

RESEÑA

LA GRAMÁTICA DE LOS GENES O LA BÚSQUEDA DE LA SIMILITUD FORMAL ENTRE LOS CÓDIGOS GENÉTICO Y LINGÜÍSTICO

EUGENIO ANDRADE

López-García, Ángel (2005), *The Grammar of Genes. How the Genetic Code Resembles the Linguistic Code*. Bern: Peter Lang AG, European Academic Publishers.

El autor comienza por distinguir las teorías “internalistas o estructuralistas” del origen del lenguaje, que lo conciben como una habilidad cognitiva innata, de las “externalistas o funcionalistas” que, por el contrario, lo entienden como una habilidad comunicativa aprendida en un contexto social y cultural. Dado que el problema no consiste en decir lo que es el lenguaje, sino cómo se originó, el autor propone dejar de lado el pensamiento dicotómico y tratar las dos perspectivas como complementarias.

Las polémicas en torno al origen del lenguaje se centran en las preguntas: ¿Qué tanto es consecuencia de las predisposiciones innatas de los individuos?, y, ¿qué tanto surge como consecuencia de estímulos ambientales en un contexto social y funcional?, en otras palabras, ¿qué tanto se debe a los genes (información digital ¹)?, y, ¿qué tanto se debe a las modificaciones fenotípicas dadas por las condiciones de vida (información analógica ²)? El problema de cómo entender la relación entre las codificaciones analógicas y digitales está relacionado, a nivel biológico, con la discusión sobre la relación genotipo/fenotipo y evolución/desarrollo (Evo/Devo), y cobra relevancia para entender el problema del origen de lenguaje (Andrade 2000, 2006).

En la discusión sobre la plausibilidad de una explicación genética del origen del lenguaje, el autor (p.19) cuestiona el planteamiento de Deacon, quien sostiene que el lenguaje es una característica aprendida, que fue incorporada a los genes por efecto Baldwin. Igualmente, no acepta que la

aparición del lenguaje esté asociada a exaptaciones, al fenómeno según el cual una característica adaptada a ciertas funciones (por ejemplo, el descendimiento de la laringe, la lateralidad del cerebro, la expansión prefrontal), pueda ser cooptada para usos diferentes, contribuyendo a la aparición brusca de una nueva característica, en este caso el lenguaje. El autor rechaza también la posibilidad de que por mutaciones puntuales en el DNA se hubiera generado el lenguaje, y tampoco acepta que se trate de un fenómeno macromutacional, puesto que éstos son muy improbables y carecen de un modelo genético que les dé soporte. No parece existir un mecanismo genético que explique la aparición del lenguaje, puesto que así como los genes cambian, el código genético permanece inalterado; en forma similar, aunque los textos lingüísticos cambian, el código lingüístico no evoluciona.

López-García afirma que la gramática es un problema para los evolucionistas; la estructura de la frase, las reglas que rigen la anáfora, las relaciones de acuerdo, etcétera, se encuentran en todos los lenguajes humanos aunque su manifestación superficial varíe, y por tanto es difícil imaginar una situación contextual o influencia del medio externo que explique este fenómeno. La gramática es común a todos los lenguajes, así como el código genético es compartido por todas las formas de vida.

El autor, por contraposición a Darwin, quien concibió la aparición del lenguaje humano como un proceso gradual de complejización por selección natural a partir de las habilidades comunicativas de los animales, sostiene que el lenguaje humano posee un carácter simbólico único que lo hace diferente a los sistemas de comunicación animal y que, por tanto, no surgió gradualmente como consecuencia del mejoramiento adaptativo de las habilidades comunicativas de los animales. Además, si bien es cierto que los lenguajes se comportan como especies que se van adaptando, diversifican, hibridan y extinguen en un espacio sociocultural adaptativo, la analogía lenguajes/especies no responde a la pregunta de cómo, en efecto, surgió el primer lenguaje o protolenguaje, a partir del cual se da la diversificación adaptativa, manteniendo una estructura sintáctica común. En conclusión, el hecho de que todos los lenguajes tengan las mismas características gramaticales profundas quiere decir que no están afectados por cambios culturales.

