
FUNDAMENTOS CONCEPTUALES DE LA BIOLOGÍA DE LA CULTURA

ANGELO FASCE

ABSTRACT. CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF CULTURE AS A BIOLOGICAL PHENOMENON

In this study, I will develop the theoretical foundations for a conceptual unification of all the fields involved in the understanding of culture as a biological phenomenon. First, I will offer a general model for all types of cultural exchange, located at a purely behavioral level. After that, I will define "human culture" using this model, taking into account the specific neurological features of *Homo sapiens*. This definition is based on the conceptual framework of internist memetics and on some current developments in neuroscience, among which the so-called "concept neurons" stand out.

KEY WORDS. Culture, memetics, cultural evolution, hippocampus, concept neurons.

INTRODUCCIÓN

La cultura humana, como la de otros animales, es un fenómeno de origen biológico. Sin embargo, a pesar de su carácter material y de su alta incidencia en otras especies animales, el estudio científico de la cultura ha atravesado un tortuoso camino, con enfoques inciertos, conflictivos y fallidos. Hoy en día, estamos más cerca que nunca de poder abordarla finalmente desde una perspectiva científica, utilizando para ello supuestos teóricos científicamente fructíferos y metodologías experimentales adecuadas, aunque para alcanzar plenamente dicha fase aún queda un considerable trabajo de elucidación conceptual. Es cierto que el término «cultura» es altamente polisémico en su uso habitual (Kroeber y Kluckhohn, 1952), y los primeros estudios del fenómeno no cooperaron en su clarificación. En cambio, lo que prevaleció en este periodo inicial fueron actitudes tanto antipositivistas (Levine, 1971) como radicalmente ambientalistas, por ejemplo, los casos del historicismo o del sociologismo (González, 1984; Arpini, 1992). Todos estos enfoques tempranos se vieron dominados por varios «ismos», que constituyeron un estudio ideologizado de la cultura humana.

Departamento de Filosofía, Universidad de Valencia, España. / angelofasce@hotmail.com

Tras este periodo ideologizado, tuvieron lugar tres intentos algo más exitosos. El primero de estos intentos más serios de sistematizar el campo con un modelo general empíricamente contrastable es comúnmente denominado «evolucionismo cultural» (Tylor, 2010; Morgan, 2003). Las dos principales características de estos teóricos fueron tanto el desprenderse del antipositivismo como la adopción de una interpretación basada en una interpretación particular, incorrecta por sus características teleológicas, del algoritmo darwinista. Esta interpretación, muy empleada en el pasado para justificar ultrajes colonialistas en nombre de «quemar etapas» hacia la civilización, ha sido rechazado hoy en día (Lewis, 1973, Pels, 1997; Claeys, 2000). De hecho, ha sido criticado incluso como un ejemplo de pseudociencia (Popper, 1973).

El segundo intento es claramente visible en los manifiestos fundacionales de la sociobiología (Wilson, 1975; Dawkins, 1976). El enfoque de Wilson resultó ser un intento frustrado debido a la poca adecuación de su análisis teórico a las particularidades del comportamiento social humano, debido a la presencia de variables culturales en nuestras poblaciones, de dinámicas muy específicas. Su primer acercamiento a la sociobiología humana ha sido descrito como un intento «tosco», incluso por parte de otros partidarios de la sociobiología (Dennett, 1999). También podemos encontrar críticas, más o menos afortunadas, procedentes de antipanadaptacionismo, la antropología cultural e incluso del marxismo (Allen et al, 1975; Lewontin et al., 1996; Sahlins, 1982; Gould y Lewontin, 1979). Sin embargo, su enfoque respecto al comportamiento social humano se ha vuelto cada vez más refinado y atento a la cultura (Wilson, 1979; Lumsden y Wilson, 1981), al adoptar para ello las ideas de Dawkins, quien propuso un marco teórico especial para el análisis de la cultura que denominó «memética» —un marco que será discutido en detalle más adelante.

Otro de los principales hitos en el estudio científico de la cultura tuvo lugar a mediados de la década de los ochenta, con la obra de Luigi Luca Cavalli-Sforza. Pese a tener ciertos predecesores y existir otros autores relevantes en la misma línea de trabajo (Campbell, 1965; Simoons, 1969; Richerson y Boyd, 1976), fueron sus complejos modelos matemáticos, desarrollados a fin de servir como base explicativa de la génesis evolutiva del fenómeno de la cultura, los que ocasionaron mayor impacto e influencia (Cavalli-Sforza y Feldman, 1973; 1976; 1981). En su obra se analizan las posibilidades de incremento de eficacia de aquellos individuos capaces aprender habilidades nuevas por medio del aprendizaje cultural, así como la evolución de algunos rasgos culturales sencillos de rastrear, como es el caso de sus afamados trabajos acerca de la historia evolutiva de los idiomas humanos (Cavalli-Sforza, 2000). Sforza desarrolló la teoría coevolutiva gen-cultura (Durham, 1991; McElreath y Henrich, 2007), que establece que la evolución biológica del ser humano experimentó un *feedback* mutuo con

determinados rasgos culturales. Esto explicaría algunas características de interpretación evolutiva compleja presentes en nuestra morfología, como nuestra altísima tasa de encefalización (Reader y Laland, 2002) o nuestra hipertrofia del lenguaje. Hallazgos acontecidos desde hace ya varias décadas han confirmado esta hipótesis, que establece asimismo los mecanismos neuronales que permitirían una mayor complejidad cultural paulatina (Richerson y Boyd, 2000; Feldman, Aoki y Kumm, 1996).

Si dejamos de lado otras características que únicamente están presentes en nuestros desarrollos culturales, hay una que resulta clave a fin de comprender por qué nuestras culturas son cualitativamente diferentes a las de otros animales: la evolución puramente cultural (Koerper y Stickel, 1980; Hahn y Bentley, 2003). Nuestro desarrollo cognitivo, impulsado por la búsqueda de una mayor capacidad de imitación que vaya más allá de la emulación (Whiten, et al., 2009), habría alcanzado tal potencia que nuestra habilidad para reproducir rasgos culturales obtendría la capacidad de independizarse de la eficacia genética. Este fenómeno establecería una nueva dinámica, en la que el parámetro principal que gobernaría la evolución de nuestras culturas ya no sería la selección del fenotipo, sino una mayor eficacia de los rasgos culturales por sí mismos. La teoría coevolutiva gen-cultura, sin embargo, no es capaz de explicar este fenómeno dentro de sus modelos matemáticos, y por ello su poder explicativo para el caso de las culturas humanas se encuentra seriamente limitado.

Los estudios contemporáneos acerca de las bases biológicas de la cultura se están fragmentados entre diversos campos científicos, como la etología, la psicología de la cultura o la neurociencia cultural. Esto sucede, a mi juicio, porque todavía no poseemos un marco teórico que nos permita unificarlos a todos, un marco que propicie la idea de que todos estos campos están estudiando el mismo dominio de fenómenos, y que permita a todos los investigadores intercambiar conocimientos entre ellos de forma fluida. Ese es el objetivo principal del modelo interdisciplinar de cultura presentado en este trabajo. Tengo la intención de ofrecer, sobre la base de la neurociencia y de la memética internista, una definición biológica de «cultura humana» para el uso de investigadores de todos los campos involucrados; algo que puede cristalizar en nuevos enfoques experimentales. Este modelo también me permitirá clasificar los diferentes niveles de análisis de la cultura, estableciendo su autonomía y, a la vez, señalando su interdependencia.

Para ello necesitaremos, en primer lugar, una definición de «cultura» y de «cultura humana» lo suficientemente amplias para ser inclusivas, y también lo suficientemente concretas como para que puedan integrarse en un modelo propio de la investigación científica y que permitan ordenar los campos actualmente involucrados en el estudio de la cultura, que defina su alcance y que abra nuevas posibilidades de colaboración. En lo

que resta de este escrito presentaré un modelo general de comportamiento cultural y un modelo semiempírico para la cultura humana que incluye una definición neurocientífica tentativa de «meme». Espero así sentar las bases de lo que podría ser en el futuro un gran proyecto científico: la biología de la cultura.

¿QUÉ ES UNA «CULTURA»?

