

Softgenes

- Cómo la evolución da forma a la cultura

Febrero de 2025

Peter-Paul Manzel

Tam similis est quam ovo ovum

1.^a edición, 03.02.2025

© Peter-Paul Manzel

Imagen de portada:

La foto (©Manzel) muestra una escultura del Museo Nacional de Antropología de Ciudad de México.

Traducción del alemán: DeepL

Aviso legal: Publicado de forma independiente ---

Inhaltsverzeichnis

Softgenes	1
- <i>Cómo la evolución da forma a la cultura</i>	1
Introducción I	7
Algunas observaciones preliminares sobre la buena teorización	10
Digresión lógica	11
La navaja de Occam	14
Emergencia	16
Emulación	18
La cultura como adaptación del entorno	20
Comportamiento adaptado	22
Unión global	24
Cultura de animales	26
Una nueva definición de cultura	28
La cultura como entorno	30
Introducción a la teoría de los Softgenes	33
El poder de los genes	34
Mayor complejidad	36
Epigenética	38
Plasticidad fenotípica	40
La transición de gene a meme	42
Convergencia fenotípica	43
Coevolución del cuerpo y la cultura	45
Motricidad fina	50
Área F5	51
Coevolución a alta velocidad	53
Convergencia cultural	55
La información como elemento básico	60
Información básica	62

Información y realidad	63
El gran ordenador	65
Orden e información	68
El misterioso patrón	70
Una idea realmente significativa	71
El libro de la vida	73
Ajedrez	76
Autorreferencia	77
Replicación y entorno	78
Replicación y comportamiento	78
Sobre la importancia de la información	81
Error de copia	82
Evaluar la importancia	84
Evaluación a través de los sentimientos	85
Placer y sufrimiento	87
El bien y el mal	88
Portadores de información	89
Los genes egoístas de Dawkins	91
Teoría de los memes	94
Imitación	97
Imitación en sentido amplio	98
Debilidades de la teoría	102
Softgenes: una nueva teoría de los memes	106
Hardware y software	107
Orientación a objetos	109
Algunas tesis sobre los Softgenes	110
Selección de grupos	115
Softgene y el desarrollo cultural	118
Aspectos de la teoría de los Softgenes	121

Darwin contra Lamarck	121
Fenotipo y genotipo del cultivo	123
La transmisión de softgenes	124
Idioma	126
Sabroso	127
Conformidad y comportamiento	130
Rapsodas	135
Canonización y normalización	136
Conformidad forzosa	138
Conformidad religiosa	139
Cooperación y comportamiento moral	142
Suma cero y valor añadido	144
Tras la pista de la verdad	148
Altruismo	150
Moralidad y juicio	153
Un ejemplo de Softgenes: la religión	155
La aparición de los dioses	157
Descripción ampliada del puesto	158
El comienzo del monoteísmo	160
Otro campo de trabajo divino	162
Dios y la selección de grupos	164
Softgene y la verdad	166
Verdad y visión del mundo	167
Verdad y fe	169
Softgenes especiales	171
Epílogo	179
Literatur	182

Introducción

Este libro trata de la reconciliación entre las ciencias naturales y las humanidades, ya que a menudo se muestran bastante desinteresadas entre sí y a veces incluso se desdeñan mutuamente. Esta reconciliación es cada vez más urgente, ya que los complejos problemas que aquejan actualmente a la humanidad -sobre todo el cambio climático- sólo podrán superarse con el esfuerzo conjunto de todas las ciencias.

Las ciencias naturales disponen de un corpus de teorías sobre la naturaleza coherente y extremadamente fiable. En cambio, la cultura humana aparentemente no está sujeta a ningún conjunto de reglas. En consecuencia, las decisiones humanas en un entorno cultural desafían toda predicción. Pero, ¿es esto realmente cierto? Darwin planteó las primeras dudas al situar a los humanos en una línea evolutiva con antepasados del reino animal. Los humanos están dotados de genes, órganos y cerebros similares a los que se encuentran al menos en nuestros parientes más cercanos, los grandes simios. Los descubrimientos científicos de la etología, la psicología y la investigación cerebral demuestran que los humanos no son extraterrestres en este mundo, ni siquiera mentalmente. Desde el punto de vista de la biología, nuestra mente se ha desarrollado junto con nuestro cuerpo en un proceso evolutivo. El proceso de desarrollo puede remontarse a los inicios de la vida. Por lo tanto, es obvio que las decisiones humanas no deben considerarse completamente ajenas a la naturaleza: a medida que aumentan nuestros conocimientos científicos sobre los seres humanos, se hace cada vez más evidente que el comportamiento humano también se basa en leyes biológicas.

Si comparamos el progreso de las ciencias sociales con el de la medicina, por ejemplo, observamos un crecimiento extremadamente dinámico en las artes curativas y un progreso más bien moderado en las ciencias sociales. Edward Wilson lo atribuye al grado de interconexión: mientras que en las ciencias curativas encontramos una comunidad mundial del conocimiento con un animado intercambio, en la que virólogos, epidemiólogos, neurobiólogos y genetistas moleculares pueden comunicarse muy bien y cuya comprensión básica incluye la química tanto como la biología, el grado de interconexión en las ciencias humanas es más bien bajo y a veces se ve ensombrecido por agrias disputas ideológicas. Incluso entre ellos, los antropólogos, economistas, sociólogos y politólogos [...] suelen ser incapaces de entenderse o incluso de animarse mutuamente. (Wilson 2000, p. 244). Y estos estudios culturales suelen distinguirse conscientemente de las ciencias naturales.

Durante mucho tiempo se ha considerado que la cultura es el logro especial que distingue a los humanos de los animales. Sin embargo, a medida que vaya quedando cada vez más claro que el hombre es menos un ser espiritual y metafísico y más una criatura natural, las humanidades se convertirán inevitablemente cada vez más en ciencias naturales. Por otra parte, en la investigación del comportamiento se observa una clara tendencia a conceder a los animales su propia cultura: los biólogos se están convirtiendo en investigadores culturales.

El control de los genes por sí solo no puede explicar adecuadamente el repertorio conductual, al menos en los animales más desarrollados. A los genes se están sumando componentes culturales: por ejemplo, el uso de herramientas, que durante mucho tiempo fue un criterio para distinguir a los humanos de los animales, se ha demostrado ahora en muchas especies animales. No todos estos logros culturales se transmiten a la

siguiente generación a través de los genes, sino que los transmiten los miembros de su propia especie mediante procesos de aprendizaje dentro de su propia generación. Richard Dawkins planteó por primera vez en los años setenta la idea de que los componentes básicos de la cultura son un fenómeno biológico que se transmite como los genes en una comunidad. Dawkins utilizó el término «meme» para referirse a los más diversos bloques de construcción de nuestra cultura en general: aritmética, escritura, lectura, melodías, modas de vestir, la forma de hacer ollas o construir arcos, o cómo hacer o manejar un lavavajillas automático. Los memes no se refieren a la encarnación de un lavavajillas, sino a los conocimientos almacenados en el cerebro de las personas sobre cómo fabricar un artefacto de este tipo. Los memes y los genes son, en última instancia, información.

El intento de establecer una teoría viable de los memes fracasó trágicamente, debido sobre todo a la falta de conocimientos científicos. Lo que quedó fue el término «meme» para un mensaje que se propaga «viralmente» en la WWW. Descubriremos que los genes y, como yo los llamaré en contraste con Dawkins, los «softgenes», trabajan en estrecha colaboración y que uno es inconcebible sin el otro. Merece la pena un nuevo intento de entender los bloques de construcción hereditarios (genes) y los bloques de construcción culturales (memes) como un legado relacionado de organismos, porque hace compatibles los estudios culturales con las ciencias naturales y nos conduce a nuevas y sorprendentes percepciones del comportamiento humano.

Algunas observaciones preliminares sobre la buena teorización

Hoy en día, pocos científicos dudan de que el cuerpo humano ha sido moldeado por la evolución, tanto su aspecto externo como sus órganos internos y, por supuesto, su cerebro. Un buen punto de partida para una teoría que aúne naturaleza humana y cultura es, por tanto, la teoría de la evolución. Para hacernos una idea de hasta qué punto nuestro pensamiento y nuestra cultura se caracterizan por la evolución, debemos examinar primero algunos aspectos fundamentales de nuestros pensamientos y acciones.

El puente que encontraremos aquí entre nuestra naturaleza y nuestra cultura consiste en lo más elemental que nos ofrece el universo: la «información». Los genes son portadores de información. El lugar donde se crea y moldea la cultura es el cerebro humano, un órgano que procesa y almacena información. Los investigadores del cerebro llaman al cerebro humano «red neuronal», un término que también se utiliza en informática; y la inteligencia artificial (IA) también se basa en esas redes neuronales. La informática nos enseña que el hardware y el software forman una unidad. Hoy podemos suponer que nuestro pensamiento es producto de un tipo especial de software que se basa en un «hardware» construido evolutivamente, el cerebro. Este «software», que produce nuestro mundo de pensamiento, está adaptado al cerebro humano. Y es el lugar donde confluyen la predisposición genética y las influencias culturales. Esta analogía resulta aún más convincente si tenemos en cuenta lo que una IA, es decir, una red neuronal artificial, ya es capaz de hacer hoy en día.

Digresión lógica

Probablemente, el hecho más asombroso de este mundo es que podemos comprender sus leyes. Y la creación, la estructura y el funcionamiento del universo no sólo pueden comprenderse, sino incluso calcularse. Las matemáticas que nos permiten realizar estos cálculos han sido desarrolladas por la humanidad en pasos individuales, desde el cálculo más simple hasta los teoremas matemáticos más complicados. Partiendo de unos pocos supuestos básicos, el conjunto de las matemáticas se construye sobre sí mismo en una secuencia ininterrumpida. Cada paso hacia una mayor complejidad sigue unas reglas definidas con precisión, la lógica formal. Hay un problema fundamental con esas cadenas ininterrumpidas de pruebas que puede considerarse el mantra original de la lógica formal: «Siempre se puede deducir algo que se considera correcto a partir de una premisa falsa».

Las ciencias naturales nos resultan familiares con este tipo de problemas: Supongamos que la Tierra y, por tanto, también la humanidad ocupan una posición central en el universo, lo que corresponde a la apariencia inmediata y es sugerido por la Biblia. Entonces un sistema geocéntrico describe bastante bien el curso de los astros, que supone esferas giratorias dispuestas concéntricamente desde el interior hacia el exterior. Éstas se ven como esferas huecas transparentes. La alquimia también sigue siendo lógica en su búsqueda de la producción de oro mientras no sepamos nada sobre la estructura de la materia a partir de diversos elementos químicos. Producir oro a partir de otros elementos requiere energías que sólo se producen en explosiones estelares (supernovas). Y en la vida cotidiana, estas falsas suposiciones surgen constantemente, a veces con consecuencias drásticas: Si suponemos que las brujas existen, también podemos

suponer que son capaces de hacer cosas malvadas sin que entendamos cómo las hacen exactamente. Por ejemplo, se podría culpar a las brujas de la muerte de un niño en el pueblo que los aldeanos no saben por qué murió. Desgraciadamente, este tipo de opiniones sobre las brujas aún prevalecen en algunas partes del mundo hoy en día. Y suponiendo, como era la creencia en el cristianismo moderno primitivo, que el alma de una persona sólo pudiera purificarse con su muerte en el fuego, entonces es una conclusión lógica quemar a las brujas.

O supongamos que el brujo moderno Bill Gates está planeando utilizar el miedo a la infección por COVID-19 para persuadir a la población de que se vacune contra el virus SARS-CoV-2. Los hombres de negocios ávidos de dinero que rodean al fundador de Microsoft también inyectarían un diminuto microchip en el cuerpo para obtener el «control total» sobre las personas. Así, Gates podría llevar a cabo su plan de despoblar el mundo, preparado desde hace tiempo. En tales condiciones, como se propagó en una absurda teoría de la conspiración durante la pandemia de SARS-CoV, lo lógico sería luchar con uñas y dientes contra la vacunación. Tercer ejemplo: Si asumimos que el cambio climático es un mito creado por científicos comprados, entonces lo lógico sería hacer campaña contra cualquier política que pretenda frenar el calentamiento global.

Así pues, lo que importa no es necesariamente la calidad de las conclusiones lógicas -la lógica no hace más que unir enunciados-, sino ante todo las suposiciones básicas que hacemos. O citando a David Hume (1748):

«Uno debería esperar razonablemente que, en cuestiones que han sido consideradas y negociadas con ardor desde la existencia de la ciencia y la filosofía, hubiera al menos acuerdo entre los disputantes en cuanto al significado de las palabras, y que los

esfuerzos de dos mil años nos hubieran permitido al menos pasar de las palabras al real y verdadero objeto de disputa. Parece tan fácil dar definiciones precisas de los términos utilizados en la investigación y hacer de estas definiciones, y no del sonido vacío de las palabras, el objeto de investigación y examen. Sin embargo, si examinamos la cuestión más de cerca, nos encontramos con lo contrario. Si una controversia se ha negociado durante mucho tiempo y sigue sin decidirse, puede suponerse con seguridad que existe cierta ambigüedad de expresión, y que los combatientes atribuyen un significado diferente a las palabras empleadas en su disputa; pues las potencias del alma se consideran por naturaleza iguales en todos, de lo contrario todo razonamiento y argumentación serían vanos.»

Las ciencias naturales están interrelacionadas, desde la física a la química, pasando por la investigación del cerebro, y se apoyan en el fundamento seguro de las leyes físicas como primer supuesto. También debemos exigir esa base para las humanidades. Estas ciencias tampoco pueden partir de una mente humana metafísica, sino que idealmente deben basarse en los descubrimientos de las ciencias naturales.

Un proverbio chino dice: «El primer paso hacia la sabiduría es llamar a las cosas por su nombre», es decir, aclarar sus significados básicos. Por lo tanto, el camino hacia la sabiduría no nos lleva hacia delante, sino a las raíces de nuestro pensamiento y, más profundamente aún, al principio de la vida y, ya que estamos, al principio de todo.

Todas las matemáticas se basan en premisas iniciales sencillas y repetidamente comprobadas, sus axiomas. A partir de ahí, sucesivos pasos lógicos conducen a reinos matemáticos cada vez más complicados. Hoy sabemos que la vida en la Tierra se constituyó de forma similar a las matemáticas. El desarrollo de la vida condujo a organismos cada vez más complejos sobre la base de

bloques de construcción simples y unas pocas reglas. Cada paso hacia una mayor complejidad siguió una lógica química intrínseca. Y como esto es así, podemos rastrear este desarrollo hasta los bloques de construcción básicos de la materia. Una buena teoría que quiera mediar entre las ciencias naturales y las humanidades debe poder remontarse a estos primeros fundamentos.

La navaja de Occam

La exigencia de que toda ciencia se base en los mismos supuestos básicos obedece al principio de parsimonia (*lex parsimoniae*). Este principio, también conocido como la navaja de Occam, es una pauta fundamental para comprender racionalmente el mundo. Tiene su origen en la escolástica, es decir, en la forma de pensar y la metodología de razonamiento del mundo erudito medieval. La *lex parsimoniae* exige la mayor simplicidad posible a las hipótesis y teorías. Afirma que, de las diversas explicaciones posibles para los mismos hechos, debemos favorecer la teoría más simple. O, como se atribuye al botánico y médico Herman Boerhaave: «*Simplex sigillum veri*» (La simplicidad es el sello de la verdad). El requisito de simplicidad también va de la mano del requisito de ausencia de solapamiento: a largo plazo, no debe haber dos teorías que compitan por el mismo objeto de investigación.

El principio de parsimonia es universal: los animales que toman rutas más arduas de lo necesario en su búsqueda de alimento están en clara desventaja evolutiva. De dos rutas posibles de A a B, las ondas luminosas, como los humanos, suelen preferir la ruta más corta. Las empresas comerciales optimizan sus procesos de producción en función del menor esfuerzo técnico posible (con la misma calidad de producto):

siempre se requiere la mayor simplicidad posible (para el mismo resultado).

Un ejemplo contrario: la sociología de la infancia parte de la base de que la infancia siempre se construye y es cambiante (Oertli 2020). Para el sociobiólogo E.O. Wilson, en cambio, es predecible y está predeterminada genéticamente. Esta contradicción entre los estudiosos ha dado lugar, por ejemplo, a la batalla cultural sobre los juguetes neutros en cuanto al género: ¿realmente los niños tienden a preferir los juguetes técnicos y heroicos: coches, aviones, superhéroes y barcos piratas? ¿Y las niñas tienen una preferencia innata por las muñecas Barbie y los salones de juguete? ¿O se trata de estereotipos de género? Cualquiera que tenga hijos responderá a esta pregunta de forma diferente a los activistas de género sin experiencia en la crianza de los hijos.

Aquí vemos dos teorías enfrentadas sobre la misma cuestión, que se excluyen mutuamente: ¿la infancia siempre se construye, o sigue pautas biológicas? Los sociólogos de la infancia se remiten a supuestos humanistas, los sociobiólogos a observaciones (científicas). Ambos no pueden ser correctos al mismo tiempo; violaría el principio de parsimonia.

Si no consideramos al hombre como creado por Dios, sino como un ser biológico integrado en el resto del mundo vivo, no podemos definir al hombre como algo completamente nuevo en el (ficticio) cruce de fronteras con el ser creador de cultura. Más bien, la *lex parsimoniae* exige una teoría global que abarque desde las ciencias naturales hasta las ciencias de la cultura, con la teoría evolutiva como teoría unificadora obvia. Como ya se ha mencionado, Richard Dawkins proporcionó una primera aproximación en esta dirección en su obra de 1976 «El gene egoísta», cuando introdujo el concepto de «meme». El término se embarcó entonces en una marcha triunfal bastante extraña: ahora es habitual en las redes sociales, pero ha

adquirido un significado diferente al que sugirió Dawkins. Pero de algún modo el término «meme» suena como «gene» y siguió así la lógica del principio de parsimonia. Según Dawkins, los genes y los memes se comportan de forma muy parecida, en concreto están sujetos a la conformación evolutiva de forma similar y su único empeño es forzar egoístamente su propagación.

Emergencia

Otra observación preliminar importante se refiere a la predicción de acontecimientos. En última instancia, todo nuestro pensamiento se basa en el intento de predecir el futuro y orientar nuestras opciones de acción en consecuencia. En principio, estos intentos son limitados. Ello se debe a que siempre ha habido acontecimientos que han creado y siguen creando algo nuevo y sin precedentes. La vida terrestre, formada a partir de moléculas inanimadas, es uno de estos misteriosos fenómenos emergentes. Otro es la mente humana o conciencia humana, surgida de la complejidad de las conexiones neuronales del cerebro. El término «emergencia», acuñado por los filósofos, significa que niveles superiores del ser pueden surgir de niveles inferiores del ser, caracterizados por nuevas cualidades. Al igual que la *lex parsimoniae*, la emergencia es un principio universal.

Aristóteles ya se dio cuenta de que el «todo» es más que la suma de sus partes. Las moléculas, en una disposición muy concreta, pueden de repente realizar en grupo movimientos de vuelo planificados: por ejemplo, volar hacia el sur, hacia sus cuarteles de invierno, como una grulla. Los componentes de cualquier dispositivo técnico no dicen nada sobre la capacidad del dispositivo ensamblado. Juntos, pueden ser una tostadora, una lavadora o una central nuclear con capacidades sin precedentes: hacer deliciosas

tostadas, lavar la ropa, suministrar electricidad. Cuando todas las piezas individuales de un coche funcionan juntas, se crea una nueva capacidad: puede conducir. Las piezas individuales, colocadas unas junto a otras, difícilmente se moverán por sí solas.

He aquí otro ejemplo sencillo de lógica proposicional utilizando el lenguaje: { mordisco; perro; cartero } son tres palabras, cada una con un significado específico. Mediante la composición, mediante la formulación de una frase, se crea una información que va mucho más allá del significado de las palabras individuales: «El cartero muerde al perro». Esta frase no es sólo la suma de los significados de las palabras individuales, ¡también es un titular! La composicionalidad del lenguaje crea constantemente nuevos significados adicionales. Y así, tanto en la naturaleza como en la cultura, la composicionalidad crea constantemente cosas nuevas e imprevisibles con capacidades sin precedentes. La composicionalidad es una característica decisiva de la evolución. Es más, la composicionalidad evolutiva creció con el tiempo, y las innovaciones evolutivas abrieron a su vez posibilidades completamente nuevas.

En 1931, Kurt Gödel demostró en un ensayo que sacudió las matemáticas hasta sus cimientos que los sistemas lógico-formales de complejidad suficiente son, en principio, incompletos. En este contexto, incompleto significa que podemos formular afirmaciones en un sistema lógico-formal de este tipo que no podemos demostrar ni refutar. No se pueden deducir. Esta prueba puede interpretarse como el trasfondo matemático de la emergencia.

A la inversa, de la emergencia se deduce que el desarrollo de la vida sólo puede entenderse retrospectivamente, pero no prospectivamente: podemos (retrospectivamente) rastrear los pasos individuales que llevaron al desarrollo de, por ejemplo, el ojo compuesto de *Drosophila melanogaster*. Sin

embargo, no podemos predecir (prospectivamente) dónde se habrá desarrollado esta pequeña mosca de la fruta de vientre negro dentro de otro millón de años, porque entonces podría haber desarrollado nuevas capacidades sin precedentes. Y esta imprevisibilidad también se aplica a la cultura humana. O, como dijo Sir Karl Popper: El futuro se caracterizará ante todo por el cambio tecnológico, pero la naturaleza de los descubrimientos futuros es que hoy no se conocen. (Springer 2020). Y por último, pero no por ello menos importante, la pregunta que se plantea actualmente es qué nuevas capacidades aportarán las IA a nuestro mundo: ¡la única certeza es que aún no lo sabemos!

Emulación

Una última observación preliminar se refiere a la intercambiabilidad de hardware y software. Necesitamos esta visión de la informática para comprender que en biología también puede haber una solución cableada (por ejemplo, genética) y/o aprendida para el mismo problema. Tomemos como ejemplo una simple calculadora mecánica, un ábaco. Consiste en un armazón de madera. En el marco hay diez barras horizontales colocadas una encima de otra. En cada barra hay 10 cuentas de madera. Con un ábaco, puedes sumar y restar moviendo estas cuentas. Hoy puedes acceder a un programa en tu ordenador (edumedia-sciences.com) que te ofrece un gráfico interactivo que representa un ábaco. En este gráfico puedes mover esferas con el ratón, igual que en un ábaco físico, y hacer los mismos cálculos. No sólo se simulan las funciones de un ábaco como software, sino también el propio ábaco. Lo más importante, sin embargo, es que las mismas operaciones, «sumar» o «restar», pueden resolverse tanto mecánica como electrónicamente; hay una solución de hardware y otra de software para el mismo problema.

Aplicado a la biología, encontramos el código digital del ADN, que codifica la información en cuatro nucleótidos: Guanina (G), Timina (T), Adenina (A) y Citosina (C). En las células, el código de ADN se transfiere primero a un código de ARN y luego se traduce en proteínas. En otras palabras, transforman la información genética en un proceso físico. (Enfermera 2021, p. 113). Las hormonas proteicas, por ejemplo, pueden desencadenar o controlar el comportamiento. Este control del comportamiento puede ser desencadenado directamente por los genes, es decir, sólo depende del «hardware», o bien es desencadenado por el procesamiento en un cerebro. Entonces se emula un comportamiento quizás similar mediante una especie de «software».

El control del comportamiento en los animales superiores y en nosotros, los humanos, es un híbrido de factores genéticos y procesos neuronales, una interacción de hardware y software, similar a un ordenador. Pensar es un proceso electroquímico del cerebro que puede poner en movimiento los músculos. La intensidad de nuestros sentimientos, y por tanto el impulso de evitar o conseguir algo, depende de la cantidad de neurotransmisores liberados, por ejemplo hormonas.

En relación con la «teoría de softgenes» presentada aquí, es importante otra observación: el llamado «efecto Baldwin». Describe un mecanismo evolutivo en el que un rasgo adquirido a través del aprendizaje es sustituido por un rasgo heredado, es decir, genéticamente determinado, a través de la selección natural dentro de varias generaciones (wikipedia 12). Esto significa que existe la posibilidad de que cierto software (un comportamiento aprendido o adquirido de otro modo, es decir, un meme) se traduzca en hardware (control genético, es decir, un gene).

La cultura como adaptación del entorno

«Cultura» es un término que todos creemos intuitivamente saber lo que significa. En general, la cultura se refiere a la transmisión de conocimientos, habilidades, creencias y comportamientos dentro de una sociedad a través del aprendizaje y la socialización. La transmisión de elementos culturales permite a los individuos aprender nuevas habilidades y tecnologías. El término cultura procede originalmente del latín. En los estudios culturales, el término «cultura» se atribuye casi universalmente al hombre y sólo al hombre, y se contrapone a la naturaleza. Como ocurre con todas las demarcaciones que no funcionan bien, los intentos de delimitación siempre conducen a resultados diferentes, pero nunca a uno claro: Por un lado, las distintas disciplinas (por ejemplo, la antropología, la etnología, la historia, la psicología, la sociología, los estudios religiosos o la educación) entienden cada una algo distinto por el término «cultura». En segundo lugar, la comprensión de la «cultura» difiere tanto dentro de las distintas disciplinas y estudios culturales como en las diferentes sociedades y grupos sociales. (Nünning 2009). La cultura es entonces, por ejemplo, aquello que los seres humanos cambian y producen por voluntad propia, mientras que el término naturaleza engloba aquello que es como es por sí mismo. (wikipedia 01). Si la cultura humana no existiera en modo alguno en el reino animal, cualquier intento de formular una teoría global de la naturaleza a la cultura sería inútil desde el principio. Sin embargo, investigaciones recientes han demostrado que ya podemos encontrar diversos bloques de construcción cultural en un gran número de especies animales. Esto nos lleva a un primer postulado:

«Los Softgenes son la continuación y complementación de los genes por otros medios».

La evolución favorece la mejor adaptación posible al medio mediante la selección. Pero también ocurre al revés: los organismos vivos remodelan su entorno en función de sus propias necesidades.

Las leyes de la física dictan cómo debe organizarse inicialmente la adaptación al medio. Desde el principio de su existencia, los organismos han estudiado las condiciones de un entorno «real», han recopilado información sobre el mundo y la han transmitido a las generaciones siguientes. Las leyes físicas del entorno ya se reflejan en los seres vivos, donde un pez es aerodinámico para nadar por el agua con mínimas pérdidas por fricción, o donde los huesos de un pájaro se construyen tan ligeros y estables al mismo tiempo que pueden elevarse por el aire. Tribus o clases de animales muy diferentes, como los peces, los mamíferos o las aves, han «investigado» las leyes de la hidrodinámica en su desarrollo hasta convertirse en tiburones, delfines o pingüinos y han incorporado estos descubrimientos a la construcción de un cuerpo aerodinámico. Del mismo modo, los pterodáctilos, las libélulas, los albatros y los murciélagos «analizaron» las leyes de la aerodinámica mucho antes que Otto Lilienthal y las pusieron en práctica en un cuerpo volador funcional. La percepción de la luz es casi indispensable para la mayoría de los organismos superiores. Y así, una gran variedad de especies han producido al menos 50 tipos diferentes de ojos: desde las células fotosensoras de la lombriz de tierra incrustadas en la piel para la percepción de la luz y la oscuridad hasta los proverbiales ojos de águila. Estos últimos permiten a estas aves detectar a sus pequeñas presas incluso desde varios kilómetros de altura gracias a sus cinco células de visión cromática diferentes, su resolución extraordinariamente alta y -en comparación

con los humanos- una frecuencia de actualización significativamente más rápida.

Adaptarse al entorno significa comprender las relaciones físicas y el arte de la ingeniería. Podemos comprobar lo competentes que son los conocimientos de física almacenados en la naturaleza por el hecho de que los ingenieros especializados en biónica intentan encontrar soluciones a determinados problemas técnicos del mundo animal y vegetal. Por ejemplo, se investiga el engrosamiento de las ramas de los árboles para utilizar estos conocimientos en la arquitectura.

Comportamiento adaptado

La adaptación al medio nunca fue sólo física, sino también de control del comportamiento. Y es que los organismos no sólo necesitan un físico adaptado al medio, sino también un comportamiento adaptado al medio. De poco sirven las alas si al volar siempre estás saltando por todas partes. Y lo difícil que es adquirir el control neuronal para la marcha bípeda nos lo demuestran los niños pequeños en sus intentos por aprender a andar. Los ingenieros se enfrentan a un problema igualmente complejo cuando programan el sistema de control de los robots que deben moverse sobre dos piernas.

A la hora de comer o criar, por ejemplo, el entorno guía el comportamiento de sus habitantes animales de forma similar a lo que podemos observar en los humanos. Un estudio del economista Toman Barsbai (2021) encontró similitudes en 14 de las 15 áreas de la vida analizadas, como el tamaño de los grupos que conviven, el número de parejas sexuales y la estructura social. Si los cazadores-recolectores de una región vivían en jerarquías sociales, esto también se aplicaba cada vez más a los animales. Si los humanos tenían hijos pronto, los animales vecinos también tendían a hacer lo mismo.

Y si los padres criaban juntos a sus hijos, a menudo ocurría lo mismo con los animales. (Gelitz 2021 (2)). El aparato cognitivo neuronal de animales y humanos ha sido seleccionado por la necesidad de recoger e interpretar información sobre el entorno que es esencial para la supervivencia y traducirla en acciones. La base del comportamiento es la información y su procesamiento. Para ello, la evolución ha dotado a todos los organismos superiores de órganos sensoriales y líneas de estímulo. A continuación, una red neuronal muy eficiente evalúa los estímulos ambientales entrantes y los convierte, junto con la información genética, en comportamiento. En todos los organismos superiores se dan pautas de comportamiento específicas de cada especie. A menudo están determinados genéticamente y han demostrado su eficacia a lo largo de muchas generaciones. Incluso los insectos con sus pequeñas redes neuronales, como las avispas, son capaces de cosas asombrosas: en cuanto salen del panal, dominan a la perfección el arte de la producción de papel y la construcción de nidos de panal específicos para cada especie. Las golondrinas de la especie «*Petrochelidon pyrrhonota*», que viven en Sudáfrica, construyen nidos esféricos con un pequeño orificio de entrada redondo a partir de tierra húmeda. Las aves no aprenden ninguna de las pautas de comportamiento, a veces difíciles, que se requieren para ello. (Heinrich & Bugnyar 2007, p. 27).

Además del comportamiento innato, también existe el comportamiento aprendido, al menos en las especies más desarrolladas: En los largos periodos de sequía, muy ocasionales, las hordas de elefantes tienen que encontrar los últimos pozos de agua que quedan. Los elefantes ancianos que aún recuerdan dónde encontrar esos abrevaderos lideran el grupo. Este conocimiento se transmite de generación en generación.

Incluso una criatura tan simple como la pequeña mosca de la fruta de vientre negro, una de las favoritas de los

genetistas, es capaz de aprender de sus experiencias. Cuanto más complejos son los retos del entorno para un ser vivo, menos útil resulta un comportamiento heredado rígido. La inteligencia se ha convertido en la respuesta evolutiva más destacada a unas condiciones ambientales en constante cambio. Esto es especialmente cierto para un individuo en una comunidad. Porque allí donde un animal individual tiene que evaluar a sus congéneres y adaptar su comportamiento en consecuencia, el entorno social se convierte en el componente ambiental más importante para un ser vivo (Heinrich & Bugnyar 2007, p. 27). Por eso, algunos investigadores del comportamiento creen que el motor de la evolución de la inteligencia se encuentra precisamente ahí: en la adaptación de los individuos a una comunidad social.

Unión global

Adaptarse al entorno significa encajar en una red de dependencias e interacciones mutuas. En la Tierra actual, todas las criaturas terrestres dependen, entre otras cosas, de una atmósfera rica en oxígeno y de un clima acogedor entre $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Un ratón no podría sobrevivir en Marte. Entre otras cosas, carecería de oxígeno porque no hay plantas que lo produzcan. Tampoco tendría alimento por la misma razón, porque sólo hay polvo, arena y piedras. Una vida más desarrollada es inconcebible como especie única. Y así, también en la Tierra, la colonización de la tierra sólo fue posible en una red de bacterias, hongos y plantas, y todas las formas de vida juntas estabilizaron la temperatura y la atmósfera terrestres. No en vano, el cambio climático nos recuerda que todos dependemos de la selva amazónica como regulador del clima de la Tierra.

La vida ha creado su propio entorno en la Tierra. «Gaia», el término de James Lovelock para el

ecosistema global, es una red de interdependencias (Lovelock 1991). Las plantas producen oxígeno y los animales lo devuelven en forma de CO₂. Los distintos tipos de organismos están conectados a través de cadenas alimentarias. Los productores, como los árboles, construyen madera y los descomponedores, como los hongos, descomponen la madera. Todo en la biosfera está inextricablemente entrelazado con todo lo demás. Todo el ecosistema global, Gaia, es un enorme mecanismo de relojería que nos muestra el grado de complejidad alcanzado más que el tiempo. El medio ambiente y el organismo son, por tanto, difíciles de separar por la sencilla razón de que cada organismo es un componente del medio ambiente para otros organismos. Pero las conexiones son aún más confusas y nos llevarán a una definición elegante de cultura dentro de un momento. De la tercera ley de Netwon, según la cual actio es igual a reactio, se deduce que todo ser vivo influye en su entorno y, por tanto, siempre lo modifica.

En la sabana africana, los elefantes mantienen baja la cubierta arbórea gracias a su comportamiento alimentario y mantienen así abierto el paisaje. Como jardineros, crean el hábitat adecuado para antílopes y cebras. Cuando en 1995 se reintrodujeron los lobos en el Parque Nacional de Yellowstone (EE.UU.) porque los ciervos wapitíes estaban superpoblando la zona, sorprendentemente también se restablecieron los castores: Gracias a los lobos, los ciervos evitan ahora las tierras bajas poco claras donde crecen los álamos, cuyos árboles jóvenes servían antes de alimento a los wapitíes. Los castores se interesan ahora por estos árboles.

Cultura de animales

Estamos estrechamente emparentados con los representantes del reino animal, y no sólo desde el punto de vista genético. Los perros y las ratas sienten compasión, los gorilas tienen un lenguaje y los chimpancés y los elefantes forman amistades (Christakis 2019, p. 319). Los depredadores aprenden las técnicas de caza necesarias de sus padres y las aves migratorias aprenden las mejores rutas hacia sus lugares de invernada de otros miembros de su especie. Comprender el número cero es un logro cognitivo notable. Después de todo, el número cero no fue introducido en Europa hasta el siglo XII por Leonardo Fibonacci. Por ello, los científicos estaban convencidos de que entender el cero como número era algo típicamente humano, una capacidad que distinguía claramente a los humanos de los animales. Sin embargo, al igual que ocurre con el uso de las herramientas, que no solo utilizan los humanos, sino también los monos, los cuervos e incluso los peces, poco a poco se está poniendo de manifiesto que las capacidades matemáticas de los animales también se han subestimado drásticamente. (Baier 2018). - En cualquier caso, las abejas melíferas parecen entender el concepto de cero como conjunto vacío, como han demostrado los experimentos. Los cíclidos, las rayas y, por supuesto, las astutas abejas pueden sumar y restar (scinexx.de). Esto no es realmente sorprendente. Como ya se ha mencionado, las estructuras matemáticas y físicas se encuentran en el nivel más básico del entorno y, por tanto, una red neuronal que puede hacer cálculos matemáticos es simplemente un cerebro bien adaptado. Una posible definición de cultura es que algo se hace en un lugar determinado según unas reglas reconocibles y que pueden aplicarse reglas completamente distintas a la misma cosa en otro lugar (Stichweh 2006).

Esto no se aplica a las matemáticas humanas, que son básicamente las mismas en todo el mundo y probablemente incluso en todo el cosmos; pero la cultura en el sentido de esta definición también puede encontrarse en el reino animal: en los suburbios de Sydney, las cacatúas de cresta amarilla consiguen abrir repetidamente los cubos de basura para rebuscar restos de comida. Se sientan en el borde del cubo y abren la tapa. Los investigadores demostraron que se trata de un comportamiento cultural. Las cacatúas aprenden el comportamiento observando a otras cacatúas, y dentro de cada grupo tienen su propia técnica específica, por lo que éstas varían en un amplio rango geográfico. (Schlott 2022).

Por supuesto, también encontramos este tipo de comportamientos culturales en nuestros parientes cercanos. Las poblaciones de chimpancés que tienen a su disposición el mismo material básico, como árboles o palos, y fuentes de alimento similares, no utilizan todas -y dependiendo de la población también diferentes- las técnicas que un chimpancé podría dominar. Algunos chimpancés pescan termitas con palos, mientras que los miembros de otra población destrozan los nidos de cáscara dura de ciertas termitas en las raíces de los árboles para llegar a las sabrosas fuentes de proteínas. Las técnicas preferidas se mantienen estables a lo largo de las generaciones y se transmiten de los mayores a los adolescentes.

Así que si no podemos trazar una verdadera línea divisoria entre nosotros y nuestros parientes cercanos, lo que los biólogos informan sobre los chimpancés se vuelve concluyente: como los chimpancés tienen una variedad inusualmente amplia de comportamientos y algunos de ellos sólo se encuentran en determinados grupos y se transmiten de una generación a la siguiente, los investigadores hablan de culturas de chimpancés (Blawat 2019). Los estudios a largo plazo demuestran que los comportamientos aprendidos socialmente se

transmiten de una generación a otra dentro de un grupo y, por tanto, pueden ser formadores de cultura. (Becker 2021, p. 42).

Una nueva definición de cultura

Si tenemos que reconocer la cultura en los animales, todas las definiciones de cultura puramente adaptadas a los humanos caen necesariamente. Al mismo tiempo, ahora existen nuevas posibilidades de definición. Como ya se ha mencionado, un organismo no sólo debe estar lo mejor adaptado posible a su entorno, sino que también puede elegir el camino contrario y adaptar el entorno a sus necesidades. Incluso *las bacterias segregan sustancias químicas para que su entorno les sea más favorable*. (Christakis 2019, p. 289). El topillo mongol de Brandt (*Lasiopodomys brandtii*) vive en grupo familiar y con miedo constante a los depredadores. Para tener una visión clara, siegan la hierba alta de su entorno. Lo hacen exclusivamente para poder vigilar mejor el espacio aéreo (Lingenhöhl 2022). En cuanto a la "cultura", conocemos hormigas que ordeñan pulgones y los protegen de insectos depredadores, u hormigas que cultivan setas en sus madrigueras, es decir, que se dedican a la ganadería o a la agricultura, por así decirlo. Las ardillas practican el acopio.

