
INTRODUCCIÓN AL COLOQUIO
A LA LUZ DE LA EVOLUCIÓN VII:
LA MAQUINARIA MENTAL HUMANA

CAMILO J. CELA-CONDE^a,
RAÚL GUTIÉRREZ LOMBARDO^b
JOHN C. AVISE^c; FRANCISCO J. AYALA^c

En su *Cuaderno de notas C*, Darwin nos dio una de sus primeras ideas sobre la naturaleza humana. Allí, en referencia al ser humano, Darwin escribió: “Es un mamífero —su origen no queda indefinido— no es una deidad, su fin bajo la forma actual vendrá (o qué terriblemente engañados estamos) así que no es ninguna excepción. Posee algunos de los mismos instintos generales y sentimientos morales que los animales —que por otra parte no pueden razonar— pero el hombre tiene capacidad de razonamiento en exceso. En lugar de instintos definidos —esto es, un remplazo en la maquinaria mental— tan análogo a lo que vemos en la física, que no me pasma”(1). Como señaló Darwin, nuestra maquinaria mental nos hace diferentes. Por ejemplo, nos permite preguntarnos acerca de nosotros mismos, de lo que es un ser humano. Nos permite cuestionar lo que somos y la manera en que llegamos a nuestra actual naturaleza. Una cosa que hemos descubierto es que los humanos poseen ciertos rasgos mentales únicos. La autorreflexión, así como los valores éticos y los estéticos constituyen una parte esencial de lo que llamamos la condición humana. La maquinaria mental humana llevó a nuestra especie a tener conciencia de sí misma y, al mismo tiempo, a un sentido de la justicia que nos hace estar dispuestos a castigar las acciones injustas, incluso si las consecuencias de tales atropellos no dañan nuestros intereses. Además, apreciamos la bús-

(a) Grupo Evocog —Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y Universidad de las Islas Baleares, España; (b) Centro de Estudios Filosóficos Políticos y Sociales Vicente Lombardo Toledano-SEP, México D.F., y (c) Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of California, Irvine, CA 92697. / cjcela@atlascom.es / CJC-C, RGL, JCA, y FJA escribieron el artículo.

El presente texto sirve como introducción al suplemento del PNAS que recoge el Coloquio Arthur M. Sackler de la National Academy of Sciences, “A la luz de la evolución VII: La maquinaria mental humana”, celebrado del 10 al 12 de enero del 2013, en el Arnold y Mabel Beckman Center de la National Academy of Sciences and Engineering, en Irvine, CA. Es el séptimo de una serie de coloquios bajo el título general “A la luz de la evolución” (ILE; véase el recuadro 1). El programa completo y los archivos de audio de la mayoría de las presentaciones están disponibles en el sitio web de NAS: www.nasonline.org/evolution_vii. Los documentos de los primeros seis coloquios de la serie titulada “A la luz de la evolución”: “Adaptación y diseño complejo”; “La biodiversidad y extinción”; “Dos siglos de Darwin”; “La condición humana”; “Cooperación y conflicto”, y “Cerebro y comportamiento”, fueron publicados en volúmenes anteriores de los PNAS.

queda de novedades, escuchar música, ver imágenes hermosas o vivir en casas bien diseñadas.

¿Por qué es así? ¿Cuál es el significado de nuestra tendencia, entre otras particularidades, a defender y compartir valores, a evaluar la rectitud de nuestras acciones y la belleza de nuestro entorno? La maquinaria mental humana, obviamente, se refiere al cerebro, por lo que la respuesta a las preguntas anteriores debe venir de consideraciones neuronales. ¿Qué mecanismos del cerebro correlacionan con la capacidad humana para mantener el monólogo interior o para llevar a cabo juicios de valor? ¿En qué medida son diferentes de los comportamientos comparables de otros primates? Esta colección de artículos del coloquio tiene como objetivo el examinar lo que se ha aprendido acerca de la “maquinaria mental” humana desde las intuiciones de Darwin. El coloquio reunió a los principales científicos que han trabajado en el cerebro y los rasgos mentales. Sus dieciséis contribuciones se centran en el objetivo de tener una mejor comprensión de los procesos cerebrales humanos, su evolución y sus mecanismos eventualmente compartidos con otros animales. Los artículos se agrupan en tres secciones principales: el estudio actual de la relación mente/cerebro; la continuidad en la evolución de los primates, y la diferencia humana: desde la ética a la estética.

