidad de hacer aprendizaje voluntario termina con la pubertad

Gombe, los chimpancés de Goodal

Goodal describe pormenorizadamente el proceso de aprendizaje que permite a los chimpancés de Gombe, Tanzania, pescar termitas. Ella nos explica que los chimpancés emplean casi 5 años en calibrar la secuencia de movimientos (confeccionar por intermedio de su cerebelo el nuevo plan motor) necesarios para abrir nueces golpeándolas con un tronco, sin

embargo, lo que respecta a la configuración de la secuencia rectora (la secuencia visual de movimientos observados en el modelo asociada en una neurona espejo a la secuencia idónea de movimientos que ejecutará el sujeto), si no la han aprendido antes de los 5 años (si no han podido observar como otro individuo, generalmente la madre, golpea y abre las nueces), jamás lograrán desarrollar este comportamiento-procedimiento (Goodal 1968) Este estudio de campo de Jane Goodal sugiere que en los chimpancés que viven salvajes es posible que el mecanismo de control epigenético que regula el desarrollo ontogénico de las estructuras cognitivas las haga desaparecer un poco después de los 5 años de edad, por lo que en este medio la capacidad de los chimpancés para realizar aprendizaje voluntario solo existiría hasta quizás los 6 años.

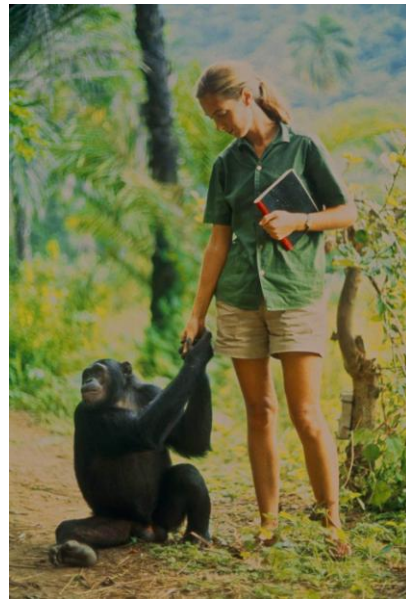


Fig. 22. Jane Goodal fue la primera en darse cuenta de que existe un período sensible a partir del cual se vuelve muy difícil que un sujeto, en el marco de su hábitat natural, aprenda nuevos comportamientos. Ello es una evidencia de que las estructuras cognitivas, y con ellas la posibilidad de realizar aprendizaje voluntario, no existen durante toda la vida de los chimpancés.

Masao Kaway descubrió lo mismo que Goodal durante su investigación en la isla de Koshima, todos los macacos japoneses *Macaca fuscata* exhiben el comportamiento de lavar las batatas antes de comerlas entre el año y los dos años y medio de vida (Kaway 1965). Además, en su detallado informe se recoge que la macaca japonesa más universal, Imo, realizó su genial descubrimiento “Lavar en el mar los boniatos” a la temprana edad de un año y medio, predeciblemente, con sus estructuras cognitivas funcionando a toda máquina. Su segunda y última gran aportación al desarrollo tecnológico de su clan “Lavar en el mar los granos de trigo” sucedió cuando Imo tenía cuatro años, justo antes

de convertirse en adulta independiente, es decir, con toda probabilidad antes de que desapareciesen de su corteza prefrontal la capacidad para realizar aprendizaje voluntario. En el informe de Masao Kaway también quedó reflejado que durante los primeros 5 años de propagación del nuevo comportamiento, 15 de los 19 individuos comprendidos entre los 2 y los 7 años lavaban los boniatos. Lo que es una evidencia inequívoca de que la mayoría de los macacos que observaron el comportamiento antes de ser adultos, con capacidad para realizar aprendizaje voluntario, pudieron copiarlo. Pero solo 2 de los 11 adultos lo hicieron. Durante los primeros 5 años solo la madre de Imo y la madre de una compañera de juegos (la pequeña aprendió el comportamiento directamente de Imo, después lo transmitió a un hermano mayor no adulto y después a su madre) fueron capaces de copiarlo, quizás, debido a que los movimientos que se emplean en el lavado de los boniatos (la secuencia motriz) son muy similares a los movimientos que utilizan para limpiar las bellotas de las que normalmente se alimentan cuando estas han caído a tierra. Debido a que ambas madres pudieron observar cientos de veces, de primera mano, como sus hijos desempeñaban el conjunto de acciones que integran este comportamiento-procedimiento. Y debido también a que la memoria de trabajo mantiene encendida en la mente la secuencia visual rectora (la imagen del modelo ejecutando el comportamiento) hasta que el mecanismo de Cognición Encarnada le integra el procedimiento motor que acabamos de mencionar. Que, como vimos, era un procedimiento motor que probablemente ya existía en el arsenal de comportamientos-procedimientos que regularmente utiliza la comunidad.

Ahora, lo que es destacable de esta parte del informe es el hecho de que en los primeros 5 años, 9 de los 11 adultos que componían el grupo fueron por completo incapaces de aprender el comportamiento, circunstancia que refleja que la posibilidad de aprender voluntariamente (rápidamente) un nuevo comportamiento-procedimiento es muy probable que solo exista durante la infancia de los macacos. Durante el siguiente período de propagación del comportamiento casi todas las crías cuyas madres lavaban boniatos lo habían adquirido. Diez años después el 97 % de los macacos de menos de 12 años lavaban los boniatos. Esta parte del informe de Kaway nos dice que el comportamiento se extendió entre el 97 % de los individuos que pudieron observarlo antes de convertirse en adultos. Lo que pudiera ser una evidencia de que en los macacos japoneses las estructuras cognitivas dejan de hacer su trabajo después de que los sujetos se hacen adultos. ¿Por qué?

Como se explicó en su momento, el aprendizaje voluntario ofrece una enorme ventaja

con respecto al aprendizaje involuntario. La posibilidad de encender cuantas veces sea necesario en la mente las imágenes que formarán parte de un conocimiento hace innecesario que el acontecimiento que se quiere aprender suceda muchas veces a la vista del aprendiz. Esto quiere decir que la capacidad para el aprendizaje voluntario (la capacidad cognitiva) hace que el aprendizaje de un nuevo comportamiento deje de depender del azar fortuito que conduce la vida del sujeto y en consecuencia la frecuencia con la que se aprende algo nuevo y la rapidez con la que se realiza la adquisición del conocimiento se multiplica enésimamente. Esto precisamente es lo que vemos en el informe de Masao Kaway, la transmisión del nuevo comportamiento sucede mucho más rápido entre los sujetos que supuestamente tenían activadas y funcionando las estructuras cognitivas, los no adultos, mientras que por el contrario, el comportamiento apenas se extiende entre los individuos que predeciblemente ya las tenían desactivadas, los adultos.



Fig. 23. El comportamiento de lavar los boniatos antes de comerlos se extendió rápidamente entre los sujetos que vieron como se ejecutaba antes de convertirse en adultos independientes y prolifero muy poco entre los adultos. Ello probablemente es una evidencia de que los macacos solo pueden realizar aprendizaje voluntario y de que por lo tanto solo disponen de estructuras cognitivas (motores de búsqueda 1 y 2) funcionando, antes de convertirse en adultos independientes.

Algunas especies de pájaros pueden aprender el canto de otras especies, no obstante, no existe ninguna especie de pájaro que mantenga durante toda su vida la misma capacidad para adquirir nuevos cantos. Hay períodos críticos en los que se pueden aprender nuevos cantos con mayor facilidad (Marler 1990).

Concluyendo este espacio, los estudios de campo mencionados, que ofrecen al respecto una información mucho más confiable y fidedigna que la que nos brindan los estudios de laboratorio, nos hacen ver que es muy probable que las estructuras cognitivas y con ellas la posibilidad de realizar aprendizaje voluntario, desaparecen después de la pubertad, cuando los

sujetos se hacen adultos independientes, en aves y mamíferos. Así que el hecho de que estas no se desactivaran en la primera de nosotros, Mary, pudo ser el importantísimo cambio a partir del cual se inició el proceso de hominización que condujo hasta nosotros.

Si no existiesen los motores de búsqueda probablemente no existiríamos ni las aves ni los mamíferos porque los procedimientos complementarios no innatos no se forman en la mente (no se aprenden) de manera involuntaria

Los motores de búsqueda son necesarios para unir de manera lógica los conocimientos que formarán parte del procedimiento

Los conocimientos-procedimientos complementarios, como describimos en el espacio dedicado a este asunto, son implicaciones causales de cadena larga de una gran complejidad ya que eslabonan, en el marco de la secuencia visual rectora general, secuencias visuales rectoras auxiliares (por ejemplo, la de preparar la ramita o la de hacer la esponja).