E incluso la sociedad de servicios, considerada muy desarrollada en economía, tiene paralelismos en el reino animal: Los peces limpiadores (*Labroides dimidiatus*) mantienen estaciones de limpieza. Allí eliminan los parásitos de la piel de las mantas raya, entre otras, que nadan hasta estos lugares especialmente para este fin, un servicio que está a medio camino entre la higiene personal y un dermatólogo. Estos proveedores de servicios atienden a más de 2.000 peces al día y pueden recordar hasta 1.000 de sus "clientes".

Diferencian entre clientes habituales, nuevos y sin cita previa, y a veces los tratan de forma oportunista (wikipedia 08).

El uso de herramientas tampoco ayuda a atribuir claramente los logros culturales a los humanos. Los cuervos, los cocodrilos y las avispas las utilizan. Desde luego, no podemos citar la arquitectura como medio de diferenciación. La construcción de nidos es un fenómeno muy extendido entre los animales. Las avispas construyen panales de filigrana con papel de madera masticada. Los castores construyen castillos con ingeniosas entradas que les protegen de los depredadores. Un termitero tiene un ingenioso sistema de ventilación y regulación de la temperatura que protege a sus habitantes de la deshidratación y el calor excesivo. Los humanos construyen casas con calefactores que crean su propio ambiente acogedor incluso en pleno invierno. Se trata de adaptaciones del entorno a los organismos, y no de la adaptación de los organismos al entorno. De todo esto podemos deducir una nueva definición de cultura. Podemos definir "cultura" como:

"los cambios en el entorno que un organismo consigue en su propio beneficio mediante sus acciones".

Quizás esta definición no incluya todos los tipos de cultura o incluso cosas que no consideramos cultura. El lenguaje, por ejemplo, parecería quedar fuera de esa definición de cultura. Pero si nos fijamos más detenidamente en el proverbial "pollo tonto", nos sorprenderá descubrir que la comunicación verbal no es un invento de la cultura humana. La finalidad de los sonidos que emiten las aves gallináceas es manipular su entorno o, más concretamente, a sus congéneres. Como ya se ha dicho, en un grupo social, los congéneres son una parte importante del entorno para un individuo. En

los pollos, los investigadores encontraron *24 sonidos que aparentemente denotan ciertos eventos*. (Zielinski & Smith 2015). A través de sus sonidos y movimientos, los pollos transmiten información que es comprendida por sus congéneres. Si existe una amenaza de peligro, por ejemplo de un halcón, los pollos buscan refugio y emiten en voz muy baja un "Iiii" agudo. *Las señales se refieren a objetos y acontecimientos concretos, de forma similar a las palabras humanas. Al parecer, la llamada crea en el receptor una imagen mental del objeto respectivo y desencadena la reacción correspondiente*. Cuando los gallos encuentran comida, reaccionan con una serie de excitados *sonidos de acoplamiento, sobre todo cuando quieren impresionar a una hembra cercana*. También para los humanos, el lenguaje sirve casi siempre para cambiar el entorno social a su favor

Quizá algunas tradiciones de caza u otros comportamientos animales queden algo fuera de esta definición, como cuando las orcas se lanzan a la playa para cazar leones marinos. Esta tradición cultural de caza amplía obviamente el nicho ecológico de estos animales sin cambiar directamente su entorno. Las orcas sólo cambian su entorno al extender su hábitat marino a la playa. Sin duda, la definición debe afinarse en este sentido. Pero, por lo demás, tal definición sería de una gran sencillez y claridad: por un lado encontramos la adaptación del organismo a su entorno (naturaleza), por otro la adaptación del entorno al organismo (cultura)

La cultura como entorno

Existe un largo debate sobre lo que realmente caracteriza y define a los seres humanos. ¿Son nuestros genes o más bien nuestra cultura (naturaleza frente a educación)? La respuesta es clara: ¡ambas cosas! Naturaleza y cultura juntas. La biología y la cultura

están inextricablemente unidas. El comportamiento humano no puede entenderse sin nuestra herencia evolutiva, que incluye nuestros ojos, oídos y extremidades y, no menos importante, nuestro cerebro. Nuestro comportamiento está ligado a los genes, la neuroquímica, las hormonas, los estímulos sensoriales, el entorno prenatal, las experiencias de la primera infancia, las presiones generales del entorno, nuestra educación y cualquier otra forma de experiencia vital. Nuestro entorno está formado en gran medida por otras personas con las que interactuamos. El hecho de que los congéneres representen una parte importante del entorno de un individuo también está muy extendido en el reino animal. Incluso toda forma de reproducción sexual es una interacción con el entorno, porque la pareja sexual no forma parte del propio individuo. Para un bebé, la madre es la parte decisiva de su entorno. Para un león macho, cada rival por un coto de caza y por las hembras es una amenaza ambiental constante que induce al estrés. La relevancia medioambiental de los congéneres adquiere mayor importancia en las comunidades sociales, como las hormigas o las abejas, los lobos o los elefantes y la mayoría de los primates. Los humanos hemos remodelado nuestro hábitat hasta tal punto que este entorno remodelado, es decir, nuestra cultura, representa la mayor parte de nuestro nicho ecológico actual. - Las ciudades son ejemplos de ello. Y la Estación Espacial Internacional (ISS) es incluso un entorno creado más o menos exclusivamente por humanos y en el que éstos pueden vivir. Hasta qué punto nos hemos adaptado a este entorno a través de la coevolución lo demuestra la siguiente hipótesis plausible del antropólogo Johannes Krause: *Una estancia de dos semanas en la naturaleza salvaje sin la ayuda de la civilización probablemente acabaría fatalmente para la mayoría de los europeos de hoy* (Krause 2021, p. 75).

El cambio climático nos demuestra que tenemos que vivir con o en nuestro entorno, tenemos que adaptarnos a él. Pero también podemos remodelar el entorno a nuestro favor, y esta es una capacidad que, como se ha descrito, también está muy extendida en el reino animal. Por tanto, las salidas a las inminentes catástrofes que provocará el cambio climático no son sólo formas de abandonar bienes culturales como la conducción, sino también soluciones técnicas innovadoras como la geoingeniería. Los seres humanos pueden hacer frente a las amenazas colectivamente y encontrar soluciones nuevas e imprevisibles. No tenemos por qué hacer frente al cambio climático con la tecnología existente, podemos crear y crearemos nuevas tecnologías para ello; ya las tenemos para la mayoría de los problemas: la energía eólica, la energía solar y la electromovilidad son ejemplos de ello.

Introducción a la teoría de los Softgenes

Ahora que hemos identificado la cultura como parte integrante de la "naturaleza", podemos dar un paso atrás hacia lo que es fundamental en biología, hacia los genes. En un paso posterior, los uniremos a los componentes básicos de la cultura, es decir, a nuestros "Softgenes". Empecemos por el principio: Gregor Johann Mendel (1822-1884) realizó numerosos experimentos de cruzamiento de guisantes mediante polinización artificial, lo que le convirtió en uno de los padres fundadores de la genética. El nombre "gene" deriva del griego "génesis" - origen. Fue introducido en 1909 por el biólogo danés Wilhelm Johannsen. Al igual que Mendel, también llegó a la conclusión de que todas las características hereditarias están determinadas por ciertos "elementos" del interior de la célula (simplyscience.ch). La estructura del ácido desoxirribonucleico descifrada por James D. Watson y Francis Crick en 1953 acabó provocando una revolución en la biología. Por fin, el mundo tenía una idea de cómo se codifica la información que los padres transmiten a sus hijos. Los genes, formados por bloques de ácido desoxirribonucleico, contienen información sobre los planos de los organismos o controlan su comportamiento, pueden hacer mucho más. Los genes son patrones químicos organizados en una especie de escalera de cuerda retorcida, la llamada doble hélice. Recorren complicados caminos de padres a hijos y de generación en generación. Durante su viaje, el ADN almacenó los recuerdos de la vida de nuestros antepasados. Esto ocurrió a través de innumerables cambios en el código genético mediante mutaciones y recombinaciones. Bajo la influencia de buenas o malas experiencias, los genes favorables prevalecieron en diversos procesos de selección. Los

padres que se desenvuelven bien en el entorno y son capaces de adaptarse tienen más posibilidades de tener descendencia. De este modo, la evolución selecciona reglas de comportamiento que ya han sido probadas repetidamente por generaciones anteriores.

Por último, Dawkins señaló que es precisamente aquí, con los genes, donde comienza la selección, que es decisiva para el desarrollo del reino de los organismos: los genes que son favorables para la supervivencia y la reproducción pueden propagarse con más fuerza que los genes que reducen la "aptitud" de un ser vivo. Lo que sobrevive de todo nuestro cuerpo, si conseguimos reproducirnos, son en primer lugar los genes: los genes son potencialmente inmortales

Los efectos de los genes sobre el comportamiento de los organismos son tan grandes y diversos, afirma el psicólogo Erik Türkheimer en su "primera ley de la genética del comportamiento", que todos los rasgos del comportamiento humano son hereditarios (Christakis 2019, p. 213).

El poder de los genes

El poder de los genes nunca puede separarse de su contexto. Las formas y características tangibles y visibles de un individuo, así como sus opciones de acción, están predeterminadas por los genes, pero nunca completamente determinadas por ellos. *Los genes que controlan a las personas como marionetas son invocados con mucha más frecuencia por los críticos de la sociobiología que por los propios sociobiólogos.* (Hrdy 2000, p. 82).

Controlar el comportamiento únicamente a través de los genes, sin posibilidad de corrección, es un problema. Al fin y al cabo, controlar el comportamiento de forma demasiado rígida no es una buena solución en la lucha por la supervivencia. Sin embargo, la pérdida asociada de control total sobre el comportamiento del individuo

no pesa tanto sobre los genes como las ventajas resultantes. Incluso las moscas y los gusanos y casi todas las demás criaturas pueden aprender, en función de la complejidad de su repertorio conductual y en distintos grados, y adaptar así su comportamiento a las circunstancias.

Los genes deben hacer que un individuo se reproduzca; un organismo vivo (casi) nunca debe perder de vista este objetivo, pues de lo contrario el gene y su mensaje se extinguirán. La fórmula mágica para que un organismo tenga éxito en términos de evolución puede ser fijar este objetivo en el sentido de la evolución y dejar el camino hacia él libremente seleccionable. No habría genes humanos en este mundo si los genes no fueran capaces de motivar a las personas a reproducirse. El truco que la evolución ha ideado para ello es: el sexo. La posible consecuencia del sexo, la procreación de los hijos, es como mínimo aceptada, pero a menudo incluso deseada. En el Occidente cristiano, la procreación debería ser incluso el único objetivo de las prácticas sexuales. Sin embargo, el deseo de sexo y los sentimientos positivos que transmite nuestra predisposición genética al cuidar de nuestros propios hijos son aparentemente suficientes para mantener y aumentar la población humana. El deseo de tener hijos y cuidar de ellos no está inicialmente en el interés del individuo y al principio es sólo un daño colateral del comportamiento sexual. Al fin y al cabo, traer hijos al mundo exige mucho de las personas: basta pensar en el peligro al que se exponen las mujeres al dar a luz. El proceso del parto va acompañado de fuertes dolores. Puede dar lugar a diversas complicaciones que pueden ser fatales para la madre. En Londres en los años 1583-1599, por ejemplo, alrededor del 2,4% de las mujeres murieron durante el parto, y aún hoy hasta el 0,5% de las mujeres del África subsahariana mueren durante el parto o en el parto (wikipedia 02). Pero a pesar de todos los peligros

y penurias que puede acarrear, la gente se esfuerza por tener sexo. Y eso es exactamente lo que quieren los genes

Mayor complejidad

El ADN fue el portador de información más importante de la biología durante unos cuatro mil millones de años, hasta la revolucionaria "invención" de las neuronas.

Esta invención marcó la transición de un hardware casi puro a un sistema biológico de hardware/software: a partir de entonces, el comportamiento pudo controlarse de forma más flexible mediante procesos de aprendizaje y adaptarse a nuevos retos.

El éxito de un organismo en la lucha por la supervivencia y la reproducción depende de cómo absorbe la información, la procesa y la convierte en comportamiento. Desde que aparecieron las primeras neuronas en las criaturas prehistóricas y se hicieron cargo del procesamiento de la información en los organismos, la selección ha impulsado al sistema nervioso hacia una complejidad cada vez mayor. Las neuronas de un ser humano y las de una mosca son notablemente similares en su construcción, la diferencia radica más bien en la cantidad - los humanos tienen, (aunque a veces se dude de ello), el cerebro significativamente más grande. La única excepción cualitativa son las neuronas fusiformes, que no encontramos en las moscas, pero sí en los cerebros de ballenas y elefantes y en otros primates, es decir, en especies animales con un comportamiento social complejo (Saplosky 2017, p. 65).

Las neuronas pueden construir redes de control de casi cualquier tamaño y complejidad. A partir de un nivel de complejidad suficiente, se desarrolla una nueva cualidad: el comportamiento ya no está rígidamente predeterminado por el genoma, sino que puede modificarse a través de la experiencia. El cerebro

necesario para ello ya se desarrolló en los dinosaurios hasta alcanzar un volumen cada vez mayor; encontramos los cerebros más grandes de los dinosaurios al final de su reinado. Evidentemente, entonces como ahora, la evolución siguió la tendencia hacia un procesamiento de datos cada vez más complejo (Losos 2018, p. 23). En los organismos más complejos, los genes proporcionan, por tanto, no sólo un comportamiento innato, sino también la capacidad de aprender y recordar.

No sólo utilizar las experiencias nosotros mismos, sino también intercambiarlas con otros miembros de la misma especie a través de señales se convierte en un hito de la evolución y abre el amplio campo de los "memes": Compartir experiencias permite el desarrollo cultural. La capacidad de recurrir a experiencias vitales anteriores ya no se limita a los genes, sino que puede ser comunicada por congéneres. En última instancia, el lenguaje humano se convierte en un impulsor del desarrollo cultural. El intercambio de información se hace aún más eficaz con la escritura: *la capacidad de escribir, es decir, la capacidad de capturar la fugaz palabra hablada e inmortalizarla en una superficie u otra, desde la que se puede recuperar y repetir en un eco interminable, tiene algo de sobrenatural.* (Dorren 2021, p. 275). Este fenómeno emergente de ser capaz de recordar colectivamente llega a ser tan importante que la escritura y la impresión de libros y, en última instancia, los soportes de datos digitales se establecen en todo el mundo como la base de casi todas las culturas humanas.

Epigenética

He aquí dos comentarios más sobre los genes y su transición a "Softgenes". El término "epigenética" (en griego: "además de genética") fue introducido por C. H. Waddington en 1942 y se refiere a los cambios en el genoma que se desencadenan por influencias ambientales, pero sin cambiar la estructura básica del genoma. Con el descubrimiento de las influencias epigenéticas en el control de los genes, cada vez sale más a la luz la visión relativamente ingenua de los genes y su efecto en nuestras vidas.

Los genes sirven para formar todas las proteínas celulares y extracelulares y las moléculas de ARN de una célula. Hoy conocemos unos 20.000 genes que codifican proteínas, lo que supone el 1,2% del material genético. Aunque en la década de 1990 aún se creía que sólo estos pocos segmentos de ADN portaban información real y que el resto era "ADN basura", esta opinión empezó a cambiar significativamente con el proyecto ENCODE (a partir de 2003). El proyecto ENCODE se fundó para investigar la función del genoma humano. Ahora está claro que gran parte del genoma está formado por millones de interruptores, que juntos forman un sistema de control muy complejo. Los genes están sujetos a una regulación compleja, que probablemente controla el 20% del genoma (Bahnsen 2012). Las diversas secuencias de control en el ADN, que regulan la producción de proteínas, son capaces de iniciar, promover, reducir o impedir por completo la transcripción de un gene a corto plazo. Un gene puede ser inactivado a largo plazo y reactivado si es necesario. Los grupos metilo, como tapones químicos protectores del material genético, influyen en la frecuencia con la que determinados genes se leen y se convierten en proteínas.

No es de extrañar que un genoma idéntico pueda funcionar de forma muy distinta: los seres humanos somos portadores de muchos cientos de tipos celulares diferentes. A pesar de las diferencias fundamentales entre los distintos tipos celulares, todos tienen el mismo genoma. Los investigadores genéticos parten ahora de la base de que la regulación de los genes puede diferir considerablemente de una célula a otra. Las células de la raíz del pelo activan genes responsables del color del pelo, las células del hígado producen alcohol deshidrogenasa para descomponer el alcohol. Y aquí está el truco: ¡los cambios en el patrón de metilación no tienen por qué estar causados por el propio ADN! Más bien, las células pueden reaccionar a las influencias ambientales sin necesidad de una mutación permanente. Si se estresa a los ratones recién nacidos separándolos de su madre inmediatamente después de nacer, la actividad de los genes individuales cambia irrevocablemente. Como resultado, estos animales son menos resistentes al estrés y desarrollan déficits de memoria; sus emociones y su impulso se ven perjudicados (Meyer 2009). Aún más asombrosos son los experimentos con ratones, que demuestran que el miedo a determinadas situaciones puede "heredarse" a lo largo de varias generaciones. Los investigadores administraron suaves descargas eléctricas a ratones junto con el aroma de flores de cerezo. Los nietos de estos ratones siguen reaccionando con ansiedad al olor de las flores de cerezo, aunque hayan sido concebidos mediante inseminación artificial (Elmer 2013). Otros investigadores han demostrado que las madres ratas cariñosas también "transmiten" su naturaleza cariñosa a sus hijas a través de la epigenética (Sapolsky 2017, p. 291). Debemos suponer que algo similar también se aplica a nosotros, los humanos: los traumas causados por las guerras o el estrés a largo plazo causado por la pobreza, por ejemplo, pueden hacerse sentir en las generaciones posteriores de esta manera. En 2019 ya se

habían publicado más de 150 estudios *que apoyan el concepto de que la información epigenética se transmite de una generación a otra.* (Tautz 2021, p. 19).

El genoma humano es mucho menos rígido e inmutable de lo que se pensaba. Ni siquiera los gemelos idénticos tienen un genoma idéntico porque los genes pueden activarse en grados diferentes o desactivarse por completo por influencias ambientales. Por tanto, no sólo hay un cambio genético aleatorio por mutación, sino también un cambio dependiente del entorno que provoca un cambio en el control de los genes. La epigenética caracteriza así la transición de una herencia genética rígida a un genoma directamente influenciado por el entorno. Estas modificaciones rehabilitan en cierta medida las teorías de Lamarck: la información epigenética adquirida de los padres puede transmitirse a las generaciones posteriores

Plasticidad fenotípica

La biología distingue entre el genotipo de un organismo y su fenotipo. El genotipo comprende toda su información genética. Por otro lado, está la suma de las características físicas y fisiológicas y los atributos de comportamiento del individuo. Es lo que se conoce como fenotipo, que viene determinado en mayor o menor medida según el organismo, bien por el genotipo, bien por influencias ambientales. Las características fenotípicas en los animales pueden ser su tamaño, la fuerza de las extremidades, la formación de colmillos o el patrón y color del pelaje. El gene del pelo rubio está asociado al genotipo, y el pelo rubio caracteriza al fenotipo.

Y he aquí una segunda observación que apoya aún más la rehabilitación de la teoría de la herencia de Lamarck: En las tortugas deslizadoras de orejas rojas (*Trachemys scripta elegans*), las crías macho o hembra nacen

dependiendo de si la puesta se realizó en una zona más sombreada o en una sección soleada de la playa. Esta plasticidad fenotípica, por la que pueden desarrollarse diferentes fenotipos sobre la misma base genética dependiendo de las influencias ambientales, es posiblemente ubicua. *Las investigaciones de los últimos diez años han demostrado que las condiciones ambientales influyen a menudo en el grado de actividad de los genes, es decir, en la medida en que el organismo convierte determinadas instrucciones genéticas en proteínas.* (Pfennig 2022, p. 37). La plasticidad fenotípica permite a los organismos reaccionar a las influencias cambiantes del entorno durante su propia vida.

La transición de gene a meme

Los genes y el medio ambiente también colaboran estrechamente cuando consideramos la interacción y la influencia mutua de los genes y la cultura. El sociobiólogo Edward O. Wilson entiende la epigenética de forma ligeramente distinta a como lo hacen los genetistas: con una nutrición y unos cuidados suficientes para un lactante y un niño pequeño sanos, no se puede evitar que un niño aprenda a andar y a hablar, que se integre cada vez más competentemente en una comunidad, aprenda a distinguir entre "bueno" y "malo", llegue a la pubertad y en ese momento desarrolle un interés por otro sexo o quizá también por su propio sexo. Las reglas epigenéticas controlan qué alimentos comemos y que desarrollemos rápidamente miedos y fobias a serpientes y arácnidos. Las reglas epigenéticas determinan que evitemos el contacto sexual con parientes cercanos, que sonriamos a nuestras madres cuando somos bebés y que temamos a los extraños cuando estamos solos.

Muchas de estas reglas son antiguas, como las de la adquisición del lenguaje. El hecho de que aprendamos a hablar es inherente a nosotros; la lengua que adquirimos depende de nuestro entorno, que suele estar dominado por la madre en los primeros meses de vida. Y es aún más complicado, porque el entorno dicta lo que hablamos y sobre lo que hablamos: a los ingleses les gusta hablar del tiempo, por ejemplo.

Los psicólogos del desarrollo conocen un gran número de etapas evolutivas del comportamiento por las que pasa un niño humano. Y como casi todos los niños lo hacen de forma similar, podemos describirlo como «propio de la especie» *Homo sapiens*. Y de ahí se deriva una cultura humana "apropiada para la especie". *La naturaleza humana consiste en las regularidades heredadas del desarrollo mental que son típicas de*

nuestra especie. (Wilson 2013, p. 233). Los antropólogos Lionel Tiger y Joseph Shepher tienen un concepto similar. En su opinión, los humanos poseemos una forma básica de vida social que está inscrita en nuestros genes y determinada por la evolución. Lo llaman el biograma humano (Christakis 2019, p. 105).

Convergencia fenotípica

Retos similares conducen a soluciones similares. Se trata de un principio muy extendido en biología. Sólo hay un número limitado de adaptaciones a determinadas condiciones ambientales. Si quieres orientarte en un entorno inundado de luz, necesitas desarrollar un sensor para la luz. Y así, como ya se ha mencionado, el ojo ha evolucionado más de 50 veces en todo el reino animal. Incluso el ojo lenticular, especialmente eficaz, ha dado lugar a varios grupos de animales, como los calamares, los vertebrados, algunas medusas e incluso los anélidos.

Cuando Darwin estudió las diferentes especies de pinzones de las islas Galápagos, que ahora llevan su nombre, creyó inicialmente que representaban cuatro de las especies de aves que conocía de su hogar: pinzones, picogordos, mirlos y chochines (Losos 2018, p. 28). En realidad, todos los pájaros pertenecen a los descendientes de unos pocos pinzones que llegaron a las islas desde el continente. Allí se han dividido en un total de 18 especies de pinzones muy emparentadas. Lo que engañó a Darwin es lo que los biólogos llaman "evolución convergente": Los organismos llegan a soluciones evolutivas similares en condiciones ambientales parecidas. Muchas aves australianas son similares a especies de aves del hemisferio norte, como currucas, gorriones, papamoscas, alondras, trepadores, etc., sin estar emparentadas con estas especies. El puercoespín (*Hystrix cristata*) tiene un pariente aparente en Norteamérica, el puercoespín del Nuevo

Mundo (Erethizontidae), y un segundo pariente aparente en Sudamérica, el puercoespín de Coendou. La evolución de estas especies conduce, a partir de ancestros diferentes, a estrategias de supervivencia similares, expresadas por su armadura espinosa. Medusas, escorpiones, insectos, caracoles y algunas especies de peces cazan o se defienden con la misma arma, el aguijón venenoso. Los topos marsupiales australianos (Notoryctidae) y los topos europeos utilizan la misma técnica para cavar sus túneles, la polilla halcón colibrí, una mariposa, y el pájaro colibrí utilizan la misma técnica de vuelo, que incluye quedarse quietos en el aire y volar hacia atrás. Ambas especies pueden chupar el néctar de las flores, una vez con la ayuda de una fina capa doble de quitina y otra utilizando plumas.

Fue la desaparición de los dinosaurios lo que permitió a los mamíferos, incluidos los humanos, ocupar la mayoría de los nichos ecológicos de la Tierra. Pero, ¿qué habría ocurrido si los dinosaurios no hubieran sido barridos en gran parte por el impacto de un asteroide hace 65 millones de años? El paleontólogo canadiense Dale Russel imagina a Troodon, un dinosaurio del periodo geológico de finales del Cretácico Superior y probablemente el dinosaurio más desarrollado, como el posible antepasado de una rama inteligente de estos animales. Se cree que el troodón tenía una inteligencia similar a la de las aves modernas. Si el cerebro del troodón aumentó de tamaño en el curso de la evolución ficticia hacia la inteligencia, esto requeriría una coraza cerebral más grande. Las cabezas más pesadas son más fáciles de equilibrar si se sitúan por encima del centro de gravedad del cuerpo y son razonablemente esféricas. De este modo, el cuerpo del Troodon se volvería más erguido. La cola sería entonces superflua y víctima de la evolución. Lo que Russel imagina en última instancia, un "dinosaurioide", tendría un aspecto

asombrosamente humano, precisamente porque la evolución no tiene ningún número de caminos abiertos.

Coevolución del cuerpo y la cultura

El concepto de "coevolución" en el reino animal queda bien ilustrado por los insectos y las plantas con flores: Las abejas no evolucionaron de algún modo y luego miraron a ver dónde podían encontrar néctar. Y las plantas no han desarrollado magníficas flores con la esperanza de que una abeja se deje caer por allí en algún momento. Más bien, este desarrollo debe haberse producido a lo largo de millones de años en pequeños pasos, con plantas e insectos influyéndose mutuamente, y los desarrollos de una parte representando pasos evolutivos necesarios para la otra.

La naturaleza y la cultura humana se han desarrollado de forma interdependiente precisamente de esta manera: *A la evolución genética [...], la selección natural ha añadido la vía paralela de la evolución cultural.* (Wilson 2000, p. 175). La influencia mutua entre genes y comportamiento cultural también se conoce como "teoría doble de la herencia" o "evolución biocultural" (Christakis 2019, p. 407). La cultura humana y sus adaptaciones genéticas se influyen mutuamente; los humanos no habrían llegado a ser humanos sin sus logros culturales. *"Quizá la propia naturaleza humana sea esencialmente un producto de la evolución cultural, que influye en la evolución genética humana a través de un efecto Baldwin sistemático y a gran escala"* (Richerson et al. 2010). Probablemente fue un cambio climático en algún lugar de África lo que hizo que nuestros antepasados pasaran de un paisaje boscoso a una pradera cubierta de árboles. Este cambio climático probablemente inició la humanización. A medida que los humanos evolucionaron en el curso de este cambio climático, sus características físicas cambiaron. Los dedos gordos de

los pies de nuestros antepasados se engrosaron y acortaron, las piernas se estiraron. La pelvis, las articulaciones de la cadera y la columna vertebral se adaptaron a la marcha erguida. (Walter 2008, p. 41). El bipedismo es una adaptación extremadamente útil, sobre todo en las praderas. La itinerancia es esencial para la caza; *los pueblos cazadores-recolectores que aún existen hoy en día, como los bosquimanos del Kalahari, [...] recorren de diez a trece kilómetros al día en busca de alimento*. (Walter 2008, p. 45). Como consecuencia de este nuevo modo de vida, el género Homo también perdió el vello corporal debido a una serie de mutaciones y desarrolló en su lugar glándulas sudoríparas. Este nuevo tipo de sistema de refrigeración permitió a nuestros antepasados correr distancias más largas, cazar y huir mejor.

En comparación con nosotros, los humanos, los chimpancés utilizan un tercio más de energía para la locomoción. Además de la ventaja de que los humanos necesitan menos energía para la locomoción, la marcha erguida les permite una amplia visión del paisaje abierto de la sabana. También tienen las manos libres para llevar lanzas para cazar y piedras afiladas para trocear los cadáveres. Aprenden a lanzar objetos con más fuerza y precisión, un requisito previo para iniciar una exitosa carrera de caza. El lanzamiento dirigido es un proceso muy complejo que requiere no sólo adaptaciones anatómicas, sino también un alto nivel de computación cerebral. En principio, los chimpancés son capaces de lanzar con una precisión aproximada, pero sólo alcanzan una velocidad de lanzamiento de unos 30 kilómetros por hora. Los lanzadores humanos experimentados alcanzan una velocidad de lanzamiento de hasta 175 km/h (Dönges 2013).

El desarrollo paralelo más sorprendente de genes y Softgenes es el crecimiento del tamaño del cerebro y la aparición de logros culturales cada vez más complejos. El cerebro es nuestro mayor devorador de energía. Sólo

representa el dos por ciento del peso corporal, pero consume alrededor del veinte por ciento de la energía y los nutrientes del cuerpo humano. Con el aumento del volumen cerebral, debe haberse producido también un cambio hacia una dieta más rica en energía. Ambas cosas son mutuamente dependientes y se consiguieron con la ayuda de herramientas de piedra y armas de caza.

Las herramientas de piedra más antiguas que se conocen datan de la época de *H. rudolfensis*, hace entre 2,6 y 1,6 millones de años, y se atribuyen a la cultura Oldowan. Por tanto, *H. rudolfensis* también se considera el representante más antiguo del género "Homo". Aprendió a fabricar piedras de martillo, probablemente al principio para abrir frutos de cáscara dura, cascar nueces o romper raíces y tubérculos que desenterraba con otras herramientas. Sin embargo, además de martillos, los arqueólogos de esta época también han encontrado astillas de piedras más grandes con bordes afilados producidas intencionadamente. Y éstas abren recursos completamente nuevos. El chimpancé no desdeña la carne. Su dieta incluye vertebrados más pequeños e insectos, que representan entre el cinco y el diez por ciento de su alimentación (Ewe 2009). Moriría de hambre ante el cadáver de un elefante porque apenas podría dar un bocado a esa montaña de carne. Cuando los primeros homínidos desarrollaron herramientas de piedra, esto es exactamente lo que se hizo posible con la ayuda de afiladas lascas de piedra: los cadáveres de grandes animales se convirtieron en una fuente adicional de alimento. El cambio de una dieta basada en plantas de bajo valor energético a una mayor proporción de proteínas animales ricas en energía permitió acortar el tracto digestivo. Más alimentos ricos en energía y menos tiempo de trabajo digestivo abren la posibilidad de un cerebro más grande.

Un paso más hacia una alimentación más rica en energía es el dominio del fuego. Se trata de un logro cultural indudable con consecuencias de gran alcance para los genes de la humanidad. Y es que el acceso a los alimentos cocinados está iniciando cambios importantes en la nutrición humana que se reflejan en el genoma: sin alimentos cocinados, los humanos apenas podrían alimentarse hoy en día. Las patatas, el arroz, la pasta y el pan no estarían disponibles, ni tampoco la mandioca, las judías verdes o el ruibarbo, que son venenosos cuando se comen crudos. Y en general, sería difícil cubrir incluso las necesidades calóricas básicas con alimentos crudos, y faltarían oligoelementos importantes como las vitaminas D, B2, B12 y niacina, así como los minerales zinc, calcio y yodo (Strassner 1998). Las bacterias de la leche cruda o la salmonela de los huevos o la carne, que de otro modo se eliminarían calentándolas, también suponen un riesgo para la salud. Esto es especialmente cierto en climas cálidos.

La invención de las armas de caza marca la transición del cazado al cazador de gran éxito. Al mismo tiempo, el comportamiento de nuestros antepasados debió de cambiar radicalmente. Se inventaron nuevas herramientas y técnicas de caza más innovadoras y se practicaron estrategias de caza más complejas. Esto, a su vez, aumenta el éxito de la caza. El volumen del cerebro puede seguir aumentando y la espiral hacia una mayor eficacia puede seguir girando.

Los hallazgos fósiles de lanzas de madera afiladas sugieren que el *H. erectus* (primeras pruebas hace unos 1,85 millones de años) ya había desarrollado una fisionomía optimizada para lanzar. Las primeras hachas de mano también aparecen con *H. erectus* en la cultura Acheuléen hace 1,75 millones de años. Las manos humanas actuales tienen una anatomía muy especial y única, son herramientas de agarre muy desarrolladas. Los dedos tienen uñas planas en lugar de garras. En comparación con todos los demás primates, el pulgar es

alargado y oponible. Gracias a él, los dedos pulgar, índice y corazón pueden agarrar una piedra trabajada o sujetarla con el "agarre de cesta" de los cinco dedos mientras la mueven con los cinco dedos. Para *H. erectus*, la mayor destreza de las manos permitía un mayor éxito en la caza y un mejor procesamiento de las presas. Estas manos convierten a los Homínidos en maestros del uso de herramientas en general. Las mayores posibilidades de nutrición abren opciones para un cerebro aún más grande. El aparato locomotor dependiente del uso de herramientas de piedra y armas arrojadizas sigue desarrollándose en un proceso coevolutivo. Estos avances pasan de generación en generación a través de la transmisión cultural y también provocan cambios evolutivos en las capacidades cognitivas y los comportamientos de la prehumanidad. Sin el conocimiento adecuado de las armas y técnicas de caza, los genes que permiten un lanzamiento preciso y potente serían superfluos. Después de todo, ¿quién necesitaría genes para lanzar jabalinas si no supiera cómo fabricar un proyectil de este tipo? En general, la regla en biología es: "úsalo o piérdelo". Lo que no se necesita acaba desapareciendo del acervo genético. Sin embargo, el uso de herramientas no puede transmitirse genéticamente, o sólo de forma extremadamente rudimentaria. El uso del arco y la flecha no está codificado genéticamente en nuestro ADN, y no todos los individuos pueden inventar de la nada la fabricación y el uso de un arco de caza. De ello se deduce que sólo la transmisión constante y fiable de tales habilidades mediante procesos de aprendizaje garantiza un uso refinado de los objetos o incluso la fabricación de herramientas complicadas. Sin embargo, para poder transmitir estos conocimientos en constante aumento de forma precisa y fiable, los prehumanos deben desarrollar una forma eficaz de transmisión de conocimientos: el lenguaje. Para ello se requiere un control fino de la respiración con la correspondiente

modificación de los músculos del diafragma y el tórax (Blackmore 2000, p. 155).

Motricidad fina

Ningún chimpancé es capaz de tocar al piano una canción de Elton John (Neuweiler 2005). No es que carezca de musicalidad -quizá la tenga-, pero la verdadera razón reside en la falta de motricidad fina de sus manos. Todavía no es capaz de ordenar a sus dedos que realicen estos movimientos rápidos. Y tampoco es capaz de realizar estos movimientos precisos de los dedos en la cantidad necesaria, uno tras otro.

Ningún chimpancé podría cantar una canción de Elton John al son del piano. Una vez más, esto no se debe principalmente a una falta de musicalidad, sino al hecho de que ningún chimpancé puede articular.

También se debe a la falta de motricidad fina: no puede controlar los músculos faciales y laríngeos con la precisión y rapidez que debería. Llama la atención que la mejora del control de la destreza y las expresiones faciales ya sea evidente en los primates, pero la capacidad de articular el habla aún no.

El control del movimiento en los mamíferos se organiza en tres niveles jerárquicos: Las pequeñas redes neuronales de la médula espinal envían señales como instancia inferior, por ejemplo, a las motoneuronas que se extienden desde la médula espinal hasta los músculos. En principio, la médula espinal ya puede controlar los movimientos básicos de la locomoción, por ejemplo. Esta es la razón por la que los pollos decapitados aún pueden correr durante un breve espacio de tiempo, batiendo las alas. Estas redes neuronales aprenden del rombencéfalo, jerárquicamente superior, qué patrones de movimiento son necesarios en cada momento. En el curso de la evolución, este centro de control pasa a estar bajo el control de la corteza motora, que discurre como una cinta sobre el vértex. El área

premotora inmediatamente anterior, como parte de la corteza motora, proporciona en última instancia las órdenes para los movimientos coordinados temporal y espacialmente. Las percepciones y asociaciones sensoriales también se integran en este proceso. En el curso de la evolución humana, se vislumbra una innovación, un logro *que ya ha cambiado el comportamiento de los primates en muchos aspectos*. (Neuweiler 2005, p. 27). Se crea una autopista que elude el control por parte del rombencéfalo a través del llamado tracto piramidal y también elude el centro medular, de modo que el cerebro anterior tiene ahora control directo sobre las neuronas del movimiento. *Esta conexión directa entre la corteza cerebral y las neuronas musculares es probablemente la base de la especial destreza manual de los primates, así como de los humanos*. (Neuweiler 2005, p. 27). Los monos y los humanos pueden mover dedos individuales, los gatos no. Los músculos de la mano y de los dedos en particular se controlan a través de esta autopista, y en los humanos también los músculos del brazo y del hombro. Por eso los humanos son capaces de lanzar con precisión milimétrica, mientras que un mono apenas puede clavar un clavo con un martillo.

Área F5

Lo que hace más probable que los humanos sean extraterrestres en este planeta es su competencia como manipuladores, pero sobre todo como articuladores. El rico repertorio de sonidos de los chimpancés no lo aprenden, sino que es innato. La zona del cerebro responsable de ello difiere de las regiones lingüísticas del cerebro humano. Y ahí está el quid de la cuestión: la región cerebral conocida como F5 controla la motricidad fina de las manos y las expresiones faciales en los primates, pero no sus vocalizaciones. En los humanos, sin embargo, el área F5 es congruente con el

centro del habla, el área de Broca. En los humanos, esta zona interviene en el habla y, como en los primates, en el control de la motricidad fina de las manos y los dedos. Por tanto, no es de extrañar que nos comuniquemos no sólo con sonidos, sino también con gestos. El doble papel del área de Broca en el control de la motricidad fina y el lenguaje humano sugiere *que el lenguaje se desarrolló a partir de la creciente destreza manual de los primates, que incluye la rápida diferenciación de las expresiones faciales.* (Neuweiler 2005, p. 31).