ESTUDIO ACTUAL DE LA RELACIÓN MENTE/CEREBRO

John Searle (2) abre el volumen con una introducción filosófica a la cuestión todavía elusiva de la conciencia. Para discutir sobre el posible enfoque científico de una teoría de la mente (*Theory of Mind*, TOM), el autor analiza las relaciones entre los sentimientos subjetivos, como los asuntos mentales, y las aproximaciones objetivas (es decir, científicas). Distinguiendo entre enfoques ontológicos y epistemológicos de la cuestión de la subjetividad/objetividad, Searle sostiene que los procesos mentales, tales como la conciencia, pueden ser alcanzados de manera científica concluyendo de esta manera: “Pienso que el futuro de este proyecto de investigación completo está en una mejor comprensión del cerebro”. De hecho, es éste el objetivo inicial que dio lugar a la organización de este coloquio Sackler.

TOM es también el enfoque elegido por Robert Seyfarth y Dorothy Cheney (3) en la siguiente contribución. Como los autores declaran, una apreciación subconsciente, reflexiva, de las intenciones, emociones y perspectivas de los otros yace en las raíces de la TOM humana. Las ventajas adaptativas de una atribución de pensamientos e intenciones para predecir el comportamiento de otros se basan principalmente en que se dispone de una ayuda para poder formar lazos sociales fuertes y permanentes. El estudio empírico de las relaciones entre los monos indica esos lazos.

Siguiendo esta cuestión, Seyfarth y Cheney ofrecen datos sobre los diferentes tipos de desafíos sociales entre babuinos hembras que se resuelven mejor por medio del comportamiento afiliativo.

Incluso si la ToM es una buena hipótesis para vincular las estrechas relaciones sociales con las construcciones mentales y el éxito reproductivo, una frontera última podría separar la conciencia humana de las conductas más "instintivas" de los primates no humanos. George Mashour y Michael Alkire (4) se centran en esa diferencia eventual. Sobre la base de un examen comparativo de la neurobiología, la psicología y la anestesiología, los autores sostienen que los mecanismos neurofisiológicos básicos que fundamentan la conciencia en los seres humanos se encuentran ya en los elementos más antiguos de la evolución del cerebro de los vertebrados. Mashour y Alkire proponen estudiar esta evolución por medio de modelos procedentes de la recuperación de la conciencia después de la anestesia general en animales.

CONTINUIDAD EVOLUTIVA DE LOS PRIMATES

Los mecanismos neurológicos compartidos son el principal argumento a favor de la continuidad entre la mente de los primates no humanos y humanos. Varios colaboradores de este coloquio Sackler han estudiado esos mecanismos comunes en el campo de la memoria y sus contrapartidas cerebrales. Robert Clark y Larry Squire (5) ofrecen una historia del debate científico provocado por la propuesta de Owen (6) de una falta de continuidad evolutiva entre los humanos y otros primates basándose en varios rasgos del cerebro, con el hipocampo menor (HM) entre ellos (7). Al proponerse que el HM tiene un papel importante en la organización de la memoria apareció la posibilidad de usar modelos animales, unos modelos que apoyan la continuidad evolutiva de la neuroanatomía de la memoria humana. Clark y Squire examinan tales similitudes entre especies en el campo del paradigma de los sistemas múltiples de memoria, ofreciendo desafíos al modelo animal cuando las tareas concurrentes de discriminación se consideran a la vez en los seres humanos y los monos.

Dos artículos se centran en la evolución de la memoria. Peter Carruthers (8) señala que, a pesar de ser fundamental para el aprendizaje, el habla, la comprensión lectora, la prospección, y la planificación, al igual que para el razonamiento consciente reflexivo serial, la memoria de trabajo (*Working Memory*, WM) apenas se ha investigado en una perspectiva interespecífica. De acuerdo con la investigación disponible, Carruthers sostiene que la WM es un rasgo homólogo compartido por los seres humanos y los primates no humanos, aunque nuestra especie es única en aspectos como el monólogo interior. Además, los seres humanos pueden ser únicos al hacer un uso frecuente de sus habilidades de WM al margen de tareas concretas. Sin

embargo, en ausencia de estudios comparativos directos las hipótesis acerca de la continuidad o discontinuidad de la WM son en cierta medida especulativas.