¿Pueden grabarse de manera automática secuencias de imágenes en el cerebro? Desde luego que sí, tanto nuestra memoria episódica (hipocampo izquierdo), como nuestra memoria espacial (hipocampo derecho) están compuestas por cientos de miles, sino millones, de secuencias de imágenes visuales. De aquí podríamos deducir que, si se pueden formar secuencias de imágenes visuales de manera automática, una determinada secuencia visual rectora (un conocimiento-procedimiento), que no es más que una secuencia visual de imágenes, se podría formar también sin necesidad de la participación de los motores de búsqueda. Pero me temo que no es así.

Para que se grave de manera automática una determinada secuencia de imágenes, ya sea una memoria episódica o espacial, necesariamente todas las imágenes tienen que ser percibidas secuencialmente, una detrás de la otra. Y con las implicaciones causales de cadena larga (la secuencia visual rectora) no sucede eso. Recordemos, la materia prima con la que se construye una secuencia visual rectora son conocimientos (en forma de implicación causal de cadena corta) que el sujeto va adquiriendo en diferentes momentos y lugares. Por ejemplo, una chimpancé de Fongoli hoy aprende que si no le quita todas las hojas al tronco (imagen causa), este no entrará en el agujero donde está el gálago (imagen consecuencia) y un mes después, en un lugar diferente, aprende que si no le hace filo al troco (imagen causa) este no conseguirá que el gálago deje de moverse por mucho que lo lancee (imagen consecuencia). Ambos conocimientos son imprescindibles a la hora de confeccionar la secuencia visual rectora (el procedimiento

complementario) que permitirá a la chimpancé construir la lanza, así que es necesario asociarlos de manera causal para conseguir una secuencia lógica de acciones. El hecho de que los conocimientos que van a formar parte de la secuencia visual rectora no se graben involuntariamente de manera secuenciada en el cerebro, hace necesario que el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga los encienda muchas veces en la mente por el orden correcto para que se forme (se asocien las imágenes) una secuencia visual rectora correcta (por ejemplo, una secuencia visual rectora que, una vez convertida en comportamiento, no haga que el sujeto sienta necesidad de hacer la punta antes de quitar las ramas).

¿Y cómo se llega al orden correcto en el que debe colocarse cada conocimiento previo en el marco de la secuencia visual rectora (el procedimiento)? Esto puede conseguirse por dos vías y en las dos es necesario que el sistema procesador de implicaciones causales de cadena larga del aprendiz encienda en su mente infinidad de veces. La primera de ellas es la forma empírica, en ella se utiliza el método de ensayo error para lo cual es imprescindible que los motores de búsqueda enciendan los diferentes conocimientos implica-dos para ir probando uno por uno y así poder ver de manera práctica el orden en el que estos se pueden colocar en el marco de la secuencia visual rectora. Y la segunda de estas vías es la cognitiva (que se explicó en el ejemplo de las ballenas que atrapan peces utilizando redes de burbujas y en el ejemplo de cómo Darwin construyó su hipótesis) en ella, como vimos, los motores de búsqueda se utilizan todavía mucho más ya que el proceso de ensayo-error es mental (ocurre sobre la matriz Lógico Comparativa). Recordemos, todo esto sucede durante el largo proceso de auto-aprendizaje.

El hecho de que en ambos casos sea preciso emplear los motores de búsqueda para organizar de manera lógica la secuencia visual rectora general nos dice que es muy probable que si no hubiera motores de búsqueda no existiríamos ni las aves ni los mamíferos debido a que no habría conocimiento-procedimientos no innatos.

Los motores de búsqueda son necesarios para acoplar los comportamientos complementarios de control y vigilancia a los diferentes eslabones de la secuencia visual rectora

Cada uno de los eslabones de la secuencia visual rectora lleva adscritos comportamientos complementarios de control y vigilancia (conocimientos en forma de implicación causal de cadena corta) que se aseguran que cada parte del proceso sea ejecutada correctamente (por ejemplo, la ramita debe tener determinado largo <imagen causa> sino no llegará al fondo del

agujero donde está la miel <imagen consecuencia>). Estos conocimientos-comportamientos de control y vigilancia, ni se crean, ni se incorporan a la secuencia visual rectora de manera inmediata, sino que esto sucede paulatinamente cada vez que el sujeto trata de ejecutarla durante el larguísimo proceso de aprendizaje personal, mínimo 5 años, según Goodal. Es en este momento de autoaprendizaje cuando se construyen esos conocimientos-comportamientos de control y vigilancia por medio del método de ensayo-error y seguidamente se asocian al eslabón del procedimiento que se está ejecutando para vigilar que todo se haga como debe hacerse. Y todo esto sucede, como dijimos, cuando el sujeto intenta, intenta y vuelve a intentar la ejecución del procedimiento complementario. Para que el aprendiz pueda hacer cada uno de estos intentos es preciso que vea la secuencia visual rectora en su mente, de otra manera no sabría qué hacer, así que se hace preciso que cada vez que el individuo sienta deseos de ponerse a practicar el procedimiento complementario, el sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta encienda en su mente la secuencia visual rectora. De aquí que seamos de la opinión de que es posible que, si no funcionan las estructuras cognitivas, de ninguna manera se podría incorporar a la secuencia visual rectora los comportamientos de control y vigilancia. En otras palabras, como los conocimientos-procedimientos (las secuencias visuales rectoras que forman parte de ellos) no se forman de manera involuntaria, si no existieran los motores de búsqueda no habría procedimientos complementarios no innatos y, en consecuencia, las aves y los mamíferos no existiríamos debido a que la inmensa mayoría de lo que hacemos lo aprendemos después del nacimiento.

Conclusión

Como a lo largo de esta segunda parte del artículo hemos ido haciendo conclusiones parciales no creo necesario que nos extendamos demasiado en estas conclusiones generales. Sin embargo, sí me gustaría recalcar una serie de asuntos que considero que podrían haber despertado la curiosidad del lector.

Nuestra inteligencia social está basada en comportamientos complementarios de control y vigilancia cuya base son conocimientos muy simples confeccionados por el sistema procesador de implicaciones causales de cadena corta.

El autorreconocimiento en el espejo podría no estar directamente relacionado con la autoconciencia sino con el funcionamiento de la capacidad cognitiva.

Es muy probable que existe un motor de búsqueda del tipo 2, el SPICCL, que se encarga de confeccionar asociaciones de imágenes en

forma de implicaciones causales de cadena larga. Estas son la base de los conocimientos que nos explican el por qué y cómo suceden las cosas y además son la base de todos los procedimientos complementarios que empleamos.

Un cambio en el desarrollo ontogénico de la capacidad cognitiva (del período durante el cual trabajan los motores de búsqueda) pudo provocar que la capacidad de hacer aprendizaje voluntario se extendiese a toda la vida del sujeto portador y de quienes heredaran la información genética que lo codifica. Este importantísimo cambio, el primer gran hito de la evolución humana, sería el rasgo definitorio de la condición homínida.

La generalización de la condición homínida pudo suceder como consecuencia de la hibridación de dos grupos diferentes, tal y como se discierne del estudio de Patterson et al. (2006).

El segundo gran hito de la evolución humana pudo ser la aparición del comportamiento base Comunicación Referencial. Esto creó las condiciones necesarias para que se produjese el tercer gran hito de la evolución humana, el que se modificase el fascículo arqueado para que los motores de búsqueda del tipo 1 pudiesen funcionar coordinadamente y con ello apareciese el lenguaje.

Una reaparición, durante la primerísima etapa de la vida, del proceso de apoptosis que eliminaba los motores de búsqueda cuando éramos primates pudo hacer que los homínidos alcanzaran el mismo nivel, en cuanto a capacidad de adaptación al medio, que los insectos eusociales, ya que a partir de él aparecerían sujetos con una configuración cognitiva que les permitía estar mejor cualificados que el resto para desempeñar una determinada tarea. Este sería el último gran hito de la evolución humana ya que predeciblemente creó las bases para que surgiese nuestra cultura social y tecnológica actual.

