

Article

Las metáforas del ADN: una revisión de los procesos divulgativos

Sergi Cortiñas Rovira

Este artículo pretende ofrecer una revisión desde 1953 hasta nuestros días de los procesos divulgativos de la molécula de ADN, una de las moléculas fundamentales de la bioquímica. El ADN se ha convertido en un concepto icónico del siglo XX, que ha sobrepasado los campos de la ciencia para adentrarse en la literatura, la pintura, la escultura o la religión. En el trabajo se analizan las razones por las el ADN ha penetrado en la sociedad con tanta eficacia y se discuten algunas de las principales metáforas que científicos y divulgadores han utilizado. Al mismo tiempo, el trabajo, basado en la tesis doctoral del autor, presenta algunas formas de divulgativas recientes sobre esta molécula.

Introducción

Cuando Friedrich Miescher aisló en el año 1869 por primera vez la molécula de ADN (ácido desoxirribonucleico), poco se podía imaginar que tenía entre manos la molécula que sería el símbolo de una época. Miescher, un bioquímico suizo, acababa de aislar una sustancia que nombró nucleína, ya que se encontraba en el núcleo de las células. En aquel momento nada hacía pensar, sin embargo, que la caracterización y la determinación estructural de aquella molécula, finalizada casi un siglo después (1953), abriría un abanico de caminos extraordinario para la ciencia y para el futuro de la humanidad. Científicos y divulgadores afrontaron desde aquel momento una empresa considerable: hacer entender al gran público la estructura, la composición, las propiedades y las funciones del ADN.

La tarea del periodista o divulgador es esencial para que los flujos informativos circulen de forma adecuada en las sociedades desarrolladas. La divulgación científica es el proceso por el cual se hace llegar a un público no especializado y amplio el saber producido por especialistas en una disciplina científica¹. Los dos canales fundamentales de la divulgación científica son la enseñanza regulada y los medios de comunicación, aunque hay otros que van desde las conferencias hasta el teatro científico pasando por los museos o las exposiciones.

Como se ha señalado, el ADN como objeto de divulgación vivió un antes y un después de 1953. Antes de ese año, el interés por popularizar la molécula era relativamente bajo. A partir de entonces, los esfuerzos de divulgación se redoblaron. En el año 1944 se identificó el ADN como la molécula portadora de la herencia genética. Se conocía ya muy bien la composición química de aquella sustancia aislada por Miescher hacía tres cuartos de siglo, pero había que resolver la estructura, un verdadero rompecabezas. Erwin Chargaff (1950) había aportado unos resultados misteriosos: al examinar el ADN de diferentes seres comprobó que las cantidades de las bases nitrogenadas variaban de un organismo al otro, pero la cantidad de Timina (T) siempre era, sorprendentemente, igual en la de Adenina (A), y la de Citosina (C) en la de Guanina (G).²

La solución llegó de la mano de James Watson y Francis Crick, a partir de datos de rayos X de Rosalind Franklin y Maurice Wilkins. La novedad se leyó en la revista *Nature* el 25 de abril de 1953. A partir de este momento, el conjunto de procesos divulgadores de la molécula se acelera hasta el punto que, medio siglo después, el ADN ocupa una posición central en la sociedad actual.

Objetivos y metodología

Este artículo tiene como objetivo esencial examinar los procesos divulgativos relacionados con el ADN, que se han desarrollado desde 1953 hasta hoy. Se presta especial atención al análisis las principales

metáforas del ADN, ya que éste ha sido uno de los caminos más utilizados para lograr la popularización de esta molécula.

Muchas de estas metáforas han permitido al lego además conocer la estructura y las funciones de esta molécula. El artículo explora y discute también algunas razones por las que los procesos divulgativos han logrado difundir un concepto profundamente complejo como la molécula del ADN.

El trabajo presenta algunas fórmulas originales recientes de enfocar la divulgación del ADN, como por ejemplo, la metáfora de la escalera de mano, desarrollada por el periodista español Javier Sampedro, y especialmente idónea en ámbitos educativos o en los medios de comunicación social.

De un modo resumido, se pueden considerar las aportaciones del presente trabajo desde tres puntos de vista: (a) examinar el proceso divulgativo del ADN y ofrecer algunas razones de su éxito; (b) recopilar y comentar las más significativas metáforas que han servido a la tarea de su popularización, y (c) ofrecer algunas propuestas de metáforas y procesos divulgativos nuevos para su implantación en círculos académicos y profesionales.