Las definiciones habituales de «cultura» provienen casi todas de la filosofía y la antropología. Muchas de ellas incluyen ideas estimulantes, pero no son científicamente operativas al ser demasiado ambiguas, antropocéntricas o apelar a nociones de extraña naturaleza (Boas, 1930; Goodenough, 1957; Giddens, 1991). Trataré de dar una definición general de cultura que no caiga en el carácter difuso de las que me preceden. Para ello, considero necesario comenzar desde el plano más abstracto de análisis del fenómeno, ofreciendo un modelo general y después concretando qué entiendo por «cultura» en el caso específico del ser humano. Algunas corrientes dentro de la biología evolutiva sostienen la idea de que este es el campo que debería funcionar como puente entre las ciencias naturales y las humanidades (Moya, 2010). Estoy de acuerdo con esta idea en líneas generales, dado que la teoría de la evolución estructura y dota de sentido a toda la biología (Dobzhansky, 1973); sin embargo, no considero que sea la biología evolutiva, directamente, la que pueda servir como base para el estudio sistemático de la cultura.

El intercambio cultural es, en última instancia, una actividad específica llevada a cabo por el sistema nervioso, y por ello deberá ser la neurociencia quien sirva de puente entre las ciencias y las humanidades. La cultura ha de ser definida, en última instancia, en términos neuronales, y las explicaciones evolutivas lo serían acerca de la génesis del fenómeno, de sus causas últimas, mas no de su funcionamiento específico. Tras esta reflexión tenemos ya una primera definición abstracta de «cultura» como actividad llevada a cabo por el sistema nervioso. Entonces, ¿de qué actividad estamos hablando exactamente?



Aquello que define lo cultural y lo separa de lo innato no tiene relación con la complejidad o la importancia del comportamiento, sino con la forma en la que es adquirido por parte del sujeto. En líneas generales, solemos denominar como «cultura» a todo aquel conjunto de comportamientos aprendidos que comparte un grupo determinado de individuos y se mantiene en el tiempo. El aprendizaje cultural se rige por el modelo general presentado arriba, con versiones más o menos parecidas aunque algo más complejas en, por ejemplo Castlefranci, 2001; Denison y Mishra; 1995, y este algoritmo es independiente de su sustrato de realización. Es decir, puede ser realizado por máquinas, animales no humanos o humanos. Se trata de una manera puramente conductual de identificar el intercambio cultural dentro de una población.

Durante largo tiempo se consideró que esta conducta sólo era llevado a cabo por *Homo sapiens*, y llegó de hecho a ser postulada como la barrera que nos separaba del resto de animales. Sin embargo, los estudios etológicos —cuya pionera es Jane Goodall (1986)— han sacado a relucir el hecho, ya universalmente aceptado, de que los animales presentan aprendizaje cultural. De hecho, el estudio de las culturas animales en simios, delfínidos, elefantes, etc., se ha convertido en uno de los campos más excitantes de la etología (Laland y Bennett, 2009; Whiten, et al., 1999; Wrangham, et al., 1994; Rendell y Whitehead, 2001). Los resultados de las investigaciones son sorprendentes y hacen que la barrera entre ellos y nosotros sea cada vez más borrosa.

Este modelo general no tiene implicaciones morfológicas específicas. No es relevante para su realización si es llevado a cabo por un cerebro u otro, o cómo realicen los animales determinado proceso de captación sensorial, o cómo sea el funcionamiento del repositorio de información; lo relevante es que el tipo de interacción social caracterizada por el modelo tenga lugar en un nivel conductual. Sin embargo, esta caracterización es demasiado general para poder servir de marco para el estudio de una cultura específica. Sirve para poder detectar por medio de la observación cuándo se están llevando a cabo interacciones culturales dentro de una población, pero presenta escaso valor para el estudio de las mismas desde un punto de vista concreto, más allá de proporcionar una guía acerca de los sistemas a los que hemos de prestar atención. Por todo ello, hemos de tener cuidado de separar bien los términos «cultura» y «cultura humana».

Las condiciones específicas en las que se desarrollan las culturas dependen en gran medida del *hardware* en el cual corre el algoritmo. Por ejemplo, un elefante posee una memoria prodigiosa, pero su capacidad para la imitación no puede competir con la de un orangután (Bonner, 1980). En el caso humano, el lenguaje —una habilidad también presente en otros animales, aunque en un grado mucho menor (Cheney y Seyfarth, 1996)— junto a la ya mencionada evolución cultural independiente del

genotipo y a nuestra gran capacidad para la imitación, marcan los tres rasgos específicos que caracterizan a nuestras culturas (Boesch y Tomaseillo, 1999). También es relevante el uso de ficciones en la transmisión cultural humana, algo estrechamente relacionado con nuestra potente memoria conceptual y con el hecho de que nuestra cultura tiene un valor evolutivo de cohesión social y construcción de la identidad individual desde una identidad colectiva (Harari, 2014). La presencia de todos estos rasgos específicos nos ha permitido ocupar en solitario el nicho cultural en el planeta Tierra, al producir, transmitir y optimizar cultura de una forma cuantitativa y cualitativamente sorprendente.

UN MODELO PARA LA CULTURA HUMANA

Para definir la cultura humana y elaborar un marco conceptual científicamente aprovechable, será necesario completar el modelo general anterior con las peculiaridades que tienen nuestros intercambios culturales. Para ello, considero que el modelo memético puede ser de inmensa ayuda, siempre y cuando apuntemos sus deficiencias y las subsanemos. La hipótesis memética surge como un intento de explicar el fenómeno de la evolución cultural humana. Las ideas principales de la memética han sido profundamente influyentes, aunque posteriormente el replicador básico se haya ido denominando de diversas formas, tales como «gen cultural» (Lumdsen y Wilson, 1981) o «representación» (Sperber, 1985).

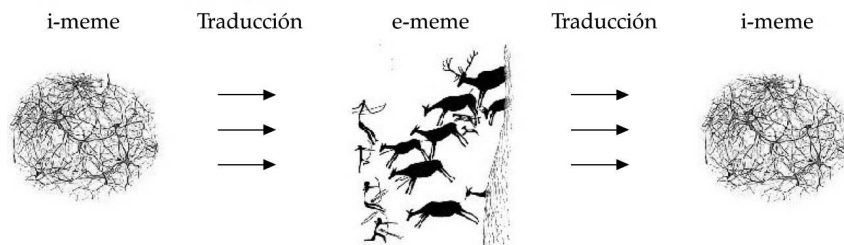
Richard Dawkins fue quien formuló inicialmente la hipótesis en los capítulos finales de su obra *El gen egoísta*, aunque con notables predecesores (Semon, 1921). La memética es una visión influenciada por el evolucionismo cultural, pero en la que se aplica de forma ortodoxa el algoritmo darwinista —un algoritmo que, en principio, puede aplicarse tanto a aminoácidos como a estructuras neuronales (Fernando, Goldstein y Szathmáry, 2010)— y que postula un replicador discreto, análogo al gen —el meme— para el caso de la evolución cultural. Pese a que es cierto que la replicación memética tendría un cierto carácter lamarckista (Kronfeldner, 2007), principalmente debido al hecho de que las características adquiridas se transmiten, la memética no es una teoría evolutiva teleológica. Los memes que ganan son sólo aquellos que han sido más eficaces, y sus mecanismos de selección y mutación son más variados que los genéticos (Claidière, 2014).

Meme es, sin duda, el concepto más complejo y difícil de definir de entre los que incluye esa hipótesis (Dawkins, 1993, Blackmore, 1998, Wilkins, 1998). Generalmente se define como una idea capaz de replicarse, que es transferida de un cerebro a otro mediante la expresión conductual y la imitación. Los memes, como lo hacen los genes, también estarían unidos entre sí reforzándose mutuamente en el proceso de replicación, que for-

marían memes coadaptados o *memeplexes* (Dennett, 1997; Hokky, 2004), como sería el caso de una religión o de una teoría científica. Las ventajas del enfoque memético son varias. En primer lugar, nos permite unificar bajo un modelo general todos los campos de estudio de las culturas animales —que incluye a las humanidades y a las ciencias sociales (Blute, 2005). Todos ellos estudiarían, en última instancia, casos de replicación de memes. También nos permite mejor comprensión en el estudio de la cognición cultural humana; un conjunto de procesos cognitivos entre los que solemos considerar la percepción, la memoria o el razonamiento lógico. Estos serían, de hecho, procesos cognitivos implicados, pero no serían *el proceso cognitivo* en contextos culturales. Su actuación conjunta se comprendería mejor bajo el paraguas del metaproceso de replicación memética (McNamara, 2011).