El autor justifica su preferencia por las explicaciones “estructuralistas”, al proponer que la existencia de una estructura sintáctica común se corresponde con los planteamientos de la “morfología trascendental” que sostiene: 1. La existencia de un patrón previo o arquetipo al cual las formas de vida se ajustan (W. Goethe); 2. La ausencia de una relación directa entre los órganos corporales y su función (Geoffroy de Saint Hilaire); 3. La forma de los seres vivos (y no vivos) obedece a la acción de fuerzas físicas (D’Arcy Thompson). De este modo, la evolución por selección natural de variantes

producidas al azar sólo se aplica a las modificaciones secundarias de una estructura básica fundamental producida independiente de su contexto. Esta estructura básica debe ser heredable genéticamente, en consonancia con el descubrimiento de los genes Hox que se presentan en grupos alineados en un orden tal que corresponden colinealmente con los segmentos corporales que definen. Por tanto, la herencia de patrones formales es posible.

Considero que López-García debería haber discutido con mayor detalle el cuestionamiento de Darwin a la morfología trascendental. Darwin sostuvo, basado en amplia documentación embriológica, que las características seleccionadas en los ancestros pueden aparecer más temprano en la descendencia, convirtiéndose de esta manera en rasgos característicos del *Bauplan* (plan corporal), y entonces, a escala filogenética, el plan corporal no es anterior a la adaptación. Para simplificar, existen, sin duda elementos innatos de la gramática universal (GU) gracias a que fueron retenidos por la selección natural. La respuesta a Darwin queda pendiente, aunque el autor reconoce que la forma funcional del lenguaje es el resultado de la adaptación por selección natural, insiste que la forma abstracta de la gramática generativa es totalmente independiente del mundo externo. Para el autor, una explicación que supera la dicotomía estructura/función radica en aceptar la existencia de una forma abstracta universal anterior a todo referente analógico local, y la fundamenta en la hipótesis de que la forma abstracta del lenguaje, o GU, explica la similitud formal existente entre el código genético (CG) y el código lingüístico (CL). La "forma abstracta" de la morfología trascendental corresponde, entonces, a un patrón *a priori* o GU que define las reglas de la codificación digital genética o lingüística.

En consecuencia, el lenguaje surge como manifestación de una tendencia innata o facultad lingüística heredada que preexiste a la interacción con el entorno, y que posteriormente se va acomodando para responder a las exigencias funcionales del entorno por medio del aprendizaje. Para López-García (p. 82, 83) el CL está configurado de acuerdo con la estructura formal del CG; la invarianza del CL se explica por el hecho de estar determinado formalmente por el CG, el cual ha permanecido inalterado desde el origen de la vida en la Tierra. Siguiendo a Jakobson, afirma que el CL es el único que comparte las reglas sintácticas propias del CG y por tanto esta similitud debe tener una significación especial, y puesto que el CG surgió por azar, el CL también debió haber surgido de igual manera. Esta conclusión desconoce las propuestas de D'Giulio (1995, 1997, 2005a, 2005b) y Wong (1975, 1981, 1988) que explican la estructura actual del CG como el resultado de un proceso evolutivo y no simplemente como producto de un "accidente congelado" como lo propuso Crick (1968) y como lo sigue aceptando sin discutir López-García.

El libro tiene el mérito incuestionable de explorar exhaustivamente las analogías entre el CG y el CL, hecho que contribuye a la naturalización de la lingüística. La correspondencia formal entre CL y CG, para López-García (p. 96) parte de la similitud formal entre la cadena de nucleótidos en el DNA con la cadena de categorías sintácticas de las palabras, y entre la cadena de aminoácidos con la cadena de sus significados. De esta manera, propone (p. 97, 98, 99) la similitud formal entre la estructura del codón (tripleta de nucleótidos en el DNA y RNA mensajero) y la estructura de la frase. La correspondencia que se propone es la siguiente: el primer nucleótido corresponde al elemento que se comporta como el especificador de la frase, es un elemento estructural con significado, pero que no especifica el significado de la frase completa; el segundo se comporta como la “cabeza” de la frase que determina la significación de la frase, y el tercero al “complemento” o elemento que eventualmente se puede suprimir sin afectar la significación de la frase.