Las metáforas se han recogido a partir del siguiente procedimiento: se ha revisado de forma sistemática la literatura fundamental de la divulgación del ADN, primordialmente la procedente del ámbito anglosajón. En este apartado se incluye el vaciado de textos de algunos de los científicos y divulgadores anglosajones más influyentes del siglo XX, como F. Crick, J. Watson, R. Dawkins, G. Gamow, C. Sagan, S. J. Gould, entre otros.

Por otro lado, se han recopilado también las metáforas utilizadas en la obra del periodista español del diario *El País* Javier Sampedro, un divulgador científico de referencia en España. En concreto, se ha analizado un corpus de 532 textos publicados en *El País* por este periodista entre los años 1998 y 2003. Por último, se ha utilizado la técnica de la entrevista en profundidad con este autor para conocer los procesos divulgativos relativos al ADN en metáforas nuevas, como la de la escalera de mano, propuesta por él mismo³.

Los datos procedentes de estas dos fuentes primarias se han tratado del siguiente modo: se han seleccionado aquellas metáforas cuya difusión ha sido más alta y se han despreciado aquellas cuyo conocimiento público ha sido menor. Otras metáforas se han escogido *ad hoc*, dado su interés para determinados aspectos de la investigación. Para esta investigación, se ha seguido la metodología del análisis de contenido desarrollada por Krippendorff⁴.

Marco teórico: el proceso divulgador y la metáfora

Los altos niveles de especialización de la ciencia han provocado un “knowledge gap” entre el conocimiento científico y la cultura popular. Para superar estas dificultades, se han hecho necesarios pues nuevos canales y formas específicas para la popularización de la ciencia, lo que conduce a “una doble narración” de la aventura científica⁵.

El problema, según Bucchi⁶, es que la transferencia de la comunicación es continua entre científicos y público, pero a niveles separados y paralelos, hasta el punto que no existe interacción ni contacto entre el discurso científico profesional y el discurso científico del ciudadano.

Ha quedado bien establecido por diferentes autores, como Ciapuscio⁷, Cassany, López y Martí⁸, que la práctica divulgadora es una tarea que consiste en recrear el conocimiento científico para cada audiencia. El comunicador, por lo tanto, tiene que escribir un texto nuevo, tiene que hacer una reformulación discursiva total.

El divulgador debe transformar los escritos científicos, de lenguaje técnico y complejo, en un texto asequible para audiencias amplias. El autor no adapta el texto técnico a un público amplio ni lo resume, sino que reelabora uno nuevo a partir de las ideas que extrae del inicial, mediante una selección, ampliación, reorganización y reformulación. También se puede entender el proceso de recreación como una tarea de ingeniería que tiene como objetivo establecer conexiones entre los aspectos técnicos y los intereses del lector⁹.

No se puede exigir al comunicador científico sólo capacidad para explicar, sino también "este esfuerzo creativo", que favorezca el espíritu de la divulgación¹⁰. La creatividad se alcanza mayormente con las herramientas de la literatura, de manera tal que se pueda presentar la ciencia al lector como un saber dinámico, lleno de vida, donde pasan cosas concretas que se tienen que explicar porque tienen interés para la sociedad. El divulgador tiene que transmitir al público lo que el investigador francés Pierre

Fayard (1991) llama "la dimensión de aventura humana de la ciencia"¹¹, es decir, todo aquello que de humano tiene la ciencia.

Para conectar con el gran público, los escritores, periodistas o científicos disponen de "un arsenal de recursos de diferentes efectos", entre los cuales se cuentan la sinonimia, el ejemplo, la definición, la metáfora, la analogía, la anécdota, la cita de autoridad o, entre otros, la aposición explicativa¹². Conviene entretenerse un poco en la metáfora, tal vez el recurso estelar de este "arsenal", el recurso que permite dar brillo a la creatividad del escritor y despertar al lector con un guiño inteligente, una inyección de sugestividad.

El estudio de las metáforas se ha desarrollado en las últimas tres décadas a partir de, entre otros, los trabajos de Lakoff y Johnson, y Goatly. Desde la lingüística cognitiva, Lakoff y Johnson¹³ abrieron el campo teórico de la "metáfora conceptual", al introducir la tesis de que la metáfora, además de ser un aspecto formal del lenguaje, permite al ser humano estructurar unos conceptos a partir de otros. Desde la lingüística funcional, Goatly¹⁴ ha desarrollado distintos modelos para comprender cómo la metáfora opera en la comunicación real y, especialmente, en cómo es procesada por el público.