A pesar del poder inicial de esta caracterización del ser humano como vector de transmisión de dos procesos evolutivos independientes, la memética ha permanecido estática durante largo tiempo (Atran, 2001; Gatherer, 2002). Varias cuestiones son las culpables de este estancamiento, pero considero que la principal responsabilidad recae sobre el pobre modelo teórico con el que han estado trabajando la mayoría de autores implicados en la hipótesis durante las últimas cuatro décadas (Rose, 1998).

El modelo clásico de la memética, o «memética externista», puede ser esbozado de la siguiente manera:



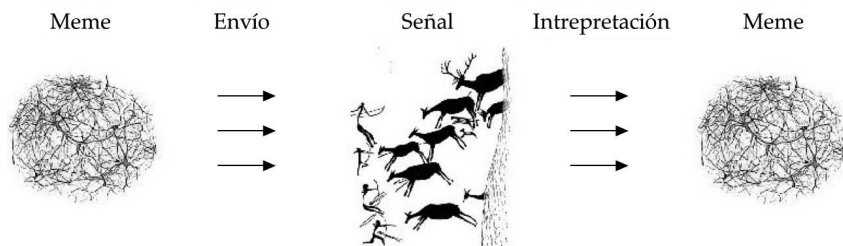
Se trata de un modelo que presenta varias deficiencias. En él, se distingue entre i-memes (memes internos) y e-memes (memes externos). Los i-memes serían los memes cuando están alojados en los cerebros de los individuos, mientras que los e-memes serían el mismo meme cuando está en un soporte externo, en una obra o aparato cultural. En este modelo se asume que los memes, y no sólo el algoritmo que rige su replicación, son completamente neutrales respecto al sustrato físico en el que se realizan, y ello es muy problemático. El problema básico es que se confunden dos

estratos diferentes del proceso: las partes implicadas y los procesos que lo caracterizan.

El primer problema que podemos notar es lo extraño de la naturaleza de los memes. La misma idea que tenía, en este caso, el chamán que dibujó las pinturas rupestres sería enteramente expresada por las propias pinturas, de modo que resultaría indiferente estudiar al autor o estudiarlas a ellas. Aquí se supone en todo momento que el meme mismo se *traduce* de forma completa y se aloja en el otro cerebro como si de un parásito se tratara, sólo que en este caso el parásito en sí mismo no tiene ningún tipo de soporte físico. El platonismo no es un mero peligro del modelo, es una parte inevitable del mismo, y eso lo hace inviable para su uso por parte de la ciencia al ser un modelo con elementos centrales de carácter metafísico. Un meme queda definido como un parásito metafísico sin ningún tipo de estatus material.

Se trata de un modelo que parte de una exageración de la metáfora meme/gen (Gil-White, 2005). Parte del prescindible compromiso de que hay que encontrar todos los componentes de la replicación genética en la replicación memética, y ahí es donde reside su error más básico (Edmonds, 2005). Que ambos sean replicadores no implica que sus mecanismos de replicación tengan que ser análogos en todos sus detalles. Estos teóricos externistas suponen que no puede existir una pérdida de información en ninguno de los pasos del proceso de replicación, porque en la replicación genética el proceso tiene lugar de este modo, y por ello se postula un proceso tan tremendamente extraño y contraintuitivo como el de la *traducción* de los i-memes a e-memes y viceversa. De seguir este modelo, será muy difícil que la memética llegue a asentarse como un campo científico, dado que si los e-memes son equivalentes a los i-memes, puede continuar sin ningún problema el enfoque actual de las humanidades y ciencias sociales —que, sin embargo, ha demostrado durante siglos ser muy incompleto. La neurociencia o la biología en general tendrían nula utilidad aquí.

Contra esto, defenderé el modelo de la memética internista:



El modelo internista de la memética (Delius, 1989; Hull, 2000; Aunger, 2003) prescinde de la distinción entre i-memes y e-memes, así como del pseudoproceso de traducción. Especialmente sofisticadas, sólidas e influyentes en este trabajo son las ideas de Robert Aunger (2003), que ha sido el mayor teórico de la memética internista. Los únicos memes aquí contemplados son ciertas configuraciones específicas de redes neuronales que serían capaces de replicarse de un cerebro a otro de forma funcional. Los memes ya no son neutrales respecto a su sustrato material, sino que son configuraciones cerebrales que mantienen, al menos, ciertos roles funcionales en un conjunto de individuos. Esta idea es capaz de eludir el problema del platonismo, remplazando la traducción de los memes por el uso de simples señales que actúan como catalizadores en otros cerebros a fin de generar réplicas funcionales de los memes.

La transcripción genética tiene lugar cuando el ADN eucariota transfiere información al ARNm que, tras cruzar la membrana nuclear, traduce o sintetiza el producto final de la expresión génica, una proteína, usualmente en un ribosoma. Si tenemos en cuenta que los intrones no codifican información, a lo largo del proceso no hay pérdida de esta, dejando a un lado errores que tienden a ser minimizados. El ribosoma, mientras tanto, permanece neutral respecto a la información, sin aportar o eliminar nada de ella, y funciona como un lector pasivo, como una máquina neutral de síntesis de proteínas que opera únicamente de acuerdo con los *inputs* que recibe. Frente a esto, el proceso de transcripción memética sería muy diferente. Los memes desencadenarían una cascada de procesos nerviosos, que desarrollarían cierto comportamiento en el individuo; una expresión conductual que puede constituir un esfuerzo de persuasión más o menos explícito, pero que supone una drástica pérdida de información y que, por ello, no contiene todas las propiedades y complejidades del meme. Desde este punto de vista, la señal funcionaría como un ARNm defectuoso si no fuera por el cerebro del receptor, donde el meme sería parcialmente reconstruido.

A fin de desarrollar esta importante idea, la de la pérdida de información y su posterior reconstrucción, el modelo internista apela a la neurociencia social, a la psicología evolutiva e incluso a la tesis de la pobreza del estímulo (Chomsky, 1988). El modelo externista necesita entender la comunicación como un proceso interpretativo y al cerebro como un órgano social, algo para lo que, además, goza de evidencia a su favor (Mitchell y Heatherton, 2009). Si somos capaces de interpretar memes con éxito a través de señales incompletas —y usualmente lo hacemos con bastante éxito— sería porque nuestros cerebros comparten el mismo sistema cognitivo y son capaces de empatizar unos con otros, completando los discursos.

Otra gran ventaja de la memética internista consiste en centrar la discusión en el descubrimiento de una determinada entidad, el meme, que poseería determinadas características físicas específicas dentro del cerebro humano. El descubrimiento de esta entidad constituiría una revolución comparable a la explicación de la teoría de la evolución en términos genéticos, aunque hasta ahora el modelo es puramente abstracto. Para que funcione como un marco científico, necesitamos profundizar en las dos dimensiones de la cultura: las señales y los memes. En primer lugar, hemos de estudiar los procesos de envío de señales, su funcionamiento y algunas otras posibilidades experimentales disponibles. El hiperescaneo (*hyperscanning*), por ejemplo, fue propuesto la primera vez por Adam McNamara (2011) para el estudio de los memes, aunque con relativo éxito. La técnica consiste en el uso de más de un EEG o Rmf a fin de medir actividades cerebrales durante contextos de interacción social, a pesar de que nunca ha sido empleada para el estudio de contextos de intercambio cultural. Los experimentos que emplean hiperescaneos pueden valerse tanto de Rmf como de EEG, y consisten en medir la actividad cerebral —ya sea hemodinámica y/o electrodinámica, en cada caso— de los sujetos mientras éstos llevan a cabo interacciones sociales bajo condiciones controladas. Los datos de todos los individuos involucrados son cruzados y comparados y, tras ello, se puede medir, entre otras cosas, la actividad de determinada área cerebral en un momento dado de la interacción o el nivel de sincronización —«hiperconectividad»— o diferenciación de los datos de cada uno de ellos en un momento dado. También se puede medir la ritmicidad que se establece entre los patrones de activación de cada uno de los participantes o, sobreponiendo los datos totales, observar qué áreas han sido las más activas durante todo el proceso.