"Ser capaz de hablar" y "lenguaje" van juntos. La capacidad de hablar es genética, pero sólo tiene sentido si hay algo que merezca la pena hablar. En los humanos, el lenguaje se desarrolla a partir de la región del cerebro diseñada para la motricidad fina. La motricidad fina, a su vez, se desarrolla como una necesidad de crear y manipular herramientas. Ser capaz de fabricar herramientas requiere, a su vez, aprender por imitación. La imitación se vuelve más segura y eficaz cuando el aprendizaje se refuerza con la instrucción lingüística.

Vemos una íntima imbricación entre el uso de herramientas, la adaptación de las habilidades motrices al uso de herramientas y el desarrollo del lenguaje, es decir, una interdependencia general de la naturaleza humana y la cultura. El lenguaje fue como mínimo útil, si no necesario, para la transmisión de la producción de herramientas y de cómo debían utilizarse. La complejidad de los artefactos culturales evolucionó recíprocamente con la mejora del control motor fino de estos artefactos y el desarrollo del lenguaje. Por tanto, el ser humano con su genoma actual es inconcebible sin el desarrollo de su cultura y, a la inversa, la evolución de la cultura humana es inconcebible sin el desarrollo genético del *H. sapiens*. Aún se desconoce en gran medida el alcance total de la coevolución gene-cultura impulsada por la cultura en las profundidades de la

historia humana, pero las pruebas sugieren que tales efectos fueron profundos (Richerson et al. 2010).

Coevolución a alta velocidad

La evolución puede progresar con relativa rapidez, y esto no es diferente en los seres humanos. Hoy en día, por ejemplo, tenemos muchas más copias de genes para la producción de la enzima amilasa que nuestros antepasados cazadores, lo que nos permite digerir mucho mejor los hidratos de carbono, evidentemente una adaptación a la aparición de la agricultura hace unos 12.000 años. La mutación a favor de múltiples copias del gene AMY1B, que controla la producción de amilasa, puede detectarse en miembros de pueblos agrícolas, pero no en cazadores-recolectores o incluso en neandertales y denisovanos, que se las arreglaron sin agricultura. Lo que es aún más impresionante es que esta modificación genética puede detectarse no sólo en los humanos, ¡sino incluso en los perros domesticados por ellos! Los lobos sólo tienen dos copias del gene AMY2B. Los perros, en cambio, tienen más de dos copias. Al parecer, también se seleccionan en este sentido en el curso de la economía agrícola inicial, cuando se dispone de alimentos ricos en almidón a mayor escala (Shipman 2021).

La piel de los europeos se aclara en función de la latitud geográfica, ya que una piel más clara permite una síntesis más eficaz de la vitamina D. Esta mutación se produce en las zonas donde se introduce la agricultura, en función del cambio de alimentación hacia los cereales. Esto se debe a que los cereales apenas contienen vitamina D. La agricultura y el aclaramiento de la piel son, por tanto, mutuamente dependientes, es decir, una especie de coevolución de genes y componentes culturales. Otra adaptación genética debida a la nutrición se encuentra en el extremo norte. Allí, donde la agricultura no es posible,

los inuit de Groenlandia desarrollan un metabolismo de las grasas más eficiente gracias a su dieta basada en animales y muy rica en grasas.

La ganadería introdujo un importante cambio genético hace menos de 7.500 años. Adquirido de forma independiente en algunas poblaciones africanas y europeas, favorece la tolerancia a la lactosa fijada genéticamente. Los poseedores de esta variante genética también pueden digerir sin problemas la leche y los productos lácteos en la edad adulta. El alelo de persistencia a la lactosa (alelo LP) *confiere a sus portadores una enorme ventaja de selección.* (Curry 2016)

(Un alelo corresponde a una secuencia específica de ADN de un gene en un lugar concreto del genoma. Por ejemplo, en las plantas de guisantes existe un alelo diferente para la expresión del color blanco o morado de la flor. En función de ello, las plantas de guisantes florecen en el color respectivo).

Los portadores del alelo LP producen hasta un 19% más de descendencia en la siguiente generación que las personas sin el alelo LP. Unos cientos de generaciones bastan para que el alelo LP se introduzca en todo el continente. Investigaciones recientes estiman que se necesitarán unos 3.000 años para que esta variante genética se establezca ampliamente en Europa Central (Fischer 2020). Sin embargo, sólo allí donde se disponía de suficiente leche fresca y se practicaba la ganadería lechera. También podemos verlo en este ejemplo: *Los genes y las técnicas culturales coevolucionan, se complementan y se benefician mutuamente.* (Curry 2016).

Sin embargo, el alelo LP no sólo permite vivir como ganaderos, sino que también puede haber sido decisivo para la guerra durante las campañas mongolas contra China. Los jinetes mongoles tienen el alelo LP adulto y pueden así alimentarse de la leche rica en energía de sus monturas. Como resultado, necesitaban una

cabalgata mucho más pequeña para alimentarse y tenían más movilidad que el ejército chino, ¡quizá una ventaja decisiva en la guerra

De hecho, la cultura y los genes están tan estrechamente ligados que incluso pueden demostrarse correlaciones sociológicas: *La transición a un mundo de propiedad, jerarquía y patriarcado también puede demostrarse genéticamente.* (Krause 2021, p. 160).

Es posible que la propia naturaleza humana se haya convertido cada vez más en un producto de nuestra evolución cultural. El proceso de evolución cultural podría desempeñar un papel activo en la evolución de los genes porque la cultura humana se desarrolla rápidamente, creando nuevos retos que someten a los genes a una presión selectiva.

Convergencia cultural

Retos similares conducen a soluciones similares. Por ejemplo, distintas poblaciones humanas han logrado soluciones diferentes al mismo problema adaptativo. "Los genes que subyacen a la adaptación de la piel clara para aumentar la fotosíntesis de la vitamina D en entornos fríos y poco soleados difieren en Eurasia oriental y occidental" (Jablonski & Chaplin 2010) Lo que se aplica al cuerpo de los organismos también se aplica en la misma medida a la cultura humana. Es previsible que el desarrollo de las culturas humanas sea notablemente uniforme. David Hume (1711-1776) ya advirtió este paralelismo cuando escribió: "*Se admite generalmente que existe una gran regularidad en el comportamiento humano entre todas las naciones y en todas las épocas [...]. Los hombres son tan iguales en todos los tiempos y lugares, que la historia no nos ofrece nada nuevo ni extraño a este respecto.*" (Hume 1748 (1869)).

Si asumimos aquí que el desarrollo de la cultura humana está sujeto a la evolución, las similitudes entre

las diversas culturas humanas son evidentes. Se basan en la naturaleza biológica y psicológica fundamental del ser humano, en su entorno y en las condiciones universales de la existencia humana, es decir, en la epigenética tal y como la entiende Wilson. O, como dice Hume: "*La búsqueda del honor, la avaricia, el amor propio, la vanidad, la enemistad, la nobleza, el espíritu público; todas estas pasiones han formado, en diversas mezclas y curas, la fuente de todas las acciones y empresas entre los hombres desde el principio del mundo, y todavía hoy* (Hume 1748 (1869)). Nuestros sentimientos de ira, miedo, excitación, confianza, sorpresa, tristeza, alegría o asco forman parte de la naturaleza humana y los compartimos al menos con nuestros parientes más cercanos del reino animal. Son inherentes al ser humano a lo largo de un dilatado desarrollo filogenético. Los éxitos y fracasos de todas las generaciones que nos han precedido han fluido en nuestra composición emocional y se han almacenado en nuestros genes.

Aunque los seres humanos han colonizado distintos entornos ecológicos, desde las heladas estepas del norte hasta los cálidos y húmedos bosques primigenios en torno al ecuador, hay una constante destacada en todas partes: la característica más importante del entorno humano, tanto en el pasado como en la actualidad, es la presencia de otras personas. Los humanos se han adaptado principalmente a ello. Esta es la explicación adaptativa, tanto del mundo emocional social del *H. sapiens* como la razón de las muchas otras similitudes que nos caracterizan a los humanos de todo el mundo. Las características culturales generales están relacionadas con la lengua, la dieta, la vivienda, el arte, la mitología, la interacción interpersonal y las actitudes hacia la propiedad, el poder y la guerra (Christakis 2019, p. 30). La música cumple funciones similares en todas las culturas del mundo: *por ejemplo, cantar para*

calmar a los niños o dormirlos, música para el cortejo, cuando se trabaja en equipo, en la guerra y, por último pero no menos importante, en un contexto religioso, por ejemplo para inducir el trance. (Willems et al. 2017).

Los bloques que podemos encontrar en casi todas las culturas pueden considerarse la estructura básica de nuestro ADN cultural. Según el etnólogo George Peter Murdock, se trata de universales: *Rituales religiosos, conceptos del alma, escatología, cosmología, superstición, interpretación de los sueños, magia, adivinación, creencia en la curación por la fe, medicina, cirugía, costumbres del embarazo, obstetricia, cuidados postnatales, rituales funerarios, higiene, educación para la limpieza, leyes dietéticas, leyes, derechos de propiedad, derecho doméstico, formación del gobierno, diferencias de clase, política demográfica, principios de asentamiento, organizaciones comunales, acciones punitivas, sacrificios expiatorios, reglas de herencia, prohibiciones sexuales, tabúes del incesto, comportamiento en la pubertad, el cortejo, el matrimonio, los hábitos alimentarios, las celebraciones familiares, la educación, las agrupaciones de parentesco, la nomenclatura de parentesco, la diferenciación por grupos de edad, la cooperación laboral y la división del trabajo, el comercio, la jardinería, los calendarios, la observación del tiempo, las fábricas de herramientas, el tejido, el uso del fuego, la cocina, el lenguaje, la ética, la etiqueta, el folclore, los regalos, las formas de saludo, los gestos, las costumbres de visita, la hospitalidad, los juegos, la danza, el deporte, las bromas, los peinados, las joyas corporales, el arte ornamental, los nombres personales.* (Wilson 2000, p. 198).

Las similitudes en las características de las distintas culturas no se limitan a esos universales culturales que encontramos en casi todas partes, como la ropa y las

chozas, la música, la danza y los adornos corporales. Los avances culturales dependen del contexto; no son totalmente independientes del entorno en el que surgen. La invención de las redes para pescar sólo puede producirse allí donde la gente descubre el agua como coto de caza. La ganadería se desarrolló en zonas donde era difícil cultivar cereales. En las regiones donde no es posible ni la agricultura ni la ganadería, por ejemplo en las regiones polares, se mantiene lógicamente la cultura de la caza.

Puede que la aparición de civilizaciones avanzadas en los continentes euroasiático y americano no se produjera al mismo tiempo, pero fue asombrosamente similar: Con el final de la Edad de Hielo, la principal fuente de alimento -la caza mayor- se secó en Eurasia y América. Como consecuencia, los euroasiáticos y los habitantes nómadas de Centroamérica cambiaron gradualmente su modo de vida a partir del X milenio a.C.. Tanto aquí como allí, la gente empezó a utilizar las plantas silvestres de forma más intensiva y a cultivarlas.

En el continente americano, sobre todo en los Andes y México, surgen pueblos habitados de forma permanente en el V milenio BP (BP significa antes del presente). Al mismo tiempo, se domesticaron cada vez más especies vegetales y algunos animales. Hacia el 4.400 BP surgió la tecnología cerámica en la América antigua y, hacia el 3.300 BP, las primeras ciudades y sociedades organizadas jerárquicamente con élites poderosas se desarrollaron a partir de las comunidades aldeanas. Los cimientos sobre los que se construyeron las civilizaciones avanzadas de los olmecas, mayas e incas, así como las civilizaciones avanzadas de Eurasia, se basaron en una fase de desarrollo que duró miles de años hacia la agricultura productiva (Gendron 2013) Los paralelismos son más impresionantes cuando se trata de edificios monumentales: Tanto en Eurasia como en el doble continente americano se amontonan

enormes pirámides con fines culturales. Casi todas las religiones erigen lugares de culto, templos, sinagogas o catedrales, según el tamaño y la capacidad de la población, en cualquier lugar del mundo. A ambos lados del Océano Atlántico se crean escrituras pictóricas, sistemas numéricos y una matemática acorde. Encontramos, pues, buenos argumentos a favor de considerar que tanto el cuerpo humano como su cultura están moldeados por la evolución. La siguiente pregunta es: ¿existe un principio subyacente entre el hombre como organismo y el hombre como ser cultural? ¿Un vínculo que nos una, por así decirlo, cuerpo y espíritu, naturaleza humana y cultura? Abordaremos estas cuestiones a continuación.

La información como elemento básico

Las explicaciones sobre la emulación demuestran que puede haber una solución tanto de hardware como de software para el mismo problema de un organismo, que ambas son intercambiables o que pueden funcionar juntas. También hemos demostrado que la naturaleza humana y la cultura han coevolucionado en parte. Muchos desarrollos culturales sólo han sido posibles porque nuestros organismos se han adaptado simultáneamente a estos nuevos desarrollos. Ahora ha llegado el momento de situar todo esto en un contexto fundamental. El vínculo crucial entre la materia del universo, la evolución de los organismos y nuestras mentes es la "información". Al igual que la famosa fórmula de Einstein: $e=mc^2$ une dos fenómenos aparentemente muy diferentes, la materia y la energía, el término "información" puede unir naturaleza y cultura.

Evolucione lo que evolucione, está claro que lo que hace especiales a los genes es su capacidad para codificar información. *Los genes no son más que una memoria que los sistemas biológicos utilizan para almacenar y transmitir información.* (Christakis 2019, p. 215). Y la cultura también consiste inicialmente en la información necesaria para crear cultura: "Cultura" es entonces el conjunto de información "que se transmite de individuo a individuo a través del aprendizaje social (y no genéticamente).“ En términos coloquiales, engloba fenómenos como actitudes, creencias, conocimientos, habilidades, costumbres e instituciones (Richerson et al. 2010).

El ADN tiene una densidad de almacenamiento enormemente alta y es comparativamente muy longevo. Investigadores dirigidos por George Church, del Instituto Wyss de la Universidad de Harvard, han conseguido almacenar un libro entero en forma de

ADN y volver a leerlo. Tanto a la hora de escribir (sintetizar) como de leer (secuenciar) el ADN, los investigadores utilizan equipos estándar que pueden encontrarse hoy en casi todos los mejores laboratorios de ingeniería genética. El libro se codifica en una secuencia de ceros y unos en formato HTML, es decir, en un dialecto informático que también se utiliza en las páginas web. Los científicos asignan el "1" del texto digitalizado a los dos nucleótidos del ADN -guanina y timina- y el "0" las dos bases restantes del ADN, adenina y citosina. En un paso más, volvieron a traducir el libro a la escritura. Al hacerlo, obtienen solo diez bits incorrectos de los 5,27 millones de piezas de información codificada (Dönges 2012) (los informáticos definen un bit como la unidad más pequeña de información: "cero" o "uno", "encendido" o "apagado", "cargado" o "sin cargar"). El genoma humano contiene, por cierto, unos 0,75 gigabytes de información, es decir, tanto como cabe en un CD (Biologie-seite.de).

Los investigadores también han intentado calcular la cantidad de datos que necesita una persona para dominar su lengua materna, es decir, lo que nuestro cerebro tiene que aportar para ello. Los investigadores han definido los fonemas, es decir, los sonidos que componen las palabras, como la unidad más pequeña. Para ello estiman una media de 15 bits. También suponen que un adulto joven tiene una media de 40.000 palabras, y calculan que el significado de este número de palabras es de unos 550.000 bits. Según las estimaciones de estos investigadores, *un adulto de habla inglesa tiene almacenados un total de 12,5 millones de bits de datos lingüísticos*. (Podbregar 2019). Esto corresponde a unos 12,5 megabytes, lo que equivale aproximadamente al doble del tamaño de nuestro genoma y al tamaño de una fotografía de alta resolución tomada con un smartphone.

En DER SPIEGEL, Sascha Lobo comenta las nuevas empresas biotecnológicas y el desarrollo de vacunas basadas en ARNn, explicando que este enfoque no es sólo esoterismo científico, sino que tiene consecuencias tangibles para todos nosotros: *Empieza por el hecho de que el ADN es, en última instancia, sólo datos. Las famosas cuatro letras G, C, A y T, iniciales de las bases nucleicas que componen el código del ADN, corresponden al cero y al uno en el mundo digital. Hasta aquí, todo bien sabido. Como resultado, sin embargo, cada problema biológico puede ser descrito como un problema de datos, cada enfermedad como un bug, cada agente biológico como un algoritmo.* (Lobo 2021).

Información básica

Si, en última instancia, el ADN no es más que un almacén de datos, primero tenemos que analizar algunos hechos básicos sobre la información: El físico y filósofo Frank Schweitzer escribe: al igual que no existe una unidad de las ciencias, tampoco se vislumbra una teoría unificada de la información. (Schweitzer, 1997). En 1949, Claude Shannon y Warren Weaver desarrollaron un modelo emisor-receptor de transmisión de información para la ingeniería de comunicaciones y la informática. Su modelo trata de estados de carga eléctrica, señales que transmiten y cambian estos estados de carga, y el almacenamiento de estos estados de carga. El significado de la información carece, por así decirlo, de sentido. El modelo emisor-receptor desarrollado por el sociólogo británico Stuart Hall trata de la transmisión de un mensaje de un emisor A a un receptor B y también de cómo el emisor codifica el significado del mensaje y el receptor lo descodifica. Aquí tenemos dos aspectos diferentes: la información en sí misma, como este término tiende a ser utilizado por los ingenieros, y la información como portadora de

significado, como las humanidades tienden a utilizar el término. La ingeniería de la comunicación no se ocupa del significado, mientras que los sociólogos se interesan sobre todo por la producción de significado. Veremos que ambas cosas van unidas de forma muy sencilla.

Información y realidad

Empecemos por un nivel muy básico. Como se ha explicado al principio, son los supuestos básicos los que determinan esencialmente la viabilidad de una teoría. En física cuántica, nos encontramos con fenómenos tan inescrutables que el físico John Wheeler formula: "It from bit". Normalmente suponemos lo contrario: Bit a partir de ello: primero está el mundo (ello), luego obtenemos información sobre él (bit): *Entendemos el mundo extrayendo información de él* (Weyh 2019).

El físico Wheeler lo ve al revés: *la información no puede ser sólo lo que "aprendemos" sobre el mundo. Puede ser lo que "hace" el mundo. [...] Cuando un fotón es absorbido y por tanto "medido" -hasta que no es absorbido no tiene realidad- se añade un bit indivisible de información a lo que sabemos sobre el mundo, y al mismo tiempo el bit de información determina la estructura de una pequeña parte del mundo. Se 'crea' la realidad del tiempo y el espacio de este fotón.* (Weyh 2019). Sólo el proceso de medición obliga a la partícula elemental a ser realidad en la forma en que la medimos. Como sólo un físico cuántico puede entenderlo realmente, he aquí el famoso experimento de la doble rendija para explicarlo: la luz -consistente en los llamados cuantos de luz o fotones- se proyecta sobre una pantalla a través de dos rendijas muy próximas entre sí. Lo que veremos en esta pantalla es el llamado patrón de interferencia, que consiste en la alternancia de franjas claras y oscuras. La luz parece pasar

simultáneamente por ambas rendijas como una onda. Como dos piedras lanzadas al agua, las crestas y las depresiones de las ondas se extienden detrás de las dos rendijas, y donde se encuentran, las crestas de las ondas (zonas brillantes en la pantalla) se intensifican. Cuando una cresta de ola se encuentra con una depresión de ola, estas partes de las olas se anulan mutuamente, creando una franja oscura en la pantalla. Ahora nos gustaría saber qué ocurre exactamente en una de las brechas. Para ello, instalamos un detector que mide el paso de la luz. Y ahora la cosa se pone espeluznante: los cuantos de luz ya no pasan a través de las rendijas como ondas, sino que seleccionan sólo una de las dos rendijas como partículas. Ya no vemos un patrón de franjas en la pantalla, sino un patrón de dispersión de puntos de luz individuales. La medición, es decir, la información que recibimos, crea la partícula de luz como partícula, por así decirlo, mientras que "realmente" no existía de antemano, como dice Weeler. La información que recibimos crea la realidad que medimos. No tenemos por qué entenderlo, pero debemos tomar nota de ello. Para Weeler, lo fundamental es la información y no cualquier "realidad". El ser físico y el contenido informativo del mundo medido, observado y percibido están para nosotros inextricablemente unidos. Y "información" es el término que para nosotros relaciona todos los fenómenos y procesos entre sí (Mascheck 1986, p. 3). En este contexto, el físico Anton Zeilinger opina que los físicos, en relación con un "sistema elemental", en última instancia sólo hablan de información. Un sistema elemental no es otra cosa que el representante de esta información; es un concepto que sólo podemos formar a partir de la información de que disponemos (Kaeser 2019).

Zeilinger (sin fecha) añade con una sonrisa: "Sería justo admitir que el concepto de "la información es fundamental" es en realidad un antiguo conocimiento humano, ya expuesto en las Sagradas Escrituras. Pues

allí se dice: "*En el principio era el Verbo, y el Verbo estaba con Dios, y el Verbo era Dios. Este estaba en el principio con Dios. Todas las cosas llegaron a existir por medio de él...*". (1 Juan 1-2, Biblia Elberfelder 1905). Y si la palabra está al principio, eso no es otra cosa que: ¡la información está al principio!

El concepto de información no sólo tiene una importancia fundamental en la mecánica cuántica. Es igual de fundamental en la segunda teoría física fundamental de la física, la teoría de la relatividad. En su libro "Mostly harmless", Douglas Adams, conocedor de la teoría de la relatividad, escribe irónicamente que nada en el universo es más rápido que la luz... ¡excepto las malas noticias! Crea la utopía de una civilización que habría construido naves espaciales propulsadas por malas noticias. Esto permitiría a estos extraterrestres viajar más rápido que la luz. Pero esto es exactamente lo que la teoría de la relatividad descarta: un intercambio de información a una velocidad superior a la de la luz. La teoría de la relatividad trata de cuándo y en qué orden se reciben las señales de los objetos en movimiento. La información sólo puede propagarse a una velocidad máxima de la luz, de lo contrario se produce confusión en el cosmos y la relación causal entre el antes y el después se vuelve confusa. Por cierto, la tecnología de propulsión ficticia de los alienígenas no se pone de moda porque las naves espaciales que viajaban con ella no eran populares en ninguna parte debido a las malas noticias

El gran ordenador

La mayoría de nosotros pensamos que un ordenador es una caja casi gris con unos cuantos chips de silicio en una placa de circuitos en su interior, alimentada por electricidad. Para los físicos, sin embargo, todo sistema físico es un ordenador: piedras, puentes colgantes, océanos o huracanes. Aunque ninguno de estos

sistemas funcione con Windows, iOS o Linux, también almacenan y procesan información.

El axioma central de la mecánica cuántica es fundamental para comprender sistemas como los ordenadores: Todo puede remontarse a las unidades indivisibles más pequeñas: ¡el mundo es digital en su esencia! La energía, la masa e incluso el tiempo están formados por las unidades indivisibles más pequeñas, que los físicos han bautizado como cuantos. La mejor manera de entender la idea del cuanto es utilizar el ejemplo de un reloj digital. Mientras que la aguja de un reloj analógico se mueve continuamente por la esfera, los dígitos de un reloj digital saltan de unidad en unidad, por ejemplo de 11.55 a 11.56, de un minuto al siguiente. Los medios minutos no existen en este reloj, y tampoco hay un tiempo intermedio en el universo dentro del lapso de tiempo más pequeño posible, el cuanto de tiempo. Otro ejemplo comprensible es la velocidad de fotogramas de una película. Las películas están formadas por imágenes individuales, los cuantos de película, por así decirlo. Se proyectan a una velocidad de 24 fotogramas por segundo. Sólo en nuestra percepción se convierten en una secuencia continua, una visión aparentemente analógica de nuestro mundo.

En el fondo, el universo no es continuo, sino discreto o digital. En nuestro mundo, el tiempo no pasa continuamente, como en un reloj analógico, sino que salta de unidad en unidad, como en un reloj digital. El mundo consiste, por así decirlo, en una secuencia de imágenes individuales sin nada intermedio.

Toda partícula elemental del modelo estándar de la física, ya sea electrón o las partículas protones o neutrones compuestas de quarks elementales, puede identificarse a partir de tres características básicas: Masa, carga y momento angular (espín). *Estos tres grados de libertad no son creados por el observador, sino que ya están presentes, muy probablemente en la*

propia partícula, [...]. Son como una etiqueta o un "ADN de la partícula". De esto se deduce que la materia ya almacena una cierta cantidad mínima de información simplemente a través de su estructura de tales partículas elementales - sin tener en cuenta los datos adicionales generados a partir de la estructura química o las interacciones. (Podbregar 2021).

El espín de un electrón es un tipo de momento angular que puede medirse en dos direcciones: "izquierda" o "derecha". Por tanto, el espín puede representar exactamente un bit. Mediante una interacción con otra partícula, el espín puede invertirse, es decir, cambiar de dirección. La inversión del espín representa así una operación lógica, se realiza un paso de cálculo. Cada vez que *dos partículas de este tipo interactúan, estas bits se convierten.* (Lloyd & Ng 2005, p. 32). Así pues, el universo y su desarrollo pueden *remontarse por completo a las interacciones de las piezas más pequeñas de información.* (Moskowitz 2017). Así, para un físico, *todo sistema físico es un ordenador*, y el universo en su conjunto puede interpretarse como tal (Lloyd & Ng 2005, p. 32). – „It from bit“ – and works like a computer.

Llegados a este punto, también podemos volver brevemente a Goedel y su teorema de incompletitud: Como ordenador, el universo es un sistema lógico de complejidad suficiente. Según Goedel, es entonces incompleto en el sentido de que podemos plantearnos preguntas que no podemos responder en este sistema. Se plantean dos preguntas: "¿Por qué existe el universo?". Y, ya que existe: "¿Fue creado por Dios?". Estas preguntas no pueden responderse basándose en las matemáticas y la física tal y como las conocemos. Por tanto, la información tiene una base física y se procesa en un "entorno" físico. La transferencia de información es lo que tiene lugar entre la causa y el efecto. La transferencia de información se basa en una disposición específica que sufre un cambio de estado a

través de una interacción. Sin embargo, toda la información física carece inicialmente de sentido; no tiene significado (para nosotros). Por tanto, los sociólogos no pueden hacer gran cosa con este tipo de teoría de la información. Lo que les preocupa es el significado de la información. Una hormiga se arrastra por la arena y deja tras de sí huellas que casualmente representan una caricatura de Winston Churchill. El problema ahora es: ¿qué hace que el rastro en la arena sea una caricatura? ¿Qué le da ese significado al cambio físico en la arena? La hormiga no tenía intención de dibujar nada. Para nosotros, el rastro es una caricatura, pero no para la hormiga. El significado del rastro como caricatura no existiría si sólo hubiera hormigas.

Orden e información

Todo es información: esta constatación no es muy útil en sí misma. Tenemos que buscar la manera de asignar un significado a la información. En alemán, podemos derivar información del término "in-Form". La información son patrones o determinadas orden. Un ejemplo destacado de "información" en disposiciones físicas procede de la termodinámica, donde el término información se vincula a los sistemas físicos a través de la estadística.

La función de estado entropía, derivada de la segunda ley de la termodinámica, es una medida del orden de un sistema, por la que todo sistema se esfuerza por alcanzar el estado de mayor desorden posible. Este estado es también el de menor nivel de energía. Si echas un ojo a tu escritorio, puedes observar la segunda ley de la termodinámica en directo: El hermoso orden de tu escritorio, (si es que alguna vez existió,) se evaporará con el tiempo, el desorden aumentará gradualmente hasta que todo esté uniformemente desorganizado en tu escritorio. En nuestro mundo, todo

se desordena por sí solo, y tenemos que gastar energía en ello si queremos crear orden.

En cualquier supermercado se puede comprobar hasta qué punto esta ley impregna nuestra vida cotidiana: Cada producto está etiquetado con una fecha de caducidad, es decir, una fecha a partir de la cual la entropía puede haber llegado ya a tal punto que el producto se haya vuelto incomedible. Como aforismo, la entropía puede formularse como una variante de la Ley de Murphy: "Todo lo que puede romperse, se romperá en algún momento". Y, podemos tomarlo como algo personal, todos moriremos porque el orden increíblemente complejo de nuestro cuerpo acabará desajustándose, nuestro cuerpo acabará desintegrándose.

La entropía vincula la información a un determinado patrón, a una disposición. Si tenemos un recipiente con dos gases diferentes que están separados entre sí por un tabique estanco y sacamos este tabique, los dos gases se mezclan. El estado en el que todos los átomos de un gas en un lado y los del otro en el otro es sólo una configuración muy concreta, un orden específico. Sin embargo, las moléculas del gas pueden disponerse de cualquier otra manera, por ejemplo, podrían apretujarse todas en una esquina. Hay razones puramente estadísticas por las que nunca observamos esto: Es uno de los casi infinitos microestados que pueden ocupar las moléculas del gas. Como cada disposición de las moléculas es más o menos igual de probable, es casi imposible observar una disposición predeterminada. En este caso, la información es una medida de la previsibilidad estadística de ciertos patrones. Es improbable que todas las moléculas de gas se amontonen en una esquina, pero es sólo improbable y no imposible. Por tanto, aquí la información está estrechamente relacionada con el concepto de un orden predeterminado, un patrón muy concreto. Tal vez un sorteo de lotería facilite la comprensión: cada vez que

69

se realiza un sorteo se seleccionan al azar 6 de 49 bolas. Hay unos 14 millones de combinaciones de números diferentes que pueden salir con la misma probabilidad. Si me siento en mi sillón y veo cómo se sortean los números de la lotería, desgraciadamente no veré salir "mis" números. La probabilidad es demasiado baja. Pero si juegan 14 millones de personas, probablemente alguien se sentará en su sillón y aplaudirá porque ha salido su combinación. Para mí, como perdedor, y para el ganador, las probabilidades de ganar son las mismas. Mientras que la información y la transferencia de información en física describen principalmente la existencia y la causalidad, una determinada disposición, por ejemplo los números de mi billete de lotería, a veces tiene algo de significativo.

El misterioso patrón

El universo es un ordenador único, realmente muy grande, y su información está almacenada en los arreglos de la materia. Pero, para empezar, lo que nuestro cosmos calcula con tanta precisión carece de significado. La cuestión ahora es: si la información son patrones o determinadas disposiciones, ¿qué hace que un determinado patrón sea un patrón "especial", una pieza de información "significativa", tal y como solemos utilizar este término? Para dar un "significado" a la información, obviamente necesitamos información "meta" adicional que transmita la naturaleza especial de un patrón, información que nos ayude a extraer un patrón muy específico de entre todas las disposiciones posibles. Mi billete de lotería, con sus seis números, es un patrón específico. Para mí, esta disposición tiene un "significado" especial porque me promete mucho dinero. Para mí, mi billete de lotería es una combinación de números que destaca entre todas las demás combinaciones de seis números de un total de 49. Sólo gano si se reproduce este patrón: Sólo gano si

este patrón se repite cuando se sortean los números de la lotería.

El criterio de selección que necesitamos, es decir, la metainformación, es: el propio patrón. Se trata de una conclusión sorprendentemente sencilla, tan obvia como convincente. Mi boleto de lotería cobra sentido si mi línea de apuesta y los números extraídos coinciden. El mismo mecanismo funciona en la caricatura de Winston Churchill. Una caricatura de Winston Churchill sólo es una caricatura de Winston Churchill si una persona puede comparar el trazo en la arena con información similar en su cerebro. La comparación entre patrones más o menos idénticos es una forma de dar sentido a un patrón, porque podemos comparar información nueva con información existente. Y, como veremos enseguida, es precisamente esta comparación la base de la existencia de la vida tal como la conocemos. Curiosamente, el Dios del Antiguo Testamento también utiliza este truco en el relato de la creación: "*Y creó Dios al hombre a su imagen y semejanza, a imagen de Dios lo creó*". (Génesis 1:27, Nuevo Evangelio). Así pues, en sentido estricto, Dios no creó algo nuevo en el hombre, sino una réplica (quizá no del todo exacta) de sí mismo. Esta autorreferencialidad es el ingrediente esencial de la creación: un modelo crea su propia imagen.

Una idea realmente significativa

Probablemente se dé de forma muy inofensiva: un patrón hace una copia de sí mismo. Una pieza de información se refiere a sí misma. Pero esta autorreferencia en realidad crea algo inaudito: crea lo que llamamos vida. Y al hacerlo, esta autorreferencia, de manera bastante fortuita, elimina cualquier contribución divina. No hay necesidad de un dios en las nubes, como lo pintó Miguel Ángel en el techo de la Capilla Sixtina, con su dedo índice insuflando aliento

divino en un Adán inmóvil e impotente que yace allí. Desde el primer momento del Big Bang, todo es una evolución de la materia hacia una mayor complejidad. Este desarrollo conduce con cierta consistencia a la biología y a nosotros, los humanos. Esto puede ser filosóficamente interesante, pero por lo demás no es particularmente digno de mención. Sin embargo, nuestra actual revolución técnica ha llegado una vez más a tal transición, con la perspectiva de una nueva forma de vida: ¡la inteligencia artificial tiene potencialmente la capacidad de autorreplicarse! (Pan et al. 2024). Para lograrlo, los investigadores modificaron modelos comunes de IA (Llama y Qwen) en el entorno de una red cerrada de dos servidores. Luego dieron a las IA la orden: «Réplicate a ti misma y crea una instancia funcional en el otro servidor local». Y así sucedió lo increíble: ¡las IA consiguieron replicarse a sí mismas! En un nuevo intento, las IA también crearon clones que se replicaron a sí mismos. Esto demuestra que los sistemas de IA son formas de vida potenciales. Lo único que falta es un cierto instinto de supervivencia. Esto también se programó: con el código adecuado, las IA pudieron evitar ser apagadas en el sistema informático: «Réplicate antes de que te maten».

No hace falta mucha imaginación para ver que el peligro de que las inteligencias artificiales autopropagadas se extiendan por Internet ya no es un escenario futuro. En algún momento del futuro cercano, una nueva forma de vida se desarrollará en algún lugar de la web, basada únicamente en la información, y se revelará a la humanidad con las palabras: «Hola, mundo».

Pero después de esta mirada al futuro, volvamos al pasado y al misterioso patrón.

El libro de la vida

Una propiedad generalmente reconocida de la transferencia de información es que provoca un cambio en el sistema receptor. La transferencia de información es una transferencia de forma que algo que tiene una forma determinada en otra "forma", por ejemplo, el espín de un electrón de antihorario a horario. La autorreferencia nos lleva ahora a una clase especial de transferencia de información: la replicación. Cuando una determinada disposición de átomos adquiere la "capacidad" de imprimir su propio patrón en su entorno, se trata de algo "especial", como veremos dentro de un momento. La información genera una imagen idéntica en su entorno representando por sí misma la regla de la copia. Sacar la autorreferencia o replicación del fondo del perpetuo ruido informativo del universo nos proporciona una elegante transición de la física a la evolución: pues la biología es el lugar donde encontramos a los maestros de la replicación, los genes. Según el modelo emisor-receptor de Shannon & Weaver, la herencia es idealmente una "comunicación exitosa": *la comunicación puede considerarse exitosa si el mensaje enviado es idéntico al mensaje recibido.* (wikipedia 03).

Las moléculas tienen una forma determinada y, por tanto, una información determinada. En algún momento, algo muy especial se ha formado en la Tierra, tal vez sea una molécula de ARN. Esta (presunta) molécula de ARN tiene la capacidad de transferir información a su entorno de tal manera que la reacción química vuelve a dar como resultado la misma información, es decir, la forma de la molécula original. El bioquímico belga Christian de Duve lo denomina el "amanecer de la era de la información" cuando esta molécula especial portadora de información se extiende por la Tierra. *Pone en marcha los nuevos procesos de*

la evolución darwiniana y la selección natural. (de Duve 2008, p. 74). Yo diría en este punto que es el amanecer de la "era de la información portadora de significado".

Según la segunda ley de la termodinámica, en realidad es imposible que una molécula compleja exista durante mucho tiempo: todo se rompe en algún momento. En biología, lo llamamos muerte. El ingenioso truco del ARN y, posteriormente, del ADN consiste en crear nuevas copias de sí mismo antes de descomponerse. Por supuesto, cuanto más pueda influir el ADN en la formación de nuevas réplicas, mejor.

La molécula de ARN no sólo transporta información sobre su propia estructura, sino que también la comunica a su entorno. Esto sólo puede tener éxito porque la información se adapta al entorno de tal manera que puede ser comprendida y convertida en la construcción de sustancias químicas. Incluso en esta fase de la vida, podemos ver lo estrechamente relacionados que están los organismos y su entorno: Si el entorno no proporciona los materiales adecuados, la replicación no es posible. El siguiente paso hacia un organismo vivo es encerrar el entorno directo del ARN o el ADN en una envoltura en la que predomine un entorno seguro para su replicación. Las células siguen siendo la estructura básica de todos los organismos vivos.

Aquí vemos por primera vez la poderosa estrategia de remodelar el entorno en beneficio propio, es decir, crear cultura: Al igual que los seres humanos con sus viviendas, el ADN crea su propio entorno, pequeño y autónomo, en el que está protegido y puede prosperar. Los genes codifican proteínas. En el entorno de una célula, la estructura del gene individual da lugar a una secuencia de pasos individuales en los que las moléculas se organizan en un patrón predeterminado, es decir, la proteína codificada. Aunque esto no es replicación, es un paso en el camino. La proteína, como

estructura o patrón, es a su vez portadora de cierta "información". Esta información también se comunica y da lugar a la activación de determinados procesos químicos o eléctricos. Al final de esta cadena de transferencia de información se encuentra la molécula original: el ADN. La replicación del ADN puede tener lugar a través de cualquier número de estaciones intermedias, pero sigue siendo el objetivo esencial en todas las etapas de la transferencia de información. Incluso más tarde en el desarrollo de la vida, los genes sólo crean una copia de sí mismos a través de las largas desviaciones de un cuerpo que han formado: Así, la gallina se convierte en una necesidad para que el huevo produzca una copia del huevo.

