

# Pensamiento recursivo

La facultad de pensar sobre el pensar puede constituir el atributo crítico que nos distingue de todas las demás especies

Michael C. Corballis

En cierta ocasión, de visita en Kioto, encontré sobre una valla un cartel rotulado en kanji. Le pregunté al guía lo que en él se decía y me respondió que se podría traducir por “No fijar carteles”. No hay que ser un lince para comprender que el propio aviso era un cartel y, por ello, iba en contra de lo que declaraba. Para impedir que se pegasen tales anuncios podríamos considerar poner otro rótulo que dijera: “No fijar carteles ‘No fijar carteles’”. Pero, claro, esto es también un cartel. Así, podríamos pensar en una tercera prohibición que enunciase “No fijar carteles ‘‘No fijar carteles’ No fijar carteles’’”. Como podemos ver, este proceso conduce a una secuencia infinita de prohibiciones que no sólo cubriría toda la valla sino, en última instancia, el universo entero, pues cada rótulo es más largo que el anterior. Quizá fuera preferible, a la postre, permitir unos cuantos anuncios.

Estas declaraciones que hacen referencia a sí mismas son ejemplos de recurrencia, o recursión. Tenemos otro ejemplo en una parodia anónima de la primera línea de una conocida novela de Edward Bulwer-Litton, titulada *Paul Clifford*:

La noche era oscura y tormentosa, y le dijimos al capitán, “¡Cuéntenos una historia!” Y ésta es la historia que contó el capitán: “La noche era oscura y tormentosa, y le dijimos al capitán, ‘¡Cuéntenos una historia!’ Y ésta es la historia que contó el capitán: ‘La noche era oscura....’”

En términos computacionales, la recurrencia (también llamada recursividad o recursión) es un proceso

que hace invocación de sí mismo, o que alude a un proceso similar. En el ejemplo del “No fijar carteles”, el aviso, aunque sea inadvertidamente, hace referencia a sí mismo, mientras que, en la parodia de la novela de Bulwer-Lytton, el cuento del que se habla en el cuento es el propio cuento.

La definición podría adoptar la forma típica de los diccionarios:

**recurrencia** *n.f.* Véase **recurrencia**

Tal vez sea preferible no insistir.

El autor sostiene que la recurrencia es una propiedad ubicua de la mente humana; posiblemente, la característica principal que individualiza a nuestra especie entre todas las criaturas del planeta. La recurrencia es una conocida propiedad del lenguaje; pero lo que me dispongo a sostener es que tal fenómeno es válido para cierto número de otros dominios reputados como humanos, entre ellos, la “teoría de la mente”, la traslación mental en el tiempo, la fabricación de útiles, la noción de la propia identidad y, seguramente, también de la religión.

## Lenguaje

Las reglas gramaticales del lenguaje ponen la recurrencia a su servicio para crear la infinita variedad de oraciones posibles que podemos expresar y comprender. Tal vez, el ejemplo más sencillo sea una oración gramatical, o sentencia, compuesta por dos oraciones, según una regla que se podría denotar

$$S \rightarrow S + S$$

donde la flecha es un símbolo que significa *puede ser expresada* en la forma y *S* denota *sentencia* u oración gramatical. Este tipo de reglas de reformulación constituye una forma

habitual de mostrar la construcción del lenguaje. Esta regla concreta, invocada dos veces, crea la siguiente oración, que encontramos en *Winnie the Pooh*, de A. A. Milne: “Llovía y llovía y llovía”. Este ejemplo, empero, es bastante trivial, pues se reduce a mera repetición, presumiblemente, para trasladar la idea de que estuvo lloviendo mucho tiempo, para fastidio del cerdito Piglet, el mejor amigo de Winnie.

La recurrencia suele ser mucho más compleja que la mera repetición. Se utiliza en el lenguaje humano para aportar matices o dar mayor contenido a lo manifestado. Podemos, por ejemplo, descomponer las oraciones en grupos sintácticos y aplicar después reglas de recurrencia para vincular unos grupos con otros, o para incrustar grupos dentro de otros. Tenemos, entre otros tipos de grupos sintácticos, las frases nominales (FN), las verbales (FV) y las frases con preposición, o sintagmas preposicionales (FPrep).

En una visita a una empresa editorial de Hove, en Inglaterra, fui saludado por el editor con una oración tan improbable como “La ribena está chorreando por los candelabros”. (Ribena es el nombre comercial de una bebida refrescante del Reino Unido; había realmente ribena escurriéndose por las lámparas que pendían del techo de la estancia). En este caso, la oración se descompone primero en una frase nominal FN (“La ribena”) y en una verbal, FV (“está chorreando por los candelabros”). Pero la FV está, a su vez, compuesta por un verbo (“está chorreando”) y por un sintagma preposicional (FPrep: “por los candelabros”) que consta de una preposición (“por”) más un grupo nominal, FN (“los candelabros”). En la oración (*S*)

se pueden reconocer las siguientes reglas de reformulación:

1. S → FN + FV
2. FN → Determinante + Sustantivo
3. FV → verbo + FPrep
4. FPrep → preposición + FN

Tales reglas, aplicadas a oraciones más complejas, entrañan una recurrencia. Por ejemplo, una FN puede contener una FPrep, que puede, a su vez, contener a otra FN. En teoría, con las reglas 2 y 4 podríamos formar un bucle recorrido cíclicamente. Nuestro editor, de no haber estado al borde del ataque de nervios, hubiera podido explicar: “La ribena está chorreando por los candelabros y gotea sobre la alfombra que hay al lado de mi escritorio”. (En el piso superior, había una guardería infantil.)

Los niños aprenden enseguida a apreciar la potencia de la recursividad (ya que no de la ribena), como ilustran estas oraciones tomadas de “La casita de Juan Conejo”, un cuentecito infantil:

1. Esta es la casa que hizo Juan.
2. Esta es la mata que estaba en la casa que hizo Juan.
3. Esta es la rata que se comió la mata que estaba en la casa que hizo Juan.
4. Este es el gato que mató a la rata que se comió la mata que estaba en la casa que hizo Juan.
5. Este es el perro que persiguió al gato que mató a la rata que se comió la mata que estaba en la casa que hizo Juan.