Aunque esta herramienta está empezando a arrojar resultados sorprendentes, tanto por su precisión como por las nuevas situaciones experimentales a las que da lugar (Babiloni y Astolfi, 2014; Montague, et al., 2002; Astolfi, 2010; 2011; Jian, 2012), no puede ser empleada para los fines que MacNamara plantea. La técnica puede servirnos para el estudio de los procesos de generación y recepción de sus señales, mas no para medir los memes en sí mismos. Sólo podemos medir a través del hiperescaneo las consecuencias de los memes, las áreas involucradas en su replicación, lo cual no deja de ser una dimensión muy importante de su estudio. El estudio de las señales de replicación es el estudio de los resultados de las culturas. En este sentido, una buena parte de las humanidades y las ciencias sociales se hacen cargo de ello. La filología, la historia, la sociología, la antropología cultural, la musicología, la arqueología y muchos otros campos centran su estudio en estas señales.

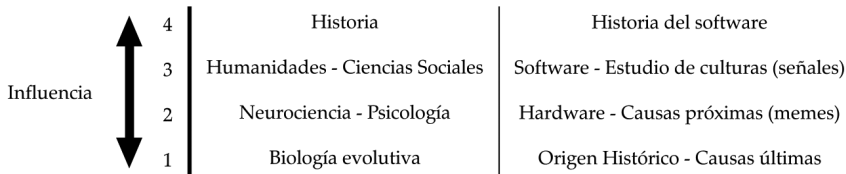
El gran proyecto de estudio científico de la cultura, la unificación armoniosa de todas las áreas involucradas, sería ahora posible. Sin embar-

go, debemos entender que en el estudio del fenómeno hay dos niveles diferentes:

1. En primer lugar, la diferencia entre los estudios de los memes y los estudios de sus señales. Aunque la diferencia teórica es sencilla de establecer, la diferencia práctica es borrosa si pensamos en las necesidades teóricas de los campos involucrados. Resulta complejo trazar una línea entre el estudio del *hardware* y los del *software* si hablamos del sistema nervioso — soy consciente de los problemas de la metáfora cerebro/*hardware*, principalmente porque el cerebro no es *hard*, sino plástico, sin embargo, pido cierto principio de caridad en aras de la claridad en este punto.

2. Existe una distinción adicional, interna a cada una de las esferas de análisis. Cada rama de las humanidades es responsable del estudio de cierto tipo de señales según diferentes enfoques, y lo mismo se aplica a las clasificaciones tradicionales dentro de la biología o la psicología. También hay un nivel metacultural, como la historia u otros campos que estudian las relaciones culturales más allá de su realidad concreta en el presente. La biología evolutiva, por su parte, ofrece una visión que explica el origen evolutivo del fenómeno.

Estos dos niveles de clasificación pueden clasificarse en cuatro niveles de estudio:



Algo muy importante acerca de este esquema es que los niveles no se pueden reducir de arriba abajo. Entre ellos existe una relación de dependencia ontológica, mas no de reductibilidad. Ello es así no sólo por la aparición de propiedades emergentes, sino porque la influencia es también de arriba hacia abajo y porque hay factores más allá del nivel biológico que afectan a las capas superiores. Un ejemplo para ilustrar esta idea es el idioma castellano. La causa última de la existencia del lenguaje es un problema propio de la biología evolutiva, los mecanismos neuronales que emplea el lenguaje los estudian la neurociencia y la psicobiología, pero el castellano ha sufrido un proceso de evolución puramente cultural que

implica el mestizaje con otras lenguas, la aparición de modas, de dialectos locales, etc., hechos que no pueden ser reducidos a la biología evolutiva o a la neurociencia. La historia de una cultura depende de sus dinámicas propias, y éstas dependen de la existencia de cerebros capaces de llevarlas a cabo, y la existencia de estos cerebros depende de su proceso de evolución biológica. Pero esta dependencia ontológica no implica necesariamente una pérdida de autonomía entre los niveles; sí implica, en cambio, la necesidad del estudio interdisciplinar del fenómeno cultural.

UNA DEFINICIÓN DE «CULTURA HUMANA»
PARA LA NEUROCIENCIA CULTURAL

La neurociencia cultural (Hames y Friske, 2010; Han, 2015) es un campo híbrido entre la neurociencia cognitiva, social y afectiva que explica la relación entre el sistema nervioso central y la cultura. En este sentido, se hace responsable de responder a dos cuestiones principales. En primer lugar, a cómo un sistema nervioso, o un conjunto de ellos, puede dar lugar a rasgos culturales. En segundo lugar, a cómo la cultura en la que el individuo está inmerso es capaz de afectar al desarrollo y a la configuración adulta del cerebro. Es decir, hasta qué punto las características neuronales de dos individuos varían debido a sus entornos culturales. La relación de este campo con la psicología cultural es muy estrecha, pues son dos estudios equivalentes en su dominio, aunque divergentes en su nivel de abstracción. La neurociencia cultural se centra en el estudio de los mecanismos neuronales subyacentes, mientras la psicología se centra en la conducta observable; una relación clásica entre ambas disciplinas.

Mientras la primera de estas preguntas permanece casi inédita respecto a su estudio, la segunda ha sido profusamente investigada y tenemos evidencias sólidas de que la exposición cultural afecta de gran manera a la estructura del cerebro y a su funcionalidad. Por ejemplo, con relación a la percepción y la extracción de información (Jian y Lujia, 2011), a la respuesta emocional (Chiao, et al., 2008), a las áreas lingüísticas (Paulesu, et al., 2000), a la empatía (Cheong, et al., 2010) o a la autopercepción y autoconsciencia (Freeman, et al., 2009). Estos conjuntos de resultados tienen implicaciones directas en cuestiones tan importantes como la posibilidad de adaptar los tratamientos psiquiátricos a contextos culturales específicos (Choudhury, 2009). La principal razón por la que la neurociencia cultural ha hipertrofiado su atención en esta segunda cuestión, desde mi punto de vista, reside en que el modelo general utilizado en neurociencia permite la investigación empírica de estas características únicamente si las diferencias culturales son muy intuitivas y obvias, pero no facilita la investigación acerca de la generación y el cambio de rasgos culturales, principalmente porque no tenemos una definición biológica de «rasgo cultural» o «meme»,

y sin una definición adecuada es imposible comenzar a hacer ciencia. Si no poseemos una definición exacta de lo que constituye una cultura, cuando hablamos de ello en ámbitos neurocientíficos (Martínez, 2012), seremos incapaces de tratar a los rasgos culturales como entidades biológicas.

La información entra en el cerebro a través de los sentidos y es sometida a un proceso de recursión gradual, que hace cada vez más pequeñas las parcelas del cerebro necesarias para representar la información. Este proceso está presente y bien estudiado, por ejemplo, en las diferentes capas de la corteza visual, donde está mediado por la creciente complejidad de los *inputs* necesarios para generar la activación de neuronas en los estratos superiores del sistema de procesamiento (Hubel, 1995). Parece claro que este proceso de codificación debería necesitar de cierta estabilidad en las conexiones neuronales: éstas necesitan mantener cierto orden estructural y funcional. Esta idea sería la más favorable a la búsqueda de los memes, dado que si éstos fluctuaran constantemente sería casi imposible hallar las redes neuronales específicas que los configuran. Afortunadamente para nuestros propósitos, este modelo de estabilidad está ampliamente confirmado respecto a la información sensible, especialmente respecto al reconocimiento de objetos en el lóbulo temporal (Eichenbaum, et al., 2007). ¿Qué podemos esperar entonces de la información abstracta? Los memes, como redes neuronales, serían conceptos abstractos asociados a información sensorial almacenada en el cerebro. ¿También mantendrán el orden estructural o podemos esperar un *pandemónium* altamente volátil de información?