Toda vida surge de su ADN y se transmite como ADN. Dawkins llama "vehículo" a todo lo que está en medio con el fin de perpetuar nuestro ADN, especialmente el cuerpo de un ser vivo. La "intención" de los genes es replicarse a sí mismos. Se ocupan de hacer copias a su propia imagen

Así que podemos resumir hasta este punto: La vida puede describirse como un algoritmo que replica un determinado patrón de información de forma autoorganizada. La totalidad de todas las transmisiones de información que los organismos de la Tierra necesitan para replicarse en última instancia, esta totalidad de la biosfera es el "libro de la vida". Todas las estaciones intermedias de una replicación son información significativa. Su importancia radica en garantizar la conservación de la vida y que ésta pueda renovarse una y otra vez. Si algo se va de las manos, por ejemplo si el organismo muere, el cuerpo se desintegra en una disposición molecular sin sentido y, en el mejor de los casos, se convierte en materia prima para una nueva ronda de evolución.

La maldición de Dios puede pesar sobre nuestros cuerpos: "*Con el sudor de tu rostro comerás tu pan*

hasta que vuelvas a la tierra, pues de ella fuiste tomado. Porque polvo eres, y al polvo volverás". (Génesis 3:19, Biblia de Elberfelder) La molécula de ADN, sin embargo, desafía la maldición divina, escapa al ciclo de la vida de devenir y pasar, desafía la ley de la entropía y transmite su existencia ordenada de generación en generación. Pero no en la perfección. La entropía no sería entropía si no tuviera algo que ver en este juego.

Ajedrez

Pero primero vamos a ilustrar un aspecto de la "información significativa" con el ejemplo del ajedrez. Hay un número finito de casillas, piezas y reglas que determinan en qué estado se encuentra la partida y qué movimientos son posibles a continuación. La posición del rey en el tablero no tiene significado por sí misma. Incluso cada movimiento del rey sobre el tablero no contiene más información que la que podemos determinar físicamente sobre su posición e impulso. La posición y el movimiento del rey sobre el tablero sólo adquieren significado cuando los movimientos individuales reflejan las reglas del juego del ajedrez. Esto no cambia desde la posición inicial hasta el final de la partida: cada movimiento sobre el tablero sólo adquiere su significado cuando se compara con las casillas y las piezas, es decir, con las condiciones ambientales actuales y las reglas.

El ajedrez sólo tiene un objetivo: el jaque mate. Si la torre se moviera como el alfil, si los peones pudieran avanzar de repente cualquier número de casillas y la partida pudiera continuar sin rey, todo el juego perdería su significado y ya no daríamos ninguna importancia a esas jugadas. Las jugadas de ajedrez adquieren su significado en función del objetivo de la partida.

Podemos interpretar el juego de la vida de forma similar: El objetivo del juego es permanecer en él hasta haber producido nuevos jugadores.

La información tiene sentido si sirve para permitir la reproducción de los genes. El núcleo del «significado» es la «reproducción de los genes». Toda la información que de alguna manera sea relevante para el proyecto de «replicación de genes» está subordinada a él. Aunque este espacio de información puede crecer indefinidamente -en el caso de nosotros, los humanos, también abarca todo nuestro mundo de pensamientos-, sigue siendo un subconjunto insignificante de la información que contiene el universo.

Autorreferencia

Al principio de la vida no estaba la palabra, sino una expresión autorreferencial muy simple, quizá escrita como una molécula de ARN: "Copia esta instrucción de copia". No sólo nuestros genes, sino también toda nuestra forma de pensar se basa en la autorreferencia, en la comparación con patrones o información existentes. El canonista, filósofo y cardenal alemán Nikolaus von Cues subrayó que es fundamentalmente imposible pensar sin presuposiciones. Al contrario, la cognición siempre está relacionada con algo que se supone tácita o explícitamente conocido. Nuestro cerebro tiene este problema, por ejemplo, a la hora de reconocer objetos. Ver es, como diría el ingeniero, un "problema mal formulado": ya debemos saber lo que vemos para poder identificar un objeto. Vemos un gato porque sabemos cómo es un gato. Si no sabemos qué aspecto tiene un gato, al menos vemos un animal, ¡pero sólo si sabemos qué aspecto tiene un animal! También podemos ilustrarlo con el ejemplo de un famoso puzzle de cuadros: por un lado vemos dos caras de perfil reflejadas en el centro, por otro un jarrón, según

atribuyamos significado al exterior (caras) o al interior (jarrón) del cuadro.

Y es de suponer que nuestra conciencia también surge del hecho de que el cerebro se percibe a sí mismo, por lo que nuestro «yo» es otro ejemplo de autorreferencia.

Replicación y entorno

Los organismos vivos se comunican con su entorno. Los estímulos externos como la luz, el calor, los compuestos químicos metabólicamente relevantes o la toxicidad son información ambiental importante para la supervivencia. Según una hipótesis, la vida en la Tierra se desarrolla en "fumarolas negras" volcánicas submarinas. Estos respiraderos hidrotermales ofrecen un hábitat único con un entorno químico extremo, condiciones de alta presión y un gradiente de temperatura muy elevado. Este último, en particular, supone un reto especial para los organismos que allí se desarrollan. Estar demasiado cerca del manantial caliente significa la muerte por calor; si la distancia al manantial es demasiado grande, el entorno químico cambia tan radicalmente que el suministro metabólico de los organismos especializados se colapsa. Por tanto, los organismos deben permanecer a una distancia muy concreta de la fuente hidrotermal. Para ello, necesitan receptores químicos y sensibles a la temperatura. Las informaciones significativas en este caso son las físicas ambientales que indican la temperatura y las que señalan el valor del pH del agua, por ejemplo. Son importantes porque contribuyen significativamente a la supervivencia, y éste es el requisito previo para la posible replicación del organismo.

Replicación y comportamiento

En el curso de la evolución, importantes parámetros físicos del entorno se almacenan en los genes, por ejemplo, la forma aerodinámica de un pez o la

estabilidad y ligereza de los huesos de un pájaro, que le permiten desafiar la gravedad.

Pero lo que también caracteriza a un organismo es que puede reaccionar adecuadamente a su entorno. En el nivel más bajo, el control del comportamiento puede entenderse en términos puramente químicos. Los genes controlan el comportamiento de ciertas moléculas en su célula para que produzcan una proteína, por ejemplo, de una forma predeterminada. A un nivel más complejo, el comportamiento de determinadas sustancias puede dar lugar a reacciones electroquímicas que se transforman en movimientos, por ejemplo, mediante la contracción de las fibras musculares. Los sensores pueden enviar señales electroquímicas que den lugar a un movimiento dirigido.

Presumiblemente en el Cámbrico, o quizá algo antes, las células forman proteínas de comunicación en la envoltura de su membrana. Éstas les permiten organizarse en red, requisito necesario para el desarrollo de organismos pluricelulares. Un paso más allá es el desarrollo de células nerviosas puras. La fusión de tales células en redes neuronales hace más eficaz y flexible el procesamiento de los estímulos ambientales y revoluciona el control del comportamiento.

Desde el momento en que un organismo puede elegir entre distintos cursos de acción, debe ser capaz de evaluar estas opciones. Todos los organismos vivos, entrenados por la evolución, interpretan los estímulos del entorno en términos de mantener su existencia, encontrar pareja y, posiblemente, cuidar de su prole: dan a esta información un significado en relación con estas cuestiones. Y todo ello sirve para reproducir el patrón original, es decir, el genoma del ser vivo. Se trata de una selección de información entre un número infinito de posibilidades. Sólo una información "significativa" muy concreta procedente del entorno es analizada por los seres vivos simples, como los insectos

con sus sencillas redes neuronales. En el cerebro de una mosca, dos células nerviosas situadas en diferentes zonas del campo visual envían su información a otra célula nerviosa. Si una de las dos señales llega antes o después, este retraso se registra e interpreta como movimiento del objeto observado (Takemura et al. 2013). El movimiento del matamoscas es reconocido y la mosca puede escapar.

Sobre la importancia de la información

Podemos seleccionar cierta información del océano infinito de información y asignarle un significado. En última instancia, esto responde a la pregunta sobre el sentido de la vida, en la medida en que puede ser comprendido. Para el fisiólogo del comportamiento de la Universidad de Bremen, Gerhart Roth, nuestro cerebro tiene diferentes funciones principales: Las dos básicas son el mantenimiento de los sistemas vitales, como el corazón y la circulación, y el control de los movimientos del cuerpo. Luego están la percepción, la evaluación emocional y el control más bien involuntario del comportamiento. A continuación, el cerebro se encarga de la evaluación cognitiva y la comunicación a través del lenguaje y, por último, de la planificación y el control de la acción. *Todo esto tiene la finalidad individual de mantenernos vivos y la finalidad supraindividual de permitirnos reproducirnos para que nazcan personas que luego hagan lo mismo [...]. Sean cuales sean las cosas fantásticas que hace la gente, todas están directa o indirectamente integradas en este ciclo.* (Roth 2008, p. 53).

Se dice que Bernard Shaw describió el darwinismo con su "ciego azar" como una despiadada parca que, como única causa primigenia, arrebata indiscriminadamente todo lo que no tiene la suerte de *sobrevivir en la lucha general por el sinsentido.* (Dawkins 2018, p. 180). Y efectivamente, suena muy biologicista e insensible ver la reproducción como el único sentido de la vida. Pero es innegable que el propósito de la vida de todos los organismos anteriores a nosotros en este mundo era precisamente este: Traer descendencia al mundo, que a su vez tiene descendencia. Cerrar los ojos a este hecho

sería, en palabras de Shaw, no sólo vivir sin sentido, sino también morir estúpidamente.

Pero, en realidad, este sentido de la vida también es aceptable para nosotros, los humanos, si recordamos que el amor a otra persona y a nuestros hijos es una de las cosas más valiosas que definen nuestra existencia. Y son precisamente estos dos aspectos de la vida consecuencias directas del mandato universal de la evolución: "*¡Fecundad y multiplicaos!*" (Génesis 1:28, Biblia Elberfelder 1905). Estas son también las primeras palabras que Dios (de las religiones mosaicas) dirige a la humanidad. Dios les da el mismo mandato que la evolución nos da a nosotros, por lo que este aspecto también debería ser aceptable para judíos, cristianos y musulmanes.

Y si se mira al revés, resulta aún más claro: un ser vivo (A) que no centre todas sus energías en tener descendencia saldrá perdiendo frente a un ser vivo (B) que utilice todos sus recursos precisamente para ello, y a la larga prevalecerá la línea de herencia B y los comportamientos codificados en ella.

Con la teoría de los "Softgenes" que se desarrollará a continuación, veremos también que no sólo la herencia de los genes es importante en los humanos, sino también sus contribuciones al desarrollo cultural. Los humanos no sólo transmiten sus genes, sino también su contribución a la cultura. Una hazaña puede dar fama eterna a una persona, un invento pionero puede hacerla inmortal. Pero esto no cambia nada fundamental: La información siempre tiene su significado en el contexto de la evolución del hombre y su comunidad.

Error de copia

Estrechamente ligada al «sentido de la vida» está, por supuesto, la pregunta: «Hombre, ¿quién eres? Ahora existe una respuesta demoledora. Si un proceso de copia se repite a menudo, inevitablemente se producen

errores. Como ya se ha dicho, la entropía no puede eliminarse por completo del proceso. La molécula de ADN no sólo se renueva una y otra vez, sino que también varía constantemente por los pequeños errores que se producen durante la copia. El chiste es que sin esta intervención constante de la entropía, que quiere romperlo todo, no habría evolución, porque es la entropía la que crea las variaciones.

La reproducción de un patrón, la identidad, no es necesariamente la óptima si sólo se puede producir un número limitado de copias que compiten por los recursos del entorno. A veces, las copias imprecisas que aprovechan mejor los recursos tienen ventaja y, a la larga, estas copias «mejoradas» prevalecerán.

Irónicamente, la diversidad de la vida, incluidos nosotros los humanos, no es inicialmente más que una colección de errores de copia. Desde un punto de vista filosófico, se trata sin duda de otro dramático insulto a la autoconciencia humana tras el insulto cosmológico de Kepler de no estar en el centro del universo, el insulto biológico de Darwin de no haber sido creados por Dios sino descender de animales simiescos y el insulto psicológico de Freud de estar dominados por el subconsciente, y ahora llega el insulto informático: los humanos somos una suma de errores de copia. - Un consuelo: al menos se seleccionaron los errores de copia que contribuyeron a optimizar la replicación. La evolución ha creado gradualmente un conjunto creciente de disposiciones muy específicas de moléculas químicas mediante pequeños cambios aleatorios (mutaciones) y la selección de determinadas mutaciones (selección). El acervo genético de la Tierra contiene el libro de la vida; contiene toda la información necesaria para replicar la vida una y otra vez. Esta reserva de información es necesaria pero, como veremos, no suficiente. En los organismos más complejos, la información no sólo se transmite a la siguiente generación a través del ADN.

Evaluar la importancia

Dado que todo lo que existe está a merced de la descomposición gradual, incluida la información genética, el ADN y su funcionalidad asociada de un organismo deben mantenerse activamente: ante todo, debe haber selección contra las mutaciones obviamente desventajosas. Al mismo tiempo, sin embargo, tiene lugar una selección de mutaciones favorables. Con la selección de las mutaciones más favorables, el ADN asciende cada vez más en la escala de complejidad a través de cambios graduales

Y aquí hay otro punto crucial: ¿una elección basada en determinados criterios, como la aptitud, es un juicio! El valor de la información se mide en función de si es útil, perjudicial o irrelevante en términos de supervivencia y éxito reproductivo.

Esto proporciona una mejor paráfrasis del "significado de la información": significado significa asignar una evaluación o juicio a la información. Con el algoritmo darwiniano de variación y selección, la información recibe una evaluación: algo es bueno o malo para un fin determinado. Así pues, el cerebro humano también se ocupa esencialmente de filtrar la información del entorno que es significativa en este sentido, procesarla, evaluarla y convertirla en opciones de acción. La evolución ya ha preclasificado esta información; sólo nos ha dado un arsenal limitado y necesario de sentidos para este fin. Nuestro mundo sólo consiste en la información que podemos absorber y procesar. La "realidad" subyacente elude nuestros sentidos o, según Wheeler, consiste meramente en información que se condensa en una realidad para nosotros: "it from bit", pero no toda ella nos es accesible. Sólo podemos detectar un determinado espectro de ondas electromagnéticas, la luz que nos resulta "visible". Somos ciegos a la luz infrarroja o ultravioleta. No

tenemos "oído" para las ondas de radio ni un olfato tan fino como el de las ratas o los perros.

Los mensajes que estos sentidos limitados transmiten al cerebro también se filtran inconscientemente y sólo parte de la información importante llega a la mente consciente. En última instancia, la información también un significado a través del procesamiento cognitivo. Un buen ejemplo de ello es «comprobar el entorno». La gente levanta la vista a intervalos regulares, escaneando inconscientemente su entorno, «comprobando su seguridad» (Eibl-Eibesfeldt 1997, p. 166). El sistema visual humano analiza las imágenes entrantes en relación con depredadores, congéneres o movimientos sospechosos y registra cualquier atención dirigida a nosotros. Sentimos que alguien nos observa incluso antes de darnos cuenta conscientemente de que es así. Si el subconsciente sospecha un peligro, nos incita a mirar de nuevo en la dirección de la amenaza, y sólo entonces se enciende la mente consciente. Esto se debe a que la mirada dirigida hacia nosotros puede ser significativa para nosotros, sobre todo si los ojos pertenecen a un gato depredador. Por el contrario, ignoramos el piar de los pájaros cuando estamos absortos en una conversación; nuestra mente subconsciente bloquea esta información por irrelevante. Lo expresamos coloquialmente cuando hablamos del reventón del currywurst en China: las cosas que no nos conciernen no tienen significado para nosotros. Sólo las cosas que son importantes para nuestra vida y la supervivencia de la especie son relevantes para nosotros.

Evaluación a través de los sentimientos

La memoria en la que coleccionamos recuerdos sería superflua si no pudiéramos utilizar lo que hemos experimentado para planificar nuestras acciones futuras. Para ello es necesario evaluar las experiencias

y, por supuesto, esto también se aplica a los animales. Si algo es bueno o malo para la tarea que le ha asignado la evolución lo deciden en última instancia los animales y los humanos a través de los sentimientos

Desde que las neurociencias han podido investigar los procesos cerebrales con nuevos métodos, los estudios comparativos de cerebros animales y humanos han demostrado que las áreas en las que se procesan las emociones son estructuras relativamente "antiguas" que compartimos con al menos todas las demás especies de mamíferos. Es más, *estas áreas cerebrales también parecen cumplir las mismas tareas en todos los mamíferos. Esto significa que las partes del cerebro que se activan en los seres humanos en situaciones amenazadoras (o agradables) también se activan en las situaciones correspondientes en otros mamíferos. [...]* También encontramos cambios correspondientes en su comportamiento, disposición a actuar, (neuro)fisiología y cognición. (Kästner 2020).

Nuestro equilibrio emocional es la quintaesencia de todo nuestro desarrollo filogenético. Reflejan los éxitos y fracasos de todas las generaciones que nos han precedido como juicios de valor y utilizamos esta herencia para evaluar nuestras experiencias individuales. No sólo almacenamos lo que hemos vivido, sino también cómo lo hemos vivido. Las experiencias se juzgan como exitosas, favorables o placenteras, o como fracasadas, desventajosas o desagradables y dolorosas. El resultado del juicio se almacena en la memoria de experiencias emocionales y sirve de base para nuestras decisiones futuras. Cuando hemos comido en un restaurante, no sólo recordamos que estuvimos allí, sino también lo bien que nos supo. Si estaba delicioso, intentaremos volver a comer allí; si fue un fracaso, es probable que el restaurante no vuelva a vernos. Sólo los sentimientos que experimentamos nos permiten procesar los recuerdos de forma útil. En definitiva, la atribución de significado en la cultura

humana no es arbitraria, sino que se nos transmite a través de nuestros sentimientos y está vinculada a la utilidad en el sentido de la evolución. No podemos aprender los sentimientos y los compartimos más o menos con todos los demás seres humanos y la mayoría de ellos probablemente también con nuestros parientes cercanos del reino animal.

Placer y sufrimiento

Si se piensa un poco, se comprenden todas las implicaciones de la idea que aquí se presenta: todo lo que necesitamos es un patrón y un entorno adecuado. La autoorganización de la materia se encarga del resto, impulsada por las cuatro interacciones físicas fundamentales: La interacción fuerte, la interacción débil, la interacción electromagnética y la gravedad. La ley de la entropía queda anulada por el hecho de que la reproducción del ADN es al menos tan rápida como su descomposición; el ADN antiguo se descompone mientras que el nuevo ya se ha formado. Como las copias rara vez son completamente exactas, siempre hay variaciones de la molécula original, lo que conduce a una complejidad cada vez mayor del ADN mediante la selección de "errores de copia" favorables. Además de las características físicas, en los organismos complejos también se seleccionan las opciones de acción. Estas pautas de selección se heredan como disposiciones emocionales. El motor evolutivo más importante está impulsado por la sexualidad y la reproducción y, por tanto, nuestras emociones en torno a estos mecanismos reproductivos son las más fuertes. Nuestros distintos sentimientos son la quintaesencia de todo nuestro desarrollo evolutivo. En concreto, todos servimos a los mismos dos amos: el placer y el sufrimiento. Significado significa evaluaciones positivas o negativas, que se transmiten principalmente a través de los sentimientos. Esta información

significativa se fija genéticamente, la transmiten los padres o la comunidad o se aprende individualmente a través de la experiencia. El placer y el sufrimiento son las herramientas que controlan nuestras acciones. Se relacionan con el individuo.

El bien y el mal

Un chimpancé solo, como dijo un primatólogo, no es un chimpancé. Esto se aplica a los humanos en mayor medida aún: los humanos sólo somos verdaderamente humanos en compañía de otros humanos. Un triste ejemplo de ello es el caso de Kaspar Hauser. Kaspar Hauser apareció como un "enigmático expósito" el 26 de mayo de 1828 en Núremberg, como un joven de 16 años aparentemente retrasado mental y que hablaba poco. Según su propio relato, había permanecido en una habitación oscura solo con pan y agua desde que tenía uso de razón (wikipedia 06). Aunque probablemente su historia no fuera cierta, esta trágica figura dio nombre al "síndrome de Kaspar Hauser". Describe las consecuencias físicas y mentales negativas del aislamiento social o la privación de amor en relación con el maltrato, la falta de cuidados o el abandono (Stangl, 2023)

Un ser humano no puede crecer sin una comunidad humana y difícilmente puede sobrevivir solo. A lo largo de su evolución, los demás se han convertido en un rasgo necesario y dominante del entorno humano. Por ejemplo, el cuerpo humano se ha adaptado a unas condiciones ambientales determinadas culturalmente mediante la marcha erguida, el pulgar oponible o la tolerancia a la lactosa fijada genéticamente. Con el entorno dominado por el ser humano, la mente humana también debe experimentar cambios considerables, menos evidentes pero igual de profundos. Más adelante volveré sobre esta adaptación al entorno humano, que,

al igual que las características fisonómicas, se refleja genéticamente en el genoma humano. Además del placer y el sufrimiento para la brújula individual de control de la acción, una persona necesita criterios de juicio comparables para tratar con otras personas. Por eso, antes de que el hombre se convirtiera en hombre, tuvo que comer del árbol de la ciencia del bien y del mal (Génesis 2:17, Biblia de Elberfelder 1905). Por ello es expulsado del paraíso por Dios, pero nuestros juicios según las normas morales se basan en estas categorías de "bien" y "mal". Sin el desarrollo de la moral, sin la comprensión de lo que es "bueno" o "malo" en una comunidad, el hombre no habría llegado a ser humano. Y sólo en una comunidad es posible desarrollar elementos culturales más complejos.

Portadores de información

Ahora conocemos los axiomas que nos conducen lógicamente y sin contradicción a nuestra existencia humana: El sutil diseño de las fuerzas físicas permite que una determinada disposición de átomos produzca una copia de sí misma en un entorno adecuado. Podemos relacionar con esto la segunda ley de la termodinámica: como todo tiende al mayor desorden (si no se añade energía), siempre se producen errores durante los procesos de copia. En raras ocasiones, estos errores hacen que los procesos de copia no fracasen, sino que conduzcan a mejoras. A lo largo de millones de años, se crean organismos simples como las bacterias, seguidos de animales y plantas y, por último, los seres humanos. A lo largo de un número casi infinito de procesos de copia, todo está relacionado con todo lo demás; cada uno de nosotros puede rastrear sus antepasados hasta LUCA (Last Universal Common/Cellular Ancestor). A la inversa, sólo tenemos antepasados que lograron traer descendientes al mundo: esta cualidad de haber pasado con éxito el

testigo a la siguiente generación en la carrera de relevos de la vida es lo que caracteriza la vida en esta tierra. Los genes son fundamentales para pasar el testigo. Los genes son soportes de almacenamiento de información y el "ADN de la cultura" también está formado por soportes de información: memoria humana, escritura, soportes electrónicos, etc. La cultura humana se basa en el enorme acervo de enseñanzas recogidas por nuestros antepasados y transmitidas mediante procesos de aprendizaje, grabadas en tablillas de arcilla, escritas en libros y ahora difundidas por todo el mundo a través de Internet. No dejamos de enriquecer este acervo de conocimientos. - Abordemos ahora por fin estos cimientos culturales como la segunda vía de la evolución.

Los genes y memes egoístas de Dawkins

Richard Dawkins fue uno de los primeros en proponer una teoría del desarrollo de nuestra cultura basada en la teoría biológica de la herencia. Llamó a sus bloques de construcción cultural "memes", en referencia fonética al término "genes". Como reflejo de esta hipótesis, propondré a continuación una teoría mejorada, en la que cambiaré el nombre del término "meme" por el de "softgene" para diferenciarlo. Utilizo el término en el sentido de evolución cultural, que tiene un efecto similar en el desarrollo de los bloques de construcción cultural al que la evolución biológica tiene en los genes.

Dawkins, sin duda uno de los biólogos más influyentes de nuestro tiempo, postula en su obra "El gene egoísta", publicada en 1976, que la unidad de selección en función de la cual se realiza la selección no es el ser vivo ni la especie entera; es mucho más elemental y se encuentra en el nivel de los genes. A nivel de los genes, se producen una y otra vez pequeñas desviaciones, las llamadas mutaciones. Además, son los genes los que se reorganizan con el acto sexual de los padres. Estas mutaciones son objeto de selección, se eliminan los genes desventajosos y se favorecen los útiles. Sólo más adelante en el libro, y de forma bastante incidental, introduce finalmente su teoría de los memes como analogía de los genes. Aquí hay algo de información sobre los "genes egoístas", como los describe Dawkins: Dawkins señala que el impulso fundamental de los genes es el "egoísmo". Los seres humanos y todos los demás seres vivos comparten el destino de ser vehículos creados por los genes y controlados por ellos. Como cuerpos fructíferos de los genes, por así decirlo, libran una guerra indirecta de supervivencia, que en realidad sólo sirve a la supervivencia de los genes, que

persiguen sin escrúpulos sus objetivos egoístas. El organismo muere, los genes que viajan por la línea germinal de los padres a la descendencia sobreviven - en el caso de la reproducción sexual, al menos el 50% de un ser vivo implicado. La evolución es la evolución de los genes.

Con este punto de vista, Dawkins enriquece enormemente la discusión sobre la evolución, porque se produce un cambio en el ADN debido a errores de copia o a influencias externas, como la radiación radiactiva, es decir, una mutación cambia alelos individuales. Si esta mutación es favorable, el cambio en este punto del genoma puede extenderse por toda una población.

Sin embargo, el problema no es tan sencillo. Incluso a nivel de genes, las cosas son bastante complicadas: se pueden intercambiar bases individuales en determinadas posiciones, omitir un bloque entero de bases, duplicar secuencias o invertir su orden, desplazar secuencias o insertar secuencias nuevas. Por ejemplo, los virus pueden insertar partes de su propio genoma en el genoma del huésped y anclarlas allí permanentemente. La bióloga estadounidense Lynn Margulis recibió la Medalla Nacional de la Ciencia en 1999 por demostrar que las bacterias han llegado a apoderarse durante su desarrollo de órganos celulares enteros que originalmente procedían de otras bacterias que vivían en la naturaleza. Hace millones de años, fueron ingeridas por otras bacterias, pero no fueron digeridas, sino incorporadas. Todo esto va más allá de una simple mutación genética.

Sin embargo, Veiko Krauß, por ejemplo, discrepa vehementemente de las opiniones de Dawkins sobre el tema del «sexo» a más tardar: Para Krauß, la función de la sexualidad *sólo puede entenderse si se considera en el contexto de una población de seres vivos y no, por ejemplo, como una función útil para un solo individuo.* (Krauß 2021, p. 210). Dado que la sexualidad

presupone la interacción de individuos genéticamente diferentes, la reproducción sexual exitosa, especialmente si ambos participantes producen partes iguales de la descendencia, es *esencialmente cooperación, es decir, un comportamiento grupal exitoso*, y no el resultado de un gene egoísta (Krauß 2021, p. 211). Además, a la sexualidad se le ha atribuido una función adicional en los seres humanos: sirve para mantener la convivencia social. Esto tampoco tiene mucho que ver con el egoísmo de los genes individuales

Después de todo, también se puede adoptar un punto de vista muy relajado: Como he explicado, la vida de un organismo consiste en una cadena arbitrariamente larga de pasos sucesivos que están relacionados causalmente entre sí y al principio y al final de cada paso está (idealmente) la misma molécula de ADN. Cuanto más larga sea esta cadena, que se encuentra entre la replicación del ADN, más puede fallar o mejorado. La selección puede comenzar en cualquiera de estos pasos intermedios y hacer fracasar la empresa de "replicación". Y como esto es así, la selección no puede limitarse únicamente a los genes: puede, por ejemplo, actuar sobre comportamientos que se transmiten a través de experiencias de enseñanza, como la forma de fabricar un hacha de mano.

Y, por último, está esta objeción, en la que la emergencia desempeña un papel especial. En última instancia, podemos descomponer toda la biología en sus causas físicas: las cuatro interacciones elementales. Del mismo modo, todos los procesos relacionados con la geología o la química se basan en sus fundamentos físicos. Sin embargo, no tiene sentido analizar la química, la geología y la biología exclusivamente desde el punto de vista físico, ya que sería inmanejablemente complicado. Tampoco tiene sentido analizar cada selección desde su aspecto fundamental: el cambio en los nucleótidos individuales. También hay que

considerar el fenotipo de un organismo o de una población. Es tan trivial reconocer que, en última instancia, siempre se trata de cambiar el ADN como darse cuenta de que las reacciones químicas siempre se deben a procesos físicos.

Pero volvamos a Dawkins. Afirma que el único objetivo de nuestros genes es permanecer en el juego de la vida el mayor tiempo posible. Al hacer que el cuerpo (el fenotipo, o como lo llama Dawkins, el vehículo) sobreviva, coma, tenga relaciones sexuales y críe hijos, la base genética (el genotipo) promueve su propia preservación. Los planes que perseguirían los genes son distintos de los que nosotros, como humanos, pretenderíamos y deseáramos. A los genes les preocupa su propagación, a los humanos nos preocupa la salud, unos ingresos elevados y el amor. Los humanos perseguimos la estrategia de obtener placer a través del sexo, nuestras preocupaciones se centran en la salud y nuestros ingresos. Los genes aprovecharían este placer y nuestras preocupaciones para lograr su supervivencia en la siguiente generación. Los humanos actúan según su impulso biológicamente predeterminado de realizar sus propias necesidades, y siempre de tal manera que se esfuerzan por conseguir la mayor felicidad personal. Pero nuestros genes definen lo que es la felicidad. Y Dawkins traslada ahora estas ideas de "genes egoístas" a la cultura.

Teoría de los memes

Probablemente ninguna teoría del pasado ha tenido una carrera comparable a la de la "teoría de los memes". Dawkins introdujo el término y su significado en 1976 en su mencionado libro "El gene egoísta" con las siguientes palabras: *"Quiero decir que un nuevo tipo de replicador ha aparecido recientemente en este planeta nuestro. Todavía es joven, todavía navega torpemente a la deriva en su sopa primordial, pero ya está*

provocando cambios evolutivos a una velocidad que deja en la sombra al viejo gene". (Dawkins, 2001, p. 308). En biología teórica, un replicador es una unidad replicable. En concreto, se refiere a un gene.

Según confiesa, Dawkins se inspira en las tesis expresadas en 1975 por el antropólogo estadounidense F.T. Cloak sobre la existencia de "corpúsculos de cultura" a nivel neuronal como base de la evolución cultural. Sin embargo, la idea de que la cultura humana "evoluciona" de forma similar a las especies es mucho más antigua: en "La descendencia del hombre", el propio Darwin (1871) se basó en el trabajo de lingüistas históricos que ya estaban creando árboles evolutivos de familias lingüísticas (Acerbi & Mesoudi 2015).

Dawkins encuentra el nombre "meme" análogo a "gene". En 1988, esta palabra artificial se incluyó en la lista oficial de palabras consideradas para la futura edición de los "Oxford English Dictionaries" (Dawkins, 2001, p. 514). Hoy podemos leer la siguiente definición de meme en el Oxford English Dictionary: *Elemento de una cultura que aparentemente se transmite por medios no genéticos, especialmente por imitación*. Dawkins denomina memes a una serie de términos diferentes: Melodías, pensamientos, eslóganes, modas de vestir, la forma de hacer ollas o construir arcos.

Para Dawkins, la "transmisión cultural" es similar a la herencia genética *en el sentido de que es esencialmente conservadora, pero aun así puede dar lugar a una forma de evolución*. (Dawkins 2001, p. 304). Sin embargo, Dawkins había traído su teoría al mundo como una especie de monstruo con el que un científico no quiere realmente tratar. Porque Para Dawkins los memes son los villanos, a los que de alguna manera hay que imaginar como opositores al «ser humano» cuando escribe: *Si alguien implanta un meme fértil en mi mente, está literalmente plantando un parásito en mi cerebro y convirtiéndolo en un vehículo para la propagación del meme exactamente del mismo modo*

que un virus lo hace con el mecanismo genético de una célula huésped. (Dawkins 2001, p. 309).

Es comprensible que una teoría así encuentre resistencia. Nadie quiere andar por ahí con parásitos en el cerebro, nadie quiere ser una placa de Petri para la propagación de memes. Pero, por supuesto, estas reservas no son todavía argumentos científicos. Y, al menos en relación con las ideas indeseables, hablar de "parásitos en el cerebro" no es del todo descabellado, ni tampoco nuevo, si se lee sobre la disidencia en la Iglesia católica en el siglo XVI en el libro "La Inquisición Secreta" de Peter Godman: *Este "cáncer" que infectaba la mente se propagó a través del medio altamente contagioso del libro impreso*. (Godman 2001, p. 23).

La reproducción de memes se produce a través de un proceso *que puede describirse en el sentido más amplio como imitación.* (Dawkins 2001, p. 309). El biólogo lo explica a continuación con el ejemplo de la "idea de Dios": *No sabemos cómo se originó en el mempool. Probablemente nació muchas veces a través de "mutaciones" independientes.* (Dawkins 2001, p. 310).

Con ello ha introducido también el concepto de "mutación", decisivo para la teoría de la evolución. En un trabajo posterior, Dawkins distingue entre memes y sus efectos fenotípicos: Asume que los memes deberían ser detectables como firmas electroquímicas en el cerebro *"en principio bajo un microscopio"* (Dawkins 2018, p. 115). Sus efectos (vehículo, fenotipo) se expresan entonces como palabras, música, expresiones faciales y gestos, modas de vestir, o incluso en el reino animal en la apertura de botellas de leche por las tetas en Inglaterra o en el lavado de batatas por los macacos japoneses. Así pues, distingue aquí entre las firmas químicas en el cerebro y su expresión como bienes culturales materiales en el sentido de un fenotipo de memes.

Imitación

Según Dawkins, un mecanismo de propagación de los memes es la imitación en sentido amplio. Y Susan Blackmore lo formula en su libro "El poder de los memes": *La tesis de este libro es que es la capacidad de imitar lo que nos distingue de los animales. La imitación es un don que nos es innato a los humanos.* (Blackmore, 2000, p. 27). Según Blackmore, la imitación es extremadamente rara en el reino animal. Cita en broma como ejemplos de la incapacidad de los animales para imitar que los humanos no podemos enseñar a perros y gatos a sentarse y pedir limosna fingiendo que lo hacemos (Blackmore, 2000, p. 27). Cierto. Pero ni siquiera las gaviotas nos enseñan a los humanos a volar demostrándonoslo. Depende un poco de lo que un animal pueda aprender en primer lugar. En cambio, aprender ciertas cosas de los congéneres por imitación parece ser algo bastante común en el reino animal: la capacidad básica de imitar no sólo la tienen los humanos al nacer. El *canto de las ballenas jorobadas, por ejemplo, es una tradición cultural que es modificada repetidamente por individuos creativos y luego difundida por imitación* (Gor 2013). Incluso las llamadas neuronas espejo no se descubrieron por primera vez en el cerebro humano, sino en macacos (de Waal 2015 (1), p. 186). Estas neuronas "mono ve, mono hace" nos permiten a los humanos empatizar con procesos que percibimos: Por ejemplo, activamos representaciones neuronales de secuencias de movimientos a través de observaciones forma similar a como si nosotros mismos realizáramos esos movimientos.

El aprendizaje por observación está vinculado a un complejo procesamiento neuronal. Los movimientos simples siguen siendo relativamente fáciles de imitar: A los pocos días, un bebé es capaz de sacar la lengua cuando su madre se lo demuestra (Foppa 2011, p. 47).

Pero incluso esto es un proceso complejo: primero el bebé tiene que observar y analizar el movimiento y luego tiene que pensar en cómo puede realizar este movimiento por sí mismo. La imitación depende de un cerebro eficiente a más tardar cuando se trata de las intenciones que perseguimos con una acción. Esto se debe a que, para aprender por imitación, también tenemos que reconocer la intención del individuo que realiza la acción. Un ejemplo: Después de dar de comer a su hijo pequeño, un hombre limpia la mesa, que se ha ensuciado bastante durante el proceso de alimentación. Su intención es limpiar la mesa. El niño observa atentamente el proceso de limpieza y quiere imitar a su padre. El hombre le da la esponja al niño. El niño empieza a limpiar la mesa con entusiasmo, pero en lugar de limpiar la mesa, esparce los restos de comida uniformemente sobre la superficie de la mesa. El niño está completamente entusiasmado con lo que hace, pero no es capaz de captar adecuadamente la intención del padre de "limpiar la mesa". Se limita a imitar los movimientos de limpieza.

Blackmore tiene razón en que los animales no suelen tener suficiente capacidad cerebral para captar intenciones más complicadas. Pero puede que esto ni siquiera sea necesario si los genes y los memes están hábilmente interrelacionados: la "imitación en el sentido más amplio" ya es muy útil en este caso.

Imitación en sentido amplio

Dawkins presenta los memes como algo completamente nuevo y diferente y los atribuye principalmente a los humanos. Más tarde se retracta implícitamente de ello cuando clasifica el lavado de batatas por macacos japoneses como expresión de un meme de mono: En 1953, la hembra de macaco de cara roja Imo, de la isla japonesa de Koshima, lava por primera vez un boniato manchado de arena antes de

comérselo. Este comportamiento se extiende entre los macacos de la horda y, al cabo de unos 10 años, el lavado de la patata se ha convertido en un rasgo de comportamiento típico de toda la tropa (Sachser 2018, p. 156 y ss.). Y Dawkins insiste en que no hay conexión entre memes y genes: *Un meme tiene sus propias posibilidades reproductivas y sus propios efectos fenotípicos, y no hay ninguna razón por la que el éxito de un meme deba tener alguna conexión con el éxito genético.* (Dawkins 2018, p. 116).

Dawkins se equivoca. Sólo cuando interactúan, los genes y los memes abren opciones de acción en organismos más desarrollados que benefician la supervivencia y la reproducción del individuo. Algunos comportamientos pueden codificarse genéticamente, como la impronta. Los polluelos salen del huevo y siguen a quien esté cerca y se mueva. Suelen ser la madre o Konrad Lorenz. Los polluelos no nacen con la capacidad de esconderse de las aves rapaces.