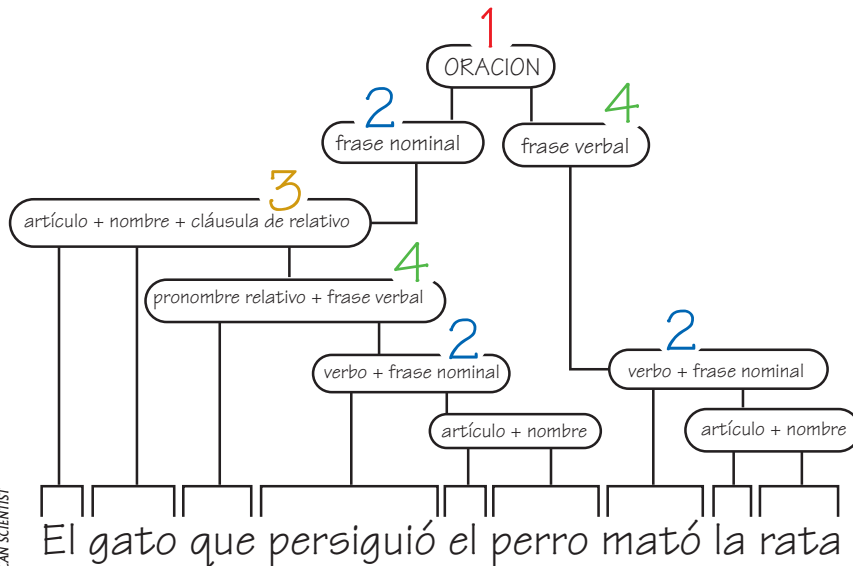
Y así continúa. Importa comprender que no se trata de una mera adición de elementos inconexos. Por el contrario, se van añadiendo progresivamente nuevas frases al principio de la anterior, y el resto de la frase adjetiva y califica cada vez más al sustantivo. En la cuarta sentencia, el gato en cuestión es el gato que mató a la rata que se comió a la mata, etcétera. Un gato que matase a una rata que no se hubiera comido la mata que crecía en la casita de Juan no cumpliría función alguna en este caso.

Estas oraciones de “La casita de Juan Conejo” son otros tantos ejemplos de la denominada *recurrencia*



PETER M. CORR / ALAMY / AMERICAN SCIENTIST

**1. UN LABERINTO DE ESPEJOS** constituye una metáfora adecuada de las posibilidades recursivas de la mente humana. El autor defiende que el pensamiento recursivo, que se extiende a facultades tales como el lenguaje, la teoría de la mente, el viaje mental por el tiempo y la noción de mi propia individualidad, representa la característica primaria que distingue a nuestra especie de todas las demás.



- regla 1 = oración → frase nominal + frase verbal  
 regla 2 = frase nominal → artículo + nombre + cláusula de relativo (opcional)  
 regla 3 = cláusula de relativo → pronombre relativo + frase verbal  
 regla 4 = frase verbal → verbo + frase nominal

**2. LA CONSTRUCCION DE UN DENDROGRAMA** correspondiente a una oración evocativa de “La casita de Juan Conejo” revela la estructura recursiva del lenguaje humano. Por ejemplo, la repetición de reglas gramaticales nos permite incrustar frases dentro de otras (verbigracia, introducción de un sintagma nominal en un sintagma verbal, cada uno de los cuales puede ser descrito como una “regla de reformulación”) que adjetiven al sujeto de cada oración. Los indicios de que haya seres no humanos que se valgan de reglas recursivas para comunicarse son discutibles (véase la figura 3).

*terminal*, porque la regla recursiva es invocada al final de la oración. La cuarta, por ejemplo, comienza con “Este es el gato”, pero enseguida se añade la cláusula de relativo “que mató a la rata”, que es un grupo adjetivo del gato. En esta cláusula de relativo es mencionada una rata, y una cláusula de relativo adicional, “que se comió la mata”, actúa de calificativo de la rata. Y así una y otra vez. En teoría se podrían ir adjuntando elementos recursivos *ad infinitum*, y en la práctica, hasta que nuestra memoria a corto plazo sea incapaz de retener más.

Una recurrencia de distinto tipo es el *inciso* o *recurrencia* de inclusión central, en la cual los constituyentes son incrustados en el seno de constituyentes. En la tercera oración de “La casita...”. podríamos querer que el sujeto de la oración fuese la mata, en lugar de la rata, y por tal motivo, se podría incluir en una oración relativa

a la mata otra oración de relativo que describiese a la mata: *La mata que se comió la rata estaba en la casa que hizo Juan.*

Las frases incrustadas, los incisos, como los de la oración anterior, son de uso corriente. No obstante, si se incrustan frases dentro de los incisos, las cosas se complican. Transformemos, por ejemplo, la cuarta oración en otra que haga énfasis en la mata: *La mata que la rata que mató el gato se comió, estaba en la casa que hizo Juan.* Probemos ahora con la quinta: *La mata que la rata que el gato que el perro persiguió se comió, estaba en la casa que hizo Juan.* ¿Qué tal? ¿Todavía está claro?

El último ejemplo podría ser gramaticalmente tolerable, pero resulta difícil seguir más de un estrato de recurrencia en las inclusiones centrales. Ello no se debe a razones lingüísticas, sino psicológicas. El sistema de incisión central exige un dispositivo de

recordación, una especie de pila de punteros, que vayan indicando en dónde se ha de reanudar el procedimiento una vez concluido un inciso. La situación no es grave si la estructura incrustada es solamente una, pues no hay dificultad en mantener en la memoria un solo puntero que indique en dónde se ha de regresar al procedimiento original. Cuando la incrustación es múltiple, es necesario llevar el control de varios punteros, lo que puede exceder de la capacidad de la memoria operativa. De hecho, en el discurso natural son raros los ejemplos de oraciones que contengan más de un nivel de incrustación central.

Marc D. Hauser y su grupo, de la Universidad de Harvard, han propuesto en un artículo reciente de *Science*, que la recurrencia constituye una propiedad fundamental que distingue al lenguaje humano de las demás formas de comunicación animal. Se ha enseñado a chimpancés y bonobos una forma de lenguaje, un *protolenguaje*, que posee algunos rasgos del lenguaje humano, entre ellos, el de utilizar símbolos para representar acciones y objetos, amén de cierta capacidad de combinación de símbolos para obtener significados nuevos. No existen pruebas, sin embargo, de que estos simios utilicen los símbolos (o las combinaciones de símbolos) de forma recursiva, para crear algo similar al ilimitado conjunto de significados que somos capaces de crear nosotros los humanos.