Para argumentar toda esta teoría acerca de como pudo suceder la evolución humana casi al final hemos expuesto una serie de ejemplos que parecen decirnos que el aprendizaje voluntario (el funcionamiento de los motores de búsqueda) no ocurre durante toda la vida del resto de los primates comunes. Ello es lo que nos permite concluir que es posible que el hecho que iniciaría y causaría el excepcional proceso evolutivo que condujo hasta nosotros pudo haber sido que, a Mary, la primera homínida, no se le desactivaran las estructuras de aprendizaje, los motores de búsqueda, cuando se convirtió en adulta independiente.

Y por último hemos creído muy necesario ofrecer una serie de razonamientos que nos permitan comprender que para que las aves y mamíferos puedan aprender los muchos procedimientos complementarios que emplean durante su vida diaria, necesariamente tienen que existir estructuras capaces de extraer a voluntad información de los diferentes archivos de la

memoria y de la corteza asociativa, los motores de búsqueda.

Nota

Acerca del surgimiento de la cooperación

Hace unos días vi la siguiente escena en un documental. Dos lobos están comiendo de un animal que yace tendido en la nieve, de pronto aparece un oso adulto enorme que a zarpazos y dentelladas les arrebató la presa. Después los lobos se enfrentan a él hasta que le ahuyentan y recuperan su comida. El resultado fue que el gran oso, que estaba famélico debido a que era la época invernal, apenas pudo dar un par de bocados. Sin embargo, en un momento posterior aparece un oso muy joven de mucha menor envergadura que el anterior y a pesar de las amenazas de los lobos poco a poco, sin mostrar agresividad alguna, se va acercando a la presa, sin intentar apoderarse de ella y comienza a comer gracias a que los lobos dejan de hostigarlo.

Y me dije.

Estoy viendo la cooperación, esto es la cooperación, no hay dudas. Acabo de ver en la práctica lo que reflejan los resultados de la aplicación de la teoría de juegos. Dos sujetos (los lobos por una parte y el oso joven por la otra) se dan cuenta que en el marco de determinadas condiciones la mejor estrategia es compartir las ganancias y minimizar las pérdidas.

Así que la primera parte de mi artículo “Nuestras normas y preceptos morales podrían ser consecuencia de la selección natural actuando, no sobre nuestros genes, sino sobre nuestros memes” (Pérez-Ramos 2015), acerca de que la organización de las primeras estructuras sociales de los primates, basadas en la dominación, impediría que surgiese la cooperación, tal y como predice la teoría de juegos, es incorrecta. Mi propuesta es completamente errónea porque hay casos, como el de los lobos y el oso joven, en los que como consecuencia de que las fuerzas de ambas partes están igualadas, no hay una relación de dominación establecida. Y como se puede ver en este ejemplo, en situaciones en las que no hay una clara dominación la mejor estrategia es compartir gastos y beneficios. Así que presumiblemente la cooperación pudo haber aparecido tal y como predice la teoría de juegos.

Así que como plantea la teoría de juegos, el resultado de que pueda existir la cooperación entre seres de igual fuerza y dominancia quizás pudo hacer que apareciesen las instrucciones genéticas que nos hacen cooperadores y solidarios. Pero como veremos, nada más lejos de lo que en realidad sucede.

Primero. El hecho de que un comportamiento se establezca por medio del aprendizaje vivencial hace innecesario que se desarrolle por vía

genética, del mismo modo que el genoma de las personas vacunadas para determinada afección pasa a su a sus hijos sin haber desarrollado los mecanismos inmunitarios para combatirla.

Segundo. Antes de que se estableciese la cooperación como consecuencia de que los dominantes comprendieran que era bueno cooperar con los subordinados porque se podía sacar más de ellos de esta manera, la cooperación no era la regla, sino la excepción, como se aprecia en el ejemplo del oso y los lobos.

Tercero. Nuestros comportamientos solidarios, altruistas y de cooperación están relacionados, como pensaba Darwin, con los comportamientos base Instinto Maternal e Instinto Filial y no con los comportamientos que nos hacen egoístas (los que funcionan en el marco de la teoría de juegos). Esto es fácil de comprender en el momento en el que sentimos necesidad y deseo de ayudar a alguien al que nunca hemos visto y que jamás volveremos a ver.

Agradecimientos.

Quiero dedicar un instante para agradecer a Elisa Kagenaar Pérez su importantísima contribución al desarrollo del conjunto de ideas expuestas en este artículo. Ella fue quien en su afán por adquirir cada día nuevos conocimientos encontró el estudio de Renato Polimanti mencionado y quien se dio cuenta de que este podría servir para justificar la hipótesis que propongo acerca de como sucedió la evolución hacia la humanidad. También quisiera agradecer a Amparo Pérez Bell su decidido apoyo e inestimable contribución a la hora de divulgar esta nueva teoría. Me da mucha satisfacción poder plasmar en este momento mi más profundo agradecimiento al Sr. Fermín Bernad Vico puesto que él ha sido quien ha hecho materialmente posible los 17 años de estudio e investigación que me han conducido hasta aquí. Y por último quisiera dar las gracias a los maravillosos editores de esta revista, José y Pilar por brindarme la posibilidad de dar a conocer esta hipótesis al mundo científico.

Referencias

- Aielo, L.C. y Wheeler, P. 1995. The extensive-tissue hypothesis: The brain and digestive system in human and primate evolution. *Curr. Anthropol.* 36: 199-221.
- Alegri, R.F. y Harris, P. 2001. La corteza prefrontal en los mecanismos atencionales y la memoria. *Rev. Neurol.* 32: 449-453.
- Alonso, J.R. 2017. Atención, concentración y las musarañas. *Blog personal* (4/10/2017): <https://jralonso.es/2017/10/04/atencion-concentracion-y-las-musaranas/>

- Arroyo, B.E., De Cornulier, T.H. y Bretagnolle, V. 2002. Parental investment and parent-offspring conflicts during postfledging period in Montagu's harriers. *Anim. Behav.* 63: 235-244.
- Arzuaga, J.L. y Martínez, I. 1998. *La Especie Elegida*. Temas de Hoy SA. Madrid.
- Barkley, R.A., Fischer, M. y Fletcher, K. 2002. The persistence of attention-deficit/hyperactivity disorder into young adulthood has a function of reporting source and definition of disorder. *J. Abnorm. Psychol.* 111: 279-289.
- Birch, H.G. 1945. The relation of previous experience insightful problema-solving. *J. Comp. Psychol.* 38: 267-383.
- Blakemore, S.J. y Frith, U. 2011. *Como Aprende el Cerebro*. Ariel, Barcelona.
- Boesch, C. y Boesch, A. 2000. *The Chimpanzee of the Tai Forest: Behavioural Ecology and Evolution*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Botvinick, M.M., Cohen, J.D. y Carter, C.S. 2004. Conflict monitoring and anterior cingulate cortex: an update. *Trends Cogn. Sci.* 8: 539-546.
- Bower, T.G.R. 1979. *Human Development: A Primer*. Freeman, Nueva York. (Trad. cast.: 1983. *Psicología del Desarrollo*. Siglo XXI, Madrid).
- Buch, G. et al. 1999. Anterior cingulate cortex dysfunction in attention-deficit/hyperactivity disorder revealed by fMRI and the Counting Stroop. *Biol. Psychiatry* 45: 1542-1552.
- Bush, G., Valera, E.M. y Seidman, L.J. 2005. Functional neuroimaging of attention-deficit/hyperactivity disorder: a review and suggested future direction. *Biol. Psychiatry* 57: 1273-1284.
- Bruner, J.S. 1972. Nature and uses of immaturity. *Am. Psychol.* 27: 1-22.
- Call, J. 2011. La comunicación de los primates con los humanos en el laboratorio, una vía de exploración de la mente de los simios. *Rev. Psicol. Cienc. Educ. Esport* 28: 69-88.
- Call, J. y Tomasello M. 2005. What chimpanzees know about seeing, revisited: an explanation of the third kind. Pp. 45-64. En: Eilan, N. Hoerl, C. McCormack, T. y Roessler, J. (Eds.) *Consciousness and Self-consciousness. Joint Attention: Communication and Other Minds: Issues in Philosophy and Psychology*. Clarendon Press/Oxford Univ. Press, New York.
- Carey, S. y Hauser, L.B. 2000 Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267: 829-833.
- Carlson, S. M. 2005. Developmentally sensitive measures of executive functions in preschool children. *Dev. Neuropsychol.* 28: 595-616.
- Carter, R. 2002. *El Nuevo Mapa del Cerebro*. RBA, Barcelona.
- Conrnwallis, C.K. y Birkhead, T.R. 2006. Social status and availability of females determine patterns of sperm allocation in the fowl. *Evolution* 60: 1486-1493.
- Damasio, A. 2006. *El Error de Descartes*. Drakontos Bolsillo, Barcelona.
- Davenport, T.R.K. y Roger, C.M. 1970. Cross-modal perception in apes. *Neuropsychol.* 11: 21-28.
- Davies, N.B. 1983. Poliandry, cloaca-pecking and sperm competition in dunnocks. *Nature* 302: 334-336.
- Delgado, J.M. 2001 Estructura y función del cerebelo. *Rev. Neurol.* 33: 639-641.
- De Waal, F. 2013. *El Bonobo y los Diez Mandamientos*. Tusquets, Barcelona.
- De Waal, F. 2015. *La Edad de la Empatía*. Tusquets, Barcelona.
- Dickinson, A. y Balleine, B.W. 2000. Causal cognition and goal-directed action. Pp. 185-204. En: Heyes, C. y Huber, L. (Eds.) *The Evolution of Cognition*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Emery, N.J. y Clayton, N.S. 2001. Effects of experience and social context on prospective caching strategies by scrub jays. *Nature* 414: 443-446.
- Esstus, D.T. y Alexander, M.P. 2000. Executive functions of the frontal lobes: a conceptual view. *Psychol. Res.* 63: 289-298.
- Etienne, A.S. 1976. L'étude comparative de la permanence de l'objet chez l'animal. *Bull. Psychol.* 37: 187-197.
- Fadiga, L., Fogassi, L., Pavesi, G. et al. 1995. Motor facilitation during action observation: A magnetic stimulation study. *J. Neurophysiol.* 73: 2608-2611.
- Fantz, R. L. 1956. A method of studying early visual development. *Perceptual and Motor Skills*, : 13-15.
- Fantz, R.L. 1965. Ontogeny of perception Pp. 365-403. En: Schrier, A.M. y Harlow, H.F. (Eds.) *Behavior of Nonhuman Primates*. Academic Press, Nueva York.
- Folstein, S. y Rutter, M. 1977. Infantile autism: a genetic study os 21 twin pairs. *J. Child Psychol. Psychiatr.* 18: 297-321.
- Faraone, S.V. et al 2005. Molecular attention-deficit/hyperactivitydisorder. *Biol. Psychiatry* 57: 1303-1323.
- Faraone, S., Doyle, A.E., Mick, E. y Biederman, J. 2001. Meta-analysys of the association between the 7-repeat allele of the dopamine D (4) receptor gene and attention déficit hyperactivity disorder. *Am. J. Psychiatry* 158: 1052-1057.
- Gallese, V. 2003. The manifold nature of interpersonal relations: The quest for a common mechanism. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 358: 517-528.
- Gallup, G. 1983. Towards and comparative psychology of mind. Pp. 473-510. En:

- Mellgren, R.L. (Ed.) *Animal Cognition and Behavior*. North-Holland, Amsterdam.
- Gazzaniga, M.S. y Nass, R.D. 1987. Cerebral lateralization and specialization of human central nervous system. Pp. 701-761. En Mouncastle, M.B., Plum, F. y Geiger, S.R. (Eds.) *Handbook of Physiology, Sección 1, Volumen 5, parte 2*. American Physiological Society.
- Gazzaniga, M. 2010. *¿Qué nos Hace Humanos?* Paidós, Barcelona.
- Gilbert, P. y Thach, W. 1977. Purkinje cell activity during motor learning. *Brain Res.* 128: 309-328.
- Gomez, J.C. 2007. *El Desarrollo de la Mente en los Simios, los Monos y los Niños*. Ed. Morata. Madrid.
- Goodall, J. 1968. The behavior of free-living chimpanzees in the Gombe Stream área. *Anim. Behav. Monogr.* 1: 161-311.
- Goodglass, H. 1983. *The Boston Diagnostic Aphasia Examination*. Lea and Febiger, Philadelphia.
- Grafman, J. 1994. Alternative frameworks for conceptualization of prefrontal lobe functions. Pp. 187-202. En: Boller, F. y Grafman, J. (Eds.) *Handbook of Neuropsychology*. Elsevier Science, Amsterdam.
- Grafman, J., Holyoak, K., y Boyer, F. 1995. Structure and functions of the human prefrontal cortex. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 769: 1-411.
- Grover, M. 2014. Brain scans differentiate adults who have recovered from childhood ADHD and those whose difficulties linger. *J. Brain.* 10.
- Hauser, L.B. y Carey, S. 1998. Building a cognitive creature from a set of primitives: evolutionary and developmental insights. Pp. 51-106. En: Cummins D.D. y Allen, C. (Eds.) *The Evolution of Mind*. Oxford Univ. Press, Nueva York.
- Hauser, M.D. 1999. Perseveration, inhibition and the prefrontal cortex: a new Look. *Curr. Opin. Neurobiol.* 9: 214-222.
- Hauser, M.D. 2000. *Wild Minds. What Animals Really Think*. Penguin Books, Londres.
- Hauser, M.D., Pearson, H. y Seelig, D. 2002a. Ontogeny of tool use in cottontop tamarins *Sanguinus oedipus*: Ignate recognition of functionally relevant features. *Anim. Behav.* 64: 299-311.
- Hauser, M.D., Santos, L.R., Spaepen, G.M. y Pearson, H. 2002b. Problem solving, inhibition and domain-specific experience: Experiments on cottontop tamarins *Sanguinus oedipus*. *Anim. Behav.* 64: 387-396.
- Hayne, J. D. et al. 2008. Unconscious determinants of free decisions in the human brain. *Nature Neurosci.* 11: 543-545.
- Hickok, G. y Poeppel, D. 2007. The cortical organization of speech processing. *Nature Rev. Neurosci.* 8: 393-402.
- Hobaiter, C. y Byrne, R.W. 2014. The meaning of chimpanzee gestures. *Curr. Biol.* 24: 1596-1600.
- Huizinga, M., Dolan, C.V. y Van der Molen, M.W. 2006. Age-related change in executive function: developmental trends and latent variable analysis. *Neuropsychol.* 44: 2017-2036.
- Hutsler, J.J., Guillespie, M.E. y Gazzaniga, M. . 2002. The evolution of hemispheric specialization. Pp. 37-49. En: Bizzi, E., Caliaassano, P. y Volterra, V. (Eds) *Frontiers of Life. Vol. III: The Intelligent Systems*. Academic Press, New York.
- Iacoboni, M. 2011. *Las Neuronas Espejo*. Katz Ed., Madrid.
- Iacoboni, M., Dapretto, M., Davies, S., Pfeifer J.H., Scott, A.A., Sigman, M. y Bookheimer, A. Y. 2006. Understanding emotions in others: Mirror neurom dysfunction in children with autism spectrum disorder. *Nature Neurosci.* 9: 28-30.
- Inoue-Kamamura, N. 2001. Mirror self recognition in primates: An ontogenic and phylogenetic approach. Pp. 297-312. En: Matzuzawa, T. (Ed.) *Primate Origins of Human Cognition and Behavior*. Springer, Amsterdam.
- Inoue-Nakamura, N. y Matsuzawa, T. 1997. Development of stone tool use by wild chimpanzees *Pan Troglodytes*. *J. Comp. Psychol.* 111: 159-173.
- Ito, M. y Kano, M. 1982. Long-lasting depression of parallel fibre-Purkinje cell transmission induced by conjunctive stimulation of parallel fibre and climbing fibers in the cerebellar cortex. *Neurosci Lett.* 33: 253-258.
- Johnson-Frey, S. H. 2003. What so special about human tool use. *Neuron.* 39: 201-204.
- Junque, C., Bruna, O. y Mataró, M. 2005. *Neuropsicología del Lenguaje*. Masson, Barcelona.
- Kalabudda, M. y Brand, M. 2010. Alterations of decision-making and underlying neural correlates after resection of a mediofrontal cortical displasya: A singell casse study. *Neurocase* 16: 59-73.
- Kandel, E.R. 2007. *En Busca de la Memoria: El Nacimiento de una Nueva Ciencia de la Mente*. Katz Ed., Madrid.
- Karmiloff-Smith, A. e Inhelder, B. 1975. If you want to get ahead, get a theory. *Cognition* 3: 195-212.
- Kaway, M. 1965. Newly-acquired pre-cultural behavior of the natural troop of Japanese monkeys on Koshima Island. *Primates* 6: 1-30.
- Köhler, W. 1927. *The Mentality of Apes*. Vintage, Nueva York.
- Kopell, B.H., Rezai, A.R., Chang, J.W. y Vitek, J. L. 2006. Anatomy and physiology of the basal ganglia: implication for the deep brain