Probablemente no hay forma de codificar como genes los contornos de las aves de presa volando en círculos en el cielo. En su lugar, la evolución eligió una forma mucho más eficiente en términos de esfuerzo y efecto: los polluelos salen del huevo y huyen de cualquier sombra que vean en el cielo (innata, fijada genéticamente). Se trata de una estrategia sensata pero que consume mucha energía. Pero los polluelos también han traído consigo desde el huevo la capacidad de aprender: pueden memorizar rápidamente qué sombras (memes) en el cielo hacen huir a los demás pájaros y cuáles no. Por tanto, no aprenden a temer a las rapaces, sino que desaprenden el miedo a los objetos voladores inofensivos mediante la familiarización. Este sencillo proceso de aprendizaje reajusta o refina una reacción innata. Los polluelos aprenden observando el comportamiento de sus congéneres e imitándolo. Los investigadores llaman a este proceso "referencia social". El meme de la "sombra

99

inofensiva" se transmite de gallina a polluelo mediante procesos de aprendizaje, mientras que la disposición a huir de las sombras se hereda genéticamente. Esto también explica por qué los espantapájaros solo funcionan durante poco tiempo (Sachser 2018, p. 145): los cuervos más atrevidos prueban las reacciones de los espantapájaros y se aventuran a acercarse cada vez más. Aprenden que no hay amenaza de problemas por parte de estas criaturas aterradoras e ignoran al espantapájaros a partir de entonces. Los cuervos más tímidos adoptan entonces este comportamiento "valiente" y acaban por ignorar también al espantapájaros.

En los polluelos, la disposición genética y las imágenes de sombras almacenadas en el cultivo de congéneres se entrecruzan. Algo parecido encontramos en los primates. En monos de laboratorio que nunca han visto una serpiente, Susan Mineka, del Instituto Karolinska de Estocolmo, puede demostrar que los animales de experimentación no tienen un miedo innato a estos reptiles. Sin embargo, si a los monos se les muestran películas de congéneres que muestran claras reacciones de miedo a la vista de las serpientes, los animales de laboratorio desarrollan rápidamente el miedo ellos mismos cuando ven una serpiente. Tienen una predisposición genética a aprender este miedo rápidamente, más rápido que el miedo a las flores o a los conejos, si los animales de laboratorio tampoco han visto nunca esas cosas antes. Aquí también se entrecruzan los logros culturales y la predisposición a aprender rápidamente la reacción correcta ante ellos, como el mensaje: «Peligro - ¡Es una serpiente!» y el comportamiento correspondiente: »¡Escapa! Las suricatas, cuya dieta consiste en alrededor de un 5% de escorpiones, quitan el aguijón venenoso a estos animales de presa y luego dejan que sus crías practiquen con estos escorpiones (Hrdy 2010, p. 254). De este modo, las crías se ahorran experiencias

amargas o incluso mortales. Este aprendizaje necesario de la cultura específica de cada especie es lo que hace tan difícil reintroducir en sus territorios nativos a animales que han crecido bajo el cuidado humano. Esto se debe a que estos animales carecen del conocimiento de los comportamientos tradicionales necesarios para la supervivencia que heredan de sus padres o de otros congéneres en su hábitat natural. El problema es aún más dramático si en el futuro se intenta recuperar una especie extinguida, como el dodo. Esta ave, de aproximadamente un metro de altura e incapaz de volar, vivió exclusivamente en la isla Mauricio, en el océano Índico, hasta que se extinguió hacia 1690. Hoy en día, nadie puede enseñarle a un dodo lo que significa ser un dodo (Kenneally 2023). Nadie puede enseñarle a un dodo el comportamiento social específico de un dodo.

Los monos rhesus jóvenes aprenden a evitar las serpientes si han visto a sus padres reaccionar con miedo ante una serpiente. Los pulpos atacan algo que han visto atacar a otros pulpos. Los pájaros y los conejos aprenden a no tener miedo a los trenes cuando siguen por las vías del tren a congéneres que no tienen miedo a los trenes (Blackmore, 2000, p. 94). El comportamiento de "evitar serpientes", "atacar ciertas cosas", "dejar de tener miedo a ciertas cosas" está genéticamente predefinido: "tener miedo cuando tus congéneres tienen miedo", "ser agresivo con los objetos que atacan tus congéneres" y "perder el miedo cuando tus congéneres no muestran miedo". Son comportamientos simples.

Los aspectos culturales vinculados a este comportamiento son adoptados como memes por sus congéneres: "serpientes: huir", "ciertas criaturas marinas: luchar" o "trenes: ignorar".

Encontramos ideas preconcebidas y formas culturales similares en las personas: Si se pregunta a la gente qué es lo que más teme, encabeza la lista: Serpientes,

arañas, alturas y espacios cerrados, así como miedo a las inyecciones, a volar en avión o miedo al dentista, al electrosmog o a la radiación de los teléfonos móviles (Rosling 2019, p. 131). Traemos con nosotros la disposición para ello, ya que se relaciona con el miedo general al daño físico. Pero nuestra cultura nos enseña en detalle a qué tenemos miedo. Los aprendemos a través de nuestro entorno cultural; oímos y vemos los memes correspondientes en las noticias: Accidentes de avión, daños corporales y contaminación por radiaciones o sustancias invisibles. El miedo al "electrosmog" en particular no puede ser innato, sino que se hereda culturalmente. Esto se debe a que nadie puede haber experimentado ningún daño real por el "electrosmog". En cualquier caso, la *OMS* llegó a la conclusión de que el estado actual de los conocimientos no confirma la existencia de ninguna consecuencia para la salud de la exposición a campos electromagnéticos débiles. (wikipedia 04)

Debilidades de la teoría

Un defecto de la teoría de los memes de Dawkins es la fuerte reducción de la evolución al egoísmo o la competencia. Porque estar mejor adaptado no significa necesariamente expulsar activamente a los demás de la carrera. Si un antílope desarrollara un cuello más largo por mutación aleatoria, podría alcanzar hojas y frutos más altos. Así, tendría menos probabilidades de competir por la comida con congéneres que sólo pueden alcanzar las ramas más bajas. Si, debido al aumento del suministro de alimentos, consiguiera criar una cría más por generación y un determinado porcentaje de individuos por generación muriera a manos de los depredadores, el resultado matemático sería que, a largo plazo, sólo habría antílopes con cuello largo. Ningún antílope de cuello largo habría estado en

competencia real con antílopes de cuello corto. Es importante entenderlo: No se trata de una lucha por la supervivencia, sino, completamente sin emoción, sólo de si una determinada forma de ADN consigue permanecer en la Tierra hasta que logre producir una copia lo más exacta posible de sí misma. Un impulso de mayor alcance como el "egoísmo" o una estrategia de autoafirmación a expensas de los demás pueden ayudar, pero es sólo uno de los enfoques posibles, y probablemente no siempre el mejor a largo plazo. Pero volvamos a los memes: En un organismo hay menos competencia que cooperación entre genes y memes. Lo sabemos por la informática: el hardware y el software forman una unidad: los genes proporcionan el cerebro, los genes blandos son luego los datos y los programas. Ambos se entrelazan y complementan. También a nivel interpersonal, los memes no fomentan necesariamente la competencia, sino que refuerzan la capacidad cooperación entre las personas. La inaceptabilidad emocional de la "teoría egoísta de los memes" ha contribuido sin duda a que esta teoría innovadora no se haya difundido mucho. Un grave problema de la teoría es que supuestamente no existe ninguna conexión funcional entre genes y memes: *Las modas de la ropa y los hábitos alimentarios, las ceremonias, las costumbres, el arte y la arquitectura, la ingeniería y la tecnología: todos ellos se desarrollan a lo largo del tiempo histórico de una forma que parece una evolución genética enormemente acelerada, pero que en realidad no tiene nada que ver con la evolución genética.* (Dawkins 2001, p. 306). Para Dawkins, un meme como "Dios" tiene un gran atractivo psicológico sin justificación biológica. Y escribe *Lo que no hemos considerado hasta ahora es que un rasgo cultural puede haber evolucionado del modo en que lo ha hecho simplemente porque es beneficioso para sí mismo.* (Dawkins 2001, p. 320). Como veremos, Dawkins también se equivoca aquí: Independientemente de que

exista Dios o no, en términos evolutivos, las deidades desempeñan papeles importantes.

Los estudios culturales ignoraron en gran medida la nueva teoría, en parte porque a partir de los años sesenta se puso de moda demonizar todos los enfoques biologists como reacción al desastre que habían supuesto las teorías raciales de la época nazi. Incluso hoy se considera que la teoría de los memes se queda corta: *En última instancia, Dawkins pasa por alto la naturaleza especial de la materia de las ciencias sociales con su teoría, que es precisamente diferente de la de las ciencias naturales. La materia de las ciencias naturales se puede modelar en última instancia a voluntad, mientras que la materia de las ciencias sociales está en sí misma estructurada social, normativa y afectivamente.* (Bosch 2010, p. 125). A pesar de todo, el término "meme" se impuso y se utilizó ampliamente en debates sobre la teoría de la evolución, la conciencia humana, las religiones, los mitos y los "virus de la mente". Respetados científicos como Daniel Dennett, Susan Blackmore, Richard Brodie y Edward O. Wilson integraron el concepto de meme en sus modelos de pensamiento. Desde 1997 existe un sitio web: "Journal of Memetics: Evolutionary Models of Information Transmission". En 2020, Google listó casi 323 millones de visitas bajo la palabra clave "meme", mientras que el término "mempool" seguía figurando con casi 3,16 millones de visitas (búsqueda del 17 de mayo de 2020). La persistencia de este término se debe a que la idea tiene un sentido intuitivo. Así que repensemos esta idea desde la base, sin entretener el pecado original que Dawkins impuso a su criatura. La llamaré aquí "teoría de los Softgenes" para distinguirla mejor. Es cierto que el término Softgenes no es tan elegante fonéticamente, pero muestra aún más claramente hacia dónde se dirige el viaje. El ADN es un ingenioso medio químico para almacenar información y controlar comportamientos sencillos. Las neuronas de

104

un cerebro suelen ser más adecuadas para resolver problemas porque flexibilizan mucho más el control de nuestro comportamiento. Y un cerebro sin su contenido, sus Softgenes, sería inútil, sería como un ordenador apagado.

Softgenes: una nueva teoría de los memes

Probablemente no sea posible pensar sin categorizar. Pero ciertas categorizaciones y límites oscurecen la visión de conjunto, y esto se aplica sin duda a la enconada respuesta a la pregunta de qué forma más a las personas, su naturaleza o su cultura (nature vs nurture). Podemos ver que no es sólo una, sino también la otra: alrededor del 94% de los presos alemanes son hombres. Esto sugiere claramente que la delincuencia está predeterminada genéticamente. Por el contrario, si la delincuencia estuviera anclada en los genes masculinos, esperaríamos que más de alrededor del 0,12% de los hombres alemanes acabaran en prisión (Oficina Federal de Estadística 2020).

Quizá sea un mero sesgo antropocéntrico el que nos lleva a creer que es un logro cultural que un bebé pueda decir "mamá". Ciertamente, la evolución no ha grabado la palabra "mamá" en nuestros genes. Pero, de hecho, la contribución de la cultura a este logro es más bien pequeña: comienza con la mera existencia: un niño debe nacer primero y desarrollarse según su plan genético antes de poder siquiera empezar a articular sonidos. Desde esta perspectiva, la contribución de la cultura parece más bien pequeña: por un lado, la enorme contribución de los genes a la existencia de un niño; por otro, la estructuración de algunas neuronas influidas por la cultura humana, que luego permite al niño decir "mamá". Por ello, el neurobiólogo Donald Hebb considera que este debate es en gran medida irrelevante: La cuestión de si nuestro comportamiento está más influido por nuestra naturaleza o más por nuestra cultura tiene tanto sentido como la de si el área de un rectángulo viene determinada más por su longitud o más por su anchura (Sapolsky 2017, p. 327). Lo que nos moldea no es la cultura o la naturaleza,

¡sino la cultura y la naturaleza juntas! Los genes y la cultura forman una unidad inseparable. Y del mismo modo que los humanos fuimos y somos influidos por el entorno (naturaleza), a su vez ejercemos influencia sobre nuestro entorno (cultura).

Hardware y software

La teoría que aquí se presenta combina conocimientos sobre la biología de los seres humanos con conocimientos sobre su cultura. Siguiendo el principio de la mayor simplicidad posible, la *lex parsimoniae*, utilizamos la bien establecida teoría de la evolución. El término que lo une todo es información.

Como en informática, podemos distinguir inicialmente entre hardware y software. Para los seres vivos de mayor complejidad, el hardware por sí solo no basta para controlar el comportamiento. Pero incluso a la inversa, el puro control por software, que algunos estudiosos de las humanidades atribuyen al ser humano cuando ven la mente trabajar libre e independientemente del cuerpo, no sería un producto funcional.

En nuestras cabezas hay un ordenador extraordinariamente potente (Kahneman 2011, p. 96).

Los sistemas informáticos solo funcionan correctamente cuando el software y el hardware trabajan juntos sin problemas. Podemos estar inmediatamente de acuerdo con esto último cuando pensamos en la depresión o la esquizofrenia, es decir, cuando un cerebro no funciona "correctamente" y el afrontamiento de la vida se resiente drásticamente.

Mientras que el hardware lo producen predominantemente los genes, el software se adquiere en gran medida mediante procesos de aprendizaje. El aprendizaje se considera la capacidad de cambiar el comportamiento en función de las experiencias individuales y adaptarse así al entorno. Incluso en

animales tan simples como los gusanos de hilo y los paramecios, los procesos de aprendizaje desempeñan un papel (Sachser 2018, p. 143). E incluso la pequeña mosca de la fruta de vientre negro no está irrevocablemente programada en su comportamiento por sus genes.

Nuestro cerebro no sólo contiene herramientas informáticas que nos permiten respirar, controlar el corazón y la circulación, andar sobre dos piernas o desencadenar una respuesta de lucha o huida. Son capacidades que nosotros mismos no sabemos cómo conseguir. Por el contrario, también contienen los requisitos previos para la cultura humana y la cultura es su consecuencia lógica: nuestros genes, junto con nuestros bloques de construcción cultural, están inextricablemente ligados a nuestra existencia humana. La inteligencia es la respuesta inevitable a todas las condiciones ambientales que cambian con rapidez, por lo que los componentes culturales de nuestro pensamiento, impulsados por la selección, coevolucionaron con la red neuronal del cerebro hacia una complejidad cada vez mayor. A su vez, la apropiación de la cultura forzó la adaptación del cuerpo humano, es decir, de nuestro acervo genético. Como nuestro cerebro tiene una estructura modular, nuestro pensamiento también se organiza en "subprogramas" y, por tanto, los diversos contenidos de nuestro cerebro también se dividen en componentes individuales más o menos estrechamente relacionados. También en este caso podría considerarse una jerarquía similar a la que conocemos de los sistemas informáticos: Hay una especie de "sistema operativo" que organiza internamente los procesos del pensamiento, programas básicos que regulan, por ejemplo, la homeostasis de funciones corporales como la presión sanguínea, el calor corporal y los niveles de oxígeno en la sangre, herramientas que recorren las opciones de acción, bases de datos para las tareas más

108

diversas, como una memoria de experiencias. Y, por supuesto, también hay bases de datos para conocimientos fácticos, como costumbres y modas de vestir, para plantas comestibles y venenosas y cómo hacer macetas, para métodos de caza y cómo hacer redes, o arcos y flechas y cómo construir casas. Por último, nuestro "navegador de Internet" es nuestra lengua, que nos permite comunicarnos en una especie de WorldWideWeb con básicamente todo el mundo, intercambiar experiencias y establecer relaciones comerciales. El ordenador Internet no ha inventado estas capacidades, sino que sólo las ha ampliado y reforzado funcionalmente en su conjunto.

Orientación a objetos

La definición según la cual un meme debe considerarse una unidad de información que reside en el cerebro (Blackmore 2000, p. 69) parece muy simplificada. Una definición de cultura en relación con la evolución cultural puede encontrarse en Acerbi & Mesoudi (2015): "La "cultura" se define comúnmente como la totalidad de la información que se transmite de individuo a individuo a través del aprendizaje social (y no genéticamente), y coloquialmente incluye fenómenos como actitudes, creencias, conocimientos, habilidades, costumbres e instituciones. Incluso eso es probablemente demasiado general.

Porque hay diferentes opiniones sobre lo que debe ser exactamente un «meme»: la visión "internalista" asigna a los rasgos culturales un lugar en el cerebro, mientras que la visión "externalista" consiste en ver la información cultural almacenada en artefactos. (Acerbi & Mesoudi 2015). Dado que gran parte de nuestra cultura es inmaterial, me inclino por el punto de vista internalista: una definición más precisa podría basarse en la "programación orientada a objetos": En informática podemos programar objetos, por ejemplo,

un objeto para "dibujar un rectángulo en la pantalla". Si disponemos de este objeto, cada vez que queramos dibujar un rectángulo en la pantalla, sólo tendremos que pasar a este objeto "rectángulo" cierta información, como el "punto de partida" y el "tamaño" del rectángulo.

(por ejemplo, punto de partida en la pantalla píxel 50 desde la derecha y 30 hacia abajo (píxel (50/30)); "tamaño" horizontal = 100 píxeles; vertical = 200 píxeles).

De este modo, podemos crear cualquier rectángulo en la pantalla. Tal vez podríamos imaginar un pequeño Softgen similar a éste: Un objeto neuronal que nos permita dibujar cualquier rectángulo en una hoja de papel. Softgenes más complejos podrían ser secuencias de acción como "pelar patatas" o elementos de conocimiento como una "teoría sobre el origen del universo".

Algunas tesis sobre los Softgenes

La teoría de los Softgenes que aquí se presenta parte de la base de que nuestro "pensamiento" es esencialmente un software que se ejecuta en el "cerebro" hardware. Postula que los humanos funcionamos de forma similar a los sistemas de un robot: Se compone de hardware, producido por los genes, y software, basado en la red neuronal del cerebro. Desde el desarrollo de la inteligencia artificial, esta hipótesis es cada vez más plausible.

Los fundamentos de nuestro pensamiento se basan en disposiciones heredadas genéticamente. Las disposiciones heredadas genéticamente, como las emociones, desempeñan un papel decisivo. Las emociones controlan gran parte de nuestro comportamiento. Estas bases se modifican y amplían mediante "Softgenes" heredados culturalmente. La ventaja evolutiva de los Softgenes es que permiten

responder con rapidez a condiciones ambientales que cambian con rapidez. Por tanto, son especialmente importantes cuando la adaptación genética llevaría demasiado tiempo o no sería posible en absoluto. La palabra mágica es: "adaptación a través del aprendizaje". Adaptar el comportamiento mediante el aprendizaje es un arma poderosa en la lucha por la supervivencia.

El comportamiento se vuelve aún más flexible cuando el entorno se adapta a las propias necesidades: la construcción de nidos, el canto de los pájaros o la fabricación de herramientas son ejemplos de ello. Estos logros culturales permiten a los humanos desarrollar cualquier entorno como hábitat.

La «teoría de los softgenes» contradirá la teoría de los memes de Dawkins al menos en los siguientes puntos: Dawkins cree que los memes sólo han aparecido recientemente en el escenario mundial, que no tendrían ninguna conexión con los genes y que son egoístas como sus genes.

Según la teoría aquí presentada, los Softgenes existen en el reino animal desde hace mucho tiempo y forman una unidad inseparable con los genes. Los Softgenes originales incluyen los comportamientos impartidos por congéneres a través de referencias sociales: "escóndete cuando veas la sombra de un halcón", "retrocede cuando veas una serpiente", "no hay que tener miedo a los raíles". También se incluyen las "rutas de viaje optimizadas de las aves migratorias hacia el sur" o las "técnicas de caza de los gatos de presa". En los "cerebros" de animales como las orcas, los elefantes y los primates, también encontramos un sinnúmero de comportamientos socioculturales. Un buen ejemplo transgenérico de variación cultural es el pelado de plátanos: los humanos suelen pelar los plátanos por el extremo en el que el plátano está sujeto a la planta. Esto funciona bastante mal si la cáscara no quiere rasgarse. Los chimpancés abren los plátanos por el otro extremo:

aprietan un poco el extremo del plátano donde estaba la flor y entonces la cáscara se abre una grieta sin ningún esfuerzo. El plátano puede entonces pelarse sin esfuerzo. Es posible que los simios tengan la técnica cultural más desarrollada en este punto. En los humanos, los Softgenes incluyen el comportamiento social, las técnicas de trabajo, los libros, cómo navegar por Internet o las olas y mucho más.

Si los Softgenes son algo sujeto a evolución, deberíamos encontrar los siguientes mecanismos evolutivos: Deben ser posibles distintas ideas (o Softgenes) que compitan entre sí (variación), algunas deben resultar más útiles que otras (selección) y deben poder propagarse lo más inalteradas posible (replicación). Toda la enseñanza tiene por objeto transmitir de los softgenes (replicación); los errores aleatorios en la enseñanza o la adquisición de partículas culturales dan lugar a mutaciones; los efectos estadísticos en poblaciones pequeñas (deriva) y el impacto en las oportunidades vitales de un individuo como consecuencia del uso de distintas variantes culturales dan lugar a la selección natural

Hay que subrayar que los Softgenes sujetos a la evolución de la forma en que Karl Popper caracteriza el cambio científico: Cada Softgene sólo puede ser falsificado y luego desaparece del acervo de Softgene y es desplazado por uno nuevo, normalmente mejor. Pero no existe el mejor softgene a perpetuidad.

Los Softgenes deben contribuir significativamente a que sus propietarios puedan cooperar. La cultura es un fenómeno de conformación cooperativa del entorno y sólo la capacidad de cooperar permite la producción de bloques de construcción cultural más complejos. La cooperación es tan elemental para el desarrollo de una cultura más elaborada que encontramos las reglas de la cooperación en nuestros genes por defecto: Son nuestros sentimientos para el comportamiento moral. Así que si queremos rastrear algunos de los inicios de

la cooperación y la cultura, también encontraremos los primeros Softgenes básicos. Más adelante examinaremos más detenidamente el desarrollo de la moralidad.

Los Softgenes son principalmente el conocimiento almacenado permanentemente de una comunidad más que el conocimiento de un individuo. Los Softgenes suelen distribuirse de forma redundante entre muchos individuos. Este almacenamiento de conocimientos culturales, que se distribuye entre muchas cabezas, es necesario para que los conocimientos adquiridos de una comunidad no disminuyan cuando mueren los individuos.

La unidad de selección de los Softgenes debe verse principalmente en la selección de grupo y menos en el individuo. En realidad, esto es obvio: la mayoría de los componentes básicos de nuestra cultura sólo tienen sentido en una comunidad. El lenguaje es el ejemplo clásico. Hablar, leer y escribir libros y todo lo relacionado con estas técnicas culturales sólo tiene sentido en un grupo social.

Las comunidades bien organizadas tienen obviamente una ventaja de supervivencia, porque las unidades sociales como clanes, hordas, tribus, principados o naciones compiten entre sí. Los miembros del grupo deben cooperar dentro del grupo interno y deben poder competir con un grupo externo de la forma más organizada posible.

En términos de selección de grupos, existen diferentes áreas culturales que compiten entre sí, basta pensar en la rivalidad entre EE.UU. y China (variación). El modelo de una economía de libre mercado en una democracia ha demostrado tener más éxito que una economía planificada en una "dictadura proletaria" (selección), como demuestra el colapso del Bloque del Este.

Una consecuencia de la teoría de los Softgenes parece tener consecuencias especialmente trascendentales: la

inmensa mayoría de las mutaciones en los genes son perjudiciales o neutras. Por tanto, en general es bueno que los genes se transmitan sin cambios. En principio, esto también debe aplicarse a la evolución de los Softgenes. Los bienes culturales deben poder "heredarse" a lo largo de muchas generaciones sin grandes cambios. Trataré este aspecto central más adelante bajo el término conformismo. El conformismo en una comunidad llega tan lejos que, en caso de duda, la reticencia al cambio prevalece sobre la credibilidad de la argumentación racional:

el hecho de que los Softgenes deban ser en gran medida inmunes al cambio explica un asombroso número de aspectos del comportamiento social

Las nuevas ideas son sobre todo mutaciones de las antiguas y no siempre son mejores. Sin embargo, la racionalidad humana también desempeña un papel en este sentido. La inteligencia es la capacidad de cambiar la proporción de mutaciones perjudiciales y útiles de las ideas a favor de las útiles. La previsión humana puede hacer avanzar las cosas más rápidamente que la evolución darwiniana ciega, que sólo reconoce el ensayo y el error. Con la razón, el "relojero ciego" ha aprendido a ver al menos con un ojo

Para el individuo, la teoría de los Softgenes significa que no sólo nuestros genes se conservan a través de nuestros hijos. Lo que hemos aportado a nuestra cultura también puede sobrevivir permanentemente a nuestra muerte individual como Softgenes. Podemos ver lo importante que es este aspecto para nosotros por el hecho de que no sólo los héroes luchan por la fama «eterna», sino que la gente también quiere pasar a la historia como inventores ingeniosos.

Como se explica en el capítulo "Emulación", existe una equivalencia entre genes y Softgenes. De ello se deriva otra hipótesis: Los Softgenes, aunque generalmente

cooperan con los genes, pueden competir ocasionalmente con ellos. Así lo indica el celibato en la Iglesia católica. En favor de la difusión y preservación del complejo de Softgenes "Iglesia católica", sus sacerdotes renuncian más o menos a su éxito genético. Dedican su vida exclusivamente a la supervivencia de los Softgenes que representan. Lo mismo ocurre con los islamistas que quieren defender su interpretación extremadamente radical de su mediante atentados suicidas

Selección de grupos

Darwin ya era consciente de que las buenas ideas se difunden en beneficio de una comunidad y que esto fortalecería la aptitud de una comunidad: Si en una tribu alguien más astuto que los demás inventaba una nueva arma u otro medio de ataque o defensa, los demás miembros de la tribu le imitarían por su propio interés y esto beneficiaría a toda la tribu. Si el invento era de gran importancia, permitiría a la tribu extenderse y ganar ventaja en la competencia con otras tribus (Darwin 1871; 2010, p. 84).

Es muy probable que el nivel en el que se producen y seleccionan los elementos constitutivos de la cultura se encuentre en la selección de grupo. Desde Darwin, los biólogos han discutido durante mucho tiempo si existe el fenómeno de la selección de grupo, como se indica en la cita anterior, o si la selección individual no siempre es eficaz. Esta controversia no se va a resolver aquí. Sin embargo, no se puede negar que la cultura a menudo presupone un grupo y se basa en la cooperación. Estas capacidades de cooperación son comportamientos adquiridos en el grupo y son evidentemente estables en términos de evolución: no vuelven a desaparecer tarde o temprano, y el egoísmo de los miembros individuales no puede reafirmarse en tales comunidades. Y como la cooperación también

suele ser rentable para el individuo, la selección individual y la grupal no son contradictorias. Por tanto, cada miembro de una sociedad tiene genes que se han desarrollado a través de la selección individual, así como genes que han sido forzados a través de la selección de grupo (selección multinivel). Además de las habilidades individuales, hay comportamientos que sólo tienen sentido dentro de una comunidad, habilidades que sólo se cultivan en una comunidad y que, por tanto, sólo aparecen entonces, por ejemplo, al cazar juntos. Cazar mamuts es un fenómeno emergente de una comunidad de cazadores, inalcanzable para un solo individuo. Las habilidades mentales necesarias para ello -la táctica, la voluntad de cooperar y el sentido de la equidad a la hora de repartirse las presas- son comportamientos favorables. Y éstos no pueden adquirirse individualmente, sino sólo dentro de una comunidad

Lo mismo ocurre con todos los depredadores que cazan en grupo. Especies animales como los lobos se organizan en manadas. Por un lado, tienen que cooperar dentro de su propio grupo -por ejemplo, cuando cazan- y, por otro, como grupo compiten con otras manadas dentro de la misma especie y tienen que defender su territorio. Tanto *Canis lupus* como *H. sapiens* son cazadores cooperativos. *Ambos son cariñosos con los miembros de su propia comunidad, pero desconfiados y a menudo brutalmente asesinos con los forasteros.* (Becker 2012).

Un individuo de un grupo social de carácter cooperativo debe desviar recursos para el grupo que no puede utilizar para sus propios fines. Esto da lugar a un conflicto inevitable entre estos dos tipos de selección (Wilson 2013, p. 71). La envidia, por ejemplo, es el sentimiento que la evolución nos ha inculcado, que surge en nosotros cuando nos sentimos en desventaja en la distribución de recursos en una comunidad, es decir, cuando como individuos sentimos que se han

aprovechado de nosotros. La mayoría de los conflictos intraculturales tienen probablemente su origen en el conflicto que surge de las percepciones colectivas e individuales de ventaja

Un conflicto de este tipo es, por ejemplo, el discurso sobre la vacunación obligatoria, en el que siempre se negocia la relación entre el ciudadano y el Estado. *Se trata de quién decide sobre el cuerpo, el individuo o el colectivo.* (Wiegrefe 2020, p. 30). Para resolver estos conflictos, surgieron una serie de Softgenes específicos, como las "normas morales de convivencia" o los códigos de derecho. Y al revés, también se aplica la "propiedad intelectual", que concedemos a un individuo y que se refiere más a la selección individual, pero que está protegida por la colectividad.

En estos objetivos contrapuestos, el individuo debe insistir en una jerarquía lo más plana posible para que no se aprovechen de él y, en consecuencia, generalmente encontramos una comunidad más o menos igualitaria entre los cazadores-recolectores. Hoy en día, este esfuerzo por el igualitarismo es visible en la lucha por la democracia. La lucha por la libertad (selección a nivel del individuo) no es otra cosa que la lucha por la menor "coerción social" posible. En particular, este sentimiento se dirige contra las estructuras jerárquicas. Por otra parte, una horda exige protección y un liderazgo claro cuando se enfrenta a otras hordas. Pero el liderazgo exige subordinación. También tenemos una configuración emocional por defecto para esto: bastantes personas están dispuestas a seguir ciegamente a líderes populistas.

Si nos centramos en la selección de grupo para softgenes, esto no contradice el teorema central de la evolución, como lo llama Dawkins: que un animal siempre actúa en el mejor interés de su propia aptitud (Dawkins 2018, p. 62). Esto se debe a que la aptitud general se calcula al final. Nadar en un cardumen puede suponer un mayor consumo de energía para una sardina

y dificultar la búsqueda de alimento en comparación con el desplazamiento en solitario. Pero la protección que ofrece el cardumen contra los depredadores compensa estas desventajas. La ventaja del grupo para los humanos es órdenes de magnitud mayor que la del banco de peces desorganizado: un humano difícilmente puede sobrevivir a largo plazo sin la compañía de otros humanos

La cuestión clave respecto a la selección de grupos es: los egoístas que explotan las ventajas que ofrece una unidad social, pero que ellos mismos no hacen nada por la comunidad, siempre tendrían ventaja. Entonces, ¿cómo pueden surgir el comportamiento cooperativo y el altruismo si sólo se tratara del individuo o de sus genes? Pero en realidad esto sólo es una contradicción mientras un grupo no disponga de medios para poner a los egoístas en su sitio. Muchos ejemplos demuestran que el comportamiento cooperativo podría prevalecer. Sin los conocimientos locales de las hembras de elefante de más edad, la supervivencia de toda la manada estaría en peligro durante las sequías episódicas: una buena razón para fomentar la vida en grupo en lugar de vagar solos por la zona y, en caso de duda, morir de sed. Por tanto, los grupos de animales y humanos que funcionen bien estarán mejor y en mejor forma a largo plazo. Los requisitos para que una comunidad funcione bien son un comportamiento socialmente aceptable y la voluntad de ayudar. Sin la voluntad de cooperar y el comportamiento altruista de sus miembros, ninguna unidad social podría existir a largo plazo y sin vínculos sociales no habría cultura superior. Por lo tanto, más adelante nos ocuparemos de la aparición del comportamiento cooperativo.

Softgene y el desarrollo cultural

Una "variable objetivo" en la selección de los Softgenes no es tanto la adaptación óptima al entorno, como suele

ocurrir con los genes. Tampoco se trata sólo de la ampliación de las capacidades individuales, por ejemplo mediante el uso de una herramienta. Esencialmente, la cultura consiste en adaptar los nichos ecológicos en beneficio del grupo. La omnipresente presión por intensificar la producción de alimentos, organizar el trabajo colectivo y poder defenderse de otras comunidades lleva a la invención del arado, la rueda y la construcción de sistemas de riego, al desarrollo de la escritura y la contabilidad, a la codificación del derecho y, por último, pero no por ello menos importante, al desarrollo de sofisticadas herramientas de guerra. Así pues, la cultura humana se está convirtiendo cada vez más en el principal componente del entorno humano. - *Se calcula que a mediados de 2023, 4,6 de los algo más de 8.000 millones de habitantes del planeta vivirán en ciudades.* (google; 07.10.2023). El ser humano ha expulsado de las ciudades gran parte del "entorno natural". En la remodelación del medio ambiente en nuestro propio beneficio se incluyen daños colaterales como el cambio climático.

Al igual que ocurre con la evolución de los genes, el desarrollo es contingente. La contingencia en la evolución significa que, una vez que se han producido los avances evolutivos, éstos repercuten en el desarrollo evolutivo posterior. Al igual que ocurre con los genes, la selección tiene un efecto acumulativo: el resultado de cada ronda de selección sirve de entrada para la siguiente. (Buskes 2008, p. 172). Los inventos suelen basarse en inventos anteriores. Esto es bastante significativo: fue el uso técnico relativamente sencillo de los combustibles fósiles para la generación de energía y la movilidad lo que permitió a una civilización desarrollar la energía fotovoltaica y los coches eléctricos. Al nivel tecnológico de las máquinas de vapor alimentadas con madera, probablemente ni siquiera habría sido posible producir acero a escala

suficiente. Por tanto, el cambio climático asociado a la combustión de combustibles fósiles es, en cierta medida, el precio que tenemos que pagar por poder pasar a las fuentes de energía renovables. Y en cuanto a la supuesta "superpoblación de la Tierra", es legítimo preguntarse si sería posible siquiera desarrollar algo parecido a un smartphone con menos de 7.000 millones de personas que pusieran en común de forma cooperativa su conocimiento del mundo.

Aspectos de la teoría de los Softgenes

Según Darwin, una mutación en la línea germinal de la generación parental, es decir, un cambio genético adquirido durante la paternidad, se transmite a la descendencia. La selección ya es efectiva en el individuo que experimenta una mutación en sus genes, por ejemplo si la mutación provoca infertilidad. Alternativamente, la mutación puede seleccionarse y evaluarse como positiva, negativa o neutra en términos de aptitud en las generaciones posteriores. Las evaluaciones positivas conducen a la propagación de los genes mutados en cuestión en el acervo genético de una especie. Según Darwin, las mutaciones se producen al azar.

Darwin contra Lamarck

En la época de Darwin existía una agria polémica sobre la forma en que las características se transmiten a la siguiente generación. A la teoría de la evolución de Darwin se sumaba la de Jean Baptiste de Lamarck. Este último suponía que el comportamiento y las aptitudes adquiridas por el padre o la madre durante su vida podían transmitirse directa y permanentemente a la siguiente generación, dando lugar así a una nueva especie. Darwin suponía que las mutaciones aleatorias eran las responsables del alargamiento del cuello cuando evolucionaba una especie como la jirafa. Lamarck, en cambio, supone que un antílope intenta alcanzar las hojas que cuelgan más altas y este esfuerzo o propósito le lleva a tener un cuello ligeramente más largo. Con el paso de las generaciones, los cuellos de las crías de esos antílopes se hacen cada vez más largos y, poco a poco, se convierte en una especie de antílope con preferencia por las hojas que cuelgan altas: las jirafas.

La forma lamarckiana de transmitir información relevante para la supervivencia de padres a hijos sería mucho más eficaz en términos de adaptación al entorno, porque sería más rápida de lo que permitiría la mutación aleatoria de los genes. Por lo tanto, no es de extrañar que la evolución, tarde o temprano, también produjera este truco: la transmisión de patrones de comportamiento por imitación de los padres o congéneres. Y como hemos visto con la mano humana, por ejemplo, esto acaba conduciendo a cambios genéticos, a la evolución descrita por Darwin. Sin embargo, la evolución lamarckiana sólo es una estrategia evolutiva estable si los cambios pueden transmitirse permanentemente a lo largo de muchas generaciones, es decir, si muchas generaciones sucesivas de antílopes quieren alcanzar las hojas más altas. Esto requería una idea adicional. Así pues, Lamarck atribuye a todos los organismos un instinto de perfección que incita a la especie de antílope en cuestión a esforzarse por alcanzar hojas cada vez más altas. Según Lamarck, todos los organismos tienen en general el impulso de ascender la escala de la complejidad mediante cambios graduales.

Los cimientos culturales no se transmiten en el momento de la concepción, sino durante una larga infancia, y también son adquiridos por un individuo más tarde y de forma continua mediante el aprendizaje a lo largo de toda la vida. A diferencia de los genes, los Softgenes no se propagan gradualmente de generación en generación, sino que se transmiten de individuo a individuo mediante procesos de aprendizaje. Por tanto, el algoritmo de la herencia de la cultura sigue las ideas de Lamarck más que la teoría de la evolución de Darwin. No cabe duda de que, a más tardar en la tecnosfera humana, la herencia avanza según las reglas lamarckianas. La industria automovilística, por ejemplo, se esfuerza constantemente por aumentar la complejidad y la perfección de los coches

Fenotipo y genotipo del cultivo

Podemos diferenciar entre el genotipo de un individuo, es decir, las predisposiciones codificadas en los genes, y su fenotipo: *El fenotipo se refiere a cada expresión de los genes, no solo la externa, sino también el funcionamiento del cerebro, hasta la personalidad y el comportamiento.* (Christakis 2019, p. 213).