Existen diferentes aproximaciones teóricas al concepto de metáfora en la divulgación de la ciencia. Liakopoulos¹⁵ ha identificado algunas ventajas potenciales de la metáfora y señala tres funciones sociales: aportan un punto de fantasía, que redundando en un sentimiento de placer para el receptor; crean una cierta sensación de intimidad entre las dos partes de la comunicación (emisor-receptor), y construye conocimiento, ya que crea/cambia las relaciones entre los conceptos nuevos y los ya conocidos.

Además, hay que señalar estudios de la divulgación de la ciencia desde un punto de vista educativo. Wellington y Osborne¹⁶ han destacado la importancia del lenguaje en la educación científica, puesto que una lección de ciencia es ante todo una lección de lengua. Estos autores han alertado de que el lenguaje y sus propiedades han sido muy poco consideradas en los centros de enseñanza de las ciencias.

Otros enfoques han incidido en la metáfora como herramienta del científico para sus descubrimientos. Para Brown¹⁷, la metáfora es una herramienta de exploración y descubrimiento para el científico. El razonamiento metafórico es lo que los científicos hacen cuando diseñan experimentos, realizan descubrimientos, formulan teorías y modelos, y presentan sus resultados a otros; en suma: cuando hacen ciencia y la comunican. De algún modo, los científicos comprenden el mundo en términos de conceptos metafóricos.

Existen diferentes clasificaciones de metáforas en la divulgación científica, como la aportada por Christidou, Dimopoulos y Koulaidis¹⁸ en un estudio sobre la popularización de la ciencia en la prensa griega. Estos autores defienden que todas las metáforas de la ciencia y la tecnología pueden agruparse en cuatro grandes categorías: (1) ciencia y tecnología como un constructo, tal como un artefacto, una pieza de arte, etc. (2) ciencia y tecnología como un proceso sobrenatural, (3) ciencia y tecnología como una actividad que extiende las fronteras del conocimiento y (4) ciencia y tecnología como un dipolo de promesa y/o miedo (*promise and/or scare*). Según sus estudios empíricos, la más frecuente de estas categorías es la tercera de ellas, es decir, presentar la ciencia como un camino para explorar nuevos territorios, una "actividad estructuradora" que "provee un sentido de orden".

En esencia, la metáfora -como la analogía, la imagen y la comparación, que en este contexto tienen el mismo valor- es un recurso con un "gran poder motivacional"¹⁹ y tiene una "fuerza extraordinaria" porque permite explicar hechos desconocidos relacionándolos con lo que ya se conoce. Las mejores metáforas y comparaciones son quizás aquellas que aluden a aspectos de la vida cotidiana del lector y hacen de puente entre el mundo abstracto de la ciencia y el mundo tangible de la realidad diaria²⁰.

Resultados

Ha habido al menos cuatro razones que han favorecido los procesos de introducción de la molécula de ADN en la sociedad: (1) la divulgación inicial -la de los artículos primeros de 1953- era ya muy buena; (2) la estructura de la doble hélice fue tomada como tema en la obra de numerosos artistas, lo que ayudó a su popularización; (3) el hecho de contener la información genética de los seres vivos le ha conferido el estatus de molécula de la vida, en detrimento del agua, y (4) un amplio conjunto de sugerentes metáforas han contribuido a su efectiva divulgación.

La divulgación de la molécula de ADN tuvo un excelente punto de partida. El artículo de Watson y Crick (1953a²¹) en *Nature*, extraordinariamente breve y claro, supuso al mismo tiempo la presentación de

una investigación puntera y, si atendemos al alto nivel redaccional del texto, un valioso ejemplo de buena divulgación. La comunicación se inicia con dos frases memorables: "Deseamos sugerir una estructura para la sal del ácido desoxirribonucleico. Esta estructura tiene aspectos nuevos que son de un interés biológico considerable."