### ¿Y las aves?

Los sonidos emitidos por algunas aves canoras parecen poseer algo de la complejidad del lenguaje humano, al menos considerado en su superficie. Jack P. Hailman y Millicent S. Ficken, ornitólogos, sostuvieron hace tiempo que las llamadas y cantos de los carboneros (Páridos) poseen una sintaxis computable; por consiguiente, su canto había de recibir la consideración de “lenguaje”. Los cánticos están compuestos por cuatro sonidos cualitativamente distintos, aquí denotados A, B, C y D. Estos elementos aparecen siempre en el mismo orden, si bien cualquiera de ellos puede ser repetido un número cualquiera de veces, o ser omitido. Las secuencias ABCD,

*B*, *BD*, *AAABBCCCD* son todas ellas lícitas. Aunque existe una considerable variedad de tales secuencias, su recursividad no pasa de la mera repetición de elementos.

A diferencia del lenguaje humano, las secuencias pueden quedar especificadas por una gramática estado-finita (con número finito de estados), en la que la elección de elemento en cada punto de la secuencia puede estar especificada por el elemento que le antecede. Así, por ejemplo, *B* puede ir detrás de *A* o de *B*, y puede también ser el primer elemento de la secuencia, pero nunca puede ir detrás de *C* o de *D*.

Como es evidente, los pájaros podrían haber utilizado reglas más complejas, pero no tenemos por qué suponer que éstas vayan más allá del paso de un elemento al siguiente, sin apreciación alguna de lo que hubo antes o de lo que viene a continuación. El lenguaje humano, en cambio, entraña la combinación de constituyentes para formar frases, y la generación de oraciones mediante reglas recursivas, en virtud de las cuales las frases pueden ser definidas en términos de frases y cada elemento de la secuencia contribuye a la construcción gramatical.

Timothy Q. Gentner y su equipo, de la Universidad de California en San Diego, han defendido recientemente que los estorninos europeos se hallan capacitados para realizar un “análisis sintáctico” de ciertas secuencias de sonidos, que constarían de hasta cuatro niveles de recurrencia de inclusión central. Se les enseñó a identificar secuencias de sonidos, tomados de ocho sonidos clasificados como trinos (*A*), y ocho clasificados de gorjeos, (*B*).

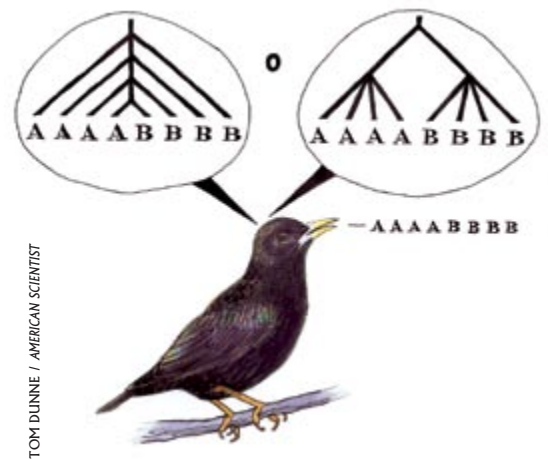
Las secuencias fueron generadas mediante una gramática estado-finita en la que las secuencias *AB* eran sencillamente repetidas hasta cuatro veces (como en *AB*, *ABAB*, *ABABAB*, o *ABABABAB*), en las que los pares *AB* eran incrustados en pares *AB* con hasta cuatro niveles de recurrencia (como en *AB*, *AABB*, *AAABBB* y *AAAABBBB*). La determinación real de los sonidos *A* y *B* se hizo al azar, para que los estorninos no pudieran limitarse a aprender secuencias concretas. Algunos de

**3. LOS ESTORNINOS EUROPEOS** gozan de capacidad para identificar secuencias de sonidos, descomponibles en “trinos” (rotuladas *A*) y en “gorjeos” (*B*). Se ha sostenido que estas aves analizan gramaticalmente las secuencias vinculando los pares de inclusión central *AB* (en el globo de la izquierda) lo que podría inducir a pensar que estos animales tienen cierta capacidad de pensamiento recursivo. Sin embargo, es posible que los estorninos estén sencillamente contando el número de *A*s sucesivas y el número de *B*es sucesivas (globo de la derecha). Aunque ignoramos qué pasa por la mente a un estornino, no hay motivos para aceptar una explicación más complicada.

ellos, aunque no todos, aprendieron a diferenciar entre sí estos tipos de secuencias, y a distinguirlas también de las secuencias que no obedecían a las reglas, lo que podría hacer pensar en cierta capacidad para comprender la recurrencia.

El problema que se presenta en este caso es que los estorninos no tienen por qué haber “analizado sintácticamente” las secuencias recursivas de acuerdo con la regla de recurrencia. Una solución más sencilla consistiría en contar meramente el número de *A*s sucesivas y el número de *B*es sucesivas, y aceptar que la secuencia pertenece a la categoría recursiva si los dos números son iguales. Es probable que tal estrategia no supere la capacidad de cómputo de un estornino, pues existen abundantes indicios de que las aves poseen cierta percepción del número. Por ejemplo, un famoso loro gris africano, llamado Alex, criado por Irene Pepperberg, de la Universidad de Harvard, cuenta hasta seis y comprende las nociones de igual y diferente.

Los estorninos son también renombrados por lo intrincado de sus cánticos, lo que sugiere que poseen una refinada capacidad de producción y comprensión de secuencias. Se dice que el último movimiento de un concierto para piano de Mozart (K. 453, en Sol mayor) está basado en el cántico de un estornino que tenía en casa. Nada sugiere, aun así,



TOM DUNNE / AMERICAN SCIENTIST

que los cánticos de los estorninos —ni siquiera los mozartianos— sean recursivos. Se debe recordar que hasta los humanos encontramos considerable dificultad para analizar oraciones en las que el número de frases incrustadas pase de dos.

No podemos, como en el caso anterior, saber lo que realmente pasa en la mente de un estornino, pero el principio de economía dicta que la explicación aceptada de su conducta sea la más simple. Sigue sin quedar resuelto el problema de demostrar que alguna especie, salvo la humana, puede producir o analizar combinaciones recursivas de elementos.

### Teoría de la mente

La recurrencia no se limita al lenguaje, sino que cabe también aplicarla a otros aspectos del pensamiento humano. Uno de ellos es conocido por “teoría de la mente” y se refiere a la capacidad de imaginar lo que podría estar ocurriendo en la mente de otro individuo.