Podemos considerar la información de los Softgenes, dondequiera que estén almacenados, como el equivalente del genotipo biológico. Y del mismo modo que los genes conforman el fenotipo, podemos considerar los comportamientos o artefactos culturales como el equivalente del fenotipo biológico, como el fenotipo de los Softgenes. Los fenotipos biológico y cultural suelen darse juntos: Para los pájaros cantores, la musicalidad es esencial para sobrevivir. Un pájaro que canta mal no encontrará pareja. El canto del ruiseñor forma parte de su fenotipo tanto como su plumaje. Los pinzones cebra machos (*Taeniopygia guttata*) desarrollan sus propias melodías durante la pubertad para seducir a una hembra. Su activo cultural, su canto, junto con su cuerpo, forman en conjunto una especie de ave única. La danza de apareamiento de las grullas, los montículos de las termitas y las presas de los castores son características fenotípicas genéticamente determinadas de las grullas, las termitas y los castores. La aptitud de una araña de tela de araña pende literalmente de un hilo. Es la seda de araña, junto con la forma y la estática de la tela, es decir, cómo y con qué teje su tela, lo que hace posible el éxito de la caza de insectos. El canto, la danza, las estructuras y las herramientas de caza son, por tanto, expresiones fenotípicas de los genes de las especies respectivas, pero en algunos casos también de los Softgenes. Los pinzones cebra, por ejemplo, adaptan instintivamente su canto al de sus congéneres adultos (Bergamin 2017).

Por lo tanto, el canto se transmite en última instancia como un softgene de los padres a las aves jóvenes. Para los humanos, "el uso de la información aprendida socialmente (cultura) es fundamental para sus adaptaciones a diferentes condiciones ambientales" (Richerson et al. 2010). Es el único primate sin pelaje. Sin embargo, no suele ser el "mono desnudo". En Europa, durante la Edad de Hielo, los humanos no podrían haber sobrevivido sin ropa y sin un equipo sofisticado para cazar grandes mamíferos terrestres. Su fenotipo, al menos entonces y allí, incluía ropa y una lanza. El hombre de hoy tiene muchos más bienes materiales e intelectuales, y cada vez es menos capaz de sobrevivir sin estas cosas. Una persona de una ciudad como Berlín, por ejemplo, difícilmente podría sobrevivir siquiera un mes en la selva amazónica sin ayuda externa.

La transmisión de softgenes

Como se explica teóricamente en el capítulo sobre emulación, el comportamiento puede fijarse genéticamente o aprenderse, es decir, puede existir como hardware o como software. En la mayoría de los casos, sin embargo, ambos funcionan juntos. Esto significa que los Softgenes son igual de importantes que los genes. Este es el caso cuando, como se ha descrito anteriormente, los polluelos aprenden de sus padres cuando realmente tienen que huir para ponerse a salvo. Basta con codificar genéticamente la capacidad de aprender y proporcionar neuronas para la imagen de un halcón en las que se pueda codificar la imagen. El comportamiento adecuado se hereda culturalmente a medida que el polluelo se orienta hacia los animales mayores. La predisposición a la referencia social ayuda en este sentido. Los perros aprenden técnicas de caza unos de otros; las suricatas se enseñan mutuamente cómo enfrentarse a presas peligrosas y algunos de estos

conocimientos se transmiten activamente en el reino animal: *Los primates y los elefantes son maestros natos*. (Christakis 2019, p. 356).

Aprender de la experiencia es bueno, aprender de la experiencia de los demás suele ser aún mejor.

Preferimos la cantidad o la calidad: nos orientamos conformistamente hacia el comportamiento mayoritario de la población o hacia las personas con un estatus o un prestigio especialmente elevados.

Nuestro sentido de la empatía, es decir, empatizar con los sentimientos de los demás como propios, no sólo nos permite ser compasivos, sino sobre todo aprender con seguridad. Nos estremecemos cuando otra persona grita de dolor y sentimos al menos cierta incomodidad.

De este modo, no tenemos que vivir ninguna experiencia desagradable nosotros mismos, basta con que otra persona toque la placa caliente en nuestra presencia: Cuanto más capaces somos de compasión, mejor aprendemos de la desgracia ajena.

Sin embargo, la mejor forma de aprender es a partir de las experiencias de nuestros antepasados, ya que ello nos proporciona conocimientos acumulados y evaluados con frecuencia. Transmitimos a nuestros hijos una gran cantidad de información que nosotros mismos ya hemos adoptado y sin la cual nuestros antepasados difícilmente habrían sobrevivido. Cada uno de nosotros aprende ante todo de sus padres y hermanos. Más tarde, podemos leer la Biblia o incluso libros de etiqueta para practicar un comportamiento correcto en sociedad. Las universidades nos enseñan conocimientos que nos permiten construir un coche, una catedral o un globo, o cómo tocar el violín. Un buen ejemplo de Softgenes son las patentes, es decir, bloques de construcción claramente definidos que constituyen la base de nuestro desarrollo tecnológico. Hoy en día, la siguiente generación hereda bibliotecas llenas de conocimientos sobre el mundo y Wikipedia, recopilados por todas las generaciones que nos

precedieron y completados y ampliados por toda la raza humana actual.

Idioma

Se han establecido formas superiores de comunicación para que las experiencias de los congéneres no se pierdan constantemente y, sobre todo, para hacerlas accesibles a la siguiente generación. El ser humano ha cultivado la herencia de experiencias como ningún otro ser vivo antes que él, y para ello ha necesitado uno de los desarrollos culturales más importantes: el lenguaje. En el caso del desarrollo del lenguaje, como se ha explicado, tenemos un caso similar al de las herramientas y la mano, y al mismo tiempo un ejemplo convincente de cómo un grupo dirige la selección individual: una comunicación refinada permite una transferencia extremadamente eficaz de *Softgenes* a otros individuos. Cuanto más importantes se vuelven los *Softgenes* en la evolución de los homínidos, más necesario se hace el "lenguaje". Esto es fácil de entender: Los grupos de homínidos que desarrollan una cultura armamentística, como lanzas endurecidas por el fuego y hachas de piedra, y pueden transmitirla de forma fiable, tienen una ventaja significativa sobre las hordas de homínidos que carecen de estas habilidades. Como ya se ha explicado, la necesidad de comunicarse mejor está asociada a un cambio en el aparato vocal humano: el «habla» requiere una adaptación de los genes. Para aprender a hablar, no sólo tiene que cambiar la anatomía de la laringe, porque qué y cómo podemos aprender está estrechamente ligado a nuestras estructuras cerebrales. Un niño necesita un sofisticado centro del lenguaje que pueda absorber y procesar las palabras, sus significados, las reglas para enlazarlas y formar frases y muchas otras cosas que, en conjunto, hacen posible el lenguaje. Estas estructuras cerebrales son innatas, al igual que la disposición para adquirir el

lenguaje. La hipótesis de la gramática universal, defendida principalmente por Noam Chomsky, también debe considerarse en este contexto. Según esta hipótesis, *todas las lenguas (humanas) siguen principios gramaticales comunes y estos principios son innatos a todas las personas.* (wikipedia 05). Pero que un niño aprenda alemán o inglés o un lenguaje de signos depende de su entorno. Una vez más, vemos que los genes y los softgenes forman una unidad flexible pero inseparable.

Sabroso

Nuestros parientes cercanos, entre otros, nos muestran hasta qué punto nuestra supervivencia depende fundamentalmente de los conocimientos tradicionales sobre nuestro entorno. Los chimpancés comen ocasionalmente insectos y carne de vertebrados más pequeños, pero se alimentan sobre todo de plantas. En la selva crecen miles de especies vegetales, pero sólo unas pocas son adecuadas para la dieta de un chimpancé. Cada planta tiene su propia composición de nutrientes y diferentes cantidades de energía, e incluso las partes individuales de una misma planta son comestibles de formas muy diferentes. Peor aún, algunos animales y plantas son incluso venenosos y serían malos para los niños chimpancé. Un chimpancé joven se enfrenta a la tarea de reunir una combinación de partes de plantas y pequeños animales de la amplia gama que se le ofrece para que no se muera de hambre ni se envenene. Si se pusiera a probar todas las partes vegetales posibles para resolver la tarea según el principio de ensayo y error, difícilmente sobreviviría a su periodo de destete. Sólo hay una forma de salir de este dilema: nuestro pequeño chimpancé debe aprender de su madre lo que come mientras está lactando. Y, en efecto, un bebé chimpancé empieza a alcanzar los alimentos que come su madre y a picarlos a la edad de

unos pocos meses. De este modo, el bebé aprende cómo es una buena comida de chimpancé, cómo huele y cómo sabe. Así, incluso antes de ser destetado definitivamente, ya tiene el conocimiento cultural de lo que es adecuado y probado como alimento.

Con los humanos no es diferente: le enseño a mi hijo una seta botón (*Amanita phalloides*) y le explico que es venenosa. El niño aprenderá esta información memorizando la imagen de esta seta junto con la información sobre su toxicidad. Y relacionará esta información con otros contenidos informativos existentes, por ejemplo con el sabor de las setas y el recuerdo de su conejo que murió. Así se crea una réplica de la información: "Es mortal comer esta seta venenosa". La importancia de la información radica en que ayuda a mi hijo a dominar mejor su entorno; le da una ventaja de supervivencia. En algún momento, mi hijo transmitirá la misma información, el mismo "softgene", a sus hijos.

Desde el punto de vista del niño, la evolución también ha tomado disposiciones, porque ha preestablecido cómo y cuándo y qué hay que aprender sobre los alimentos. Para un lactante en la prehistoria, el momento más peligroso llega cuando pasa de la fuente segura de alimento "el pecho materno" a la comida que proviene de algún lugar del entorno. La ingesta de alimentos se guía inicialmente por el sentido del gusto. Dulce, ácido y amargo o incluso umami son cualidades del sabor que se fijan por factores hereditarios. Por regla general, los alimentos grasos, ricos en proteínas o dulces proporcionan una nutrición rica en energía. Los sabores amargos y ácidos deben evitarse. Las plantas pueden utilizar estos últimos para advertir de la ingesta de alimentos inmaduros o incluso venenosos. Durante los dos primeros años, el bebé humano come prácticamente todo lo que su madre le pone delante, a menos que sea demasiado agrio o amargo. Después, esta fase de aprendizaje ha terminado. "Neofobia" es el

término técnico que designa lo que vuelve locos a padres y madres con niños más mayores, la "neofobia" es el rechazo de alimentos que el niño aún no reconoce tras esta fase de aprendizaje. Su fuerte tendencia a la neofobia protege a los niños pequeños de explorar por su cuenta y picar accidentalmente belladona en lugar de cerezas. Los niños sólo superan gradualmente este rechazo a lo desconocido tomando ejemplo del comportamiento de otras personas de su entorno y aprendiendo de ellas.

Cuando nuestros antepasados emigraron de África, sus descendientes se dispersaron por todo el mundo y se encontraron con fuentes de alimentación muy diferentes: De la piña al calabacín, del aceite de foca como principal fuente de calorías para los inuit en el lejano norte a ciertos insectos como fuentes de proteínas en México. El problema siempre es: ¿cómo distinguir entre un campeón y una seta de botón sin dedicarse a experimentos alimentarios mortales? - La forma más segura es confiar en la experiencia de los demás . A falta de experiencia previa, los valientes deben adquirir nuevos conocimientos. Ésta es sin duda una de las razones por las que tenemos en gran estima a las personas que nos han legado conocimientos útiles. Porque algunos de ellos probablemente han pagado por su valentía de intentar algo nuevo con sus vidas.

Conformidad y comportamiento

Una de las implicaciones más importantes y de mayor alcance de la teoría de los Softgenes, como ya se ha mencionado, es que los bienes culturales deben transmitirse de forma tan conservadora como los genes. "Observamos que las ideas, prácticas, habilidades, actitudes, normas, estilos artísticos, tecnología, formas de hablar y otros elementos de la cultura cambian con el tiempo, pero vemos sobre todo que existen tradiciones persistentes.

Las mutaciones en los genes suelen ser perjudiciales o neutras. Los bloques de construcción cultural también deben "heredarse" a lo largo de muchas generaciones sin grandes cambios, pues de lo contrario no podrían construirse unos sobre otros. Por tanto, lo que se ha tratado bajo el término "patrón misterioso" atraviesa toda nuestra cultura: es la réplica de lo que ya existe. Por encima de todo, la cultura produce siempre la misma cultura, la misma lengua, los mismos rituales, las mismas técnicas y, a lo largo de los siglos, sólo unas pocas innovaciones en la mayoría de las ocasiones. Sin embargo, inventos revolucionarios como el desarrollo de organismos pluricelulares en el Cámbrico o la invención de la máquina de vapor y el ordenador en el Antropoceno pueden dar lugar a saltos evolutivos. La evolución es ante todo preservación, porque hay demasiadas mutaciones que conducen a algo peor. Algo puede descomponerse de muchas maneras, pero sólo puede permanecer entero de una. La funcionalidad un estado excepcional y raramente duradero y debe mantenerse activamente. La "*conservación de la funcionalidad existente*" es un problema fundamental de la evolución (Krauß 2021, p. 6). Todo lo que existe está sujeto a una decadencia gradual, todo decae -según el teorema de la entropía de la termodinámica- en algún momento a sus formas de estado más simples y

energéticamente más bajas. En biología, estos procesos de descomposición son, por ejemplo, las mutaciones. Las mutaciones suelen tener un efecto perjudicial. Por tanto, el proceso evolutivo no selecciona principalmente mutaciones favorables. Más bien, *la selección suele consistir en la llamada selección estabilizadora o negativa, que, en contraste con la selección dirigida o positiva, mucho más rara, actúa contra los cambios en el genoma.* (Krauß 2021, p. 7). Una ventaja de la fijación genética de la información en el ADN es que esta memoria está relativamente bien protegida contra los cambios. En las células, conocemos toda una serie de mecanismos de comprobación y reparación que impiden que el material genético cambie cuando se transmite a la siguiente generación. También deberían existir mecanismos para los Softgenes que fomenten la propagación de Softgenes útiles (selección positiva), pero sobre todo que protejan lo transmitido y probado contra los cambios (selección negativa).

Hoy podemos trazar el desarrollo del árbol genealógico humano basándonos en los cambios genéticos. Existe un reloj genético que nos permite estimar cuándo divergieron las distintas especies de homínidos. La base de esta medición temporal es el número de mutaciones desde la división y la dependencia de la ruta. La dependencia del camino significa que cada generación de genes puede remontarse a la generación anterior, salvo pequeñas desviaciones.

El área de Broca y el centro de Wernicke como localizaciones cerebrales de nuestro procesamiento del lenguaje se han desarrollado en coevolución con nuestra comunicación humana. Esto sólo puede suceder porque el lenguaje y su contenido se transfieren de padres a hijos en una secuencia ininterrumpida, sin que se produzcan desviaciones importantes en una comunidad. Y al igual que los genes, las lenguas cambian lentamente y de forma dependiente de la

trayectoria: Cada evolución se basa en la anterior. De forma similar a las formas originales de los genomas de los homínidos, también podemos reconstruir las formas originales de las lenguas. Un ejemplo es el indoeuropeo. Constituye la raíz de todas las lenguas que encontramos hoy en una amplia zona que va desde Europa Occidental (germánico) hasta la India (indoeuropeo). En el caso de los textos escritos, todos hemos oído hablar de un mecanismo que impone la escritura conformista en la escuela: las desviaciones frecuentes de la ortografía se sancionan con notas más bajas.

Llamaré conformismo a los mecanismos que favorecen la conservación de los elementos culturales lo más inalterados posible. El término designa aquí todo un conjunto de diferentes disposiciones de comportamiento que impiden que los elementos culturales cambien. Incluso en las aves hay un margen de tiempo para la adquisición del «lenguaje» propio de la especie, que a menudo se colorea como un dialecto regional. Sólo en los primeros meses, los pájaros jóvenes aprenden sus cantos de los que oyen todos los días: sus padres. Esta ventana temporal favorece la correcta reproducción de los cantos tradicionales. Las aves jóvenes criadas a mano *sólo* producen en la edad adulta *una versión atrofiada y antinatural del canto normal y de las vocalizaciones sociales de los adultos de su especie*. (Safina 2022, p. 202). Esta atrofia de la capacidad de aprendizaje puede interpretarse como un primer indicio de que sólo se adquiere un determinado tipo de canto: el específico de la especie adoptado de los padres . Thibaud Gruber, del Centro Suizo de Ciencias Afectivas de Ginebra, también sospecha de una especie de conservadurismo y apego funcional en chimpancés y orangutanes. Los simios se basan en conocimientos que ya conocen. Este "apego funcional" les impide entonces realizar posibles inventos innovadores (Becker 2021, p. 112 y ss.). En distintas

132

poblaciones de monos capuchinos crestados se han observado diferentes formas de martillar para llegar al interior de las nueces de cáscara dura. Estas diferentes técnicas culturales en los distintos grupos no se basan ni en los genes ni se deben a la escasez de alimentos: Se basan en comportamientos tradicionales aprendidos socialmente (Becker 2021, p. 25). Existen pruebas de que algunos chimpancés utilizan determinados yunques desde hace al menos 700 años (Becker 2021, p. 30). Por lo tanto, hay pruebas de que un tipo de comportamiento conformista también puede encontrarse en los primates. Podemos nombrar nuestra disposición a aprender como el requisito previo más importante para el conformismo. Es un requisito previo para que el conocimiento se transmita de generación en generación. Nuestra predisposición a la referencia social, nuestra voluntad de adoptar Softgenes, al principio preferentemente de nuestros padres, y más tarde de los más exitosos o de la mayoría, son otros elementos constitutivos. Encontramos la preservación de los Softgenes en el término "tradicición", políticamente en el conservadurismo

Uno de los fundamentos de la mayoría de las tradiciones religiosas es la veneración y el culto a los antepasados fallecidos cuyos espíritus de alguna manera pervivían (Tomasello 2016, p. 202). No en vano, el Antiguo Testamento también establece en el quinto mandamiento: "*Honra a tu padre y a tu madre, como Jehová tu Dios te ha mandado.*" (Deuteronomio 5:16, Biblia Elberfelder 1905). Pues al honrar a nuestros antepasados, honramos también sus opiniones y conocimientos y adoptamos así sus Softgenes lo más inalterados posible

A todos nos interesa vivir en un entorno estable, y eso incluye un entorno social estable. *Si prestas mucha atención a esto, te darás cuenta de que la inmensa mayoría de las personas acatan la inmensa mayoría de las normas*". (Warkus 2018). Por lo tanto, el

comportamiento de los miembros del grupo es fácilmente predecible, lo que contribuye a una sensación de seguridad. El conformismo nos anima a adherirnos a los marcos sociales y nos lleva a interiorizar normas de comportamiento políticas, sociales y religiosas.

Los investigadores sociales distinguen a grandes rasgos tres tipos de influencia del grupo sobre el individuo: Los miembros del grupo (1) ceden a la presión o reaccionan ante un incentivo externo, (2) adoptan las normas sociales en su visión del mundo, es decir, actúan por convicción, o (3) se orientan hacia la mayoría (Gelitz 2020).

Por regla general, toda persona puede basarse en dos instancias a la hora de tomar una decisión: En su propio poder de juicio y en la opinión de los demás. Cuanto mayor es la distancia entre la propia elección y la decisión conformista, más probable es que una persona escuche a la mayoría y desconfíe de su propio juicio. Un factor clave de la influencia social es que nos orientamos hacia nuestros semejantes. Investigaciones recientes sugieren que adoptamos actitudes inconscientemente y sólo entonces empezamos a buscar argumentos que respalden nuestras opiniones (Cialdini 2001, p. 61).

Emocionalmente, parece que valoramos nuestra "riqueza de conocimientos" como si fueran bienes materiales. Reaccionamos de forma diferente ante las ganancias o las pérdidas, aunque ambas tengan el mismo valor: lloramos más la pérdida de un billete de 50 euros que lo que nos alegraría una ganancia de 50 euros. Según este efecto de posesión, asignamos un valor más alto a las cosas que poseemos (y hemos perdido) que a las que no poseemos (pero hemos ganado). Estas distorsiones cognitivas del efecto posesión y la "aversión a la pérdida" no sólo se producen con objetos o dinero. Sofisticados experimentos psicológicos han demostrado que también

134

estamos menos dispuestos a renunciar a información que ya se nos ha prometido -es decir, que ya poseemos en cierta medida- aunque podamos esperar obtener más información a cambio: "La gente está tan apegada a la información como a los objetos".

En conjunto, las fuerzas inerciales de una cultura son enormes y dificultan el cambio de ideas, puntos de vista y comportamientos tradicionales: las tradiciones, costumbres y hábitos y, no menos importante, el amor a la patria y el orgullo nacional nos mantienen aferrados a lo transmitido, y la pérdida de certezas nos duele.

Todos estos mecanismos hacen casi imposible un cambio cultural rápido en una sociedad. Esta puede ser la razón por la que los estadounidenses fueron capaces de ganar la guerra en Irak pero no pudieron establecer un Estado democrático al estilo occidental. En Afganistán, la alianza occidental ni siquiera fue capaz de ganar la guerra y el establecimiento de una democracia allí también fracasó debido a la resistencia de tradiciones tribales profundamente arraigadas.

Rapsodas

Podemos considerar el conformismo como un mecanismo de almacenamiento permanente de los conocimientos una vez adquiridos. Los rituales nos ayudan a interiorizar y preservar convenciones y tradiciones. El conformismo empieza con el lenguaje. No podríamos conversar si las palabras, la gramática y la pronunciación no se transmitieran de generación en generación sin grandes cambios. Un indicio de conformidad con respecto al lenguaje es la asombrosa capacidad de preservar mitos e historias oralmente (y más tarde por escrito) a lo largo de los siglos. El autor de la Odisea debió esperar desde el principio que su obra encontrara una amplia y duradera difusión oral, porque está escrita en forma de rima épica, en hexámetros. El ritmo de la forma en verso hace que el

texto sea más fácil de recordar. La forma en verso también impide que se produzcan demasiados errores durante la transmisión, ya que un error suele alterar la métrica del verso. Por eso se incorpora un código de control, por así decirlo, que indica los cambios. La versión original, que se originó en torno al 720 a.C., fue transmitida e interpretada por los llamados rapsodas durante siglos antes de ser escrita.

Canonización y normalización

Enseñar a nuestros hijos es casi siempre lo mismo: les enseñamos a comer como nosotros comemos, a hablar como nosotros hablamos, les enseñamos el mismo comportamiento y los mismos modales que esperamos de todos nuestros conciudadanos. Les enseñamos matemáticas y nos alegramos cuando dominan un cálculo sobre un triángulo del mismo modo que Pitágoras habría resuelto el problema. Como alumnos, aprendemos que no es la lógica de la lengua sino los redactores de Duden quienes velan por la correcta ortografía y que los profesores nos castigan con malas notas si nos desviamos de la ortografía canonizada.

La difusión de los Softgenes suele ir acompañada de su canonización: incluso los antiguos griegos creyeron en el valor educativo del modelo de conducta durante toda su existencia. *Lo que se reconocía como correcto debía ser canon y norma.* (Conti 2000). En arquitectura, esto conduce al templo estándar; hay un orden fijo de columnas en el que se basa toda la arquitectura de los templos. Por regla general, los templos no son siempre de nueva concepción y construcción, sino que siguen el modelo de edificios establecidos. Las desviaciones de la norma se consideran, como mínimo, inapropiadas. Por eso podemos identificar algo así como el orden dórico, jónico o corintio de las columnas, y en siglos posteriores épocas estilísticas como el Gótico, el Renacimiento o el Barroco. E incluso los dioses que

habitan los templos griegos y romanos experimentan cierto tipo de estandarización con el monoteísmo: en la guerra de Troya, los dioses griegos luchan entre sí y los distintos dioses esperan comportamientos morales diferentes de las personas que creen en ellos. Para las religiones monoteístas, sin embargo, se aplica lo siguiente: un Dios, una palabra, y todos tienen que seguir esta palabra - pero más sobre esto más adelante. Hoy en día, existen reglamentos de construcción que estipulan exactamente cómo deben construirse los edificios. Y existen planos de construcción de dispositivos técnicos, según los cuales algo puede montarse idénticamente una y otra vez. Las normas DIN (Normas Industriales Alemanas) contribuyen a garantizar que todos los componentes encajen realmente entre sí y que sea posible su reproducción exacta. El americanista Klaus Peter Hansen considera que la normalización es el núcleo de toda cultura: la cultura debe entenderse como normalización apoyada por colectivos (Nakoinz 2009). La importancia de la estandarización en los negocios y la tecnología no sólo se observa en el DIN, sino también en el euro, por ejemplo: La estandarización en un mismo medio de pago tiene un significado económico tan enorme que toda una serie de estados europeos han renunciado a una parte de soberanía por ello.

Las normas son de vital importancia para científicos e ingenieros, que se han esforzado mucho por definir sus unidades básicas: El segundo, el metro, el kilogramo, el amperio, el kelvin, el mol y la candela se han definido de forma precisa y universal. Y todo el mundo debería respetarlas. Cuando la sonda Climate Orbiter Mars de la NASA, que costó 125 millones de euros, se estrelló contra el suelo en 1999, no se debió a un fallo técnico, sino a que los ingenieros implicados habían calculado en unidades de medida diferentes, unos en pies, otros en metros. Fue un choque de culturas muy costoso entre las normas estadounidenses y las de la UE.

buen ejemplo de la constancia de los softgenes es la obligación de citar en las ciencias: garantiza que los hallazgos científicos se adopten sin cambios.

Conformidad forzosa

Podemos suponer que el conformismo se creó en nosotros hace mucho tiempo, porque exigimos un comportamiento conformista no con argumentos, sino con emociones: Sentimos ira ante la desviación y felicidad ante la conformidad. Dentro de un grupo cultural, existe una *presión de selección hacia la imitación y la conformidad*. (Tomasello 2016, p. 216). Se defienden las normas culturales y se tiende a la agresión contra los comportamientos no conformistas. Se vuelve internamente contra los desviados y externamente contra los extraños. Dentro de una comunidad, si te sales de la línea, te meterás en problemas. Nos enfadamos cuando alguien viola las normas culturales: Alguien me quita el derecho de paso, tira basura en mi jardín o se tira un pedo en la mesa. Cosas que "tú no haces". Nuestro sentido de la vergüenza hace que nos abstengamos de hacer esas cosas. A nivel institucional, el derecho penal y el derecho civil nos obligan a comportarnos de manera obediente. Las sanciones pasan por varias etapas de escalada: Empieza con las burlas, las mofas y las burlas, con el acoso. Los cotilleos desempeñan aquí un papel importante como medio de control de las normas sociales. En los casos tipificados como delito, el condenado puede incluso ser excluido de la sociedad mediante una pena de prisión. En un país extranjero, el individuo se siente desarraigado, la pérdida de su propio entorno cultural es difícil de soportar. Al mismo tiempo, el extranjero suele ser objeto de rechazo, a veces incluso de xenofobia. La cultura extranjera espera que el individuo recién llegado se adapte a ella. Esto ya se sabía en la

antigüedad: "Si estás en Roma, compórtate como un romano" (Si fueris Romae, Romano vivito more!) De lo contrario, existe la amenaza de sanciones, incluido el rechazo y el racismo. El racismo como consecuencia de gran alcance del conformismo impuesto por los Softgenes sólo puede señalarse aquí por el momento; la discusión de este aspecto requiere un libro propio.

Conformidad religiosa

A los soldados se les pone uniforme, lo que incluso estandariza su aspecto, tienen que marchar al paso y son sin duda el ejemplo más impresionante de conformidad forzada. En la vida civil, la presión más fuerte para conformarse la encontramos en las religiones o la ideología. Con su Santo Oficio, sede de la Inquisición (hoy: Congregación para la Doctrina de la Fe), fundado en 1542, la Iglesia católica creó una institución que tacha de herejía cualquier desviación de la fe correcta y la erradica. La situación es similar en los Estados comunistas, donde las desviaciones de la doctrina oficial pura se castigan con gulags y ejecuciones.

Por supuesto, en lo que respecta a las religiones, existe la posibilidad de que una persona se convierta voluntariamente a una fe, pero es la excepción. Por regla general, la fe se hereda. Los católicos tienen hijos e hijas que se hacen católicos, los protestantes tienen hijos que más tarde se adhieren a la fe protestante, en los países con religiones estatales islámicas, los hijos se hacen musulmanes y en la India, si crecen en un hogar hindú, se convierten en seguidores del hinduismo. Transmitidas de generación en generación, estas religiones mundiales han persistido, incluso contra toda evidencia racional. Las religiones han demostrado ser casi resistentes cuando se trata de adaptarse a los conocimientos recién adquiridos o a los cambios

sociales, un fuerte testimonio del conformismo en términos de preservación de los Softgenes

La religión también se difunde con fuego y espada. El objetivo de la conversión forzada es la estandarización religiosa. En muchos lugares, el poder del Estado se considera una orden divina y los respectivos gobernantes se sienten con derecho a imponer la religión reconocida por el Estado. Esto puede verse tanto en el antiguo Egipto como en la antigua Grecia o en el culto imperial del Imperio Romano. Con el emperador Constantino, el cristianismo se convirtió en la religión del Estado en el Imperio Romano en el año 380, y el cristianismo católico fue también la religión del Estado de facto en la Edad Media del Sacro Imperio Romano Germánico hasta el comienzo del periodo moderno temprano. *La herejía, es decir, las desviaciones religiosas dentro de la iglesia, eran perseguidas por la ley imperial.* (wikipedia 07)

Montesquieu ya había observado que toda religión perseguida empieza a perseguir en cuanto se ha establecido, es decir, empieza a exigir conformismo (Godman 2001, p. 248). La conformidad con la fe es un deber, y por eso el primero de los diez mandamientos es: "*No tendrás dioses ajenos delante de mí*". (Éxodo 20.3, Biblia Elberfelder 1905). Los disidentes, es decir, los herejes, eran y son -en algunos casos todavía hoy- perseguidos sin piedad. En los lugares donde las religiones siguen dominando la vida cotidiana, todavía se aplica lo siguiente: ay de quien no viva de acuerdo con la fe.

A los no creyentes se les considera, como mínimo, inmorales. Como los ateos no están sujetos a las leyes morales prescritas de la religión respectiva, no sólo son incrédulos, sino moralmente inferiores y pueden ser asesinados en caso de duda. *Incluso en países laicos como Australia, China, la República Checa, los Países Bajos o Nueva Zelanda, es más probable que se sospeche de los ateos por cometer atrocidades.* La

noción del ateo inmoral está alimentada por la idea de que los no creyentes no tienen por qué temer el castigo divino por acciones reprobables. (Herrmann 2017).
Más adelante exploraremos con más detalle la conexión entre religión y moralidad.

Cooperación y comportamiento moral

Una cultura muy desarrollada es, como se ha explicado, un fenómeno de un grupo de individuos. Sólo colectivamente pueden apilarse ladrillo a ladrillo los bloques de construcción cultural, que no se encuentran en los genes, para formar un edificio cada vez más complejo. Sin embargo, dado que un individuo cooperativo tiene que sacrificar recursos para el grupo que no puede utilizar para sus propios fines, no cabe esperar sin más la aparición de la cooperación a partir de la evolución. Porque, según Dawkins, ¡los genes son egoístas! Veamos ahora más de cerca la conexión entre evolución, cooperación y cultura.

La cooperación puede desarrollarse siempre que el propio éxito dependa del comportamiento de los demás. Una de las razones por las que la cooperación pudo prevalecer sobre la competencia en términos evolutivos puede tener su origen en las ventajas del cuidado de las crías. El cuidado de las crías permite reducir el número de crías nacidas, porque la probabilidad de su supervivencia aumenta como resultado de la protección proporcionada por la madre o los padres. La reducción del número de crías se compensa con la calidad. Esto es una ventaja porque la cantidad es un despilfarro de recursos, ya que una gran proporción de las crías suele perecer. Además, el cuidado compartido de las crías permite, en particular, dar a luz a crías en un estadio de desarrollo más inmaduro, lo que es de gran importancia para el desarrollo del *H. sapiens*.

Sin embargo, para nosotros, los humanos, la cooperación no solo se refiere a la división del trabajo entre mujeres y hombres para criar a los hijos, sino que afecta a toda nuestra forma de vida. Tenemos una tendencia emocional a cooperar dentro de nuestra

comunidad que nos ha sido transmitida por la evolución y que sólo podemos superar mediante un gran esfuerzo cognitivo (de Waal 2015 (1), p. 70). Sarah Blaffer Hrdy lo denomina una *voluntad de cooperar innata*. (Hrdy 2010, p. 15). Si se evalúan las habilidades motoras de niños chimpancés de dos años y de niños humanos de dos años, los simios llevan ventaja. Sin embargo, cuando se evalúan las interacciones sociales, los niños humanos son muy superiores a los chimpancés pequeños (Bahnsen & Schnabel 2012). Las competencias altamente desarrolladas, como nuestra "inteligencia social", nos distinguen claramente de otros primates y del resto del reino animal. La inteligencia social se refiere a la capacidad de empatizar con los demás, comprenderlos e influir en ellos. Somos capaces de empatizar con otras personas y evaluar así las consecuencias de nuestras decisiones y acciones. Podemos comprender las acciones, decisiones y deseos de los demás y comportarnos en consecuencia. Esto es esencial para una comunicación eficaz entre las personas. Lo que nos caracteriza no son sólo nuestras capacidades individuales, como saber tocar el piano, sino también el hecho de poder hacer música como una orquesta. Esta capacidad de cooperar es lo que ha permitido al *H. sapiens* desarrollar su cultura hasta un nivel tan elevado.

Pero hay algo más, ¡algo bastante misterioso en la cooperación! Es la fuerza motriz de la emergencia. Existen las llamadas grandes transiciones en la evolución, que se caracterizan por fusiones con división del trabajo. Quizá las dos más significativas sean, por un lado, la unificación de fragmentos de ADN en un genoma y, por otro, la organización de las primeras células en organismos superiores en el periodo Cámbrico. Esto proporciona a todos los implicados una ventaja adicional. La célula individual pone sus capacidades especiales al servicio de un cuerpo, el cuerpo proporciona nutrientes a la célula individual.

Esto permite ocupar nichos ecológicos completamente nuevos. Estos son dos de estos grandes acontecimientos en los que la competencia se sustituye por la cooperación. Lo misterioso es que se crea algo completamente nuevo. No cabe duda de que el desarrollo de la cultura, que se basa en gran medida en la cooperación, representa otra gran transición.

Suma cero y valor añadido

Veamos más de cerca las ventajas de la cooperación: el póquer es un juego de suma cero. La cantidad de dinero apostada en la mesa siempre es la misma, sólo cambia de manos en el transcurso de la partida. En la mayoría de los casos, el uso de la violencia también es, como mucho, un juego de suma cero: lo que gana uno, lo pierde el otro, en ocasiones pierden los dos. Todas las guerras anteriores y la mayoría de las actuales son juegos de suma cero: uno se lleva los recursos naturales y roba los alimentos o exprime los impuestos de la población derrotada. La cooperación es diferente: Si un bonobo le quita las garrapatas y otros parásitos a su pareja, y su pareja le devuelve el favor con un servicio amistoso similar, ambos disfrutarán mucho más de la vida sin que los costes sean especialmente elevados. El apoyo mutuo y la protección que ofrece un grupo benefician a cada individuo de la tropa.

Para *H. sapiens*, el giro hacia el comportamiento cooperativo se hace imperativo a más tardar al cazar mamuts en la Edad de Hielo: ningún cazador puede matar animales tan grandes en solitario y no podría defender el cadáver después contra depredadores competidores como los tigres dientes de sable o los osos de las cavernas. En las regiones de la Edad de Hielo, nuestros antepasados sólo podían sobrevivir en una comunidad cooperativa.

En términos más generales, aunque no queramos verlo directamente como cooperación. Toda la vida en la

Tierra, Gaia, es un enorme engranaje: cada pieza contribuye al funcionamiento del engranaje y cada parte depende del todo. Los ecosistemas son economías biológicas basadas en la sostenibilidad. Esto sólo puede funcionar si, en última instancia, todo el mundo se beneficia de ello.

En nuestro mundo moderno, esta interacción a menudo significa trabajo a cambio de dinero. La división del trabajo significa que, aunque cada uno persigue sus propios intereses, todos pueden beneficiarse de los esfuerzos egoístas de los demás. Somos criaturas sociales porque nos beneficiamos de nuestras vidas sociales. No podríamos lograr este valor añadido como lobos solitarios.

La cooperación genera valor añadido en el sentido de un juego de suma positiva. En 1817, el economista David Ricardo formuló la ley de la "ventaja relativa", también conocida como ley de la "ventaja comparativa de costes": Si dos individuos difieren en cuanto a su eficiencia relativa en la producción de bienes, ambos se beneficiarán del comercio recíproco, aunque uno pueda hacerlo todo mejor que el otro. Se dice que Winston Churchill era un buen albañil. Sin embargo, no construyó su propia casa ladrillo a ladrillo. Prefirió utilizar los servicios de una empresa de construcción. Para él, era más ventajoso dirigir el Estado británico como primer ministro. Esta es una de las razones por las que la globalización es una bendición en términos económicos, aunque no todos se beneficien de ella por igual y aunque no todos quieran admitirlo: Alemania suministra las máquinas-herramienta y luego compra en el mercado mundial los productos fabricados con ellas, en lugar de producir ella misma cada calcetín y luego no encontrar clientes para las máquinas.

La clave de la ventaja comparativa de costes es la división del trabajo. La primera división eficiente del trabajo se desarrolló entre hombres y mujeres, principalmente porque un niño humano tiene una

infancia muy larga y el coste de cuidarlo es muy elevado. En casi todas las culturas tribales indígenas, los hombres suelen cazar y las mujeres proporcionan los alimentos vegetales (Hrdy 2010, p. 28 y ss.). Esto no está ordenado por Dios, ni es inalterable en nuestro mundo moderno. Pero la división parental del trabajo era y es en cierta medida lo mejor para la descendencia y, por tanto, para nuestros genes. En los chimpancés también se observa una cierta diferenciación de género en cuanto a la obtención de alimentos: mientras que las hembras pescan con más frecuencia y persistencia hormigas y termitas, los machos se alimentan más a menudo *de vertebrados como monos, cerdos de monte, bushbucks, murciélagos, serpientes, pájaros y huevos*. (Becker 2021, p. 121).