Timothy Allen y Norbert Fortin (9) ofrecen un análisis complementario al gran número de investigaciones realizadas acerca de la evolución de la memoria episódica (*Episodic Memory*, EM). Los autores proponen que los sistemas proto-EM relacionan las filogenias aviar y humana, apoyando el carácter homólogo de rasgos como las vías hipocampo-parahipocampo-prefrontal que serían compartidas desde un ancestro neural común, oponiéndose a la posibilidad alternativa de una convergencia evolutiva. Pese a esta capacidad compartida, Allen y Fortin analizan posibles divergencias tales como las que tienen que ver con el lenguaje humano, la autoconciencia, la empatía y la ToM, sosteniendo que constituyen atributos específicos de cada especie y asociados en el cerebro humano con la expansión de las áreas prefrontales.

Las diferencias entre especies en el comportamiento social dependen en parte de la regulación neuromoduladora de los circuitos neuronales. Steve Chang, et al. (10) ofrecen pistas sobre cómo las especializaciones biológicas en la función social transforman los mecanismos ancestrales por medio de la duplicación, reutilización o regulación diferencial en múltiples niveles de organización, desde las neuronas y sus circuitos a las hormonas y los genes. El comportamiento social moldea la estructura y función de esos mecanismos en un proceso de retroalimentación. En consecuencia, los autores sostienen que un enfoque neuroetológico para el estudio del comportamiento social de los humanos y los primates no humanos podría aclarar la filogenia de las interacciones entre este comportamiento y la regulación neuromodular.

La contrapartida de la filogenia es el desarrollo ontogenético. Las comparaciones entre el desarrollo neocortical de humanos y macacos muestran las diferencias que puedan relacionar la maduración neuronal relativamente prolongada en los seres humanos con la mejora del aprendizaje social y la transmisión de las prácticas culturales, incluido el lenguaje. Sin embargo, existen pocos datos acerca del desarrollo ontogenético neuronal de los simios que están más estrechamente relacionados con los seres humanos. Por medio de un análisis experimental, Serena Bianchi, et al. (11) muestran por primera vez cómo la sinaptogénesis de *Pan paniscus* coincide con el caso humano, con un pico de la densidad de las sinapsis durante el periodo juvenil (2-5 años de edad). Además, los chimpancés y los seres humanos comparten un desarrollo tardío de las dendritas de las neuronas piramidales prefrontales, en comparación con las áreas sensoriomotoras, ofreciendo un potencial común para la mejora del desarrollo de la plasticidad. Según los autores, sus hallazgos sugieren que varias

características clave de la ontogenia del cerebro humano habrían surgido antes de la divergencia de los linajes chimpancé y humano.

LA DIFERENCIA HUMANA: DE LA ÉTICA A LA ESTÉTICA

Como hemos dicho antes, nuestra especie y otros primates comparten diferentes sistemas de memoria. Aun así, James McGaugh (12) argumenta en su contribución que, a pesar de que el olvido es el destino común de la mayoría de nuestras experiencias, existen mecanismos que de alguna manera nos permiten crear recuerdos duraderos de nuestras experiencias más importantes. El autor explora tales mecanismos. Varios sistemas neurobiológicos vinculan esta capacidad selectiva al umbral de excitación emotivo, dando pistas acerca de cómo los seres humanos y otros animales llegan a la mejora de ciertos episodios menómicos por medio de una activación de regiones cerebrales como la amígdala. El hecho de que algunos sujetos sean capaces de mantener una memoria autobiográfica muy superior plantea la cuestión de cómo esta capacidad podría estar asociada a particularidades genéticas y cerebrales.