- stimulation for Parkinson's disease. *Mov. Disord.* 21: 238-246.
- Kykio, H., Ohki, K. y Miyashita, Y. 2002. Neural correlates for felling-of-Knowing: and fMRI parametric analysis. *Neuron.* 36: 177-186.
- Langer, J. 2000a. The descent of cognitive development. *Developm. Sci.* 3: 361-388.
- Langer, J. 2000b. The heterochronic evolution of primate cognitive development. Pp. 215-235. En: Parker, S.T., Langer, J. y Mc Kinney, M.L. (Eds.) *Biology, Brains and Behavior. The Evolution of the Human Developments.* School of American Research Press, Santa Fe, NM, USA.
- Lanouette, W. y Silard, B. 1993. *Genius in the Shadows.* Charles Scribner's Sons, United States.
- Lewcowicz, D.J. y Lickliter, R. 1994. *The Development of Intersensory Perception.* Psychology Press, Laurence Erlbaum. Hillsdane M.J.
- López-Aranda, M.F., López-Telles, J.F., Navarro-Lobato, I., Masmudi-Martin, M., Gutierrez, A. y Khan, Z.U. 2009. Role of layer 6 of V2 visual cortex in object recognition memory. *Science* 325: 87-89.
- Lovejoy, C. 1981. The origin of man. *Science.* 211: 341-350.
- Luna, B., Garver, K.E., Urban, T., Lazar, N. y Sweeney, J. 2004. Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Develop.* 75: 1357-1372.
- Maril, A., Simons, J.S., Michell, J.P. y Shwartz, B.L. 2003. Feeling of knowing in episodic memory: an event-related fMRI study. *Neuroimage.* 18: 827-826.
- Marler, P. 1990. Song learning: The interface between behavior and neuro ethology. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 329: 109-114.
- Matusawa, T. e Inoue, S. 2007. Working memory of numerals in chimpanzee. *Curr. Biol.* 17: 1004-1005.
- McGrew, W.C. y Marchant, L.F. 1999. Laterality of hand use pays off in foraging success for wild chimpanzees. *Primate* 40: 509-513.
- Mednick, S. 2009. REM, not incubation, improves creativity by priming associative network. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 106: 10130-10134.
- Meltzoff, A.N. y Moore, M.K. 1977. Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science* 198: 74-78.
- Menzel, E.W. 1973. Leadership and communication in young chimpanzee. Pp. 192-225. En: Menzel, E.W. (Ed.) *Precultural Primate Behavior.* Basel, Karger.
- Menzel, E.W. 1974. A group of young chimpanzee in a one-acre field. En: Chrier, M. y Stolnitz, Y.F. (Eds.) *Behaviors of Nonhuman Primates. Vol. 5.* Academic Press, Nueva York.
- Menzel, C.R. 1991. Cognitive aspect of foraging in Japanese monkeys. *Anim. Behav.* 41: 397-402.
- Mineka, S. et al. 1984. Observational conditioning of snake fear in rhesus monkeys. *J. Abnorm. Psychol.* 93: 355-372.
- Mergenthaler, P., Lindauer, U., Dienel, G.A. y Meisel, A. 2013. Sugar for the brain: the role of glucosa in physiological and pathological brain function. *Trends Neurosci.* 36: 587-597.
- Navarro, M.I. La afasia de Broca. *Blog de psicología.*
- Patterson, N., Richter, T.J., Generre, J., Lander, E.S. y Yeich, D. 2006. Genetic evidence for complex speciation of human and chimpanzees. *Nature* 441: 1103-1108.
- Parker, S.T. y Mckiney, M.L. 1979. *The Evolution of Cognitive Development in Monkeys Apes and Humans.* John Hopkins Univ. Press, Baltimore.
- Pérez-Ramos, H. 2010. *La Huella de Mary: El Surgimiento de los Homínidos.* Cultivalibros, Madrid.
- Pérez-Ramos, H. 2010. La bipedestación no pudo liberar nuestras manos, sino que por el contrario, serían nuestras manos quienes liberarían nuestros pies. *eVOLUCIÓN* 5(2): 5-18.
- Pérez-Ramos, H. 2012. Mystic River, los robots y los insectos eusociales. *eVOLUCIÓN* 7(1): 45-51.
- Pérez-Ramos, H. 2016. El contrato social a la luz de la biología evolutiva. *eVOLUCIÓN* 11(1): 39-41.
- Piaget, J. 1936. *El Nacimiento de la Inteligencia en el Niño.* Crítica, Barcelona. (1990, 2ª ed.).
- Posner, M.I., Snyder, C.R. y Solso, R. 2004. Attention and cognitive control. *Cognitive Psychology: Key Reading* 205.
- Posner, M.I. y Rothbart, M.K. 2007. Research on attention networks as a model for the integration of psychological science. *Ann. Rev. Psychol.* 58: 1-23.
- Povinelli, D.J. 1997. Specificity of gaze following in young chimpanzee. *Br. J. Developm. Psychol.* 15: 213-222.
- Povinelli, D.J., Rulf, A.B., Landau, K.R. y Bierschwale, D.F. 1993. Self recognition in chimpanzees (*Pan troglodytes*): distribution, ontogeny and patterns of emergence. *J. Comp. Psychol.* 107: 347-372.
- Pujol, J., Deus, J., Losilla, J.M. y Capdevila, A. 1999. Cerebral lateralization of language in normal left handed people studied by functional MRI. *Neurology* 5: 1038-1043.
- Ramachandran, V.S. 1996. Synaesthesia in phantom limbs induced with mirrors. *Proc. Biol. Sci.* 263: 377-386.
- Ramachandran, V.S., Oberman, L.M., Hubbard, E.M., McCleery, J.P., Altschuler, E.L. y Pineda, J.A. 2005. EEG evidence for mirror