Los procesos mentales de pensar, saber, percibir o sentir podrían considerarse una teoría de la mente de orden 0; son, probablemente, denominador común de muchas especies. No son recursivos. La teoría de la mente de orden 1 remite a la capacidad para pensar, saber, percibir o sentir lo que otros están pensando, sabiendo, percibiendo o sintiendo; por lo tanto, ya es recursiva. La recurrencia está implícita en manifestaciones como “Me parece que me tomas por tonto”, o “Dora piensa que Alicia quiere que Fermín deje de darle la lata”.



TOM DUNNE / AMERICAN SCIENTIST

¿Hay especies no humanas que posean semejante facultad? ¿Cómo podríamos saberlo? El problema es que nuestro lenguaje está bien diseñado para expresar ideas recursivas y resulta difícil poner a prueba la teoría de la mente cuando se carece de lenguaje. Hasta el momento, ningún animal no humano ha demostrado poseer un sistema de comunicación lo suficientemente poderoso como para revelar que posee una teoría de la mente. Debemos, pues, basarnos en pruebas y criterios distintos de los lingüísticos.

Uno de tales tests se inspira en el engaño táctico —la maniobra de di-

versión— en el que un animal realiza determinada acción basándose en una apreciación de lo que otro animal podría estar pensando o de lo que éste podría ver. Un chimpancé joven podría esperar a que un macho dominante apartase la mirada, antes de robarle la comida. En un caso más complejo, un macho babuino joven puede ver que otro ha conseguido excavar un bulbo comestible. Entonces se pone a chillar, fingiendo miedo, lo que hace venir a su madre, que ahuyenta al otro babuino. El retoño se apodera entonces de la comida del huido. La cuestión consiste en saber

**4. LA PROBABILIDAD DE QUE LOS CHIMPANCES LE PIDAN COMIDA** a una persona es la misma tanto si la persona puede ver como si lleva la cabeza metida en un cubo. El experimento sugiere que los chimpancés no tienen una “teoría de la mente”, que se define como la capacidad para imaginar lo que está pasándole por la mente a otro individuo. Pocos científicos sostendrían que haya animales que posean una “teoría de la mente” equiparable a las sutiles facultades de los seres humanos.

si el babuino joven sabía realmente lo que pensaría su madre cuando él se pusiera a chillar, o si tal conducta había sido meramente aprendida por experiencia, mediante tanteos de ensayo y error.

Richard Byrne y Andrew Whitten, de la Universidad de St. Andrews en Fife, han recopilado ejemplos de posibles engaños tácticos basándose en observaciones de campo efectuadas por primatólogos. Eliminaron cuidadosamente los que podrían ser aprendidos a través de la experiencia. De un total de 253 casos, solamente 26 observaciones superaron sus criterios. Había 12 ejemplos correspondientes a chimpancés comunes, más tres casos para cada una de las especies bonobos, gorilas y orangutanes. También fueron aceptados cinco ejemplos más de mangabeys, unos simios emparentados de cerca con los babuinos.

No obstante, Byrne y Whitten sugerían que el auténtico engaño táctico, que exige una teoría de la mente, podría quedar limitado a los seres humanos y a los grandes simios, e incluso entre estos últimos, las pruebas no son muy convincentes. En contraste, la búsqueda de *tactical deception* en Google proporciona unas 967.000 respuestas, en su mayor parte maniobras de diversión de carácter bélico.

Se han propuesto otros criterios para especies no humanas, sin que los resultados sean mucho más convincentes. Por ejemplo, Daniel Povinelli y sus colaboradores, de la Universidad de Louisiana en Lafayette, han demostrado que los chimpancés tienen la misma probabilidad de pedir comida a una persona que porte los ojos vendados, o la cabeza cubierta con un cubo, que a otra que vea con

**5. UN CRITERIO UTILIZADO A MENUDO PARA AVERIGUAR SI UN ANIMAL** se ha formado una noción de sí mismo es su capacidad para reconocerse ante un espejo. Los grandes simios, los delfines y los elefantes han superado la prueba. Pero eso puede significar sólo que comprenden la noción de “yo corporal”. Es posible que estos animales no posean la facultad recursiva de comprender que el yo corporal es capaz de pensamientos y deseos.



COGNITIVE EVOLUTION GROUP, UNIVERSIDAD DE LOUISIANA, LAFAYETTE / AMERICAN SCIENTIST

normalidad, lo que induce a pensar que los chimpancés carecen del entendimiento recursivo necesario para saber si otro individuo ve.

Michael Tomasello y colegas, del Instituto Max Planck de Antropología Evolutiva, sostienen que los chimpancés son más inteligentes que eso y que en ciertas circunstancias sí comprenden que otros pueden ver. Reconocen, sin embargo, que “los chimpancés no poseen una teoría de la mente plenamente desarrollada, de tipo humanoide”.

Si ya existen dudas de que los grandes simios dispongan de una teoría de la mente de orden 1, nada hay, ciertamente, que haga pensar que sean capaces de poseerla de órdenes superiores. Los asuntos humanos discurren fácilmente por muchos órdenes de teoría mental, como tan claramente nos hacen ver la literatura y el teatro. En *Orgullo y prejuicio*, de Jane Austen, Elizabeth *piensa* que Darcy *opina* que ella *crea* que él *juzga* a su familia con demasiado rigor. O bien, en *La duodécima noche*, de Shakespeare, María *prevé* que Sir Toby *presumirá* ansiosamente que Olivia *juzgará* que Malvolio es de una impertinencia absurda *al suponer* que ella *desea* que él *se tenga* a sí mismo como su pretendiente *preferido*. Cada una de las palabras en cursiva, a partir de la primera, indica un nivel más de recurrencia.

Es posible, incluso, que la teoría de la mente sea una condición previa para la fe religiosa, según Robin Dunbar, de la Universidad de Liverpool. La idea de un Dios benévolo, que nos vigila, que nos castiga o nos admite en el Cielo si hemos sido convenientemente virtuosos depende de la comprensión de que otros seres —en este caso, un ser sobrenatural— puede tener pensamientos y emociones similares a las humanas. Dunbar supone, de hecho, que pueden ser necesarios varios órdenes de recurrencia, dado que la religión es una actividad social, que depende de credos compartidos.

El bucle recursivo necesario sería de este tenor: Yo *supongo* que usted *piensa* que yo *creo* que existen dioses que *tienen* la intención de influir en nuestro futuro porque esos dioses *comprenden* lo que *deseamos*. He aquí

una recurrencia de quinto orden. Si Dunbar supone todo lo dicho, el propio Dunbar ha debido alcanzar una recurrencia de sexto orden; si el lector supone que así ha sido, el lector habrá alcanzado la de séptimo.