Pienso que partir de la similitud entre codón y frase impide aplicar la analogía lingüística a los niveles jerárquicos inferiores, tales como palabras, morfemas, sílabas y letras. Para López-García (p. 86) esta es justamente la diferencia fundamental entre el CG y CL, pero se trata de una diferencia que arriesga dejar sin fundamento las otras analogías propuestas.

Por otra parte, el autor afirma que la GU cobija las reglas más generales del CG; sin embargo, existen reglas sintácticas específicas claramente diferenciadas entre procariotes y eucariotes; por ejemplo, los procariotes poseen genes continuos que carecen de intrones y por tanto el nivel lingüístico equivalente (significados implícitos) está ausente; igualmente, en los eucariotes los genes no están organizados en operones y por tanto el nivel lingüístico equivalente (texto) no está presente.

La semiótica de López-García privilegia el aspecto sintáctico, a partir del cual se construyen los niveles semánticos y pragmáticos del lenguaje. Es decir, que estos dos niveles que implican una interacción y comunicación real en un medio ambiente determinado están supeditados a un nivel interno que obedece a unas leyes intrínsecas libres de contexto. En consecuencia, afirmar que la conexión entre el nivel formal (sintáctico) y el semántico (funcional comunicativo) está dada por azar, ignora la importancia de las codificaciones analógicas que dan el contexto que permite la aparición y fijación de significaciones a la información digital. Los significados que se asignan a un determinado texto pudieron haber sido otros, ya que están dados por convención natural, pero esto no quiere decir que las asignaciones hayan sido azarosas.

Nuestro autor (p. 149) examina el concepto de “organizador del desarrollo” o región del embrión de determinación temprana que rige nuevas zonas en ciertos dominios y suministra información acerca del tiempo, lugar, escala y orientación necesarios para el desarrollo de las agrupacio-

nes celulares ubicadas alrededor. Estos mensajes de naturaleza química fueron identificados con productos de la expresión génica de los genes Hox, que explican la heredabilidad de patrones formales. Por otra parte, no se pronuncia sobre la existencia de otros códigos biológicos, y en caso de que existan no dice nada sobre si comparten o no la GU; por el contrario, afirma que los sistemas de comunicación animal no comparten la estructura de la GU, a pesar de que el código genético es universal. Pareciera que la determinación genética del lenguaje sólo se aplica al caso del lenguaje humano, que en dos transiciones evolutivas bruscas y discontinuas, el origen de la vida y la aparición del lenguaje humano, de todas las estructuras sintácticas posibles surgieron, por azar, las mismas.

Pero, ¿de dónde emergen las reglas sintácticas de los lenguajes naturales? Para explicar los saltos y/o discontinuidades evolutivas que dieron origen al lenguaje, el autor recurre a la teoría de Lynn Margulis, que explica la aparición de la célula eucariótica por medio de un proceso endosimbiótico. López-García justifica la analogía afirmando que los elementos sintácticos que prexistían y se reconfiguraron en el lenguaje humano con una estructura similar a la del CG son tres: 1. El elemento codificador o conjunto de categorías que los parlantes comparten para poderse entender (subsistema C); 2. El componente generador del patrón, que mantiene cohesionados los elementos del mensaje (subsistema P), y 3. El componente energético que permite el flujo de información que transmite los significados de quien habla hacia quien escucha (subsistema E). Estos elementos se corresponderían en el caso de la endosimbiosis con: 1. Bacterias grampositivas que suministran los componentes codantes o subsistema C; 2. Bacterias gram-negativas que contribuyen con el patrón de membranas y microtúbulos o subsistema P; 3. Cianobacterias que dan lugar al componente energético (mitocondria y cloroplastos) o subsistema E.