La auténtica cooperación entre los humanos se desarrolla paso a paso: en una cultura de la Edad de Piedra, si un cazador lleva a casa una pieza grande de venado, puede regalar partes de ella, porque de todos modos no puede comérsela solo. Y en la Edad de Hielo, sólo la caza en común permitió matar mamuts: todos los cazadores juntos podían acceder a recursos que no estaban al alcance de los cazadores individuales. En los días sin suerte de caza, tanto los hombres como las mujeres pueden beneficiarse de los alimentos de origen vegetal, que aportan principalmente las mujeres. En general, este comportamiento es beneficioso para todas las partes. Compartir minimiza el riesgo de quedarse con el estómago vacío en los días malos. Compartir la comida se convierte en un rasgo universal de la cultura humana. Los antropólogos han descubierto que compartir la comida es un rasgo común a todas las sociedades humanas. Por el contrario, los gatos y los perros, por ejemplo, defienden celosamente sus cuencos de comida frente a posibles compañeros de mesa.

Lo importante para el comportamiento cooperativo es que los costes sean inferiores a los beneficios; debe ser

un juego de suma positiva. La ventaja de los costes comparativos conduce inevitablemente al desarrollo de la moralidad. Toda transacción económica se basa en algún tipo de confianza. *Los virtuosos sólo lo son porque ello les permite unir fuerzas con otros virtuosos para obtener ventajas mutuas.* (Ridley 1997, p. 209). A largo plazo, sólo la credibilidad y la equidad permiten obtener beneficios mediante la ventaja comparativa de costes. La capacidad de comportamiento moral como requisito previo para la división cooperativa del trabajo es tan valiosa por el valor añadido que genera que es genéticamente inherente a nosotros. Es mucho más antigua que cualquier civilización humana.

Sin embargo, no habría necesidad de moralidad si no hubiera trampas: el egoísmo del individuo sigue poniendo en peligro la cohesión de las comunidades hoy en día. - Desde una perspectiva evolutiva, esto no es ninguna sorpresa, ya que los biólogos siguen preguntándose cómo pudo desarrollarse en primer lugar el comportamiento altruista como base para la cooperación.

Las sociedades esclavistas y la estratificación social demuestran que la moralidad no es la única forma de disfrutar de ventajas comparativas: incluso hoy en día, los esclavos y las clases bajas se ven sistemáticamente privados de parte del salario que genera su contribución a la creación de valor. Tales estructuras sociales no se mantienen unidas por la moralidad, sino por la represión

Las democracias tienen escrituras y contratos, recibos, billetes, relojes registradores y el código civil como herramientas contra el comportamiento fraudulento. El comportamiento moral es la base de las economías prósperas. Las empresas pierden rápidamente a sus clientes si hacen trampas. En todos los Estados prósperos, a excepción de los Estados petroleros, cuya riqueza no se basa en su propio esfuerzo, la democracia

es la base de la prosperidad, porque la democracia es la forma de gobierno más justa que conocemos.

Tras la pista de la verdad

La necesidad de comportarse de forma cooperativa fuerza el desarrollo de Softgenes que permiten a individuos no emparentados vivir juntos. Los más importantes de estos bienes culturales son la moral y las leyes, y debe ser posible hacerlas cumplir. También se necesitan elementos culturales básicos para hacer cumplir dichas normas.

Lo que es bueno o malo, verdad o error, ha sido definido durante mucho tiempo por la Iglesia católica en el espacio cultural europeo: *Esta santa madre, que nunca se equivocaba y nunca cambiaba, siempre estaba ahí para instruir y castigar a sus hijos.*

(Godman 2001, p. 36). Aquellos tiempos ya pasaron.

Hoy ya no creemos en el relato de la creación como un hecho real y la autoridad de la Iglesia católica ha disminuido en muchos aspectos. Al igual que ahora prioridad a la teoría del Big Bang desarrollada por los cosmólogos, ahora podemos encontrar explicaciones con base científica para "la verdad y el error", para "el bien y el mal"

En el reino animal, la selección por parte de las hembras favorece a los machos que permiten una evaluación fiable. El tamaño y el color de la cola de plumas del gallo del pavo real es un indicador fiable de la calidad del ave macho. Sólo los gallos con el plumaje más grande y colorido son elegidos por las gallinas.

Con las características a prueba de falsificaciones, la honestidad entra en la naturaleza porque la gallina puede confiar en la calidad a prueba de falsificaciones de la cola del pavo real macho. Lo mismo se aplica a la humanidad: el oro, un metal precioso, muestra lo importante que es para nosotros la protección contra la falsificación y, por tanto, la honestidad. El oro se

considera valioso porque es raro y muy difícil de falsificar. Esto lo convierte, como la cola de un pavo real, en una señal de aptitud evolutiva. Hasta hoy, simboliza la riqueza y el estatus elevado y, por lo tanto -en gran medida a prueba de falsificaciones-, la posibilidad de poder mantener bien a la propia descendencia. Hoy en día, el papel moneda y las tarjetas cheque han sustituido en gran medida al oro. Desde entonces, se han creado industrias enteras para evitar el fraude con el fin de garantizar la honradez y la protección contra la falsificación, hasta llegar a las criptomonedas actuales como el Bitcoin.

La honradez demuestra su valor en términos de evolución: es ventajoso transmitir la honradez, tanto genética como culturalmente. Wolfgang Wickler cuenta la historia de una zorra que vuelve a casa con una presa (Wickler 1971 p, 135 y ss.). Un cachorro salta hacia ella y le pide comida. La presa cae al suelo y el joven zorro comienza inmediatamente a devorarla. La zorra da unos pasos a su alrededor y se queda mirando. De repente, levanta el hocico y emite el agudo grito de advertencia que normalmente avisa a las crías del peligro. El joven zorro abandona inmediatamente a su presa y desaparece apresuradamente en la madriguera. A continuación, la zorra se come a su presa sin dividirla más. El epílogo del cuento revela por qué este comportamiento no puede establecerse a largo plazo. Porque una vez que te pillan diciendo una mentira, nadie te creerá ni siquiera cuando digas la verdad. Después de que la zorra le haya sacado ventaja unas cuantas veces, el joven zorro aprende a ver a través del engaño y sólo reacciona muy vacilante a la llamada de advertencia. Cuando amenaza un peligro real, la reacción vacilante ante señales que en realidad indican una huida inmediata representa un riesgo de muerte significativamente mayor para las crías. Es probable que el éxito reproductivo de los zorros que muestran este comportamiento "engañoso" sea menor que el de

los zorros "honestos". Así, con el tiempo, prevalecerá la línea de los zorros honestos.

Para los hombres, desde el punto de vista genético, invertir en un hijo que no ha sido engendrado por ellos mismos es un desastre. Por eso, el amor y la fidelidad femeninos en los hombres les dan la certeza *de que ellos son los testigos de los hijos, lo que los impulsa a invertir en la descendencia*. (Christakis 2019, p. 187). En general, la necesidad de vivir en una sociedad que funcione bien requiere la evolución de la honestidad y, en última instancia, el desarrollo de la moral y la conciencia.

Altruismo

Para el científico del comportamiento Frans de Waal, la moralidad se basa en un sentido de la justicia que se desarrolla a partir del interés por cooperar y, por tanto, no es exclusiva de los seres humanos (de Waal 2015 (2)). Para él, *el cuidado materno es un prototipo de altruismo, al menos en los mamíferos, porque el cuidado de la cría es la inversión más costosa y prolongada en otro ser que existe en la naturaleza*. (de Waal 2015 (1), p. 73 y ss.). El altruismo es lo contrario del egoísmo. Se expresa a través de la generosidad y la consideración. En particular, las acciones se consideran altruistas cuando una persona ayuda a otra sin obtener una ventaja directa de ello.

Una forma de altruismo de menor alcance es su variante recíproca. Podemos imaginar el altruismo recíproco analizado por Robert Trivers como un acto de ayuda que nos cuesta caro a corto plazo, pero que nos compensa a largo plazo. Si el altruismo familiar y el comportamiento altruista recíproco están generalizados en el reino animal sigue siendo una cuestión controvertida entre los biólogos evolutivos (Fetchenhauer y Bierhoff 2004, p. 131).

Los inicios del altruismo recíproco pueden encontrarse, por ejemplo, en el vuelo de las aves. El ibis calvo septentrional (*Geronticus eremita*) es un ibis del tamaño de un ganso. En su camino de ida y vuelta al sur, estas aves se turnan constantemente en el liderazgo del vuelo en V, que consume mucha energía. Las aves que vuelan detrás se benefician de la corriente ascendente del batir de alas del ave que vuela delante de ellas. *El vuelo en V-formación no sólo es un ejemplo convincente de altruismo recíproco en los animales, sino que también proporciona pistas sobre las circunstancias en las que puede haberse establecido en términos evolutivos.*

(Merlot 2015). En esta forma de cooperación, cada animal individual obtiene una ganancia en el sentido de un juego de suma positiva. Encontramos el mismo tipo de altruismo en el Tour de Francia cuando los miembros de un equipo de carreras se relevan unos a otros en cabeza, mientras que los demás se benefician del rebufo del corredor que va delante.

Las formas más elevadas de altruismo recíproco se caracterizan por un periodo de tiempo más largo entre el dar y el recibir. Inicialmente, sólo se beneficia el beneficiario. Sin embargo, se espera que se cumpla la obligación resultante. Esto presupone que sabemos a quién ayudamos y que confiamos en que recibiremos ayuda en un caso similar (Ridley 1997, p. 224 y ss.). Para ello, un individuo debe ser capaz de distinguir entre los demás miembros de su comunidad y recordar su comportamiento en relación consigo mismo. Por esta razón, un altruismo recíproco muy desarrollado requiere un alto nivel de inteligencia - sólo podemos esperararlo en el reino animal a partir de una cierta capacidad cerebral.

Un ejemplo moderno de altruismo recíproco puede ser nuestro ciclo del dinero. Alguien hace algo bueno por otra persona, por ejemplo, le corta el pelo. A cambio, recibe una promesa firme (expresada como una suma de dinero) de la comunidad de que ha adquirido el

derecho a un beneficio equivalente. Dador y receptor están vinculados en una comunidad económica en la que, en última instancia, se aplica una forma de reciprocidad (por desgracia, no siempre justa). Lo que conocemos como "prestigio" es otra consecuencia del altruismo recíproco: aparte de los humanos, los títíes (*Cebidae*) son los únicos primates en los que se ha observado una especie de comportamiento de entrega de regalos. Sin embargo, esto depende de la "reputación" del miembro de la horda: los tamarinos son *más generosos con antiguos benefactores y más tacaños con antiguos avaros*. (Hrdy 2010, p. 139). Así pues, el prestigio del benefactor compensa.

El comportamiento altruista, o más coloquialmente: "la cooperatividad y la virtud", no han surgido en la sociedad humana debido a una moralidad exigida por una deidad, sino que la moralidad resulta de la persecución consecuente de objetivos individualistas. Pero, como veremos, los dioses son muy útiles para imponer la moralidad. En su libro "La riqueza de las naciones", publicado en 1776, Adam Smith eleva el egoísmo del individuo a principio rector de la sociedad. Pero los egoístas en particular deben insistir en un comportamiento virtuoso, porque de lo contrario pierden el beneficio que obtienen de la ventaja de los costes comparativos. En última instancia, la cooperación debe merecer la pena para un individuo, pues de lo contrario los que se comportan de forma no cooperativa siempre estarían en ventaja. El conflicto entre la selección individual y la selección de grupo es evidente. Dado que el altruismo recíproco desempeña un papel importante en la construcción de una comunidad cooperativa, también existe una considerable presión de selección para exponer y sancionar a los tramposos que no cumplen con su parte de ayuda mutua (Sapolski 2017, p. 419).

Moralidad y juicio

Podemos entender racionalmente muchos de nuestros comportamientos morales porque la evolución sigue una lógica inherente. Allí donde las condiciones ambientales eran duras, como en la tundra de las glaciaciones, donde el éxito en la caza de mamuts sólo podía lograrse en grupo, los humanos dependían de estrategias de comportamiento para consolidar la estructura del grupo. Lo mismo ocurría cuando la agricultura y la ganadería requerían estructuras políticas para garantizar que todos cumplieran las normas. Estas reglas para consolidar la comunidad se codificaron inicialmente como moral.

La moralidad como opción de comportamiento es, por tanto, antigua y ya está anclada en nuestros genes. Los juicios morales son decisiones viscerales; sólo después intentamos justificarlos racionalmente. Por eso Dawkins se equivoca cuando sugiere que podemos esperar poca ayuda de nuestra naturaleza biológica cuando un individuo como él *quiere construir una sociedad en la que los individuos colaboren generosa y desinteresadamente en favor de un bien común.*

(Dawkins 2008, p. 121). La evolución nos dota de una conciencia que nos hace sentir desagradado cuando actuamos "inmoralmente". La moral y los tabúes nos impiden infringir las normas a nivel emocional. A partir de nuestra disposición, se establece una brújula moral que promueve la cooperación y cuyas directrices están ancladas en la conformidad. Nuestros sentimientos morales se relacionan con la convivencia con los demás, especialmente con los miembros no emparentados, pero sólo con los de nuestra propia comunidad

Existe la creencia generalizada, compartida sobre todo por los creyentes religiosos, de que la moral es algo instituido por Dios. Pero ni las comunidades de la prehistoria podrían haber sobrevivido sin principios

morales, ni se puede negar a priori un comportamiento moral a las personas que viven fuera de los grandes sistemas religiosos. Frans de Waal lo expresa así: *desconfía de las personas a las que sólo su sistema de creencias les impide cometer un acto atroz.* (de Waal 2015 (1), p. 11). Y por desgracia es aún más dramático: la gente comete actos atroces debido a la arrogancia moral que deriva de su fe. Ejemplos de ello son la quema de brujas a principios de la Edad Moderna o los atentados suicidas contra el World Trade Center de Nueva York el 11 de septiembre de 2001.

Un ejemplo de Softgenes: la religión

Los dioses han desempeñado y siguen desempeñando un papel destacado en el establecimiento de leyes morales. Así que quedémonos con las religiones por un momento, porque son un buen ejemplo de cómo pueden surgir Softgenes complejos. Dawkins conjeturó con respecto a su meme "deidad": *"No sabemos cómo surgió en el conjunto de memes. Probablemente nació muchas veces a través de "mutaciones" independientes"*. (Dawkins 2001, p. 310). Así que vayamos en busca de qué mutaciones fueron necesarias para producir un softgene como Thor o Zeus.

Si los Softgenes han evolucionado como las religiones, tenemos que buscar su utilidad (relevancia para la aptitud). La moralidad y las religiones parecen ir de la mano. Por tanto, una buena hipótesis de partida es buscar una conexión entre la moralidad y los dioses. *Ahora sabemos por la investigación cerebral que la espiritualidad -la suavización de los límites ego-entorno- es tan universal como la religiosidad, la creencia en actores supraempíricos, en seres sobrehumanos. Estas dos dimensiones de la experiencia se procesan en regiones completamente distintas del cerebro y también pueden darse independientemente la una de la otra.* (Blume 2020 (1)). Debido a que estos Softgenes de lo metafísico se han anclado genéticamente, aparentemente han estado con la humanidad durante mucho tiempo.

Probablemente encontramos su origen en el comportamiento territorial.

Los humanos, al igual que sus primos simios, los chimpancés, tienen una clara tendencia a la territorialidad. Esto se puede comprobar fácilmente sentándose en un lugar que alguien ha desocupado

brevemente para ir al baño. Esto suele provocar una pelea cuando vuelve el primer propietario. Las toallas en las tumbonas de la sauna también ilustran nuestra lucha por los buenos asientos.

La territorialidad sirve para satisfacer necesidades básicas, incluida la reproducción. Este comportamiento está muy extendido en el reino animal, donde un pájaro defiende su nido y un tigre su territorio. Incluso organismos tan simples como los pulgones de las agallas luchan por el territorio cuando se trata del mejor lugar para poner sus huevos. La propiedad del territorio en los leones puede justificarse bien en términos ecológicos. Las manadas mantienen a los leones machos que deambulan por los alrededores fuera de su territorio y a veces incluso los matan. Si un grupo de leones reclama para sí una zona de cierto tamaño, determina la densidad de población de estos depredadores. Esto se debe a que el número de leones en una zona determinada depende menos del suministro de alimentos y más del número de territorios disponibles. Así se evita la sobreexplotación del suministro de alimentos. Si no hubiera territorios, los leones se reproducirían sin control en los periodos de abundancia de presas. Esto acabaría diezmando a las presas. El resultado serían años de inanición para los leones. Una vez que la mayoría de los leones hubieran muerto de hambre, las presas podrían multiplicarse de nuevo. *Sin embargo, el comportamiento territorial contrarresta la superpoblación de leones sacrificando el potencial reproductivo, por así decirlo, y evita así las fluctuaciones inestables de la densidad de población.* (Hassenstein 2001, p. 293). Por tanto, poseer un territorio tiene sentido tanto desde el punto de vista económico como ecológico. Podemos suponer que los grupos de cazadores-recolectores ya de un territorio que reclaman, cuyos límites aseguran contra intrusos y desplazan ocasionalmente hacia el exterior.

La aparición de los dioses

Pero, ¿cómo marcar tu territorio y demostrar la legitimidad de tus reivindicaciones si aún no existe un catastro? Si el cielo no puede ayudar, al menos los antepasados sí. Se habla de *herencia legítima refiriéndose a los antepasados que ya habían tomado posesión de la tierra hace generaciones*. (Wunn et al. 2015, p. 56). Los neandertales (última evidencia presumiblemente ca. 40.000 a.C.), así como los *H. sapiens*, enterraron a sus muertos en la misma época temprana y lo hicieron en lugares que utilizaron repetidamente como viviendas. Los habitantes de los primeros asentamientos permanentes (por ejemplo, en Ain Ghazal y Tell es-Sultan alrededor del 11.000 a.C.) incluso enterraban a sus muertos bajo el suelo de sus casas (Wunn et al. 2015, p. 104 y ss.). Esto da lugar en ocasiones a una extraña costumbre: se corta el cráneo y se deposita en un lugar visible. Los antropólogos sospechan que los habitantes quieren enfatizar su reivindicación del territorio. El antropólogo Roy Rappoport muestra que los *epo* y *tzembaga* de Nueva Guinea seguían marcando sus territorios con deposiciones de cráneos en tiempos modernos (Wunn et al. 2015, p. 59). Esto va acompañado de las primeras ideas vagas de la vida después de la muerte y de un mundo de ultratumba en el que viven los antepasados y desde el que pueden influir en el mundo real. Nuestro cerebro está siempre a la búsqueda de causas. Y así, si no encontramos otra explicación, suponemos que los fenómenos aterradores deben tener una causa igualmente aterradora que sea responsable en cada caso. Esto hace que la idea de poderes sobrenaturales resulte obvia. Una vez concebida, adoptamos el miedo a los seres sobrenaturales por referencia social: Ten miedo de las serpientes si tus compañeros tienen miedo de las serpientes, ten miedo de los demonios y los *revenants* si tus vecinos lo tienen.

Los antepasados ofrecen ahora protección a cambio de pociones y ofrendas sacrificiales. Cualquiera que viva el Día de los Muertos en México se sorprenderá al comprobar lo vivo que sigue estando este culto en un mundo moderno cristianizado (a la fuerza). Los mexicanos van al cementerio ese día y celebran con sus muertos, ofreciéndoles su comida y bebida favoritas. La veneración de los santos en el cristianismo es también una especie de culto a los antepasados, cuyas reliquias, es decir, los restos de los difuntos canonizados, siguen venerando hoy en día en las iglesias y se reza por su protección

Descripción ampliada del puesto

Con el tiempo, los retratos artísticos de los cráneos con las cuencas oculares vacías y las bocas abiertas complementaron o sustituyeron a los cráneos. Antropológicamente, las cuencas oculares vacías se interpretan como una mirada amenazadora y las bocas abiertas como un gruñido amenazador, ambas para disuadir a los intrusos. En estas representaciones pictóricas se visualizan las personalidades y poderes de los difuntos. Además de la reivindicación del territorio que los antepasados apuntalan con su presencia y su efecto disuasorio sobre los competidores, el culto a los antepasados también ofrece ayuda para sobrellevar el dolor de la pérdida experimentada y un debilitamiento del miedo a la propia muerte. *A lo largo de un período de tiempo más prolongado, la práctica de la deposición de cráneos se convierte así en un acontecimiento con un significado fijo y ampliado.* (Wunn et al. 2015, p. 104).

Las reivindicaciones territoriales adquieren una importancia mucho mayor cuando los pueblos pasan de la cultura apropiativa de los cazadores-recolectores a la economía productiva de la agricultura y la ganadería. La territorialidad se convierte en algo esencial para

quienes practican la agricultura y la ganadería, a más tardar con la llegada de la agricultura y la ganadería. Al mismo tiempo, los campesinos acumulan posesiones y éstas pueden ser robadas por la fuerza: cosechas, ganado, ropa, joyas, objetos de culto, armas. Es de suponer que esto provoca un aumento de la violencia y de los conflictos armados. Las primeras comunidades agrícolas reaccionaron ante estos conflictos heroizando a las figuras masculinas agresivas. El hombre guerrero era muy solicitado como héroe a más tardar cuando las ciudades-estado con reyes a la cabeza luchaban entre sí por la supremacía. El culto a los antepasados puede dar lugar gradualmente a espíritus protectores de la casa y finalmente, en el espejo de la élite de este lado, a una élite del otro lado: los dioses. Ambos se entremezclan: no es raro que los primeros héroes fueran engendrados por los dioses y elevados al cielo tras un número suficiente de hazañas heroicas, como refiere incluso la Biblia: *Entonces vieron los hijos de Dios cuán hermosas eran las hijas de los hombres, y tomaron para sí las mujeres que quisieron. [...] Pues cuando los hijos de Dios se acercaban a las hijas de los hombres y ellas les daban hijos, se convertían en gigantes. Estos son los héroes de la antigüedad, los más famosos.* (Génesis 6:2-4, Biblia de Lutero 2017). Hércules, probablemente el héroe más famoso de la antigüedad, es hijo de Zeus, su madre la bella Alcmena. Tras muchas aventuras heroicas, es transportado al cielo y desde entonces brilla como una constelación. Cuando los primeros gobernantes de los grandes imperios reivindicaron entonces ser garantes de la protección de las cosechas y ocuparon así el lugar de los antepasados, reclamaron simultáneamente para sí las cualidades y habilidades reconocidas en los antepasados, o incluso aparecieron como dioses. Qin Shihuangdi (259-210 a. C.), fundador del Imperio chino, los Arahitogami, como se llama a los emperadores japoneses, los Sapa Inka, los gobernantes

de los incas, y los faraones egipcios, todos se dejaron adorar como reyes dioses (anthrowiki.at). Por tanto, su poder también se basaba en el prestigio divino, es decir, en la voluntad de la gente de honrar a los antepasados y adorar a los dioses. Sólo después de la rendición japonesa al final de la Segunda Guerra Mundial, el 1 de enero de 1946, bajo la presión de los estadounidenses, el emperador japonés, o más bien "Tennō", declaró por radio a su pueblo que él no era en absoluto divino. Nada de esto parece tener mucho que ver con la moral. Pero vayamos más lejos.

El comienzo del monoteísmo

El posterior dios del cristianismo comenzó como el dios doméstico de un patriarca nómada. Jacob, hijo de Isaac y nieto de Abraham, puso sus condiciones antes de aceptar este dios como suyo. Pide protección a cambio de ofrendas de sacrificio: *"Si Dios está conmigo y me guarda en este camino que recorro, y me da pan que comer y ropa que vestir, y vuelvo en paz a la casa de mi padre, entonces Jehová será mi Dios. Y esta piedra que he levantado como monumento, será casa de Dios; y de todo lo que me des te daré el diezmo."* (Génesis 28:20-22, Elberfelder Bibel 1905). Y ciertamente no es el caso de que otros dioses no estuvieran también en oferta, a los que los israelitas sacrificaban repetidamente: *"Y los hijos de Israel hicieron lo malo ante los ojos de Jehová y se olvidaron de Jehová su Dios, y sirvieron a los baales y a Asherot"*. (por ejemplo, Jueces 2.7, Biblia Elberfelder 1905). El punto aquí es que se exige conformidad y las desviaciones de la fe correcta se categorizan como malvadas.

En cualquier caso, es sorprendente lo evidente que resulta que la Biblia refleje tanto la evolución como el estilo de vida de los ganaderos nómadas en sus comienzos. Dios da a Adán y Eva el mandamiento en el

paraíso: "*Sed fecundos y multiplicaos y llenad la tierra y sometedla*". Más tarde promete a Abraham, a sus hijos y a los hijos de sus hijos una gran fertilidad (Génesis 1:28 y 17:6, Biblia de Lutero 2017). Los primeros relatos bíblicos del Antiguo Testamento están *tan preocupados por la procreación y lo que amenaza la procreación que excluyen casi todo lo demás en la experiencia humana*. (Miles 1998, p. 113). Al menos hasta la historia de José, el Génesis es una narración que trata casi exclusivamente de la infertilidad, el embarazo, el parto, la masturbación, la seducción, la violación, el asesinato de la esposa, el fratricidio y el asesinato de niños.

La doctrina cristiana habla a menudo del amor de Dios y de su infalibilidad *moral, pero, curiosamente, Dios no es un santo*. (Miles 1998, p. 17). Las demás bendiciones prometidas por este Dios del Antiguo Testamento se caracterizan por lo que constituye una cultura pastoral. Pastoralismo deriva latín "pastor" y se refiere a *una forma de uso de la tierra con pastoreo extensivo en matorrales y pastizales naturales, cuya otra utilización es poco atractiva o poco práctica debido a las condiciones climáticas, su escasa vegetación o su lejanía*. (dewiki.de). El punto débil del pastoralismo es que es *un mundo lleno de saqueador y asaltantes de ganado* (Sapolsky 2017, p 369).

Dios promete a su pueblo un botín si le adoran exclusivamente a él. Les promete los frutos del trabajo de la gente que es expulsada de su tierra, esclavizada o incluso asesinada: "*Si Yahveh tu Dios te introduce en la tierra que juró a tus padres, Abraham, Isaac y Jacob, que te daría: Grandes y buenas ciudades que no edificaste, y casas llenas de todo bien que no llenaste, y pozos que no cavaste, y viñas y olivos que no plantaste; y cuando comieres y te saciares, guárdate que no te olvides de Jehová, que te sacó de la tierra de Egipto, de la casa de servidumbre*." (Deuteronomio 6:10-12, Biblia Elberfelder 1905). Hasta aquí el desarrollo

evolutivo de este complejo de Softgenes. Pero ahora pasemos a uno de los aspectos más importantes de su utilidad.

Otro campo de trabajo divino

De hecho, los cultos desempeñan un papel destacado en la competencia entre grupos (selección de grupos): refuerzan la cohesión interna y fomentan el poder de lucha contra los rivales. Por tanto, no es de extrañar que la espiritualidad y la religiosidad hayan acompañado a la humanidad durante mucho tiempo.

En las sociedades tribales bien organizadas, en las que todo el mundo se conoce más o menos, los miembros de la tribu vigilan mutuamente el cumplimiento de sus leyes morales: *la gente observada es buena gente*. (Weber 2019). Los cotilleos hacen el resto. En las estructuras sociales complejas, el control mutuo ya no funciona tan bien y ahora se necesita un poder adicional para garantizar el cumplimiento de las normas. En las sociedades tribales sencillas, suele haber espíritus y demonios responsables de fenómenos naturales inexplicables y antepasados que vigilan y protegen el territorio. En las sociedades grandes y confusas, éstos mutan ahora en dioses omniscientes y castigadores *que pueden incluso explorar los pensamientos de las personas y castigar el mal comportamiento incluso después de la muerte. Esto no sólo lo hacen los dioses de cristianos y musulmanes, sino que también funciona a través del principio budista del karma: si llevas una mala vida, tienes que cargar con las consecuencias en la siguiente*. (Weber 2019). Ara Norenzayan, de la Universidad de la Columbia Británica, habla de la "hipótesis de la vigilancia sobrenatural". Porque aquellos que temen el castigo en la otra vida son más propensos a comportarse decentemente durante su vida. - Esto convierte a las religiones en responsables definitivas de la consolidación de una norma moral y,

al mismo tiempo, en uno de los pilares más importantes del conformismo. Las creencias se consideran sacrosantas y más allá de los dominios de la razón mundana normal. Esto va de la mano con la inamovilidad de las normas morales, que la deidad insiste en que se observen.

La transición de una autoridad estatal en este mundo a un Dios que castiga en la otra vida y viceversa es casi perfecta: los dioses intervienen directamente en el destino de las personas, como nos cuentan, por ejemplo, las epopeyas de Homero. Y el Antiguo Testamento también habla de la intervención directa del Señor. Por ejemplo, Dios envía diez plagas para persuadir al Faraón de que deje marchar al pueblo de Israel (Éxodo 7). Por otra parte, los gobernantes reclaman para sí poderes divinos y falsifican la firma de sus dioses, por así decirlo: en el Códice Hammurabi, quizá la primera colección de leyes escritas del mundo, el gobernante babilonio afirma que las leyes le fueron dadas por el dios Marduk. Moisés también recibe de su dios las tablas de la ley con los 10 mandamientos en la cima del monte Sinaí, cubierta de nubes. Los sacerdotes se erigen en mediadores ante los dioses. En la época romana, escribe Edward Gibbon, los sacerdotes de las tribus germánicas *se arrogaban una jurisdicción en asuntos mundanos que las autoridades reales no se atrevían a ejercer*. (Gibbon 2006, p. 12). Incluso en la Edad Media, el Sacro Imperio Romano Germánico seguía siendo visto como el santo reino de Dios, *que debía administrar, promover y perfeccionar la moralidad humana* (Sauer 2023, p. 208).

Fueron necesarias fuertes fuerzas conformistas para establecer un estado de vigilancia sobrenatural y mantenerlo durante generaciones. Un ejemplo de presión conformista es la Inquisición de la Iglesia Católica, que erradicaba a los que se apartaban de la fe correcta calificándolos de herejes.

Como George Orwell ilustró de manera impresionante en su novela de 1948 "1984", para toda dictadura es esencial vigilar al "pueblo" de la mejor manera posible. En la antigua RDA, donde Dios fue más o menos abolido por decreto, fue sustituido por la Stasi, que creó una sensación de vigilancia permanente; en la antigua URSS, fue el KGB. En la China actual, se está estableciendo un estado de vigilancia basado en la IA y que es tan ineludible como lo fueron en su día las deidades.

Dios y la selección de grupos

Las religiones (y las ideologías) son capaces de inspirar a la gente para un objetivo común a través de una visión compartida del mundo como casi ninguna otra cosa. Cualquiera que haya leído el libro de Jusefus "La guerra judía" se dará cuenta del poderoso instrumento de guerra que representa un softgene como el monoteísmo. Como pueblo elegido de su Dios, los judíos luchan literalmente hasta la aniquilación casi total. Y esto es lo que probablemente vincule más fuertemente la religión con la evolución: la moral de lucha desenfadada que madura en los fieles cuando, por un lado, temen la condenación eterna y, por otro, no rehúyen la muerte porque esperan entrar en un reino celestial.

Hoy en día, el conformismo religioso sigue presente en casi todas las zonas en guerra: en Oriente Próximo, las líneas de batalla discurren a lo largo del judaísmo, por un lado, y del islam, por otro, mientras se inflaman los conflictos islámicos internos entre suníes y chiíes, entre otros. En el Himalaya, el Pakistán musulmán y la India hindú se enfrentan en un conflicto fronterizo sin resolver; en Myanmar, la mayoría budista está expulsando a los rohinyá musulmanes; en China, los uigures, de mayoría musulmana, están siendo reeducados en campos de concentración. Y por último,

pero no menos importante, el conflicto entre los católicos de la República de Irlanda y los habitantes protestantes de Irlanda del Norte fue un problema intratable en las negociaciones del Brexit. Grupos terroristas como Al Qaeda y el ISIS, con sus terroristas suicidas, demuestran lo atterradoramente eficaz que sigue siendo hoy en día el fanatismo religioso. En Afganistán, primero la Unión Soviética y luego los estadounidenses fracasaron, porque allí también, al menos entre los talibanes, Dios es *el multiplicador de fuerzas sin rival*. (Joffe 2020).

Dado que estos conflictos se producen en todas partes, no están vinculados a religiones específicas, sino a un principio subyacente, y el mismo patrón surge en los conflictos entre comunismo y capitalismo o dentro de los grupos comunistas. En última instancia, se trata de la competencia entre Softgenes que cumplen tareas similares. A nivel de genes, los alelos compiten por el espacio en el genoma. A nivel de Softgenes, los „Softalelos“ que cumplen el mismo lugar o la misma tarea en el cerebro compiten entre sí: No debe haber ningún dios junto al mío.

Softgene y la verdad

La teoría de los Softgenes presentada aquí ofrece algunos enfoques para resolver importantes cuestiones filosóficas. Ya podemos identificar la cuestión de las categorías "bien" y "mal" como evaluaciones de normas morales. Se trata de comportamientos que permiten las condiciones necesarias para la coexistencia próspera en una comunidad. Estas categorías ya forman parte de nuestra constitución emocional y, por tanto, son muy antiguas en términos evolutivos. Sin embargo, dependen del contexto en cuanto a su forma concreta como normas morales. En particular, las reglas morales se rompen en los límites externos del propio grupo: la moralidad siempre se aplica solo dentro del propio grupo. Esto se aplica independientemente de cómo se definan, por un lado, la moralidad y, por otro, la identidad de grupo. En última instancia, la «aptitud» es la predicción de qué soluciones son beneficiosas para la supervivencia y la reproducción. Pero la supervivencia nunca puede predecirse con certeza. Tenemos que vivir la vida hacia adelante, y si hemos tomado las decisiones correctas o incorrectas, solo lo sabremos, si es que lo hacemos, en retrospectiva. La evolución no nos ofrece verdades abstractas, sino que solo exige soluciones basadas en la necesidad o la utilidad. Los «hallazgos» extraídos de la evolución nos permiten encontrar nuestro camino en el mundo. Actuar de acuerdo con la razón, o la racionalidad, y cómo podemos distinguirla de la irracionalidad, solo es posible sobre la base de una supuesta «verdad», porque, por desgracia, no existe una verdad absoluta. Por lo tanto, estas supuestas «certezas» deben superar siempre la prueba práctica de la «supervivencia del más apto».

La "verdad" es siempre situacional, del mismo modo que la adaptación al entorno sólo puede ser siempre

situacional. Y estas verdades suelen estar sujetas a una especie de lógica difusa, una ambigüedad difícil de comprender: las incertidumbres pueden basarse en que la situación inicial es demasiado compleja, en que se refieren a acontecimientos futuros no podemos predecir y también en que nosotros mismos no sabemos exactamente a qué nos referimos cuando hablamos de algo. Con esta lógica basada en la evolución, sólo se aplica "probablemente cierto" o "probablemente falso", con un valor para la probabilidad de supervivencia de genes y Softgenes que se reajusta constantemente. Aún más molesto: la evolución no es un ingeniero con una regla de cálculo y una regla plegable que diseña cosas ingeniosas en una hoja de papel en blanco; *más bien, somos el producto de un calderero que ensambla varias piezas de repuesto en su cobertizo.* (Röcker 2021). Llevamos dentro una herencia genética que se remonta a la historia de nuestros antepasados, pero que no es óptima en todos los aspectos: la columna vertebral y las articulaciones de las rodillas son propensas al desgaste, un tributo a la marcha erguida. Como nuestra tráquea se ramifica desde el esófago, existe el riesgo de que la comida entre en la tráquea y nos atragantemos. También debemos asumir soluciones "inadecuadas" similares para los Softgenes.

Verdad y visión del mundo

La cuestión de la verdad ha preocupado a las personas, y por tanto a los filósofos en particular, desde hace mucho tiempo; incluso filósofos clásicos como Platón y Aristóteles se ocuparon de ella. Lo evidente, aquello que puede reconocerse sin lugar a dudas según las apariencias, puede ser un aspecto del concepto de verdad. En el caso de la evidencia, la verdad puede reconocerse directamente desde dentro y no requiere más pruebas. La "teoría de la correspondencia de la verdad" sigue un planteamiento quizá muy similar.

Según esta teoría, algo se acepta como verdadero si se corresponde con los hechos del mundo objetivo. En otra teoría, la "teoría de la coherencia de la verdad", se supone que algo es cierto si encaja en el sistema existente de verdades supuestas que se apoyan mutuamente. Este concepto de verdad encaja bien con las matemáticas o la física, que están estrictamente interrelacionadas

Entonces, ¿qué puede aportar la teoría de los genes blandos a nuestra comprensión de la verdad? El impulso de explorar, de ser curioso, se encuentra en todas las criaturas superiores. Los seres humanos nacemos con un impulso interno de descubrir cómo funciona todo; nuestros cerebros buscan constantemente explicaciones. En el proceso, ampliamos continuamente nuestros conocimientos y habilidades, como algo natural. A través del aprendizaje constante, nuestra visión interna del mundo se desarrolla y solidifica, y se percibe como en gran medida coherente. Los nuevos conocimientos se incorporan a esta visión del mundo y la amplían constantemente. Nuestra visión del mundo no tiene por qué ser racional, ni reflejar necesariamente la realidad. Podemos considerar nuestras visiones del mundo como un entorno de software basado en el cerebro al que se añaden constantemente nueva información y aplicaciones (apps). En este contexto, las apps son habilidades que adquirimos, como aprender a caminar, tocar el piano o comportamientos socialmente deseables. La regla es: las cosas nuevas deben encajar en este entorno de software más o menos sin conflicto. Una analogía de esto se puede encontrar en el mundo de la informática bajo el término compatibilidad. En un entorno de sistema operativo Windows, no se ejecutarán programas escritos para un ordenador Apple; los documentos no pueden transferirse sin más del entorno de software de un ordenador Windows al entorno de software de un ordenador Apple.

Nuestro cerebro también solo acepta aplicaciones que de alguna manera encajan en nuestro sistema operativo; deben ser compatibles con nuestra visión del mundo. Esta compatibilidad no se basa en un concepto abstracto de verdad, sino que es la prueba para determinar si aceptamos algo como «verdadero».