### El yo y el desplazamiento mental por el tiempo

La convicción de que tenemos pensamientos que nos son propios constituye una teoría de la mente sobre el propio yo. René Descartes es famoso por el axioma “*cogito, ergo sum*”, aunque, en realidad, lo que escribió fue “*Je pense, donc je suis*”— en fin: “Pienso, luego existo”. Descartes tomó este principio como prueba fundamental de su propia existencia, porque, aun cuando dudase de ella, la duda constituía una forma de pensamiento, por lo que su existencia real no estaba en duda. Se trata de un enunciado fundamentalmente recursivo, pues no sólo implica al pensar, sino al pensar sobre el pensamiento. La facultad de tener conciencia de nuestro pensar (y no, tan sólo, de lo que hemos pensado) implica una noción de nuestro propio yo.

Una forma de investigar si los animales cuentan con una noción de su yo propio es la prueba del espejo, ideada en 1970 por Gordon G. Gallup, Jr., ahora en la Universidad estatal de Nueva York en Albany. Se pone en el cuerpo del animal una marca de modo tal que éste sólo pueda verla en un espejo. La cuestión consiste en averiguar si el animal va a tratar de eliminarla o a indicar de algún otro modo que se da cuenta de que la marca se encuentra sobre su cuerpo. Las observaciones hacen pensar que solamente los delfines, los grandes simios y los elefantes superan la prueba, por lo cual se ha supuesto que se han formado un concepto de sí mismos. Los resultados, en todo caso, son más que discutibles, porque podrían significar que estos animales comprenden que el objeto del espejo corresponde a su propio yo corporal, pero no tienen por qué significar que el yo corporal sea capaz de pensamientos o deseos.

Para que el concepto de sí mismo sea recursivo en sentido estricto, ha de implicar a la noción del propio yo.

Es decir, no basta saber que uno es un objeto material, sino que se ha de saber que uno sabe, se ha de saber que uno tiene estados mentales. Son escasas las pruebas de que tal sea el caso en especie alguna distinta de la humana.

Otra forma de poner a prueba la noción del propio yo se basa en la conciencia de que uno puede existir en distintos momentos o épocas. Podemos, por ejemplo, recordar lo que estábamos pensando o experimentando ayer, lo cual es, de nuevo, un proceso recursivo. Ello indica que no



TOM DUNNE / AMERICAN SCIENTIST

**6. LA EVOCACION DE UN EPISODIO DETERMINADO** de la propia vida constituye una forma de viaje mental por el tiempo, una proyección recursiva del propio yo que escapa del presente. Marcel Proust exploró el papel de la memoria episódica en *En busca del tiempo perdido*. En la novela, el sabor de una magdalena evoca en la mente del narrador el recuerdo de un suceso pasado. Hay científicos que sostienen que solamente los humanos son capaces de viajes mentales por el tiempo.

sólo comprendemos que tenemos procesos de pensamiento en el presente, sino que también los tuvimos en el pasado y los tendremos en el futuro. Por generalizar el principio de Descartes: “Pensé, luego fui” y “Pensaré, luego seré”. La noción del yo se puede extender a través del tiempo.

La noción de un yo pasado se funda en la memoria, según Endel Tulving. Se denomina *memoria semántica* al almacén de conocimientos sobre el mundo, como puede ser que Wellington es la capital de Nueva Zelanda o que el punto de ebullición del agua es de 100 grados Celsius. La *memoria episódica* concierne a episodios concretos de nuestra vida, que podemos revivir mentalmente. Es probable que recuerde usted lo que hizo ayer, pero no sólo como una mera sucesión de hechos, sino como sucesos que se pueden traer a la conciencia y reproducir en la mente. Tales recuerdos, a diferencia de los semánticos, son recursivos, porque entrañan una referencia mental a nuestro yo mental anterior. La recuperación de los recuerdos semánticos implica lo que Tulving llama *conciencia noética* —el mero conocer—, mientras que la recuperación de recuerdos episódicos entraña una *conciencia auto noética*, que es el conocimiento de uno mismo.

## 7. LOS ARREDAJOS SON CAPACES DE RECORDAR CUANDO Y DONDE han escondido reservas alimenticias, como orugas o nueces. Se ha sostenido que basta ese hecho para demostrar la presencia de memoria episódica en esos pájaros, aunque no indica que las aves estén reviviendo el acto de la captura.

Tulving ha sostenido, además, que la memoria episódica es exclusiva de los humanos. No niega con ello que otras especies posean recuerdos, a menudo prodigiosos. Entre las aves que esconden alimento, el cascanueces de Clark se cuenta entre los más significados. Este pájaro almacena semillas en miles de lugares, que recupera con grandísima, si no perfecta, precisión. Ello no significa, empero, que el ave recuerde el acto de ocultación del alimento; es posible, por el contrario, que recuerde sólo dónde se halla ubicado. Por mi parte, estoy convencido de que conozco los significados de miles de palabras, pero con muy pocas excepciones, no puedo recordar los episodios en los que me las encontré por vez primera.

Experimentos de gran sagacidad realizados por Nicola Clayton y sus colegas, de la Universidad de Cambridge, han llevado a pensar que al menos un ave, el arrendajo, puede gozar de una memoria más minuciosa de lo que se había podido imaginar. Recuerda dónde ha almacenado sus objetos concretos, como orugas o nueces, para recuperar unas u otras dependiendo del tiempo en que han estado guardadas. Por lo general prefiere los orugas, pero evitará los gusanos de tierra, prefiriendo las nueces, si los gusanos llevan guardados demasiado

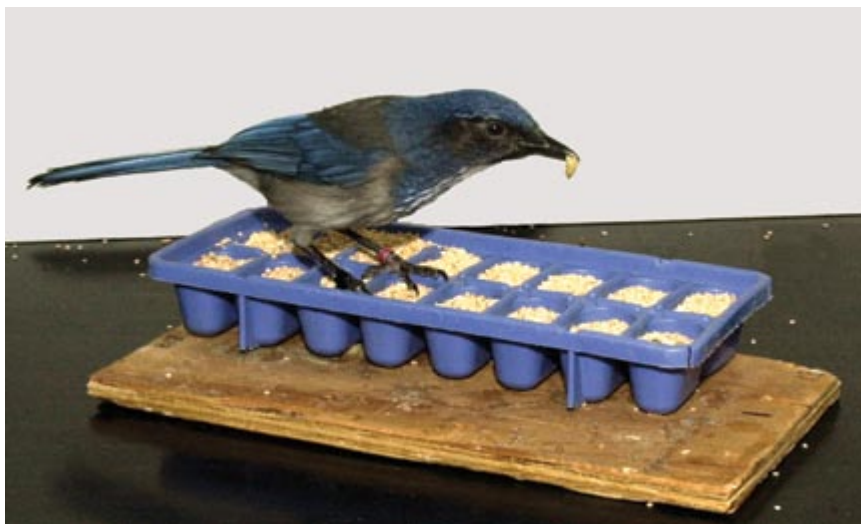
tiempo, y han adquirido mal sabor. Se ha entendido que esto significa que los arrendajos saben *qué* es lo que han guardado, en *dónde* lo han guardado y *cuándo* lo han guardado.