La respuesta a esta interrogante también parece estar a nuestro alcance. Quian Quiroga, junto con su grupo de investigación, fue responsable de analizar a una serie de pacientes epilépticos empleando electrodos preoperatorios ubicados en el hipocampo, la corteza entorrinal, la amígdala y el giro parahipocampal (Quiroga, 2005; 2009a; 2009b). Estos electrodos permiten un análisis extremadamente detallado, incluso capaz de recoger información de una única neurona. El experimento consistió en recoger los patrones de disparo de unidades específicas ante estímulos visuales, y los resultados fueron sorprendentes cuando se observó que varias neuronas dispararon únicamente ante ciertos estímulos y no ante otros, y todos estos estímulos tenían relación conceptual y no de mero parecido físico. A estas neuronas del lóbulo temporal con un comportamiento tan llamativo las denominó «neuronas concepto» (Quiroga, 2012).

Especialmente llamativos fueron los casos de, entre otros, una neurona del hipocampo posterior izquierdo de un sujeto que disparaba únicamente ante la imagen de la actriz Jennifer Aniston. Lo más llamativo es que lo hacía sólo ante imágenes de la actriz estando sola, pero no ante imágenes de ella con su expareja, Brad Pitt. Este resultado parece indicar que ambos

conceptos se mantenían codificados en ese cerebro empleando distintas redes neuronales. Otro caso llamativo fue el de una neurona del hipocampo anterior derecho que disparaba únicamente en presencia de fotografías de Halle Berry. Lo sorprendente es que esta neurona disparaba tanto ante fotos de la actriz, dibujos de ella, fotos de Catwoman únicamente cuando era ella la que interpretaba al personaje, e incluso ante su nombre escrito. Esta relación entre el nombre escrito, los dibujos y Halle Berry disfrazada de Catwoman permite deducir que lo que se había codificado a través de la activación de la red que incluía a dicha neurona era un concepto abstracto, en lugar de un determinado patrón estereotipado de activación de la corteza visual.

Otro caso especialmente interesante fue el de la ópera de Sidney. Un grupo de neuronas del hipocampo anterior izquierdo de un sujeto disparaban ante este estímulo, y también lo hacían ante la imagen de la Casa de Adoración Bahá'í (Templo del Loto), ubicada en Nueva Delhi. Sin embargo, únicamente se comportaban de ese modo cuando el individuo confundía ambos edificios —dado que las dos estructuras comparten una serie de características arquitectónicas. Nuevamente aparece la codificación de un concepto abstracto, ahora vinculado a una creencia, y no el mero disparo del conjunto de neuronas dependiendo de la forma del estímulo visual.

Lo valioso de estos resultados es el haber podido observar en humanos lo que ya había sido observado en otras especies de laboratorio, y que además, permite deslizar la interpretación de estos sugerentes descubrimientos hacia el pensamiento abstracto, las creencias y la conciencia en nuestra especie (Quiroga, et al., 2009). Considero, sin embargo, que la interpretación de estos hallazgos no ha sido lo suficientemente sofisticada. Esta situación puede deberse en parte a la necesidad de un punto de vista más general, pues a fin de comprender mejor estas neuronas concepto necesitamos entender el sistema al que pertenecen. En esta última sección intentaré remediar esta situación, al relacionar tales neuronas con lo que se ha venido denominando de forma abstracta «meme». Con el descubrimiento de las neuronas conceptuales hemos *tocado* los memes —por supuesto, no son memes por sí mismas, pero pertenecerían a su estructura. Estas entidades se alojarían, al menos parcialmente, en el hipocampo, una estructura cuya función sería ser la base misma de la cultura humana. Considero con ello que estas neuronas conceptuales tienen el potencial de explicar la naturaleza de las culturas humanas.

Por un lado, las neuronas concepto permanecen estables a lo largo del tiempo en el lóbulo temporal: sus patrones de disparo son los mismos incluso si pasan días entre sesiones. Por otro lado, sabemos que el hipocampo funciona como un centro de búsqueda, un índice central de memorias conceptualmente asociadas a la activación de ciertas redes

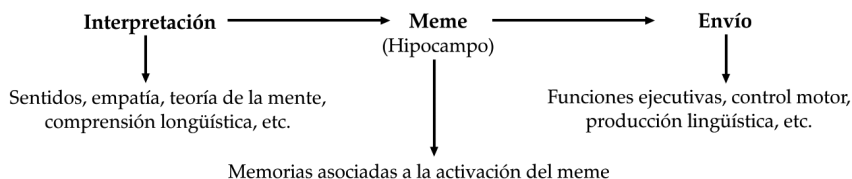
específicas, o memes, alojadas en él. Lo que sucede en el hipocampo, en última instancia, es la organización de la memoria episódica. Por ejemplo, si escuchas una canción, lo primero que reconocerás será la melodía y luego la letra. En este caso, el catalizador será una señal auditiva. La letra y la melodía serán procesadas por diferentes partes del cerebro y luego procesadas por el hipocampo, donde activarán el meme de la canción y los *inputs* se asociarán a otros recuerdos relativos a la canción —por ejemplo, la portada del disco, la biografía de la banda, la historia de la canción o la información emocional asociada a ella por medio de la activación de la amígdala (Phelps, 2005).

Supongamos que alguien tiene alojada una red neuronal en el hipocampo que organiza una serie de recuerdos que constituyen los pasos necesarios a fin de cambiar el neumático de un coche. Esta persona, entonces, decide enseñar a otra cómo hacerlo, y para ello elige una metodología práctica. Cambia un neumático delante de un estudiante, y esta acción será la señal catalítica para la réplica mientras el estudiante observa y aprende a hacerlo. El proceso de envío de señales está estrechamente relacionado con la corteza prefrontal, donde tiene lugar las funciones ejecutivas y la toma de decisiones (Miller, Freedman y Wallis, 2002; Ralph, 2003). Es mediada por la corteza motora, los ganglios basales, el cerebelo, el sistema vestibular, el sistema nervioso autónomo, etc. (Shadmér y Kraukauer, 2009; Rosenbaum, 1991), esto es, todas las regiones involucradas en la ejecución motora —junto con el área de Broca y el aparato fonador, en el caso de memes lingüísticos tales como historias, recetas, y demás. Se trata un proceso altamente complejo, que involucra varias áreas del cerebro que actúan juntas para, finalmente, obtener una expresión válida del meme que sirva como una buena señal— una expresión que permita enviar una señal que contenga suficiente información para una correcta interpretación por parte de otros sistemas nerviosos.

La interpretación del estudiante necesita, por su parte, articular todos estos *inputs*, introduciendo un significado e interpretando los datos implícitos. Involucra a los sentidos, tanto externos como propioceptivos, y a partes específicas de la corteza que son responsables del procesamiento de la información que éstos envían al cerebro —como la corteza visual, la auditiva, la somatosensorial, etc. También hay procesos relevantes de empatía emocional (Shamay-Tsoory, 2009) que participan activamente en el proceso el sistema de neuronas espejo (Rizzolatti, 2005; Iacoboni, Kaplan y Wilson, 2007; Pfeifer y Dapretto, 2009), las áreas de comprensión lingüística (Hagoort, Baggio y Willems, 2009) y todas las áreas involucradas en lo que se denomina «teoría de la mente» (Iacoboni, 2005; Gallese, 2009; Decety y Chaminade, 2009). A fin de dotar de sentido a toda esta información, serán necesarios los procesos que unifican lo que otras áreas han procesado en paralelo, como las cortezas de asociación y, especialmente,

los procesos relacionados con el razonamiento lógico y la conciencia (Koch, 2009). Estos dos procesos son especialmente relevantes, dado que el razonamiento lógico nos permite evaluar y deducir el significado de la acción del otro, y la conciencia crea una narrativa personal, haciéndonos capaces de diferenciar entre los rasgos culturales propios a adquirir y los que no lo son (Carpenter y Call, 2007).

Si el estudiante necesitara cambiar un neumático en el futuro, procesará los correspondientes *inputs* que activarán el meme desarrollado durante su interacción pedagógica con el profesor, que es una réplica funcional de una calidad variable de la que tenía aquel que le aleccionó en la acción. Este meme solicitará diferentes recuerdos a los diversos repositorios de memorias e iniciará el proceso de activación motora, el cual, a su vez, puede funcionar como una señal de replicación si alguien estuviera observando sus acciones. Todas las áreas involucradas en la regulación del proceso motor después de la activación del meme basarán sus acciones en los recuerdos asociados a él, pero el meme será la piedra angular para coordinar y replicar todo el aprendizaje cultural, y sin su presencia la cultura humana no se vería meramente afectada, sino que no sería posible.