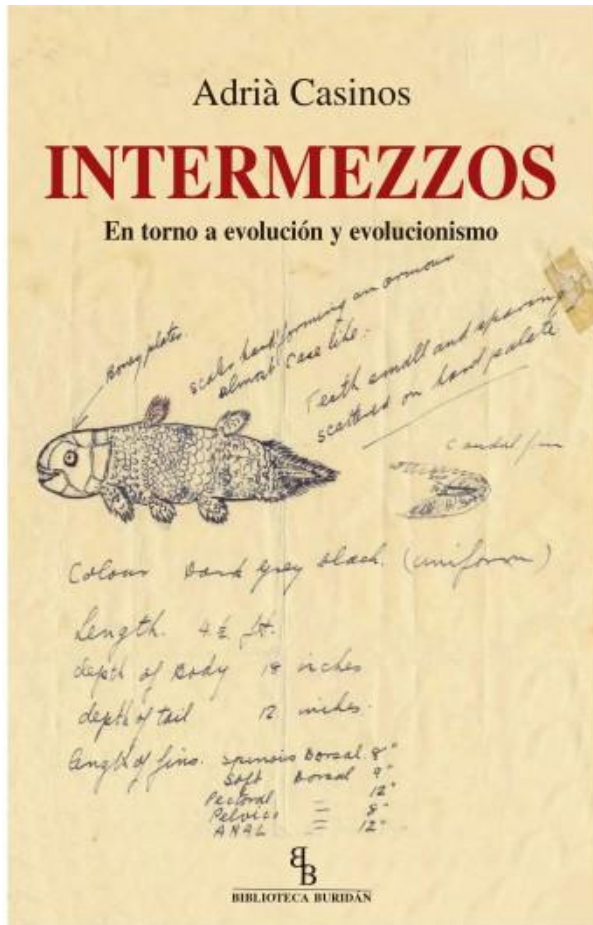
- neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cogn. Brain Res.* 24: 190-198.
- Polimanti, R. y Gelernter, J. 2017. Widespread signatures of positive selection in common risk alleles associated to autism spectrum disorder. *Plos Genetics.* 13(2).
- Pruetz, J. 2007. Savanna chimpanzees, *Pan troglodytes verus*, hunt with tools. *Curr. Biol.* 17: 412-417.
- Rilling, J.K., Glasser, M.F., Preuss, T.M., Ma, X., Zhao, T., Hu, X. y Behrens, T.E. 2008. The evolution of arcuate fasciculus revealed with comparative DTI. *Nature Neurosci.* 11: 426-428.
- Rodríguez-Fornel, A., Cunillera, T., Mestres-Misse, A. y De Diego-Balaguer, R. 2009. Neurophysiological mechanism involved in language learning in adults. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 364: 3711-3735.
- Rubia, F.J. 2006. *¿Qué Sabes de tu Cerebro?* Temas de Hoy, Madrid.
- Sackett, G.P. 1965a. Effects of rearing conditions upon the behaviors of rhesus monkeys. *Child Developm.* 36: 855-868.
- Sackett, G.P. 1966. Development of preference for differentially complex patterns by infant monkeys. *Psychonomic Sci.* 6: 441-442
- Salk, J. 1985. *The Anatomy of Reality.* Praeger, Nueva York.
- Schneider, J.M. 1995. Survival and growth in groups of a subsocial spider (*Stegodyphus lineatus*). *Ins. Soc.* 42: 237-248.
- Schulze, K., Vargha-Khadem, F. y Mishkin, M. 2012. Test of motor theory of long-term auditory memory. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 109: 7121-7125.
- Seyfarth, R.M. y Cheney, D.T. 1980. The ontogeny of de vervet monkey alarm-calling behavior: A preliminary report. *Z. Tierpsychol.* 54: 37-56.
- Shima, K. y Tanji, J. 1998. Role for cingulate motor area cells involuntary movement selection base don reward. *Science* 282: 1335-1338.
- Snyder, A. y Mitchel, J. 1999. Is integer arithmetic fundamental to mental processing?: The mind's secret arithmetic. *Proc. Biol. Sci.* 266: 587-592.
- Soler, M. 2012. *Adaptación del Comportamiento: Comprendiendo al Animal Humano.* Síntesis, Madrid.
- Sousa, A. et al. 2017. Molecular and cellular reorganization of neural circuits in the human lineage. *Science* 358: 1027-1032.
- Southgate, V. y Gómez, J. C. 2003. Object understanding in rhesus macaques. *Psychologia Seminars.* Dep. Psychology Univ. St. Andrews.
- Surmeier, J. 2013. *Neuroscience: To go or not to go.* Nature AOP 23 January.
- Lanouette, W. y Silard, B. 1993. *Genius in the Shadows.* Charles Scribner's Sons, United States.
- Stuss, D.T. y Levine, D. 2002. Adult clinical neuropsychology Lesson from study of the frontal lobes. *Ann. Rev. Psychol.* 53: 401-453.
- Temple, C. 1993. *The Brain Harmondsworth.* Penguin Books, London.
- Tirapu-Ustarróz, J., García-Molina, A., Luna-Lario, P., Roig-Rovira, T., Pelegrín-Valero, C. 2008a. Modelos de funciones y control ejecutivo. *Rev. Neurol.* 46: 684-692.
- Tirapu, J., Ríos, M. y Maestú, F. 2008b. *Manual de Neuropsicología.* Viguera Ed., Barcelona.
- Toledo, L. 2006. Trastorno por déficit de atención con hiperactividad: perspectiva neuropsiquiátrica. *BSCP Can. Ped.* 30: 7-10.
- Tomasello, M., Davis-Dasilva, M. y Camak, L. 1987. Observational learning of tool-use by Young chimpanzees. *Human Evol.* 2: 175-183.
- Tomasello, M. y Call, J. 1997. *Primate Cognition.* Oxford Univ. Press, Oxford.
- Torres M 2006. *El Genio.* Biblioteca Nueva, Madrid.
- Uller, C., Jager, R., Gurdy, G. y Martin, C. 2003. Salamanders (*Plethodon Cinereus*) go for more rudiments of number in an amphibian. *Anim. Cogn.* 6:105-112.
- Vallortigara, G., Rogers, L. y Biasazza, A. 1999. Possible evolutionary origins of cognitive brain lateralization. *Brain Res. Rev.* 30: 164-175.
- Vendruscolo, L.F. et al. 2006. A Q T L on rat chromosome 7 modulate prepulse inhibition, a neuro behavioral trait of TDAH, in Lewis x SHR intercross. Pp. 21. *En: Behavioral and Brain Functions*, vol. 2.
- Watabnabe, S., Sacamoto, J. y Wakita, M. 1995. Pigeons' Discrimination of paintings by Monet and Picasso. *J. Exp. Anal. Behav.* 63: 165-174.
- Westergaard, G.C., Khun, H. E. y Suomi, S. J. 1998. Bipedal posture and hand preference in humans and other primates. *J. Comp. Psychol.* 112 : 55-64.
- Whiten, A., Horner, V. y De Waal, F. 2005. Conformity to cultural norms of tool use in chimpanzees. *Nature* 437: 737-740.
- Witelson, S.F. y Kigar, D.L. 1992. Sylvian fissure morphology and asymmetry in men and women: Bilateral differences in relation on handedness in men. *J. Comp. Neurol.* 223: 326-340.
- Zald, D. y Rauch, S. 2006. *La Corteza Orbitofrontal.* Oxford Univ. Press.
- Zimmerman, R.R. y Torrey, C. C. 1965. Ontogeny of learning. Pp. 405-407. *En: Schrier, A.M. y Harlow, H.F. (Eds.) Behaviors of Nonhuman Primates.* Academic Press, Nueva York.
- Zuberbühler, K. 2000a. Referential labeling in wild diana monkeys. *Anim. Behav.* 59: 917-927.

- Zuberbüler, K. 2000b. Interspecies semantic communication in two forest monkeys. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267: 313-318.
- Zuberbühler, K. 2009. Wild chimpanzees rely on cultural knowledge to solve an experimental honey acquisition task. *Curr. Biol.* 19: 1806-1810.

Información del Autor

Hernán Pérez Ramos es licenciado en Educación, especialidad Historia y Ciencias Sociales por el Instituto Superior Pedagógico Enrique José Varona de Ciudad Habana. Es autor de “La Huella de Mary. El Surgimiento de los Homínidos” y ha publicado 9 artículos en esta misma revista.

COMENTARIOS DE LIBROS



"INTERMEZZOS. EN TORNO A EVOLUCIÓN Y EVOLUCIONISMO" de Adrià Casinos

Biblioteca Buridán, Ediciones de Intervención Cultural, Barcelona, 2017.

Comentado por

Antonio Fontdevila
Grupo de Genómica, Bioinformática y
Biología Evolutiva
Depto. Genètica i Microbiologia
Facultat de Biociències
Universitat Autònoma de Barcelona

Email: antonio.fontdevila@uab.es

Navegar por la teoría evolutiva deteniéndose en sus escalas conceptuales más ilustrativas no es sólo una expedición ambiciosa, es además una audacia. No es fácil dar una visión rigurosa y amplia de la evolución, una teoría de gran calado conceptual y empírico, en

una extensión limitada de apenas unas 50.000 palabras. Y, sin embargo, Adrià Casinos, científico ilustrado y audaz, ha conseguido una excelente aproximación a grandes temas evolutivos navegando con destreza a través de "intermezzos".

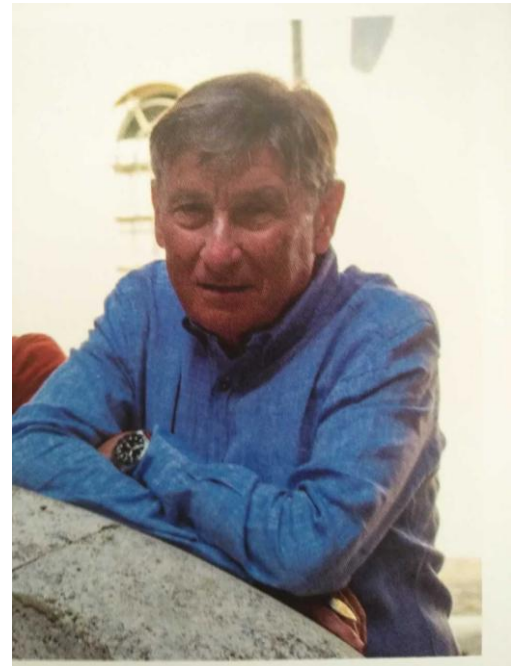
En ocho capítulos ("intermezzos") el libro plantea cuestiones tan fundamentales (y controvertidas) como el origen de las especies y el papel de la biogeografía, el ritmo en evolución con amplia discusión de la teoría de los equilibrios interrumpidos, el concepto de selección natural enmarcado en la controversia externalismo-internalismo, la causalidad de las extinciones como eventos catastróficos, para terminar reflexionando sobre el impacto de las ideologías en la ciencia evolutiva con una incursión en el movimiento romántico y el irracionalismo. Un repertorio osado, solo abordable con cierto grado de expectativas exitosas por quienes, como el presente autor, gozan de una cultura científica y humanística apreciables.