No faltan quienes hayan afirmado que estas tres condiciones, conocidas por *criterios qdc*, constituyen prueba suficiente de memoria episódica en el arrendajo, un pensamiento que debería enseñarnos modestia. Aun así, puede que esto no sea prueba suficiente de que los pájaros reviven el acto de captura. El recuerdo correspondiente al lugar en donde ha sido ocultado un alimento podría ir acompañado de una etiqueta de tiempo, algo así como una “fecha de caducidad” que indicase cuánto tiempo lleva oculto el objeto, pero ello no tiene por qué involucrar un recuerdo específico del episodio de captura propiamente dicho.

Se podría tener mayor probabilidad de probar la traslación mental por el tiempo en primates que en aves, especialmente, en nuestros parientes no humanos más próximos, el chimpancé y el bonobo. Wolfgang Köhler, famoso por sus experimentos con chimpancés durante su estancia en las Islas Canarias, donde estuvo destinado en la Primera Guerra Mundial, observó que, a pesar de todas sus destrezas improvisatorias, los chimpancés tenían escasa noción del pasado o del futuro. Los trabajos realizados durante los cincuenta últimos años para tratar de enseñar a los chimpancés y bonobos algo similar a un lenguaje no aportan casi nada que ponga en entredicho aquella conclusión. Hasta la fecha no existen pruebas de la adquisición del “tiempo verbal”, ni de que estos animales se comuniquen acontecimientos pasados o posibles hechos futuros.

Thomas Suddendorf, de la Universidad de Queensland, ha sostenido que la memoria episódica no es sino parte de una capacidad más general para el *viaje mental* por el tiempo, capacidad en la que se contarían tanto los desplazamientos a un futuro imaginado como la evocación del pasado. Los pacientes amnésicos que han perdido la memoria episódica pierden también el sentido de posibles acontecimientos futuros. Los niños parecen comprender los conceptos de pasado y

FOTOGRAFÍA CEDIDA POR IAN CANNELL Y CAROLINE RABY / AMERICAN SCIENTIST



de futuro aproximadamente al mismo tiempo, hacia la edad de cuatro años. De hecho, la memoria episódica puede funcionar no tanto como un registro del pasado sino como un reservorio de información sobre acontecimientos, capaz de suministrar una especie de vocabulario para la generación de acontecimientos futuros. Tal vez ello explique por qué la memoria episódica es incompleta y poco de fiar, amén de un incordio habitual en los tribunales de justicia. En los casos de amnesia, lo típico es que los recuerdos perdidos sean episódicos y no los de naturaleza semántica. No importa que la memoria episódica sea incompleta y frágil, en tanto que suministre información suficiente para generar escenarios futuros plausibles y eficaces. Después de todo, lo que nos importa es el futuro, no el pasado.

Tal vez resulte exagerado afirmar que los humanos estamos obsesionados con el tiempo, pues regurgitamos el pasado y proyectamos el futuro. Medimos el tiempo en segundos, minutos, horas, días, semanas, meses, años, decenios, siglos, milenios, eras y eones. Lo medimos tanto hacia atrás, hacia el pasado, como hacia el futuro. Lo extrapolamos mucho más allá de nuestra esperanza de vida, incluso hasta la gran explosión de la que se dice que ha creado el universo. Por medio del tiempo comprendemos la muerte; y tal vez sea ésa la causa de que hayamos recurrido a religiones para tener una promesa de otra vida. El tiempo provoca estrés, al acercarse las fechas límite, pero podemos también apelar al tiempo para curar nuestras desgracias. En *La duodécima noche* shakespeariana, cuando Viola, que se ha disfrazado de hombre, se encuentra en una situación imposible, se siente movida a decir, “¡Oh, Tiempo! A ti corresponde desenredar esto, que no a mí: el nudo es demasiado difícil”.

El lenguaje mismo está infuso de tiempo. Utilizamos muchas preposiciones o frases preposicionales, como *en*, *entre*, *alrededor de*, *a través*, *contra*, *desde*, *a*, *hacia*, o *durante*, que se aplican lo mismo al tiempo que al espacio; una, *durante*, está restringida a su dimensión temporal. Los tiempos verbales nos permiten la incorporación del tiempo al lenguaje, incluso



TOM DUNNE / AMERICAN SCIENTIST

**8. ALGUNOS ANIMALES SE VALEN DE INSTRUMENTOS**, como es el caso del cuervo de Nueva Caledonia (*a la izquierda*) para extraer insectos de sus escondrijos. Ahora bien, el comportamiento recursivo de utilizar instrumentos para producir otros útiles solamente ha podido ser observado en humanos. El registro arqueológico enseña que nuestros antepasados homínidos se valieron de piedras para crear otros útiles pétreos hace ya más de dos millones de años.

en modo recursivo. El pretérito pluscuamperfecto, como por ejemplo, en “Ya había comido”, alude a un suceso que se remonta en el tiempo más allá de un cierto instante de referencia en el pasado, mientras que en el futuro perfecto, como en “Habrá llegado”, se alude a un suceso que ya pertenecerá al pasado en un determinado momento del futuro.

Cualquiera que sea la capacidad que los animales no humanos puedan tener para desplazarse mentalmente por el tiempo, parece seguro afirmar que, una vez más, la forma generatriz, recursiva, en la que imaginamos sucesos en el tiempo parece exceder todo cuanto haya podido ser demostrado, e incluso sospechado, en nuestros parientes primates más cercanos.