Una «cultura humana» se definiría entonces como un conjunto de memes alojados, al menos parcialmente, en el hipocampo humano, cuya activación conduce a ciertas manifestaciones conductuales mantenidas en el tiempo por un conjunto de individuos. No es necesario definir exactamente los límites de un meme particular, dado que aunque en un nivel práctico suele ser sencillo hacerlo, en un nivel formal puede ser problemático y una carga para la investigación. Esta situación, por cierto, no es ajena a otras áreas de la biología, como ocurre en genética con «gen» (Dietrich, 2000) o en taxonomía con «especie» (Wilkins, 2006; Stamos, 2003). Dos personas compartirían el mismo rasgo cultural cuando tienen una red

neuronal específica que se activa de un modo funcionalmente análogo, mas no cuando se comportan de manera similar.

Sin embargo, como cualquier modelo o definición, éste también ha de enfrentar algunas dificultades. La más importante de ellas, al menos hasta donde alcanzo de observar, viene de la mano del caso de H. M., quizás el individuo que más ha contribuido al estudio de la memoria a lo largo de la historia de la neurociencia. Este paciente no era capaz de desarrollar nuevos recuerdos episódicos a largo plazo, al sufrir de amnesia anterógrada tras ser sometido a una hipocampectomía —le fueron removidos el hipocampo, la amígdala y el giro hipocampal tras de una cirugía extrema pero necesaria dado su cuadro. Aun así, Henry Molaison pudo continuar utilizando con normalidad su memoria de trabajo y la procedimental (Corkin, 1984), tipos de memoria que ahora sabemos que funcionan de forma autónoma al hipocampo. Lo relevante de su caso como dificultad del modelo consiste en que, además de la amnesia anterógrada, Henry también desarrolló una retrógrada, pero sólo con relación a acontecimientos ocurridos en los once años inmediatamente anteriores a la intervención.

Henry era incapaz tanto de incorporar a su acervo cultural nuevos memes como de transmitir con éxito sus nuevas habilidades manuales al no tener un contexto adecuado para ello. Su caso representa, es importante resaltarlo, una excelente evidencia acerca de cuán apropiado resulta considerar al hipocampo como la base de la cultura humana, como el alojamiento de nuestros replicadores culturales. Sin embargo, hay una cuestión en su condición clínica que supone un problema que el modelo no puede enfrentar si sostiene que los memes se alojan indefinidamente en esta estructura del cerebro: Henry era capaz de recordar los acontecimientos de su infancia y los rasgos culturales que le fueron inculcados en un periodo superior a los once años anteriores a la operación.

Esto sugiere que el alojamiento de los memes estaría mediado por el tiempo transcurrido después de su replicación en el cerebro que los alberga. Los memes mayores de once años de Henry resultaron seriamente dañados tras la operación, pero parece ser que el resto de su patrimonio cultural había sido ya trasladado a otra región de su cerebro. El reto que supone esta información es relevante para el poder explicativo del modelo y deberá ser afrontado, al igual que otros retos similares, de cara a refinarlo cada vez más. En este caso, parece necesario incluir un matiz en él, uno que indique que los memes estarían alojados, al menos en un principio, parcialmente en el hipocampo, pero que pueden ser trasladados a otro lugar tras ciertos procesos que aún desconocemos.

A pesar de lo relevantes que resultan los resultados de Quiroga, lo cierto es que la técnica que emplea para investigar los memes tiene, al día de hoy, pocas posibilidades de llevarnos mucho más lejos. El problema principal,

además de su naturaleza invasiva y de las limitaciones éticas que se derivan de ella, es el poco tiempo disponible para experimentar con los sujetos. Parece necesario desarrollar modelos animales óptimos que nos permitan avanzar en este sentido. La técnica empleada por Quiroga podría ser perfectamente adecuada para su uso en modelos animales y, de hecho, ya se utiliza regularmente, aunque en contextos experimentales algo diferentes, como la estimulación cerebral profunda. La existencia de conceptos en animales, incluso en algunos tan poco atractivos en términos de capacidad cognitiva como las palomas, ha sido probada en numerosas ocasiones (Siegel y Honig, 1970, Herrnstein, 1976). El posible desarrollo de estos modelos animales es una cuestión de gran relevancia a fin de aclarar los mecanismos empleados por otros animales para la generación y almacenamiento de conceptos son análogos o parcialmente análogos a los nuestros. Es decir, para aclarar hasta qué punto los resultados de la experimentación animal podría ser extrapolados al caso humano.

Una vez descritas, si es que alguna vez son descritas, las redes neuronales que constituyen los memes, las nuevas opciones para la experimentación serán realmente emocionantes: investigaciones relacionadas con la transformación y la mutación de los memes, con la persistencia de algunos de ellos, con la fiabilidad de sus copias en determinados contextos o con la relación que establecen entre ellos dentro del cerebro.

COMENTARIOS FINALES

La neurociencia es una ciencia joven que vive una explosión de resultados y progreso, pero la experiencia histórica nos enseña que esta situación no se sostiene infinitamente en el tiempo. Los horizontes abiertos por modelos teóricos novedosos sirven para inyectar oxígeno en los campos y enriquecerlo con nuevas posibilidades experimentales y herramientas conceptuales que ensanchan la interpretación de resultados. En este sentido, el de abrir nuevas fronteras y posibilidades experimentales, el modelo general aquí propuesto funciona, inicialmente, bastante bien. Se trata de un modelo coherente, tanto internamente como con relación a la evidencia disponible. Como cualquier otro modelo, puede mejorarse a la luz de nuevas evidencias y de nuevas contribuciones teóricas. Considero que su principal valor reside en el hecho de haber sido construido utilizando dos perspectivas diferentes aunque complementarias. Por un lado, la perspectiva que va desde arriba hacia abajo. Esta visión es claramente normativa y se basa en un razonamiento *a priori*, con entidades teóricas confirmables postuladas sin que dispongan de apoyo evidencial, o disponiendo de un apoyo evidencial muy limitado. Este es el caso de entidades como los memes. Por otro lado, la perspectiva ascendente ha dominado la construc-

ción del modelo, alineando sus conceptos con los avances de la neurociencia y con la evidencia disponible en otros campos.

El estudio de la cultura debe ocupar el lugar central que merece dentro de la ciencia, dado que durante muchos años estos estudios han quedado en manos de metodologías carentes de fiabilidad. Las humanidades y las ciencias sociales son áreas de conocimiento de extrema importancia que definen gran parte de lo que somos como especie (Richerson y Boyd, 2001), con campos que tratan temas especialmente sensibles como la economía, la política o la historia. Es muy importante que la humanidad se mueva hacia una tercera cultura (Snow, 1959), que evite la actual polarización entre las dos comunidades de investigadores, y que además esta tercera cultura sea necesaria, según establece el modelo presentado, para investigar el fenómeno cultural. La responsabilidad de esta necesaria síntesis recaería en la neurociencia, aunque respetando la autonomía de otros campos implicados.