La autoconciencia y la capacidad para evaluar los actos de los demás y sus consecuencias figuran entre los principales componentes del comportamiento altruista. Tres artículos de este coloquio abordan distintos aspectos del altruismo y sus manifestaciones más extremas. Barbara Oakley (13) examina las bases mecanicistas del altruismo desviado, en el que los intentos de promover el bienestar de los demás dan como consecuencia un daño inesperado. La autora defiende la necesidad de modelos cuantitativos del comportamiento altruista a lo largo de un espectro que va desde un gran beneficio a un daño extremo. Estos modelos pueden ayudar a distinguir científicamente entre conducta beneficiosa y egoísta perjudicial, al igual que aclarar las relaciones que existen entre el egoísmo, el altruismo y el altruismo patológico. Sarah Brosnan (14) comienza su contribución con una pregunta: ¿Qué nos lleva a preocuparnos por la justicia? La autora propone una aproximación comparativa para aclarar por qué la justicia, que es un componente muy importante de nuestros valores, es tan difícil de lograr. Por medio de experimentos acerca de las respuestas de los primates a las desigualdades percibidas en las interacciones sociales, Brosnan llega a la conclusión de que los humanos no son los únicos que responden negativamente a un trato diferente. Aunque los primates no humanos no muestran un sentido de la justicia en el mismo sentido que los seres humanos, la comprensión de sus respuestas puede ayudar a prever, prevenir, y tal vez resolver los problemas que surgen de la percepción humana de inequidad.

Más allá de la percepción directa de la igualdad/desigualdad en las relaciones sociales, el altruismo y, más en general, la cooperación humana

puede ser relacionados con la reciprocidad indirecta basada en la reputación. Debido a que la reputación social se observa directamente, y además se extiende de manera amplia gracias a la comunicación, la reciprocidad indirecta puede alcanzar patrones muy sofisticados. Erez Yoeli, et al. (15) ofrecen resultados experimentales acerca de la cooperación a gran escala (un total de 2,413 participantes) entre pequeños grupos en condiciones de laboratorio. Debido a que los sujetos eran residentes de 15 asociaciones propietarias de viviendas en California que participaron voluntariamente en un programa de ahorro de energía, el experimento alcanza condiciones reales de cooperación. Los resultados de Yoeli, et al. ponen en evidencia que la participación observable en favor de los bienes públicos promueve el comportamiento cooperativo. Los autores sostienen que las preocupaciones por la reputación eran la fuerza impulsora para llegar a un nivel tan alto de la cooperación indirecta, lo que sugiere formas prácticas y sencillas para mejorar las iniciativas políticas públicas futuras.

Robert Zatorre y Valorie Salimpoor (16) revisan las evidencias empíricas de los sustratos neuronales de varios aspectos de la percepción musical. En primer lugar, los autores identifican los circuitos corticales auditivos que son responsables de la codificación y el almacenamiento de patrones tonales. A continuación, estudian el papel funcional de las áreas del cerebro, tales como el núcleo accumbens, que codifican el valor de recompensa de la música. Los autores sugieren que el sistema cortical, altamente evolucionado, decodifica las relaciones tonales o rítmicas presentes en la música generando expectativas sobre los eventos siguientes en función de los temas anteriores. A su vez, el sistema dopaminérgico estriado añadiría el umbral de excitación emocional asociado a estas predicciones.

Los enfoques experimentales de aspectos visuales constituyen la siguiente contribución al coloquio. Leanne Chukoskie, et al. (17) estudian cómo los sujetos buscan un nuevo escenario para un objetivo cuya ubicación ha sido dibujada de forma estocástica en cada ensayo a partir de una distribución fija *a priori*. Los participantes aprenden rápidamente dónde buscar, dirigiéndose a los emplazamientos cercanos a aquellos que han obtenido recompensa y evitando los que previamente han carecido de ella. Un modelo del refuerzo-aprendizaje, similar al utilizado con anterioridad para examinar tanto el forrajeo animal como la descarga neuronal de las células dopaminérgicas, puede describir el rendimiento de la búsqueda. Además, la actividad de búsqueda se acerca al óptimo teórico en esta tarea. En consecuencia, los autores ofrecen un marco para considerar de qué manera la experiencia previa guía los movimientos sacádicos en la visión natural. Un fenómeno complementario permite a Oshin Vartanian, et al. (18) proporcionar las primeras pistas acerca la forma en que la variación del entorno afecta a los juicios estéticos y a las decisiones de aproximación hacia los lugares en que vivimos y trabajamos, influyendo en cómo nos