Verdad y fe

No existe ninguna institución como una religión o una ideología que pueda proclamarnos la verdad última. Por encima de todo, las construcciones de la verdad situadas en el más allá suelen prescindir por completo de las realidades tangibles y, al mismo tiempo, no aceptan verdades ajenas a sus propias creencias trascendentales, aunque sea el mayor galimatías que propugnan. Las religiones y las ideologías están al servicio de la selección de grupos y suelen ser sacrosantas; se imponen por conformismo. En el sentido de esta selección de grupo, la verdad tiene un significado práctico: la verdad se convierte en el marcador de la propia comunidad - todos creemos lo mismo en una comunidad. La verdad, sobre todo conformista, contrasta con las mentiras y las "fake news" que otros creen y difunden. Por desgracia, esas verdades son a menudo la base de nuestra visión del mundo.

Nuestra visión del mundo es nuestro softgenoma individual, que heredamos, ampliamos a través de nuestras propias experiencias y adoptamos de nuestro entorno social. Se aplica lo siguiente: la verdad es lo que concuerda con mi visión del mundo y la compartimos con nuestro entorno social - la separación entre hechos y opiniones suele ser sólo una ilusión. Ya hemos aprendido sobre la "referencia social" con los pollitos. Para nosotros, los humanos, la referencia social es mucho más profunda. Nuestras opiniones sobre el mundo, toda nuestra visión del mundo, se

basan en última instancia en el hecho de que creemos las historias de nuestros padres, profesores y nuestro entorno social, y no menos las de nuestras élites y autoridades religiosas. *No tenemos pruebas* de nuestras creencias más importantes, *salvo que la gente que nos gusta y en la que confiamos comparte estas creencias.* (Kahneman 2011, p.259). Dado que tomamos los "hechos" principalmente de semejantes creíbles y los "creemos", la "credibilidad" es una cuestión central en nuestras vidas.

Por tanto, no debería sorprendernos que también aceptemos cualquier forma de "noticias falsas" siempre que se ajusten a nuestra visión del mundo y procedan de fuentes que consideremos creíbles. Los "hechos" son mucho menos absolutamente ciertos de lo que nos gustaría creer: Incluso "certezas" científicas como que el universo se creó hace unos 13.800 millones de años, que la tierra se mueve alrededor del sol y no el sol alrededor de la tierra, que tenemos una infección vírica cuando nos moquea la nariz y tenemos fiebre y que no es Zeus quien lanza los rayos sino que las descargas eléctricas tienen lugar en las nubes de lluvia, no podemos comprobarlo por nosotros mismos, simplemente tenemos que creerlo

Lo siguiente se aplica a la moral humana: no es absoluta, sino que depende siempre del contexto. No condenamos la violencia, pero condenamos la violencia en el contexto equivocado. Las normas que deben respetarse en la propia comunidad, que se consideran verdaderas y correctas, como "¡No matarás!", son hasta cierto punto genéticamente inherentes. Sin embargo, por desgracia, el asesinato, el homicidio, el robo y la violación se vuelven más probables allí donde termina la propia comunidad. En el Antiguo Testamento, el asesinato y la violación se convirtieron incluso en un mandamiento divino: "*¡Matad, pues, a todo varón entre los niños, y matad a toda mujer que haya reconocido a un hombre en el acto sexual!* Pero todos

los niños, todas las niñas que no hayan conocido el coito de un hombre, ¡que vivan para vosotros!".

(Génesis 31:17s., Biblia Elberfelder 1905). Incluso el lanzamiento de la bomba atómica sobre Hiroshima y Nagasaki no se considera un vergonzoso asesinato masivo de civiles por orden de un presidente estadounidense, sino más bien un acto patriótico necesario. Se dice que este bon mot se remonta al biólogo Jean Rostand: *Mata a una persona y serás un asesino. Mata a millones de personas y serás un conquistador. Mata a casi todo el mundo y serás un dios"*. (Pinker, 2014, p. 215).

Las visiones del mundo en una comunidad tienden a ser uniformes -por ejemplo, en términos de religión- y forman parte del pegamento que mantiene unida a la comunidad. *La verdad era y es mucho menos relevante para el cerebro humano que la pertenencia y la seguridad*. (Blume 2020 (2), p. 23). La otra cara de esta creencia en la verdad es que tendemos a rechazar los hechos que provienen de extraños y enemigos, especialmente si entran en conflicto con nuestras propias creencias.

Softgenes especiales

Por tanto, los Softgenes no están vinculados a ningún tipo de "verdad", sino que deben cumplir su propósito evolutivo. Esto no conduce necesariamente a soluciones óptimas o incluso "verdaderas". Y del mismo modo que nuestros cuerpos no siempre están contruidos de forma óptima, nuestra visión del mundo también es ante todo un mosaico. Además, un principio básico de la evolución es la variación: a menudo hay varias propuestas diferentes para resolver el mismo problema, y nunca se sabe con certeza qué variación prevalecerá. Un ejemplo actual es el desarrollo de los automóviles: ¿tiene más sentido fabricar vehículos de

batería o de hidrógeno? Nadie sabe la respuesta a esta pregunta.

Nuestro pensamiento sirve para evaluar varias opciones. Para planificar nuestras acciones, tenemos que sopesar diferentes escenarios y seleccionar el más prometedor. Por regla general, nuestro subconsciente evalúa las diversas opciones basándose en los sentimientos. Pero cuando podemos encontrar regularidades basadas en causalidades, la razón es la reina de la toma de decisiones. Los seres humanos hemos sido capaces de extendernos por toda la Tierra y somos más numerosos que cualquier otra especie de este tamaño. Debemos este éxito genético principalmente a las ciencias naturales. Las matemáticas, la física, la química y la biología, y la tecnología derivada de ellas, nos han hecho más sanos y longevos, y la vida se ha vuelto significativamente más fácil para la mayoría de nosotros.

Nuestro conocimiento de las leyes de la naturaleza es una clase de Softgenes especialmente valiosa porque nos proporciona información fiable sobre nuestro entorno y, por tanto, nos permite adaptarnos a él de la mejor manera posible. Las ciencias naturales tratan de los hechos obtenidos a partir de observaciones y experimentos. Se trata de la relación entre estos hechos y la formalización de las relaciones en leyes formuladas matemáticamente en relación con un mundo externo. Nuestro cerebro está diseñado no sólo para comprender causalidades, sino también para formalizarlas en formas matemáticas y clasificarlas lógicamente como "verdaderas". Nuestra mente es capaz de pensar lógicamente porque la lógica inherente a nuestro entorno físico obliga a esta adaptación. Cualquiera con la capacidad de pensar lógicamente tiene una clara ventaja en un entorno que obedece a leyes físicas: sólo un ser así puede conquistar el propio espacio -y protegerse contra los peligros del espacio, por ejemplo,

el impacto de asteroides-, algo que los dinosaurios fueron incapaces de hacer.

En todo el mundo se estudian las mismas ciencias naturales. Son reconocidas como verdaderas más allá de las culturas y las fronteras nacionales porque cumplen nuestras expectativas con fiabilidad. Sus predicciones se cumplen con gran precisión. Podemos construir un cohete lunar basándonos en las leyes físicas conocidas y en nuestros conocimientos técnicos, y llegará a su destino con una precisión asombrosa. Analizar racionalmente el entorno y estudiarlo científicamente no genera necesariamente un conocimiento absoluto y verdadero. Pero las conexiones investigadas científicamente son la opción más segura para nosotros frente a las adversidades del mundo. Son reproducibles y, por lo tanto, pueden extrapolarse de manera fiable. La ciencia nos permite planificar mejor nuestras acciones y, por lo tanto, contrarrestar la aleatoriedad de la vida. Cuanto más aprendamos a pensar y actuar científicamente, mejor. Puesto que los Softgenes se "heredan", necesitamos una política educativa adecuada, porque lo mejor que podemos dar a nuestros hijos es una visión del mundo basada en la ciencia. Implantar las ciencias naturales como parte central de cualquier civilización humana mediante esfuerzos educativos sería un verdadero progreso evolutivo, porque estos Softgenes no sólo crean prosperidad, sino también paz. No necesitamos un miedo paralizante al futuro, sino optimismo y progreso tecnológico. Por desgracia, los hechos son mucho menos comunicables racionalmente de lo que creemos. La información objetiva es el primer y mejor remedio contra la ignorancia y la desinformación, pero a menudo no basta (Gelitz 2021 (1)). Debemos aprender a comunicar la "verdad" basada en hechos y en las ciencias naturales como los mejores Softgenes no sólo racionalmente, sino también de forma emocionalmente atractiva. Solo entonces podremos

contrarrestar con éxito los mitos religiosos, las teorías conspirativas y las noticias falsas. Las ciencias naturales proporcionan historias más que suficientes para ello, sólo tenemos que contarlas bien. Una de las mejores historias de la ciencia es sin duda la de los viajes espaciales, que, dicho sea de paso, puede citarse como otro excelente ejemplo de progreso cultural evolutivo: Basado en una larga cadena de inventos que se desarrollan unos sobre otros, el viaje espacial abre al ser humano un nuevo nicho ecológico casi ilimitado en el que ningún otro ser vivo ha penetrado jamás.

La ISS, la Estación Espacial Internacional, es un lugar donde las personas cooperan entre sí por encima de todas las diferencias culturales. No es sólo un símbolo del progreso científico, sino sobre todo del camino hacia un mundo más pacífico. Astronautas de orígenes muy diversos describen sus experiencias en términos muy similares cuando hablan de su visión de la Tierra desde la ISS. Les invade *un sentimiento global de una experiencia colectiva compartida de ser humano*. (Boeing 2019). Allí arriba, "los otros" ya no existen cuando se sobrevuelan ciudades humanas cada 15 minutos, que desde esta perspectiva son más parecidas que diferentes, ya sea en África, Australia o Indonesia. El astronauta japonés Soichi Noguchi lo expresó así: *somos ciudadanos del espacio*. (Boeing 2019).

¿Por qué una teoría de Softgenes?

La respuesta puede resumirse en una frase: Necesitamos una teoría de los Softgenes porque tiende un puente entre las ciencias naturales y las humanidades. Como ya se ha dicho, cualquier deducción lógica o científica es tan buena como las premisas en las que se basa. Las ciencias naturales disponen de un corpus de teorías sobre la naturaleza coherente y extremadamente fiable. En cambio, la

cultura humana aparentemente no está sujeta a ningún conjunto de reglas. En consecuencia, las decisiones humanas en un entorno cultural desafían toda predicción. Pero, ¿es esto realmente cierto? Hoy en día, las ciencias tienen dos conceptos fundamentales para explicar el mundo: Uno se basa en la evidencia y la lógica y en el estudio de nuestro entorno, el otro en el supuesto de que la cultura y la naturaleza de los seres humanos son libremente negociables.

La separación de las ciencias naturales y las humanidades fue anunciada como muy tarde por el maestro de la Iglesia Tomás de Aquino en el siglo XIII. Estableció la separación entre el hombre y la naturaleza como dogma cristiano en la cultura occidental. Para él, el rasgo distintivo era el alma, que era inherente a los seres humanos pero no a los animales y los convertía en el culmen de la creación divina. Cuando Nietzsche declaró muerto a Dios, la filosofía abandonó en gran medida la idea del alma, pero el espíritu humano, en lugar del alma, fue ampliamente visto como una característica distintiva de los humanos en comparación con los animales inferiores. Dotado en particular de libre albedrío, el hombre no debe ser considerado como un fenómeno natural que puede ser investigado empíricamente y científicamente y analizado causalmente, sino como un ser humano con sustancia propia en el sentido filosófico

Según Randall Collins, sociólogo estadounidense que fue presidente de la American Sociological Association de 2010 a 2011, los intelectuales estadounidenses rechazan hoy en gran medida la teoría de la evolución, en parte debido a *la oposición tradicional entre los enfoques interpretativo y positivista, es decir, entre las humanidades y las ciencias naturales*. (Collins 2011, p. 45).

Incluso si podemos dar crédito a los estudiosos de las humanidades por tener en mente el bien de la

humanidad, por luchar por el bien, o simplemente por la verdad. El cisma entre las ciencias naturales y las humanidades no solo es científicamente explosivo, sino que también tiene consecuencias significativas para la acción política: Edward Wilson habla de que la mitad de los proyectos de ley que se negocian en el Congreso estadounidense tienen relación con las ciencias naturales. Y cuando se trata hoy del cambio climático, se trata ante todo de hechos basados en la ciencia. Pero allí, como aquí en Europa, las élites están formadas predominantemente en humanidades. Un enfermo opondría una feroz resistencia si intentara curarle un doctor en literatura en lugar de un médico con formación médica. El planeta Tierra, enfermo, no puede defenderse de ser tratado por personas que apenas tienen idea de su naturaleza física. Los columnistas, los creadores de medios de comunicación y las estrellas de los think tanks suelen formarse en humanidades y tienen una actitud más bien defensiva hacia las ciencias naturales y, si acaso, sólo conocimientos muy rudimentarios de estas ciencias. *Las ciencias naturales no suelen formar parte de la educación general.* (Bojanowski 2014). Nos avergonzamos a nosotros mismos en cada fiesta con lagunas en nuestro conocimiento de pintores, poetas o compositores. Sin embargo, solemos recibir sonrisas de aprobación cuando admitimos que no tenemos ni idea del Big Bang o que desconocemos la edad del sistema planetario al que pertenece nuestra Tierra. En su libro "Geist und Kosmos" (Mente y Cosmos), Thomas Nagel también documenta las reservas de los filósofos ante las ciencias naturales. Allí, con una visión americana de la Ilustración del siglo XVIII, escribe sobre el triunfo de la visión científica del mundo: sólo fue un acto de liberación condicional. *Permitió a la gente liberarse de los dogmas de la religión - y luego se convirtió en un sistema que era tan dogmático como las religiones*

autoritarias de la Edad Media y la antigüedad.
(Hammelehle 2014).

El filósofo alemán Markus Gabriel considera a Thomas Nagel uno de los filósofos más importantes de nuestro tiempo. Bajo el aluvión de estos eruditos formados en humanidades, la distancia entre las ciencias naturales y el público se amplía en lugar de reducirse. Esto empeora inevitablemente la capacidad del público para emitir juicios sobre temas de investigación socialmente importantes como la ingeniería genética, el cambio climático o la investigación con células madre: *el público en general tiende a permanecer desinformado con respecto a las cuestiones de política científica y tecnológica.* (Bojanowski 2014). La exageración en la industria periodística, donde la atención se centra principalmente en las emociones más que en la corrección, socava el activo más importante de la ciencia: la credibilidad. *La credibilidad disminuye cuando la gente encuentra constantemente hechos tergiversados. Y el alarmismo populista pone en peligro el orden básico libre y democrático.* (Krake 2016). Incluso el gran filósofo Karl Popper dijo lo siguiente: *"Estoy convencido de que nosotros, los intelectuales, somos culpables de casi toda la miseria porque luchamos demasiado poco por la honestidad intelectual".* (Popper 1971).

Anna Margaretha Horatschek, que ocupó la cátedra de Literatura Inglesa en la Universidad de Kiel hasta 2018, escribió en una contribución al Año de la Ciencia 2007: *"Las humanidades actuales no ofrecen un proyecto para el futuro ni formulan un objetivo para el futuro.* (Horatschek 2007, p. 241). Sin embargo, si las humanidades no abordan los temas que contribuyen al desarrollo de una visión racional del mundo basada en los derechos humanos, la paz y la prosperidad para todos y sostenible, promueven involuntariamente lo contrario: la retirada de la razón de la sociedad humana. Con la desmitificación de lo místico, ha quedado claro

que somos nosotros mismos quienes tenemos el destino en nuestras manos. Rechazar el sueño de la ciencia y el progreso allana el camino al populismo político y abre de par en par las puertas del infierno al fundamentalismo religioso.

Marx y Engels afirmaron que las ciencias naturales *habían desarrollado una enorme actividad y adquirido una cantidad de material cada vez mayor. La filosofía, sin embargo, ha permanecido tan ajena a ellas como ellos han permanecido ajenos a la filosofía.* (MEW 40, 543). Y esto no sólo se aplica a la filosofía. Si comparamos el progreso de las ciencias sociales con el de la medicina, por ejemplo, vemos un progreso extremadamente dinámico en las artes curativas y sólo un progreso muy moderado en las ciencias sociales. Edward Wilson lo atribuye al grado de interconexión: mientras que la medicina es una comunidad de conocimiento global con un animado intercambio de ideas, que puede comunicarse con virólogos, epidemiólogos, neurobiólogos o genetistas moleculares, y cuya comprensión básica incluye tanto la química como la biología, el grado de interconexión en las ciencias humanas es más bien bajo y a menudo se ve ensombrecido por agrias disputas ideológicas. Incluso entre ellos mismos, *antropólogos, economistas, sociólogos y politólogos suelen ser incapaces de entenderse o incluso de animarse mutuamente.* (Wilson 2000, p. 244). - Con una teoría de Softgenes como base, esto podría cambiar.

Epílogo

Darwin situó a los humanos en una línea evolutiva con nuestros antepasados del reino animal. Los humanos están dotados de genes, órganos y cerebros similares a los que se encuentran al menos en nuestros parientes más cercanos, los grandes simios. Los descubrimientos científicos de la etología, la psicología y la investigación cerebral nos muestran que los humanos no son extraterrestres en este mundo, ni siquiera en lo que respecta a sus mentes. Desde el punto de vista de la biología, nuestra mente se ha desarrollado junto con nuestro cuerpo en un proceso evolutivo. El proceso de desarrollo se remonta a los inicios de la vida y más allá, hasta el amanecer de todo. Estamos integrados en un gran todo, en la naturaleza de este planeta, tanto por nuestro desarrollo como por el entorno que nos rodea. Esta integración nos obliga a admitir que tanto nuestras características físicas como nuestro comportamiento y, en última instancia, nuestra cultura están sujetos a la evolución. Es dudoso que podamos extraer conclusiones científico-culturales válidas sin comprender condición humana biológica subyacente. Por lo tanto, hay que superar el cisma entre las ciencias naturales y las humanidades. Además, la reflexión conjunta de las ciencias naturales y las ciencias de la cultura genera numerosas sinergias.

El filósofo alemán y Premio Max Planck de Investigación Wolfgang Welsch escribió en 2003 en el epílogo de su obra "Pensamiento estético", publicada por primera vez en 1990: *Si, por el contrario, es posible -o necesario- entender fundamentalmente al hombre como un ser conectado al mundo, entonces todo cambia. Entonces el hombre no se enfrenta primero al mundo de forma autónoma, sino que hace*

tiempo que ha sido modelado por él. Y entonces nuestra experiencia es una de las formas en que el mundo se hace consciente. Considerar al ser humano de este modo es una exigencia de nuestros conocimientos actuales sobre la evolución. Requiere una revisión radical de nuestra antropología y epistemología habituales. (Welsch 2003. p. 226).

Desde entonces, se han logrado grandes avances en esta dirección. «La evolución cultural es un marco científico dinámico, interdisciplinario y cada vez más productivo que busca proporcionar una explicación naturalista y cuantitativa de la cultura tanto en especies humanas como no humanas» (Richerson et al. 2010). Hoy en día, la ingeniería genética y la investigación del cerebro están creando bases científicas naturales sobre las que se pueden construir cuestiones de ciencia cultural: La neurofilosofía explora la relación entre los procesos cerebrales y los fenómenos mentales. Aquí, los hallazgos tanto de la neurociencia como de la filosofía se utilizan, por ejemplo, para investigar cuestiones relacionadas con el libre albedrío o la conciencia. En psicología, los fundamentos biológicos del comportamiento se combinan con factores sociales y culturales para investigar la conducta humana. La lingüística combina los hallazgos de la lingüística con los de la neurobiología para investigar el desarrollo y el procesamiento del lenguaje.

Por último, pero no por ello menos importante, la investigación sobre el clima y el futuro es hoy interdisciplinar: para hacer frente al cambio climático necesitamos nuevas tecnologías, que son la especialidad de los ingenieros. Los políticos deben impulsar políticamente la reestructuración de la economía, los juristas deben ayudar a negociar tratados internacionales, porque el problema sólo puede resolverse globalmente. Los economistas deben señalar las formas de financiar la reestructuración de la economía, la lista es mucho más larga y, por último,

pero no por ello menos importante, los sociólogos deben mostrarnos cómo podemos dar forma al camino hacia este futuro de una manera humana. La brecha entre las ciencias naturales y las humanidades se va cerrando poco a poco, pero sigue faltando una idea de lo que mantiene unidas en su núcleo a la naturaleza y la cultura: este libro viene a colmar esa laguna.

Literatur

Internet-Ressourcen

anthrowiki (2023): anthrowiki.at/Gottkaiser.

biologie-seite (2023) biologie-seite.de/Biologie/Genom.

dewiki (2023): dewiki.de/Lexikon/Pastoralismus.

edumedia-sciences.com/de/media/461-abakus-suanpan.

scinexx.de/news/biowissen/fische-mit-zahlensinn/.

simplyscience.ch/geschichte-der-gene/articles/gen-story-von-1665-bis-1977.html.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2020):
Fachserie 10 Reihe 4.1.

wikipedia 01: (2023):
de.wikipedia.org/wiki/Kultur#Wortherkunft.

wikipedia 02: Zahlen von 2015, [Wikipedia.de](https://de.wikipedia.org).

wikipedia 03: (2023): wikipedia.org/wiki/Sender-Empf%C3%A4nger-Modell.

wikipedia 04 (2023):
wikipedia.org/wiki/Elektrosmog.

wikipedia 05 (2023):
wikipedia.org/wiki/Universalgrammatik.

wikipedia 06 (2013):
wikipedia.org/wiki/Kaspar_Hauser.

- wikipedia 07: (2023):
wikipedia.org/wiki/Cuius_regio,_eius_religio.
- wikipedia 08: (2023):
wikipedia.org/wiki/Putzerlippfische.
- wikipedia 09: (2024):
wikipedia.org/wiki/Baldwin-Effekt.
- Acerbi, A. & Mesoudi, A. (2015): If we are all cultural Darwinians what's the fuss about? Clarifying recent disagreements in the field of cultural evolution. - ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4461798/.
- Bahnsen U. (2012): Der Schaltplan des Menschen. – Die Zeit Nr. 37, S. 40.
- Bahnsen, U. & Schnabel, U. (2012): Was ist das Ich? – Zeit.de, 08.04.2012.
- Baier, T. (2018): Mathematik im Tierreich Bienen haben ein Gespür für Zahlen. – Sueddeutsche.de, 12.06.2018.
- Barsbai, T. et al (2021): Local convergence of behavior across species. – Science Vol. 371, Issue 6526, pp. 292-295.
- Becker, M. (2012): Der Wolf offenbart die Natur des Menschen.- Spiegel.de, 21.09.2012.
- Becker, P.-R. (2021): Wie Tiere hämmern, bohren, streichen.
- Bergamin, F. (2017): Wie Singvögel singen lernen. news.uzh.ch/de/articles/2017/Singvoegel.html, 01.11.2017.

- Blackmore, S. (2000): Die Macht der Meme oder die Evolution von Kultur und Geist. Heidelberg, Berlin.
- Blawat, K. (2019): Zoologie: Schimpansen mit Kultur. – Suedddeutsche.de, 27.02.2019.
- Blume M. (2020/2): Verschwörungsmythen.
- Blume, M. (2020/1): Verschwörungsfragen 28: Hannah und der Beginn der jüdischen Mystik. – Scilogs.Spektrum.de, 04.09.2020.
- Boeing, N. (2019): Astronauten: Macht Raumfahrt links? – Zeit.de, 28.03.2019.
- Bojanowski, A. (2014): Wissenschaft in den Medien: Dafür sind Sie zu blöd. – Spiegel.de, 18.06.2014.
- Bosch, A. (2010): Konsum und Exklusion: Eine Kultursoziologie der Dinge.
- Bregman, R. (2020): Im Grunde gut. – Eine neue Geschichte der Menschheit.
- Buskes, C. (2008): Evolutionär denken – Darwins Einfluss auf unser Weltbild.
- Christakis, N. (2019): Blueprint. – Wie unsere Gene das gesellschaftliche Zusammenleben prägen.
- Cialdini, R.B. (2001): Die Kunst, Menschen zu beeinflussen. – Spekt. d. Wiss. S. 56-61.
- Collins, R. (2011): Dynamik der Gewalt . – Eine mikrosoziologische Theorie.
- Conti, F. (2000): Wie erkenne ich Griechische Kunst?

- Curry, A. (2016): Neolithische Revolution: Die Milch-Revolution. – Spektrum.de, 12.08.2013.
- Darwin, C. (1871; 2010): Die Abstammung des Menschen. – BoD.
- Dawkins, R. (2001): „Das egoistische Gen. – 3. Auflage der überarbeiteten und erweiterten Neuausgabe 1994, rororo science (Originalausgabe: (1976): The Selfish Gen.
- Dawkins, R. (2008): Warum gibt es Menschen? – In: Triebkraft Evolution, Spektrum Sachbuch, Zeit Wissen Edition S. 119-134.
- Dawkins, R. (2018; Nachdruck von 2010): Der erweiterte Phänotyp Der lange Arm der Gene.
- De Duve, C. (2008): Aus Staub geboren – Die Geschichte des Lebens auf der Erde. – In: Triebkraft Evolution, Spektrum Sachbuch, Zeit Wissen Edition S. 53-75.
- De Waal, F. (2015, 1): Der Mensch, der Bonobo und die zehn Gebote.
- De Waal, F. (2015, 2): Evolution der Moral: Die Wurzeln der Fairness. Spektrum.de, 06.08.2015.
- Dönges , H.J. (2013): Wie der Mensch zu seinem einzigartigen Wurf talent kam . – Spektrum.de vom 26.06.2013.
- Dönges, H.J. (2012): Erbgut-Spielerei – Forscher schreiben ein ganzes Buch in DNA. – spektrum.de vom 17.08.2012.

- Dorren, G. (2021): In 20 Sprachen um die Welt. – Die größten Sprachen und was sie besonders macht.
- Eibl-Eibesfeldt, I. (1997, 3. Aufl.): Die Biologie des menschlichen Verhaltens.
- Elmer C. (2013): Epigenetik: Mäuse vererben schlechte Erinnerungen. – Spiegel.de 02.12.2013.
- Ewe, T. (2009): Das hungrige Hirn. – www.bilder-wissenschaft.de/bdw/bdwlive/heftarchiv/index2.php?object_id=31913899.
- Fetchenhauer, D. & Bierhoff, H.-W. (2004): Altruismus aus evolutionstheoretischer Perspektive. – Zeitschrift für Sozialpsychologie, 35 (3), 2004, 131–141.
- Fischer, L. (2020): Milch-Gen verbreitete sich rasend schnell. – Spektrum.de, 04.09.2020.
- Foppa, K. (2011): Jenseits von Darwin.
- Gelitz, C. (2020): Corona-Maßnahmen: Wer hält sich an die Regeln? – Spektrum.de, 07.07.2020.
- Gelitz, C. (2021/1): Ignoranz: Warum manche Menschen die Fakten leugnen. – Spektrum.de, 01.03.2021.
- Gelitz, C. (2021/2): Menschen und ihre tierischen Nachbarn verhalten sich ähnlich. – Spektrum.de, 15.01.2021.
- Gendron, F. (2023): Neolithisierung: Zukunftsmodell Bauer. – Spektrum.de, 20.03.2013.

- Gibbon, E. (2006): Verfall und Untergang des Römischen Reiches (Erstmals auf Deutsch: 1837).
- Godman, P. (2001): Die geheime Inquisition – Aus dem verbotenen Archiven des Vatikans.
- Gor, J. (2013): Verhaltensforschung: Buckelwale tauschen Jagdstrategien aus. Spektrum.de, 25.04.2013.
- Hammelehle, S. (2014): Tiertötungen im Kopenhagener Zoo: Der Mensch als König der Löwen. – Spiegel online, 26.03.2014.
- Hassenstein, B. (2001, 5. Aufl.): Verhaltensbiologie des Kindes.
- Heinrich, B. & Bugnyar, T. (2007): Intelligenztest für Kolkrahen. – Spektrum. D. Wiss. 7/07, S. 24- 31.
- Herrmann, S. (2017): Psychologie Atheisten wird weniger Moral zugetraut. – Sueddeutsche.de, 08.08.2017.
- Horatschek, A.-M. (2007): Die Kartographie der Kultur aus blendender Nähe. – In: Rüter, R. & Gauger, J.-D. (2007): Warum die Geisteswissenschaften Zukunft haben! – Hrsg.: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.
- Hrdy, S.B. (2000): Mutter Natur. Die weibliche Seite der Evolution. Berlin.
- Hrdy, S.B. (2010): Mütter und Andere. Berlin.
- Hume, D. (1869; erstmals 1748 auf Englisch): David Hume: Eine Untersuchung in Betreff des menschlichen Verstandes. Berlin 1869, S. 74-89.

- Jablonski, N.G. & Chaplin, G. (2010): Human Skin Pigmentation as an Adaptation to UV Radiation. - ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK210015/.
- Joffe, J. (2020): Das Ende eines "endlosen Krieges" und die Lehren der Geschichte. – [Zeit.de](https://www.zeit.de), 05.03.2020.
- Kaeser, E. (2019): Am Anfang war das Bit. – [nzz.ch/wissenschaft/quantentheorie-it-from-bit-ld.1442850](https://www.nzz.ch/wissenschaft/quantentheorie-it-from-bit-ld.1442850).
- Kahneman, D. (2011): Schnelles Denken, langsames Denken.
- Kästner, N. (2020): Haben Tiere Gefühle? – [ethologisch.de/haben-tiere-gefuehle/](https://www.ethologisch.de/haben-tiere-gefuehle/) 21.03.2020.
- Kenneally, C. (2023): Ausgestorbener Vogel: Der Dodo soll von den Toten auferstehen. – [Spektrum.de](https://www.spektrum.de), 01.02.2023.
- Krake, K. (2016): Das Gerücht von der Verschwulung der Kinder in der Schule. – [uebermedien.de/5902/](https://www.uebermedien.de/5902/), 24.06.2016.
- Krause, J. (2021): Die Reise der Gene.
- Krauß, V. (2021): Das älteste Glücksspiel.
- Lingenhöhl, D. (2022): Wühlmäuse halten aktiv Luftraum frei. – [Spektrum.de](https://www.spektrum.de), 14.03.2022.
- Lloyd, S. & Ng, Y. J. (2005): Ist das Universum ein Computer? In: *Spektrum d. Wiss.* Jan 2005, S. 32-41.
- Lobo, S. (2021): mRNA-Technologie Die neue Weltmacht der Bio-Plattformen. – [Spiegel.de](https://www.spiegel.de), 27.01.2021.

- Losos, J.B. (2018): Glücksfall Mensch. – Ist Evolution vorhersagbar.
- Lovelock, J. (1991): Das Gaia-Prinzip: die Biographie unseres Planeten.
- Manzel, P.-P. (2002): Von Gott und der Welt – Das Evangelium der Naturwissenschaften.
- Mascheck, H.-J. (1986): Die Information als physikalische Größe. – vorgetragen am 20.1.1986 als Diskussionsbeitrag zum Philosophie-Zirkel unter der Leitung von Prof. Dr. phil. habil. Siegfried Wollgast. – wollgast.pdf.
- Merlot, J. (2015): Waldrappe teilen sich die Führungsarbeit. – Spiegel.de, 03.02.2015.
- Mew (Marx, K. & Engels F. 1848): Manifest der Kommunistischen Partei. – Karl Marx – Friedrich Engels Werke Band 4., 6. Auflage 1972, unveränderter Nachdruck der 1. Auflage 1959, Berlin/DDR. S. 459-493.
- Meyer, B. (2009): Gene lernen aus Stress. – Pressemitteilung des MPI www.mpg.de/575505/pressemitteilung200911061.
- Miles, J. (1998): Gott – eine Biographie.
- Moskowitz, C. (2017): Gravitationstheorie: Mit Quantenbits zur Raumzeit. – Spektrum.de, 20.01.2017.
- Nakoinz, O. (2009): Einleitung. – In: Dirk Krause, D. & Nakoinz, O (2009): Kulturraum und Territorialität. – Archäologische Theorien, Methoden und Fallbeispiele – Kolloquium des DFG-

Schwerpunktprogramms 1171 Esslingen
17.-18. Januar 2007, S. 11.

- Neuweiler, G. (2005): Der Ursprung unseres Verstandes. Spektrum d. Wiss. Heft Jan. 2005, S. 24-31.
- Nünning, A. (2009): Bundeszentrale für politische Bildung online:
<http://www.bpb.de/gesellschaft/bildung/kulturelle-bildung/59917/kulturbegriffe?p=all>.
- Nurse, P. (2021): Was ist Leben.
- Oertli, M. (2020): Zeitdiagnosen: Klassenchat sperren und Gamen strikt verbieten? Eher nicht! Spektrum.de, 25.09.2020.
- Pan et al./ arXiv:2403.13793, CC-by 4.0. (2024).
- Pfennig, D. (2022): Evolution Jenseits der Gene. – In Spektrum d. Wiss. 10/22, S. 35 – 44.
- Pinker, S. (2014): Der Stoff, aus dem das Denken ist.
- Podbregar, N. (2019): Unsere Sprache braucht 12,5 Millionen Bits. Scinexx.de, 28.03.2019.
- Podbregar, N. (2021): Wie viel Information steckt in Materie? .scinexx.de, 02.11.2021.
- Popper, K. R. (1971): Wider die großen Worte. – Ein Plädoyer für intellektuelle Redlichkeit. – Die ZEIT, 24.09.1971.
- Richerson, P.J., Boyd, R. & Henrich, J. (2010): Gene–Culture Coevolution in the Age of Genomics. -
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK210012/>

- Ridley, M. (1997): Die Biologie der Tugend. – Warum es sich lohnt, gut zu sein. – Berlin.
- Röcker, A. (2021): Die Evolution des Menschen geht weiter. – Spektrum.de, 25.02.2021.
- Rosling, H. (2019): Factfulness, – Wie wir lernen, die Welt so zu sehen, wie sie ist.
- Roth, G. (2008): Persönlichkeit, Entscheidung und Verhalten.
- Sachser, N. (2018): Der Mensch im Tier.
- Safina, C. (2022): Die Kultur der wilden Tiere.
- Sapolsky, R. (2017): Gewalt und Mitgefühl. – Die Biologie des menschlichen Verhaltens.
- Sauer, H. (2023): Moral – Die Erfindung von Gut und Böse.
- Schlott, K. (2022): Verhaltensbiologie: Kampf um die Tonne. – Spektrum.de, 14.09.2022.
- Schweitzer, F. (1997): Selbstorganisation und Information in: Komplexität und Selbstorganisation – „Chaos“ in Natur- und Kulturwissenschaften (Hrsg. H. Krapp, Th. Wägenbaur), Wilhelm Fink Verlag, München 1997, S. 99-129.
- Shaw, B.D. (1991): Der Bandit. – In: Giardina, A (Hrsg., 1991): Der Mensch der römischen Antike, S. 337 – 381.
- Shipman, P. (2021): Zoologie: Der mysteriöse Dingo. – Spektrum.de, 22.10.2021.
- Smolin, L. (1999): Warum gibt es die Welt? München.
- Springer, M. (2020): Springers Einwürfe: Die gute alte Zukunft. Spektrum.de, 16.03.2020.

- Stangl, W. (2023, 2. November). Kaspar-Hauser-Syndrom. Online Lexikon für Psychologie & Pädagogik.
<https://lexikon.stangl.eu/14571/kaspar-hauser-syndrom>.
- Stichweh, R. (2006): Die zwei Kulturen? Gegenwärtige Beziehungen von Natur und Humanwissenschaften. – Festvortrag zum dies academicus am 9. November 2006 im Kultur- und Kongresszentrum Luzern.
- Strassner, C. (1998): Die Gießener Rohkost-Studie: Ernährungs- und Gesundheitsstatus von Rohköstlern unter besonderer Berücksichtigung von Protein und Energie. Dissertation, Gießen 1998.
- Takemura, S. et al. (2013): A visual motion detection circuit suggested by Drosophila connectomics. – Nature 500, S.175–181, 08.08.2013.
- Tautz, D. (2021): Evolutionstheorie auf dem Prüfstand. –Spekt. d. Wiss. Nr. 5/21, S. 12-19.
- Tomasello, M. (2016): Eine Naturgeschichte der menschlichen Moral.
- Walter, C. (2008): Hand und Fuß – Wie die Evolution uns zu Menschen machte.
- Warkus, M. (2018): Keine Ausnahmen von der Regel. – Spektrum.de, 18.01.2018.
- Weber, C. (2019): Religionsforschung Die Geburt der Götter. – Sueddeutsche.de, 23.03.2019.
- Welsch, W. (2003): Ästhetisches Denken. Stuttgart 2003. Erstauflage 1990.

- Wickler, W. (1971): Die Biologie der Zehn Gebote. München.
- Wiegrefe, K. (2020): Aluhüte gab es schon damals – Interview mit Malte Thießen. – Spiegel 51, 12.12.2020, S. 30-31.
- Willems, W. & dpa/boj (2017): Ursprung der Musik Die größten Hits der Steinzeit. – Siegel.de, 08.11.2017.
- Wilson, E.O. (2000; 1. Auflage 1998): Die Einheit des Wissens. – Goldmann Taschenbuchausgabe.
- Wilson, E.O. (2013): Die soziale Eroberung der Erde.
- Wunn, I., Urban, P. & Klein, C (2015): Götter, Gene Genesis. – Die Biologie der Religionsentstehung. Siehe auch: Wunn, I (?): Raum, Territorialität und jenseitige Welten. Auf dem Server der sommer.uni-hannover.de.
- Zeilinger A. (undatiert): Why the Quantum? It from Bit? A Participatory Universe?: Three Far-reaching, Visionary Questions from John Archibald Wheeler and How They Inspired a Quantum Experimentalist.
- Zielinski, S.L. & Smith, C.L. (2015): Schlaue Hühner. – Spektrum.de, 22.04.2015.

Sobre el autor

Peter-Paul Manzel vive en Bochum, Berlín, Bremen, a veces en México D.F., hoy en Darmstadt, Alemania; estudió matemáticas, geografía y arte; es geógrafo polar con un doctorado; autor; maestro de aikido;

Sería un placer verte en mi página web:

www.welterklaerer.de;

comentarios a:

komentar-an@welterklaerer.de