La definición ofrecida en estas páginas de ‘meme’—en la línea de los desarrollos de la memética internista, pero concretada aquí con relación a los hallazgos de la neurociencia— como una red neuronal específica y estable ubicada, al menos parcialmente, en el hipocampo, que funciona como un replicador cultural básico con memorias asociadas distribuidas en diversos repositorios, resulta muy prometedora. Será tarea de los científicos experimentales emprender el esfuerzo de comprobar la validez de la hipótesis, algo que, ojalá, pueda suceder en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen E., et al. (1975), "Against sociobiology," *New York Review of Books* 22: 184-186.
- Arpini A. (1992), "Desarrollo y crisis del historicismo como metodología para nuestra historia de las ideas;" *Cuyo: Anuario de Filosofía Argentina y Americana* 8: 179-202.
- Astolfi L., et al. (2010), "Neuroelectrical hyperscanning measures simultaneous brain activity in humans", *Brain Topogr.* 23: 243-256.
- (2011), "Imaging the social brain by simultaneous hyperscanning during subject interaction," *IEEE Intell. Syst.* 26: 38-45.
- Atran S. (2001), "The trouble with memes: Inference versus imitation in cultural creation," *Human Nature* 12: 351-381.
- Aunger R. (2003) *El meme eléctrico*. Barcelona: Paidós.
- Babiloni F., Astolfi, L. (2014), "Social neuroscience and hyperscanning techniques: Past, present and future", *Neurosci. Biobehav. Rev.* 44: 76-93.
- Blackmore, S. (1998), "Imitation and the definition of a meme", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 2.
- Blute, M. (2005), "Memetics and evolutionary social science", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 6.
- Boas F. (1930), "Anthropology". In: *Encyclopedia of the Social Sciences* vol. 2. New York: Macmillan.
- Boesch C., Tomasello M. (1998), "Chimpanzee and human cultures", *Current Anthropology* 39: 591.
- Bonner T. (1980), *The Evolution of Culture in Animals*. Princeton: Princeton University Press.
- Campbell D. (1965), "Variation and selective retention in socio-cultural evolution". In: Barringer H., Blanksten G., Mack R (eds.) *Social Change in Developing Areas: A Reinterpretation of Evolutionary Theory*. Cambridge: Schenkman Publishing Company.
- Carpenter M., Call J. (2014), "The question of 'what to imitate': Inferring goals and intentions from demonstrations". In: Nehaniv C., Dautenhahn K. (eds.) *Imitation And Social Learning In Robots, Humans And Animals*. New York: Cambridge University Press.
- Castlefranci C. (2001), "Towards a cognitive memetics: socio-cognitive mechanisms for memes selection and spreading", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 5.
- Cavalli-Sforza L. (2000), *Genes, Peoples, and Languages*. New York: North Point Press.
- Cavalli-Sforza L., Feldman M. (1973), "Cultural versus biological inheritance: phenotypic transmission from parent to children (a theory of the effect of parental phenotypes on children's phenotype)", *Am. J. Hum. Genet.* 25: 618-637.
- (1976), "Cultural and biological evolutionary processes, selection for a trait under complex transmission", *Theoretical Population Biology* 9: 238-59.
- (1981), *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*. Princeton: Princeton University Press.
- Cheney D., Seyfarth R. (1996), "Primate communication and human language: continuities and discontinuities". In: Kappeler P., Silk J. (eds.) *Mind the Gap: Continuities and Discontinuities in the Behavior of Nonhuman and Human Primates*. Cambridge: Harvard University Press.
- Cheong B., Mathur V., Chiao J. (2010), "Empathy as cultural process: Insights from the cultural neuroscience of empathy", *WCPRR* summer: 32-42.

- Chiao J. (2008), "Cultural specificity in amygdala response to fear faces", *Journal of Cognitive Neuroscience* 20(12): 2167-2174.
- Chomsky N. (1988), *Language and Problems of Knowledge*. Cambridge: MIT Press.
- Choudhury S., Kirmayer L. (2009), "Cultural neuroscience and psychopathology: Prospects for cultural psychiatry", *Progress in Brain Research* 178: 263-283.
- Claidière N., Scott-Phillips T., Sperber D. (2014), "How Darwinian is cultural evolution?", *Phil. Trans. R. Soc.* 369: 201368.
- Claeys G. (2000), "The 'survival of the fittest' and the origins of social Darwinism", *Journal of the History of Ideas* 61: 223-240.
- Corkin S. (1984), "Lasting consequences of bilateral medial temporal lobectomy: Clinical course and experimental findings", *H.M. Seminars in Neurology* 4: 249-259.
- Dawkins R. (1976), *The Selfish Gene*. Oxford: Oxford University Press.
- (1993), "Viruses of the mind". In: Dahlbom B. (ed.) *Dennett and his Critics: Demystifying Mind*. Oxford: Blackwell.
- Decety J., Chaminade T. (2005), "The neurophysiology of imitation and intersubjectivity". In: Hurley S., Chater N. (eds.) *Perspectives On Imitation - From Neuroscience To Social Science Vol. 1*. Cambridge: The MIT Press.
- Delius J. (1989), "On mind memes and brain bugs, a natural history of culture". In: Koch W (ed.) *The Nature of Culture*. Bochum: Bochum Publications.
- Denison D., Aneil K. (1995), "Toward a theory of organizational culture and effectiveness", *Organization Science* 6: 204-223.
- Dennett D. (1997), "What evolutionary good is God?", *The Sciences* 37: 39-44.
- (1999), *La peligrosa idea de Darwin: evolución y significados de la vida*. Barcelona: Galaxia Gutenberg.
- Dietrich M. (2000), "The problem of the gene", *C. R. Acad. Sci.* III. 323(12): 1139-46.
- Dobzhansky T. (1973), "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution", *American Biology Teacher* 35(3): 125-129.
- Durham W. (1991), *Coevolution: Genes, Culture and Human Diversity*. Stanford (CA): Stanford University Press.
- Edmonds B (2005), "The revealed poverty of the gene-meme analogy—why memetics per se has failed to produce substantive results", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 9.
- Eichenbaum H., et al (2007), "The medial temporal lobe and recognition memory", *Annu. Rev. Neurosci.* 30: 123-152.
- Feldman M., Aoki K., Kumm J. (1996), "Individual and social learning: evolutionary analysis in a fluctuating environment", *Anthropol. Sci.* 104: 209-232.
- Fernando C., Goldstein R., Szathmáry E. (2010), "The neuronal replicator hypothesis", *Neural Computation* 22(11): 2809-2857.
- Freeman J., Rule N., Ambady N. (2009), "The cultural neuroscience of person perception", *Progress in Brain Research* 178: 191-201.
- Gallese V. (2005) "Being like me: self-other identity, mirror neurons, and empathy". In: Hurley S., Chater N. (eds.), *Perspectives On Imitation. From Neuroscience To Social Science Vol. 1*. Cambridge: The MIT Press.
- Gatherer D. (2002), "Why the thought contagion metaphor is retarding the progress of memetics", *Journal of Memetics Evolutionary Models of Information Transmission* 2.
- Giddens A. (1991), *Sociología*. Madrid: Alianza Editorial.
- Gil-White F. (2005), "Common misunderstandings of memes (and genes): the promise and the limits of the genetic analogy to cultural transmission proces-

- ses". In: Hurley S., Chater N. (eds) *Perspectives On Imitation- From Neuroscience To Social Science Vol. 2*. Cambridge: The MIT Press.
- González W. (1984), "La interpretación historicista de las ciencias sociales", *Anales de Filosofía* 2: 109-37.
- Goodall J. (1986), *The Chimpanzees of Gombe: Patterns of Behavior*. Boston: Bellknap Press of the Harvard University Press.
- Goodenough W. (1957), "Cultural anthropology and linguistics". In: Garvin P. (ed.) *Report of the Seventh Annual Round Table Meeting on Linguistics and Language Study*. Washington: Georgetown University.
- Gould S., Lewontin R. (1979), "The spandrels of San Marco and the Panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme", *Proc. R. Soc. Lond. B. Biol.* 205: 581-598.
- Hagoort P., Baggio G., Willems R. (2009), "Semantic unification". In: Gazzaniga, M. (ed.) *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT University Press.
- Hahn M., Bentley R. (2003), "Cultural transmission and genetic drift: A case study using baby names", *Proceedings of the Royal Society B*. 270: S1-S4.
- Hames D., Friske S. (2010), "Cultural neuroscience", *Asian Journal of Social Psychology* 13: 72-82.
- Han S. (2015), "Understanding cultural differences in human behavior: a cultural neuroscience approach", *Current Opinion in Behavioral Sciences* 3: 68-72.
- Harari Y. (2014), *Sapiens: A Brief History of Humankind*. London: Harvill Secker.
- Herrnstein R., Loveland D., Cable D. (1976), "Natural concepts in pigeons", *J. Exp. Psychol. Anim. Behav. Process.* 4: 285-302.
- Iacoboni M. (2005), "Understanding others: imitation, language, and empathy", In: Hurley S., Chater N. (eds.), *Perspectives on Imitation- From Neuroscience to Social Science Vol. 1*. Cambridge: The MIT Press.
- Iacoboni M., Kaplan J., Wilson S. (2014), "A neural architecture for imitation and intentional relations". In: Nehaniv L., Dautenhahn K. (eds.), *Imitation and Social Learning in Robots, Humans and Animals*. New York: Cambridge University Press.
- Jian J., et al. (2012), "Neural synchronization during face-to-face communication". *J. Neurosci.* 7(32): 16064-9.
- Jian L., Lujia G. (2011), "Cultural influence on human perception and its neural mechanisms: evidence from cultural neuroscience", *Journal of Shandong Normal University (Humanities and Social Sciences)* 05: 127-133.
- McElreath, R., Henrich J. (2007), "Dual inheritance theory: The evolution of human cultural capacities and cultural evolution". In: Barrett L., Dunbar R. (eds.), *Oxford Handbook of Evolutionary Psychology*. Oxford: Oxford University Press.
- Montague M., et al. (2002), "Hyperscanning: simultaneous fMRI during linked social interactions", *Neuroimage* 16: 1159-64.
- Hokky, S. (2004), "On selfish memes: culture as complex adaptive system", *Social Complexity* 2(1): 20-32.
- Hubel, D. (1995), *Eye, Brain, and Vision*. New York: Henry Holt and Company.
- Hull, D. (2000), "Taking memetics seriously". In: Aunger R (ed.), *Darwinizing Culture*. Oxford: OUP.
- Koch, C. (2009), "The neurobiology of consciousness". In: Gazzaniga M. (ed.) *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT University Press.
- Koerper, H., Stickel, E. (1980), "Cultural drift: A primary process of culture change," *Journal of Anthropological Research* 36: 463-469.