¿Pero acaso estos subsistemas sintácticos C, P y E podían prexistir de modo independiente? Además, en cuanto son elementos que se encuentran en los procariotes, ¿no presentaban cada uno la estructura de la GU? Por otra parte, habría que sustentar la hipótesis formulada (p. 167, 168) sobre cómo procesos intensos de reconexión neuronal en el cerebro dieron lugar a un sistema genéticamente determinado, compuesto de los subsistemas C, P y E. Se formula la hipótesis según la cual, por medio de procesos de corte y mezclado de dominios codantes a nivel del RNA, seguido de duplicación y retrotransposición de fragmentos rodantes y pérdida de regiones repetitivas, los genes C, P y E quedaron colocados en un mismo arreglo, dando lugar a una red sináptica que poseía las características formales del lenguaje. En este caso, los primeros humanos que hubieran, por casualidad, producido esta estructura gramatical hubieran sido retenidos por la cultura favoreciendo su dispersión. De esta manera, se reconciliarían los paralelismos entre el CG y el CL con la teoría darwinista. Sin

embargo, si el proceso hubiera involucrado transposición de DNA, la aparición del lenguaje se hubiera fijado genéticamente desde el principio, dando así una explicación al innatismo del lenguaje. En ninguno de los dos casos existe información de que procesos de esta naturaleza hayan sido descritos en la literatura científica, lo cual no implica que la hipótesis no pueda dar lugar a un programa de investigación que conduzca a su confirmación o quizás eventual refutación. En cualquiera de los casos, la hipótesis de López-García jugaría un papel decisivo en el rumbo futuro que tomen las investigaciones sobre el origen biológico del lenguaje. Hoy en día, lo más cercano a estos procesos de reconfiguración genética como consecuencia de una variación fenotípica previa o modificaciones del desarrollo por inducción de factores o estímulos externos, corresponde a la explicación del efecto Baldwin en términos de la asimilación genética de Waddington. No obstante, estos procesos se refieren a modificaciones que pueden afectar los patrones de conexión génica y que actúan como condición que favorece la fijación de ciertos genes con valor adaptativo, en caso de que éstos surjan por mutación o recombinación, pero no se refiere, ni creo que se aplique, a la incorporación del sistema de reglas sintácticas que rigen la codificación y expresión génica. Además, López-García, como mencioné anteriormente, descarta la explicación de Baldwin, que a mi juicio podría dar un fundamento más sólido a su hipótesis.

Con el ánimo de precisar la analogía entre lo biológico y lo lingüístico, la contribución de Marcelo Barbieri (2003) llena algunos de los vacíos de la visión de López-García. Barbieri plantea que el "estado filotípico" sería el equivalente biológico de la GU de Chomsky. El "estado filotípico" designa una etapa del desarrollo embrionario en que se manifiesta el plan corporal compartido por los miembros de un mismo *phylum*. La conservación de los *Bauplan* en la filogénesis y la conservación del estado filotípico en la ontogénesis son fenómenos que están estrechamente relacionados. Esto equivale a decir que el "estado filotípico" es un depósito de información o memoria sobre el plan corporal del adulto. El problema radica en que los tipos de memoria estructural tridimensional o reservorios de información analógica han sido eclipsados ante el énfasis exagerado que ha tenido la información genética o digital. En una etapa temprana del desarrollo, la información contextual se encuentra a nivel celular, pero cuando se esboza el plan corporal aparece una información a un nivel supracelular. En este momento, el plan corporal o "estado filotípico" se convierte en el intermediario entre la información genética (genotipo) y el organismo en desarrollo (fenotipo). En el caso del lenguaje tenemos un problema similar, puesto que sin una teoría de la mente es imposible explicar cómo se aprende el lenguaje y el innatismo de la GU. La solución de compromiso aceptada ha sido la de postular que desde las etapas tempranas del desarrollo hasta el nacimiento el desarrollo mental está bajo control genético, y de ahí en