### Recuento y utensilios

Otro ejemplo de recurrencia, probablemente deducido del lenguaje, es la capacidad de contar. Los humanos, valiéndonos de reglas recursivas, hemos aprendido a contar indefinidamente. Todo cuanto se precisa es un conjunto finito de dígitos y unas cuantas reglas sencillas para progresar de un número al siguiente.

Sabemos que muchas especies animales están capacitadas para contar, pero sólo lo hacen con precisión hasta algún valor pequeño. E incluso tal facultad no consiste en un estricto recuento, sino que se acerca más a la capacidad humana de *subitización*, que es la capacidad para enumerar

de una ojeada cantidades de tres o cuatro unidades. A partir de ese valor, nuestra capacidad para enumerar sin un auténtico recuento es cada vez menos acertada, conforme aumenta el número de objetos. Podemos estimar que el número de asistentes a una lección magistral es de unas 75 personas, o que en un estadio hay unos 15.000 espectadores, pero en ninguno de ambos casos es probable que se acierte en el guarismo exacto.

El recuento, en cambio, permite una precisión perfecta hasta cualquier número, aunque puede exigir bastante tiempo. El recuento es una ilustración más de la forma en que los principios de recurrencia pueden multiplicar la capacidad y la potencia de la mente humana. Con mayor generalidad: la computación humana es recursiva. Los informáticos se valen de rutinas que invocan a subrutinas, y en mi ordenador hay carpetas que contienen carpetas que contienen carpetas.

También podemos hallar componentes recursivos en el uso y la fabricación de útiles. El uso de herramientas no es exclusivamente humano. Los chimpancés utilizan piedras para cascar nueces y varitas finas para extraer termites de sus escondrijos; incluso preparan “picas” con las que herir a sus presas. Los monos capuchinos son distinguidos usuarios de útiles, pues para lograr sus fines se valen, en mil formas, de toda clase de objetos. Se sirven de palos para rastrillar comida hacia ellos, apilan cajas para subirse



## 9. DESCARTES, en viaje mental por el tiempo.

y alcanzar alimentos; llegan incluso a lanzar objetos contra las personas molestas. Los cuervos de Nueva Caledonia arrancan hojas de los pandanos, a las que dan forma a su conveniencia; también preparan varitas con un gancho en la punta, para extraer orugas de sus escondrijos.

Pero no cabe duda de que los humanos son los más prodigiosos hacedores y usuarios de herramientas. Benjamin B. Beck, especialista en psicología comparada, y experto en conductas de fabricación de útiles, ha señalado que “hasta la fecha, el hombre es el único animal al que se ha observado el uso de herramientas para hacer herramientas”. Lo cual, una vez más, implica la recurrencia. La técnica moderna es, como mínimo, repetitiva, por no decir que es siempre auténticamente recursiva: pensemos en las cadenas de montaje que comenzaron con el Modelo T. Y así hallamos engranajes dentro de engranajes, motores dentro de motores, computadoras dentro de las computadoras. Es posible que, en última instancia, acabemos anegando el planeta con los productos de nuestra recurrencia.

### Evolución de la mente recursiva

Es muy posible que una de las peculiaridades que singularizan a los humanos sean sus pertinaces esfuerzos para hallar criterios que definan su

unicidad; pensamos de una manera singular, luego somos únicos. Entre las características que se suelen proclamar como exclusivamente humanas se cuentan el lenguaje, la teoría de la mente, la conciencia del conocimiento de sí mismo, la memoria episódica, la traslación mental por el tiempo, la producción de herramientas para hacer herramientas y la facultad de contar. La singularidad de todas ellas se debe —sugiero— a la capacidad de los humanos para el pensamiento recursivo.

En psicología evolutiva se sostiene que los rasgos esenciales de la mente humana fueron consecuencia de una evolución a lo largo del Pleistoceno, un período que se extiende desde hace unos 1,8 millones hasta hace unos 10.000 años. En el transcurso de ese arco temporal, nuestros antepasados homínidos fueron cazadores-recolectores, y la vinculación a un grupo social y la comunicación con otros miembros del grupo se hizo esencial para la supervivencia.

Según Leda Cosmides y John Tooby, de la Universidad de California en Santa Bárbara, la mente fue evolucionando de forma modular, con aparición de módulos específicos dedicados a funciones específicas, como el lenguaje, la teoría de la mente, la detección de tramposos y el amor romántico. Dado que la recurrencia es aplicable

a múltiples dominios, resulta improbable que tal fenómeno conste de un módulo, en el sentido en que los psicólogos evolucionistas utilizan el término. Por mi parte, sugiero que se trata de un modo de computación que es válido para varios dominios mentales diferentes.

Desde hace unos dos millones de años, y durante el Pleistoceno, los cerebros de nuestros antepasados homínidos han ido aumentando de tamaño a un ritmo impresionante; ha triplicado el volumen que cabría esperar en un primate de nuestro mismo tamaño corporal. Richard D. Alexander ha propuesto que no sólo fue necesaria la vinculación social para garantizar la supervivencia en un medio hostil (donde no faltaban felinos carnívoros y otros peligros), sino que nuestros antepasados hubieron de afrontar también una competencia cada vez más dura de sus congéneres. Ello desembocó en ciclos descontrolados de maquiavelismo, contrarrestados por la vinculación social y el desarrollo de mecanismos para la detección y expulsión de los “aprovechados”, lo que llevó a fenómenos sociales tan complejos, y tan fundamentales, como el lenguaje, la teoría de la mente, la religión y las guerras.

Semejante complejo cálculo en asuntos sociales pudo haber orientado la evolución hacia la selección de cerebros de volumen creciente, con capacidad para albergar sistemas neuronales recursivos.

En concreto, la expansión de los lóbulos frontales pudo haber sido de crítica importancia. Se sabe que los lóbulos frontales participan en el lenguaje, en la teoría de la mente, en la memoria episódica y en el viaje mental por el tiempo. Esas facultades recursivas pueden depender también de que los humanos, en comparación con otros primates, tienen un período de crecimiento muy prolongado.

Para estar en concordancia con la pauta primate, los bebés humanos deberían ser gestados durante 18 meses, y no durante 9. Pero como es bien sabido, ello sería imposible habida cuenta del tamaño del canal del parto. El peso del cerebro de un chimpancé recién nacido ronda en torno al 60 por ciento del peso de su cerebro adulto,

mientras que el de un humano pesa en torno al 24 por ciento. El alargamiento de nuestra infancia, por otra parte, entraña que el cerebro humano experimente la mayor parte de su crecimiento en exposición a influencias externas y, por ello, se encuentre en fina sintonía con su entorno.