- Kroeber L., Kluckhohn C. (1952) *Culture: A Critical Review of Concepts and Definitions*. Harvard University: Papers of the Peabody Museum.
- Kronfeldner M. (2007) "Is cultural evolution Lamarckian?", *Biology & Philosophy* 22: 493-512.
- Laland K., Bennett G. (2009) *The Question of Animal Culture*. Cambridge: Harvard UP.
- Levine D. (1971), *Simmel: On Individuality and Social Forms*. Chicago: Chicago University Press.
- Lewis D. (1973), "Anthropology and Colonialism", *Current Anthropology* 14.
- Lewontin R., Rose S., Kamin L. (1996), *No está en los genes*. Barcelona: Crítica.
- Lumsden C., Wilson E.O. (1981), *Genes, Mind, and Culture: The Coevolutionary Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Martínez M., et al. (2012), "Concerns about cultural neurosciences: A critical analysis", *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 36(1): 152-161.
- Mcnamara A. (2011), "Can we measure memes?", *Front. Evol. Neurosci.* 3.
- Mitchell J., Heatherton T. (2009) "Components of a social brain". In: Gazzaniga M. (ed.) *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT University Press.
- Morgan L. (2002), *Ancient Society of Research in the Lines of Human Progress from Savagery through Barbarium to Civilization*. Tucson: University of Arizona Press.
- Miller R., Feedman D., Wallis J. (2002), "The prefrontal cortex: Categories, concepts and cognition", *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci.* 357: 1123-1136.
- Moya A. (2010), *Evolución: puente entre las dos culturas*. Pamplona: Laetoli.
- Park S., Nguyen A, Aryan H (2007), "Evolution of the human brain: Changing brain size and the fossil record", *Neurosurgery* 60: 555-562.
- Paulesu E., et al (2000), "A cultural effect on brain function", *Nature Neuroscience* 3: 91-96.
- Pels P. (1997), "The anthropology of Colonialism: Culture, history, and the emergence of Western governmentality", *Annual Review of Anthropology* 26: 163-183.
- Pfeifer J., Dapretto M, (2009), "Mirror, mirror, in my mind: empathy, interpersonal competence, and the mirror neuron system". In: Dacety J., Ickes W. (eds) *The Social Neuroscience of Empathy*. Cambridge: MIT University Press.
- Phelps E. (2005), "The interaction of emotion and cognition: the relation between the human amygdala and cognitive awareness". In: Hassin R., Uleman J., Barg J. (eds), *The New Unconscious*. New York: Oxford University Press.
- Popper K. (1973), *La miseria del historicismo*. Madrid: Taurus.
- Quiroga Q. (2005), "Invariant visual representation by single neurons in the human brain", *Nature* 435: 1102-7.
- (2009a), "Single-neuron recordings in epileptic patients", *ACNR* 9: 8-10.
- (2009b), "Explicit encoding of multimodal percepts by single neurons in the human brain", *Current Biology* 19: 1308-1313.
- (2012), "Concept cells: the building blocks of declarative memory functions", *Nature Reviews Neuroscience* 13: 587– 597.
- Quiroga Q., et al. (2009), "Human single-neuron responses at the threshold of conscious recognition", *PNAS* 105: 3599-3604.
- Ralph A. (2003), "Cognitive neuroscience of human social behaviour", *Nature Reviews* 4: 166-178.
- Reader S., Laland, K. (2002), "Social intelligence, innovation, and enhanced brain size in primates", *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: 436-441.
- Rendell L., Whitehead H. (2001), "Culture in whales and dolphins", *The Behavioral and Brain Sciences* 24: 309-24.

- Richerson P., Boyd R. (1976), "A simple dual inheritance model of the conflict between social and biological evolution", *Zygon* 11: 254-262.
- (2000), "Climate, culture, and the evolution of cognition". In: Heyes C., Huber L. (eds.) *The Evolution of Cognition*. Massachusetts: MIT Press
- (2001), "Culture is part of human biology: Why the superorganic concept serves the human sciences badly". In: Maasen S., Winterhagen M. (eds.) *Science Studies: Probing the Dynamics of Scientific Knowledge*. Bielefeld: Verlag.
- Rizzolatti G. (2005), "The mirror neuron system and imitation". In: Herley S., Chater N. (eds.) *Perspectives on Imitation—From Neuroscience to Social Science Vol. 1*. Cambridge: The MIT Press.
- Rose N. (1998), "Controversies in meme theory", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 2.
- Rosenbaum D. (1991), *Human Motor Control*. San Diego: Academic Press.
- Sahlins M. (1982), *Uso y abuso de la biología*. Madrid: Siglo XXI Editores.
- Semon R. (1921), *The Mneme*. London: George Allen & Unwin.
- Shadmur R., Kraukauer J. (2009), "Computational neuroanatomy of voluntary motor control". In: Gazzaniga M. (ed.) *The Cognitive Neurosciences*. Cambridge: MIT University Press.
- Shamay-Tsoory S. (2009), "Empathic processing: its cognitive and affective dimensions and neuroanatomical basis". In: Dacety J., Ickes W. (eds.) *The Social Neuroscience of Empathy*. Cambridge: MIT University Press.
- Siegel R., Honig W. (1970), "Pigeon concept formation: successive and simultaneous acquisition", *J. Exp. Anal. Behav.* 13: 385-390.
- Simoons F. (1969), "Primary adult lactose intolerance and the milking habit: A problem in biologic and cultural interrelations: I". *Review of the Medical Research. The American Journal of Digestive Diseases* 14: 819-836.
- Snow C. (2001), *The Two Cultures*. London: Cambridge University Press.
- Sperber D. (1985), "Anthropology and psychology: Towards an epidemiology of representations", *Man* 20(1): 73-89.
- Stamos D. (2003), *The Species Problem: Biological Species, Ontology, and The Metaphysics of Biology*. Lanham: Lexington Books.
- Taylor E. (2010), *Primitive Culture*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Whiten A., McGuigan N., Marshall-Pescini S, Hopper L. (2009), "Emulation, imitation, over-imitation and the scope of culture for child and chimpanzee", *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 364: 2417-2428.
- Whiten A., Goodall J., McGrew W., Nishida T., Reynolds V., Sugiyama Y., Tutin C., Wrangham R., Boesch C. (1999), "Cultures in chimpanzees", *Nature* 399: 682-685.
- Wilkins J. (1998), "What's in a Meme? Reflections from the perspective of the history and philosophy of evolutionary biology", *Journal of Memetics - Evolutionary Models of Information Transmission* 2.
- (2006), "A list of 26 species concepts". *Science Blogs*.
- Wilson E. O. (1975), *Sociobiology: The New Synthesis*. Cambridge: Harvard University Press.
- (1979), *Sobre la naturaleza humana*. México: Fondo de cultura económica.
- Wrangham R., McGrew W., de Waal F., Heltne P. (1994), *Chimpanzee Cultures*. Cambridge: Harvard University Press.