sentimos y actuamos. Los sujetos son más propensos a juzgar los espacios como hermosos si son curvilíneos en lugar de rectilíneos. Los espacios curvilíneos activan la corteza orbitofrontal medial, una región fuertemente implicada en la recompensa que resulta particularmente activa en los arquitectos en comparación con quienes no lo son cuando confieren un valor estético a los edificios. Por el contrario, el contorno no influye en las decisiones de aproximación. Al contemplar los espacios curvilíneos se activa el giro precentral —una región que interviene en la imaginación motora y la planificación del movimiento motor voluntario. Aunque los espacios curvilíneos no llevan a una mayor probabilidad de decidirse a entrar en tales áreas, podrían facilitar la producción de imaginación visual y motora coherente con la planificación del movimiento en ese contexto. Los autores concluyen que su investigación arroja luz sobre una pregunta fundamental: ¿cómo hemos llegado a preferir los lugares que nos gustan?

Por último, mediante el análisis de la dinámica de la conectividad funcional del cerebro, Camilo Cela-Conde, et al. (19) ofrecen la primera identificación de redes cerebrales que actúan en diferentes momentos en la apreciación de la belleza. Una rápida percepción estética de la condición bella/no bella de cada estímulo visual aparece dentro de los 250 a 750 milisegundos (ms), mientras que otros procesos posteriores de apreciación estética se realizan en el rango de 1000 a 1500 ms. Los procesos retrasados activan en el cerebro una red que coincide con la red por defecto presente durante el estado de reposo de los sujetos.

NOTA FINAL

El objetivo explícito de este coloquio —mejorar el conocimiento del contenido de la maquinaria mental de Darwin— constituye una tarea interminable. Con todo, los documentos del coloquio ofrecen nuevas perspectivas procedentes de los enfoques interdisciplinarios que abren campos de investigación novedosos y constituyen el estado de la cuestión en algunos aspectos importantes de la relación mente/cerebro. Una contradicción intrigante parece dibujarse a partir de las aportaciones al coloquio. Por un lado, la continuidad existe entre la maquinaria mental de los primates humanos y no humanos. Por otro, los seres humanos manifiestan conspicuos rasgos mentales/neuronales evolutivamente derivados, es decir, exclusivos. El propio Darwin resolvió esta aparente paradoja. En los capítulos III, IV, y V de *El origen del hombre* (20), sostiene que las facultades morales y mentales de los humanos difieren de las de los animales, pero no de una manera fundamental. Volviendo de nuevo a la anotación del *Cuaderno C* (1): “ [El hombre] posee algunos de los mismos instintos generales, & sentimientos morales de los animales [...] Pero el hombre tiene poderes de razonamiento superiores [...] Se trata de una sustitución en la maquinaria mental”.

AGRADECIMIENTOS

Los organizadores y editores de la serie "A la luz de la evolución" (JCA y FJA) son el nieto y el hijo académicos, respectivamente, de Theodosius Dobzhansky, a cuya memoria está dedicada esta serie. Que las palabras y las ideas de Dobzhansky sigan inspirando la investigación científica racional de las maravillosas operaciones de la naturaleza.