Patricia M. Greenfield, de la Universidad de California en Los Angeles, ha documentado la forma en la que los niños desarrollan, aproximadamente al mismo tiempo, representaciones jerárquicas, tanto para el lenguaje como para la manipulación de objetos. Los niños pequeños, al igual que comienzan a combinar palabras sueltas en frases, y éstas, después, en oraciones, comienzan también a combinar objetos, como si fueran tuercas y tornillos, y utilizan después esas combinaciones para ulterior manipulación.

Greenfield sostiene que ambas actividades dependen de una región correspondiente al área de Broca, zona de la corteza cerebral situada en la región parietal izquierda y responsable primaria de la producción del habla. Esa relación entre el habla y la manipulación jerárquica, sugiere la autora, persiste durante la edad adulta; en prueba aduce que los individuos con afasia de Broca se muestran inhábiles en la reproducción de dibujos de estructuras jerárquicas compuestas por líneas.

Posteriormente, en el curso del desarrollo cerebral, las estructuras frontolobulares implicadas en la recurrencia pueden experimentar diferenciación. Greenfield expone que, en determinada muestra aleatoria de niños con retraso mental, unos exhibían destreza en la construcción jerárquica y deficiencia gramatical, mientras que otros mostraban la pauta inversa, y relaciona estas observaciones con indicios neurofisiológicos de que una misma área cerebral puede estar implicada por igual en ambas funciones hasta los dos años de edad. A partir de esa edad se da una diferenciación cada vez más acusada en la vecindad del área de Broca, de modo que una región superior participa en la manipulación física de objetos, mientras que otra, situada más abajo, organiza los aspectos lingüísticos.

El análisis de Greenfield puede ser de amplia aplicación, pues concierne al desarrollo y diferenciación de cierto número de destrezas recursivas, entre ellas, el lenguaje, la teoría de la mente, la memoria episódica, la comprensión del tiempo y la manipulación de objetos.

Ese haz de destrezas aflora ya en la infancia temprana, en un momento en que el cerebro se encuentra en crecimiento. El crecimiento posnatal, un período crítico, constituye un fenómeno tanto evolutivo como de desarrollo. Es probable que su aparición con carácter específico del género *Homo* comenzase hace unos dos millones de años y, también, que rija la forma en la que los niños adquieren destrezas. Tal patrón de crecimiento tan prolongado nos lleva mucho más allá de las meras redes asociativas, para conducirnos hasta procesadores más dinámicos, capaces de analizar estructuras jerárquicas y de utilizar reglas de forma recursiva.

A pesar de que las destrezas recursivas parecen ser un tanto disociables, puede que su codesarrollo, y tal vez su coevolución, se hallen vinculados. Así, la aparición de la sintaxis recursiva puede haber sido fruto de la selección evolutiva precisamente porque se calca sobre la estructura recursiva de la teoría de la mente, lo que permitió a nuestros antepasados la comunicación de sus pensamientos maquiavélicos, a sus cómplices, claro, no a sus rivales.

La teoría de la mente pudo haber participado en el lenguaje en distinta forma, al permitirnos modular nuestro discurso de conformidad con el estado mental de quien escucha. La comprensión recursiva del tiempo pudo haber desempeñado un papel crítico en la evolución del lenguaje, que está exquisitamente equipado para la descripción de acontecimientos ocurridos en diferentes momentos y en lugares distintos de los que ocupamos en el presente.

La recurrencia, pues, constituye una propiedad que acompaña al desarrollo precoz de destrezas fundamentales y nos proporciona la versatilidad y creatividad que caracterizan a la mente humana.

MICHAEL C. CORBALLIS es profesor en el departamento de psicología en la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda. Doctor por la Universidad McGill, donde permaneció como docente desde 1968 hasta 1978, su investigación se centra en la relación entre neurociencia de la cognición y evolución.

© *American Scientist Magazine*

#### Bibliografía complementaria

THE ADAPTED MIND: EVOLUTIONARY PSYCHOLOGY AND THE GENERATION OF CULTURE. Dirigido por J. Barkow, L. Cosmides y J. Tooby. Oxford University Press; Nueva York, 1992.

MENTAL TIME TRAVEL AND THE EVOLUTION OF THE HUMAN MIND. T. Suddendorf y M. C. Corballis en *Genetic, Social and General Psychology Monographs*, n.º 123, págs. 133-167; 1997.

THE FACULTY OF LANGUAGE: WHAT IS IT, WHO HAS IT, AND HOW DID IT EVOLVE? M. D. Hauser, N. Chomsky y W. T. Fitch en *Science*, n.º 298, págs. 1569-1579; 2002.

CAN ANIMALS RECALL THE PAST AND PLAN FOR THE FUTURE? N. S. Clayton, T. J. Bussey y A. Dickinson en *Nature Reviews Neuroscience*, n.º 4, págs. 686-691; 2003.

RECURSION AS THE KEY TO THE HUMAN MIND. M. C. Corballis en *From Mating to Mentality: Evaluating Evolutionary Psychology*. Dirigido por K. Sterelny y J. Fitness, págs. 155-171. Psychology Press; Nueva York, 2003.

CHIMPANZEE MINDS: SUSPICIOUSLY HUMAN? D. J. Povinelli y J. Vonk en *Trends in Cognitive Sciences* n.º 7, págs. 157-160; 2003.

CHIMPANZEEES UNDERSTAND PSYCHOLOGICAL STATES — THE QUESTION IS WHICH ONES AND TO WHAT EXTENT? M. Tomasello, J. Call y B. Hare en *Trends in Cognitive Sciences*, n.º 7, págs. 153-156; 2003.

THE HUMAN STORY. R. Dunbar. Faber & Faber; Londres, 2004.

RECURSIVE SYNTACTIC PATTERN LEARNING BY SONGBIRDS. T. Q. Gentner, K. M. Fenn, D. Margoliash y H. C. Nusbaum en *Nature*, n.º 440, págs. 1204-1207; 2006.

RECURSION, LANGUAGE AND STARLINGS. M. C. Corballis en *Cognitive Science*. En prensa.

THE EVOLUTION OF FORESIGHT: WHAT IS MENTAL TIME TRAVEL, AND IS IT UNIQUE TO HUMANS? T. Suddendorf y M. C. Corballis en *Behavioral and Brain Sciences*. En prensa.