adelante depende de estímulos ambientales. Esta solución no responde al problema, puesto que la GU debe aparecer en una etapa muy temprana del desarrollo en la cual podemos decir que el embrión posee una "mente especie específica", es decir, un estado mental compartido por los miembros de la especie. Este estado mental típico de la especie es el análogo al estado filotípico en el desarrollo embrionario, a partir del cual se desarrolla la mente individual, dependiendo de los estímulos ambientales. La etapa en que aparece la "mente especie específica" es transitoria, pero la GU que genera se convierte en el organizador de la mente individual. A diferencia de López-García, la reconstrucción de la mente individual no obedece exclusivamente a los genes, ni a "genes mentales" o *memes* tipo Dawkins, sino a una interacción que involucra varios niveles jerárquicos que incluye también un tipo de memoria estructural intermedia entre los genes y la mente, es decir, análoga a "células mentales" y a "órganos mentales". De esta manera, la analogía entre lo biológico y lo lingüístico encajaría perfectamente.

Una vía de solución que he desarrollado (Andrade 2006) radica en analizar el problema a dos escalas: 1. filogenética; 2. ontogenética. A nivel filogenético podríamos concebir, primero, la existencia de una forma evolutiva temprana inestable formada por fuerzas externas de carácter físico tipo D'Arcy Thompson. Segundo, un proceso de asimilación genética tipo Waddington que establezca las formas a medida que éstas se van fijando genéticamente. Tercero, la incorporación de estas características al *Bauplan* a medida que van apareciendo en la descendencia en estadios de desarrollo anteriores al cual apareció por vez primera y, por ello, independientemente del medio ambiente. Por otra parte, a nivel ontogenético, existiría una etapa temprana estable y conservada por la información genética dada en los genes *Hox*, pero también por la memoria supracelular presente en el "estado filotípico". Una vez que se ha definido el patrón general de la forma, el proceso embriológico continúa hacia mayores grados de especificación (ley de Von Baer), hasta alcanzar mayores grados de individuación después del nacimiento por acción de los estímulos del medio ambiente. Como resultado, tenemos una explicación a la existencia de patrones innatos en la ontogenia libres de contexto, que, sin embargo, a nivel filogenético surgieron en dependencia estrecha con su contexto medio ambiental.

Profundizar en la analogía biológica del origen del lenguaje no implica dejar de lado el contexto cultural de los grupos humanos primitivos, donde se dieron las condiciones para la generación de códigos analógicos compartidos (gestos, emisión de sonidos onomatopéyicos, etc.). Este lenguaje analógico sería la base para la generación de códigos con significación convencional, cuya eficacia estaría garantizada en la medida en que su interpretación fuera compartida por el grupo (Leakey *et al.* 1979). De

este modo, la codificación digitalizada propia del lenguaje articulado pudo abrirse paso (Andrade 2000). El estudio biológico del origen del lenguaje conduce a la naturalización de la cultura y, por tanto, se constituye en una razón para incluir los aspectos culturales en lugar de desecharlos por el presunto carácter funcionalista que introducen en la explicación.

La obra de López-García tiene el gran mérito de explorar las analogías biológicas para el estudio del origen del lenguaje, contribuyendo de esa manera a la naturalización de la lingüística. El autor tiene toda la razón en afirmar que el hecho de que la GU sea compartida por el CG y el CL, debe tener una explicación y significación profunda. Sin embargo, el trabajo estaría mostrando que las similitudes formales entre el CG y el CL no alcanzan a explicar el innatismo de la facultad lingüística y que entonces habría que indagar otros niveles de organización, como sería la memoria celular y supracelular, donde otros elementos estructurales intervienen. La búsqueda de similitudes formales a niveles supragenéticos contribuiría a resolver el problema del origen del lenguaje en la filogénesis y el innatismo del mismo a nivel ontogenético.