RECUADRO 1

A la luz de la evolución. En 1973, Theodosius Dobzhansky (21) escribió un corto comentario titulado “Nada en biología tiene sentido salvo a la luz de la evolución”. La mayoría de los científicos está de acuerdo en que la evolución proporciona un marco unificador para la interpretación de los fenómenos biológicos que, de lo contrario, pueden parecer a veces carentes de relación e incluso ininteligibles. Dada la posición central del pensamiento evolucionista en la biología, es tristemente irónico que las perspectivas evolutivas fuera de las ciencias hayan sido a menudo descuidadas, mal entendidas o intencionalmente tergiversadas. La biodiversidad —la variación genética de la vida— es un producto exuberante del pasado evolutivo, un vasto recurso humano (estético, intelectual y material) de apoyo al presente, y un rico legado para apreciar y preservar el futuro. Dos desafíos y oportunidades urgentes para la ciencia del siglo XXI son el de adquirir una comprensión más profunda de los procesos evolutivos que fundamentan la diversidad biótica, y el de traducir esa comprensión en soluciones viables para las crisis regionales y mundiales con las que se enfrenta la biodiversidad hoy. Alcanzar la comprensión de los principios y procesos de la evolución es importante también en otros ámbitos de la sociedad como la educación, la medicina, la sociología y otros campos aplicados como la agricultura, la farmacología y la biotecnología. Las ramificaciones del pensamiento evolutivo también se extienden hacia otros terrenos tradicionalmente reservados a la filosofía y la religión. El objetivo central de la serie “A la luz de la evolución” (ILE) es el de promover las ciencias evolutivas a través de coloquios sobre el estado de la cuestión —en la serie de coloquios Arthur M. Sackler patrocinados por la Academia Nacional de Ciencias— y la publicación de sus actas. Cada entrega explora las perspectivas evolutivas, dentro de un tema biológico en particular, que es científicamente interesante y que tiene también una especial relevancia para los problemas o desafíos de la sociedad contemporánea. Individual y colectivamente, la serie ILE pretende interpretar los fenómenos en diferentes áreas de la biología a través de la lente de la evolución, abordar algunas de las cuestiones sociales más intelectualmente atractivas y de relevancia práctica de nuestro tiempo, y fomentar una mayor apreciación de la biología evolutiva como fundamento de consolidación para las ciencias de la vida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Darwin C. (1836-1844), *Notebooks. Geology, Transmutation of Species, Metaphysical Enquiries*, eds. Barrett P.H., Gautrey P.J., Herbert S., Kohn D., Smith S., Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press.
- 2 Searle J.R. (2013), "Theory of mind and Darwin's legacy," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301214110.
- 3 Seyfarth R.M., Cheney D.L. (2013), "Affiliation, empathy, and the origins of theory of mind," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301223110.
- 4 Mashour G.A., Alkire M.T. (2013), "Evolution of consciousness: Phylogeny, ontogeny, and emergence from general anesthesia," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301188110.
- 5 Clark R.E., Squire L.R. (2013), "Similarity in form and function of the hippocampus in rodents, monkeys, and humans," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301225110.
- 6 Owen R. (1859), *On the Classification and Geographical Distribution of the Mammalia* (Cambridge Univ Press, Cambridge, UK).
- 7 Scoville W.B., Milner B. (1957), "Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions," *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 20(1):11–21.
- 8 Carruthers P. (2013), "Evolution of working memory," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301195110.
- 9 Allen T.A., Fortin N.J. (2013), "The evolution of episodic memory," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301199110.
- 10 Chang S.W.C., et al. (2013), "Neuroethology of primate social behavior," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301213110.
- 11 Bianchi S., et al. (2013), "Synaptogenesis and development of pyramidal neuron dendritic morphology in the chimpanzee neocortex resembles humans," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301224110.
- 12 McCaugh J.L. (2013), "Making lasting memories: Remembering the significant," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301209110.
- 13 Oakley B.A. (2013) "Concepts and implications of altruism bias and pathological altruism," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1302547110.
- 14 Brosnan S.F. (2013), "Justice and fairness-related behaviors in non-human primates," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301194110.
- 15 Yoeli E., Hoffman M., Rand D.G., Nowak M.A. (2013), "Powering up with indirect reciprocity in a large-scale field experiment," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301210110.
- 16 Zatorre R.J., Salimpoor V.N. (2013), "From perception to pleasure: Music and its neural substrates," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301228110.
- 17 Chukoskie L., Snider J., Mozer M.C., Krauzlis R.J., Sejnowski T.J. (2013), "Learning where to look: An empirical, computational and theoretical account of hidden target search performance," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301216110.
- 18 Vartanian O., et al. (2013), "Looking sharp: Dissociable impact of contour on aesthetic judgments and approach decisions in architecture," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1301227110.
- 19 Cela-Conde C.J., et al. (2013), "Dynamics of brain networks in the aesthetic appreciation," *Proc Natl Acad Sci USA*, 10.1073/pnas.1302855110.
- 20 Darwin C. (1871), *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, London: J. Murray.
- 21 Dobzhansky T. (1973), "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution," *Am Biol Teach* 35:125–129.