Tampoco resulta fácil para el revisor comentar con profundidad crítica tal amplitud conceptual, destacando los elementos más determinantes, y recurrentes, del pensamiento del autor. El origen, la dinámica y la causa de la biodiversidad son motivos tradicionales de gran interés para la comprensión evolutiva y se refleja en varios "intermezzos", conformando todos ellos un "superintermezzo" en el que se discute el papel relativo del gradualismo filético darwinista frente a la dinámica de los equilibrios interrumpidos, propuesta por Eldredge y Gould, y también como se valoran los eventos cladogenéticos y anagenéticos en el origen de las especies por varios evolucionistas, entre los que sobresale la figura de Ernst Mayr. Para Darwin el gradualismo era un concepto fundamental como lo atestigua cuando dice que "*si se pudiera demostrar que ha existido un órgano complejo que no haya podido formarse por*

numerosas modificaciones ligeras y sucesivas, mi teoría se destruiría completamente" (Darwin: *El Origen* p. 95, cap. 4). Aunque Huxley en una carta a Darwin le dice que se ha "comprometido con una dificultad innecesaria adoptando *Natura non facit saltum* tan estrictamente", lo cierto es que el fantasma de los grandes cambios discontinuos debido a la supuesta aparición de macromutaciones estuvo (y aun lo está a veces) acechando la teoría de la selección natural durante gran parte del primer tercio del siglo XX en que grandes genéticos como DeVries, Morgan y Bateson basaban en el mutacionismo y no en la selección natural la causa principal de los cambios evolutivos. Aunque la Síntesis Moderna demostró teóricamente y empíricamente el papel de las pequeñas mutaciones en los cambios evolutivos por selección natural y, por consiguiente, la no necesidad de macromutaciones, Casinos está más interesado en la discontinuidad del registro fósil, observada antaño por los paleontólogos, que parecía oponerse al gradualismo filético. La teoría de los equilibrios interrumpidos propuesta por Eldredge y Gould, claramente expuesta por Casinos, resuelve la frecuente observación estratigráfica de periodos de apenas cambio evolutivo (estasis) interrumpidos por estratos donde aparecen bruscamente formas nuevas sin registro de cambios graduales intermedios. El modelo propuesto, basado en la especiación peripátrida de Mayr completado por migraciones masivas de las nuevas especies periféricas a la zona central de distribución de la especie ancestral a la cual sustituyen, es perfectamente compatible con el gradualismo.

La concentración de los cambios evolutivos en la divergencia peripátrida plantea la importancia relativa de la anagénesis y la cladogénesis en el registro fósil y en la evolución, ampliamente discutida por Casinos. Para Mayr el criterio del cladismo, propuesto por Henning, que exige la desaparición de la especie ancestral por fragmentación en dos especies nuevas, nunca fue aceptable. No es este el único punto de debate sobre las ideas de Mayr. La acumulación del cambio anagenético en algunos procesos cladogenéticos es un tema de amplia discusión y, según Casinos, dista de ser universal aunque existen algunos casos citados por el autor. Pero Mayr es principalmente famoso por su dogmatismo sobre el modelo de especiación alopátrida, considerado por él como el único aceptable, algo que Darwin nunca aceptó. La idea del aislamiento geográfico como condición necesaria para la especiación se atribuye a Moritz Wagner, un contemporáneo de Darwin. En la quinta edición de *El Origen* (pág. 120) Darwin escribe: "*Wagnerha demostrado que la contribución del aislamiento para evitar cruzamientos entre las variedades recién formadas es probablemente mayor de lo que yo supuse. Perono puedo, de ninguna manera, estar conforme en que la migración y el aislamiento son necesarios para la formación de nuevas especies*". Estas palabras parecen premonitorias de la discusión actual sobre el papel de la selección natural y la supuesta necesidad de aislamiento en la especiación (Fontdevila 2011). La teoría de Wagner permaneció prácticamente ignorada por más de 50 años y fue precisamente Mayr quien la desenterró, la justificó y la convirtió en el modelo de especiación más popular de la segunda mitad del siglo XX. Sin embargo, actualmente tenemos varios ejemplos, como el caso de los peces cíclidos, citado por Casinos en detalle, en los que la especiación simpátrida parece ser el motor de la especiación. Es evidente que la evidencia empírica tropieza a veces con la complejidad inherente de un proceso de especiación en el que es difícil desligar episodios alopátridas de simpátridas. Así, en el caso de los cíclidos ha habido que recurrir a escenarios como los lagos de cráteres volcánicos de origen reciente, como los de Camerún y Nicaragua, en los que difícilmente puede postularse un evento histórico de alopatría, como sí es el caso de las cuencas fluviales de los grandes lagos africanos, para sustentar su origen simpátrida. El caso de *Rhagoletis pomonella*, un díptero norteamericano cuyo hospedador natural es el espino (género *Crataegus*), que invadió en 1860 los árboles frutales, de origen europeo, del noreste de Estados Unidos, es posiblemente el ejemplo más documentado de especie simpátrida incipiente. Recientemente, muestreos más amplios en México analizados con marcadores nucleares y mitocondriales han demostrado el origen mejicano de la especie y una genealogía que revela episodios alternativos de alopatría y simpatría con frecuentes introgresiones. Todo lo cual favorece la idea de un modelo alo-simpátrida (Fontdevila 2011).

Especialmente interesantes son los intermezzos en que Casinos plantea hasta qué punto las corrientes sociológicas, como el idealismo romántico, y la ideología personal, política y religiosa, inciden en la defensa de las hipótesis científicas. El mismo Darwin, como insinúa Casinos, pudiera haber estado influido por la sociedad victoriana. Sin embargo, el darwinismo chocó frontalmente con el clasismo y el creacionismo imperante en el "umwelt" de Darwin, como lo atestiguan numerosos documentos entre los que sobresale su temprana carta a William J. Hooker en 1844 (Darwin 1844), en la que manifiesta como su hipótesis de la no inmutabilidad de las especies le hace sentirse como un asesino. Pero, donde realmente se pone en evidencia lo políticamente (y religiosamente) incorrecto de las ideas de Darwin en su época es en la drástica censura que practicaron su mujer Emma Wedgwood, de acendrada religiosidad, y su hijo Francis Darwin cuando editaron sus memorias, que afortunadamente pueden verse hoy en día publicadas por su nieta Nora Barlow sin censura (Barlow 1958). Recientemente la iglesia anglicana ha pedido perdón a Darwin (El Mundo 2008) reconociendo su maltrato hacía el darwinismo, pero todavía no lo ha hecho la iglesia católica a pesar de algunos intentos de reconciliación que Casinos analiza en su libro.



Adrià Casinos

Quizá algunos episodios que protagonizaron en Estados Unidos un grupo denominado "Sociobiology Study Group" formado por profesores, estudiantes, investigadores y demás intelectuales del área de Boston, asociados posteriormente a "Science for the People", un foro nacional de activismo académico de izquierdas, ejemplarizan como la ideología puede mediatizar la controversia científica. Gould y Lewontin, de ideología marxista, fueron militantes de este grupo. Su actuación en contra de posturas consideradas burguesas o de "derechas", como, según ellos, el gradualismo, la sociobiología o la base genética medida por la heredabilidad, se analiza con detalle y equilibrio por Casinos. En el caso de la sociobiología (Wilson 1975) es notorio el ensañamiento con que ambos científicos criticaron duramente a E.O. Wilson calificándolo de racista por sus supuestas ideas a favor del contenido genético evolutivo del comportamiento humano. Algo que, según ellos, olvidaba el papel predominante que la cultura tiene en dicho comportamiento. Contrariamente, Wilson nunca olvida el papel de la cultura, lo ha demostrado en libros como *Consilience* (Wilson 1998) y *On Human Nature* (Wilson 1978) en que trata de unir cultura y herencia en una síntesis de coevolución mente-gen superadora incluso de la tesis de Snow, oponiéndose, eso sí, a la idea extremista de Lewontin de que la mente escapa a la selección natural y obedece a una epistemología superior. La controversia alcanzó en los años setenta unas dimensiones que traspasaron el mundo académico y emponzoñaron las reuniones públicas de amplio ámbito social, cuyo ejemplo más flagrante se protagonizó en una asamblea en 1978 de la *American Association for the Advancement of Science* en la que un grupo de exaltados, miembros de CAR (*International Committee Against Racism*), una asociación muy extremista estrechamente relacionada con *Science for the People*, arrojó un jarro de agua sobre Wilson cuando éste se disponía a dar su conferencia. Sin embargo, Wilson, aunque empapado, pudo hablar después que el organizador de la sesión se disculpara ante él y que el mismo Gould se levantara para decir que este tipo de activismo no es el modo correcto de combatir la sociobiología.