Además, el autor tiene el acierto de plantear la controversia sobre la especificidad del lenguaje humano por cuanto coincide con el planteamiento de Hoffmeyer y Emmeche (1991), quienes afirman que existe un paralelismo entre el origen de la humanidad y el origen de la vida, puesto que en ambos se dio la formación de una dualidad de códigos por medio de la invención de una redescrición en forma digital, que permite conservar la identidad por medio de la producción de una memoria. La dualidad de códigos análogo/digital sería el rasgo distintivo de estas dos grandes transiciones evolutivas, y por tanto anterior a la GU.

NOTAS

- 1 La información digital se refiere a la codificada en forma de un texto compuesto de símbolos que puede modificarse por transiciones discontinuas (mutación y recombinación en el caso del DNA). La información digital aparece cuando unas estructuras se convierten en símbolos convencionales que pueden ser permutados para dar lugar a significados o contenidos funcionales diferentes. Estos registros son estables históricamente y requieren de un intérprete que hace parte del contexto global que da la significación. Ejemplos: La información genética, la cadena lineal de aminoácidos en la proteína, el ordenamiento de los genes Hox, el lenguaje articulado humano, la escritura alfabética, los registros de memoria computacional.
- 2 Información analógica se refiere a los reconocimientos no aleatorios y reversibles, dados por complementariedad estructural y/o similitud, dentro de un rango continuo de variabilidad. La información analógica se manifiesta en el reconocimiento interno y externo de motivos estructurales, por su carácter icónico o similitud con lo que representan. Estos registros o modificaciones estructurales son inestables y requieren por parte del intérprete únicamente el reconocimiento inmediato y local. Ejemplos: Los reconocimientos moleculares enzima-substrato, la estructura tridimensional de las proteínas, el fenotipo, la escritura jeroglífica, los lenguajes gestuales y onomatopéyicos, las representaciones pictóricas.

BIBLIOGRAFÍA

- Andrade, E. (2000), "La relación genotipo-fenotipo y su posible extrapolación al estudio del comportamiento y la cultura humanos", *Ludus Vitalis. Journal of Philosophy of Life Sciences* (VII) 14: 189-202.
- Andrade, E. (2006), "How a semiotic perspectiva clarifies the Evo/Devo debate" (sometido a *Ludus Vitalis*).
- Barbieri, M. (2003), *The Organic Codes. An Introduction to Semantic Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Crick, F.H. (1968), "The origin of the genetic code," *J. Mol. Biol.* 38: 367-379.
- Darwin, Ch. R. (1874), *The Descent of Man and Selection in Relation to Sex*. Revised Edition. Chicago and New York: Rand, McNally & Company, Publishers.
- Di Giulio, M. (2005a), "The origin of the genetic code: theories and their relationships, a review," *Biosystems* 80: 175-184.
- Di Giulio, M. (2005b), "Structuring of the genetic code took place at acidic PH," *J. Theor. Biol.* 237: 219-226.
- Di Giulio, M. (1997), "On the origin of the genetic code," *J. Theor. Biol.* 187: 573-581.
- Di Giulio, M. (1995), "The phylogeny of tRNAs seems to confirm the predictions of the coevolution theory of the origin of the genetic code," *Orig. Life Evol. Biosph.* 25: 549-564.
- Hoffmeyer, J. & Emmeche, C. (1991), "Code-Duality and the Semiotics of Nature". En Anderson, M. & Merrell, F., (eds.). *On Semiotic Modeling*. Mouton de Gruyter, Berlin and New York, pp: 117-166
- Leakey, R. & Lewin, R. (1979), "The origins of human language". *New Scientist*, 20.9.1979, 894-897.
- López-García, A. (2005), *The Grammar of Genes. How the Genetic Code Resembles the Linguistic Code*. Bern: Peter Lang AG, European Academic Publishers.
- Wong, J.T.F. (1988), "Evolution of the genetic code," *Microbiol. Sci.* 5: 174-181.
- Wong, J.T.F. (1981), "Co-evolution of genetic code and amino acid biosynthesis," *Trends Biochem. Sci.* 6: 33-35.
- Wong, J.T.F. (1975), "A Co-evolution theory of the genetic code," *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 72: 1909-1912.