Las ideologías antirracistas, y sus contrarias, han influenciado grandes controversias en evolución, como Casinos describe abundando en aspectos como la idea de progreso o el concepto de heredabilidad en evolución, calificados de burgueses por científicos ilustres. Casinos comenta el caso planteado por Lewontin sobre el uso del coeficiente de inteligencia

(IQ en su acrónimo inglés). Este autor publicó un artículo (Lewontin 1972) en el que la proporción de variabilidad genética (diversidad) contenida dentro de grupos humanos (85,4%) es muy superior a la encontrada entre grupos (menos de 15%), la cual se distribuía en un 8,3% entre poblaciones dentro de razas y en un 6,3 % entre razas. Lewontin interpretó estos resultados diciendo que *"la clasificación racial humana no tiene valor social y es positivamente destructora de las relaciones humanas"*. De acuerdo, pero dado que las diferencias raciales humanas están basadas en unos pocos caracteres (contenido de melanina en la piel, morfología, etc.), no parece lícito extrapolar de las pequeñas diferencias medias en diversidad, basadas mayoritariamente en grupos sanguíneos o proteínas, que no existan diferencias interraciales importantes en otros caracteres como los cognitivos. Es posible que las diferencias cognitivas sean despreciables entre razas, como Lewontin supone esperanzado, pero esto no se deduce de sus resultados. Sin embargo, esta posible falacia moral fue acogida muy fervorosamente por los medios, el público y parte del mundo científico, empírico y humanístico, aunque no así por científicos como A.F.W. Edwards y también Dawkins, citados por Casinos.

Jensen (1969) inició ya una gran controversia cuando del hecho de que la heredabilidad del IQ es alta tanto en blancos como en negros sugirió que la diferencia en IQ entre blancos y negros podría tener una base genética. Lewontin (1976) se opuso a este argumento, aduciendo que de la alta heredabilidad dentro de grupos no es posible deducir diferencias de heredabilidad entre grupos. Esta crítica ha llegado a ser adoptada por la mayor parte de filósofos, sociólogos y genéticos para desacreditar no solo a Jensen sino para afirmar rotundamente que no existen diferencias en IQ entre blancos y negros. Algunos autores (Sesardic 2005), sostienen que Jensen nunca sostuvo que la heredabilidad dentro de grupos es *por sí sola* suficiente para establecer la heredabilidad entre grupos, pero que junto con información adicional sobre la variabilidad ambiental dentro y entre grupos es capaz de acotar la verosimilitud de las diferencias genéticas entre grupos. Esta discusión demuestra la importancia de los escenarios ambientales y las limitaciones que la variabilidad genética dentro de grupos impone a la hipótesis ambientalista, algo que los oponentes al argumento genético no han sabido, o no han querido, tener en cuenta algunas veces.

Cabe preguntarse qué fuerza mental es la causa de esta desviada interpretación de resultados. Gould (1981), en su libro *"The Mismeasure of Man"*, apoya la hipótesis de Lewontin, desacreditando el valor del test de Stanford Binet como base empírica del IQ y denunciando las supuestas injusticias sociales que su aplicación en Estados Unidos ha conllevado. El libro de Gould tuvo un gran impacto en muchos filósofos y científicos para oponerse a las ideas de Jensen, un cierto número de los cuales parece que no llegaron a leer el artículo de Jensen del 1969, confiando únicamente en el prestigio de Gould, como puede sospecharse del error de su cita de Jensen como volumen 33 en vez de 39, el mismo error cometido también por Gould en su libro. Resulta interesante señalar aquí que la crítica extrema de Gould de las medidas de las capacidades craneanas realizadas por Morton en el siglo XIX, acusándole de haber ideológicamente aumentando la capacidad de los blancos respecto a la de los negros, está basada en falsos argumentos no empíricos. Otro investigador, J.S. Michael, en 1986 volvió a medir los mismos cráneos y demostró que las diferencias encontradas por Morton eran corroboradas por sus resultados. Es interesante que algunos autores hablen de las "medidas" de Gould, un malentendido ampliamente deducido por muchos lectores de su libro, porque Gould nunca realizó esas medidas, limitándose a reanalizar los datos de Morton. El empecinamiento de Gould en desprestigiar ideas se analiza también por Robert Richards (2009) en el caso de Haeckel, cuya ley biogenética, ya abandonada como universal, es criticada por Gould a favor de los fenómenos heterocronos del desarrollo. Gould acusa a Haeckel de fraude debido a falta de precisión en las representaciones de embriones en estadios tempranos. Sin embargo, Richards defiende que Haeckel reconoció este hecho y eliminó estas figuras en posteriores ediciones de su famosa obra (Haeckel 1869), descartando que Haeckel cometiera fraude. Casinos apunta que esta

obsesión de Gould por desprestigiar aparece también en sus críticas no demasiado objetivas sobre Cuvier.

El libro abunda en detalles sobre controversias científicas, como las diferencias del concepto y del origen de las especies entre neodarwinistas y Mayr (intermezzo 2) o la interesante discusión sobre externalismo o internalismo (intermezzo 3), así como descripciones sobre las extinciones (tratadas con gran equilibrio entre impactistas y vulcanistas, con los dinosaurios de fondo, en el intermezzo 6) y la caracterización de fósiles vivientes (con el ejemplo del celacanto en el intermezzo 5), que constituyen un compendio obligado para los lectores interesados en evolución, en particular para muchos jóvenes que carecen todavía de una perspectiva histórica de las ideas evolutivas. Es en esta perspectiva histórico-epistemológica donde el enorme desarrollo actual de la teoría de la evolución adquiere su necesaria comprensión. En este sentido los "intermezzos" de Casino son una excelente introducción didáctica para enmarcar contextualmente muchas de las grandes ideas que constituyen los eslabones del edificio de la teoría evolutiva y por eso merece una lectura que de la mano de Casinos resulta rigurosa y a la vez ágilmente entretenida.

Referencias

- Barlow, N. (Ed.) 1958. *The Autobiography of Charles Darwin 1809-1882*. With the original omissions restored. Edited and with appendix and notes by his grand-daughter Nora Barlow. Collins, London. Hay una traducción reciente al castellano: *Charles Darwin, Autobiografía*. Traducción de José Luis Gil Aristu. 2008. Ed. Laetoli, Pamplona, en cuyas páginas 77-84 se encuentra el pensamiento de Darwin al final de su vida.
- Darwin, Ch. 1844. En: *Darwin Online*. <http://darwin-online.org.uk/content/frameset?keywords=the%20quite%20to%20i%20contrary%20am%20almost%20opinion%20with%20started%20convinced&pageseq=39&itemID=F1452.2&viewtype=text>
- El Mundo. 2008. Charles Darwin: la iglesia anglicana te debe una disculpa por malinterpretarte. <https://www.elmundo.es/elmundo/2008/09/15/ciencia/1221477453.html>
- Fontdevila, A. 2011. *The Dynamic Genome*. Chapter 4. Oxford Univ. Press, Oxford, UK.
- Gould, S.J. 1981. *The Mismeasure of Man*. W.W. Norton and Co., New York, London.
- Haeckel, E. 1868. *Natürliche Schöpfungsgeschichte*. Georg Reimer, Berlin. Existe una traducción al inglés on-line en: <http://www.geology.19thcenturyscience.org/books/1876-Haeckel-HistCrea/Vol-I/htm/doc.html>
- Jensen, A.R. 1969. How much can we boost IQ and scholastic achievement? *Harvard Edu. Rev.* 39: 1-123.
- Lewontin, R. 1972. The apportionment of human diversity. *Evol. Biol.* 6:381-398.
- Lewontin, R. 1976. Comment on an erroneous conception of the meaning of heritability. *Behav. Genet.* 6: 373-374.
- Richards, R.J. 2009. Haeckel's embryos: fraud not proven. *Biol. Philos.* 24: 147-154.
- Sesardic, N. 2005. *Making Sense of Heritability*. Cambridge Univ. Press, New York.
- Wilson, E.O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- Wilson, E.O. 1978. *On Human Nature*. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA.
- Wilson, E.O. 1998. *Consilience: The Unity of Knowledge*. Vintage Books, New York.

EVOLUCIÓN

© 2018



ISSN 1989-046X