Lejos en todo momento de la retórica oscura de muchos científicos, el texto tiene dos sentencias más que funcionan a modo de "golpe de efecto". En la primera parte del artículo, Watson y Crick subrayan con rotundidad la novedad que supone la estructura: "Queremos ofrecer aquí una estructura radicalmente diferente" que tiene "dos cadenas helicoidales cada una enrollada en torno al mismo eje". Hacia el final de la pieza, está el segundo golpe de efecto: "No se escapa a nuestra comunicación que el apareamiento específico que hemos postulado sugiere inmediatamente un mecanismo de copia para el material genético". Con esta oración empezaba un campo de posibilidades para la Bioquímica que todavía hoy no se ha agotado.

Se trataba de un texto que una persona sin conocimientos especializados de la materia podía leer con cierta facilidad y una de las excepciones a la manera retorcida que han utilizado muchos científicos para expresarse en el siglo XX. El texto seguía uno de los principios de su coautor Francis Crick sobre redacción científica: "Escribe tu artículo con un estilo claro y nítido, de manera tal que lo pueda entender todo el mundo."

En el artículo se utilizaba por primera vez el acrónimo en inglés DNA (Deoxyribose Nucleic Acid), aunque Watson y Crick lo escribieron con puntos (D.N.A.). Hasta aquel momento la revista *Nature* no utilizaba este acrónimo, que pronto se impuso en círculos científicos y no científicos²².

La segunda razón antes apuntada tiene que ver con cuestiones artísticas. La divulgación del ADN se ha beneficiado del potencial estético de su estructura. La belleza puede atribuirse a la sutil combinación de formas redondeadas de la doble helicoide y a la sensación de infinito que proyectan las dos largas cadenas de desoxirribosa y de ácido fosfórico unidas para formar el esqueleto de la sal.

Los ciudadanos no especializados en bioquímica han podido asociar una molécula compleja a una estructura agradable visualmente y fácil de retener. Además, los artistas de las corrientes más vanguardistas del siglo XX recibieron con entusiasmo la estructura descrita por Watson y Crick. Uno de los más destacados admiradores de la molécula fue el pintor Salvador Dalí²³.

El artista catalán, que tuvo un interés constante por los avances científicos en todas las disciplinas, utilizó la estructura del ADN en numerosas obras pictóricas, como *Galacidalacidesoxyribonucleicacid*, *La escalera de Jacob*, *La estructura del ADN*, *Árabes acididesoxyribonucleics*, *Paisaje de mariposa* o *El gran masturbador en paisaje surrealista con ADN*²⁴. Muchos otros pintores, escultores y arquitectos hicieron lo mismo y aprovecharon la elegancia de formas y proporciones de la molécula para tomarla como tema de expresión. Por ejemplo, el artista Roger Berry erigió una gran escultura (*Retrato del ADN*) en la sede de la Universidad de California y el arquitecto Charles Jencks creó otra escultura (*Spirals Time*) que se encuentra en el jardín del Cold Spring Harbour Laboratory de Nueva York.

De esta manera, el arte se puso al servicio de la divulgación, en lo que fue una fusión emotiva de ciencia y arte, dos mundos demasiado alejados por la creciente tendencia a la especialización de los ámbitos de conocimiento. Quizás nadie ha definido mejor que Kemp (2003) este carácter icónico de la estructura del ADN cuando, en una metáfora artística fascinante, calificó la doble hélice de "la Mona Lisa de la ciencia moderna"²⁵.

Una tercera razón por la cual el ADN se ha popularizado de manera tan efectiva responde al hecho de que la molécula haya sido asociada permanentemente a la idea de vida. El ADN ha llegado al grado máximo al que puede llegar un concepto científico, es decir, que se lo identifique con la existencia misma. Estas cadenas orgánicas se han convertido "en una molécula sagrada", "una piedra filosofal", una especie de inicio de todas las cosas²⁶, que lo han llevado a adquirir un significado "mítico" en la cultura popular²⁷.

El carácter de "divinidad" de la molécula se puso de manifiesto en el acto de presentación del Proyecto Genoma Humano (HGP) en 2000. El expresidente de los Estados Unidos Bill Clinton combinó esta idea con la conocida metáfora lingüística (ADN=lenguaje) para referirse a la secuenciación del ADN humano: "Estamos aprendiendo el lenguaje con el cual Dios creó la vida humana".

El concepto de vida se ve reforzado a menudo con la noción de inmortalidad. El ADN es "una espiral inmortal", sentenció Richard Dawkins²⁸. La metáfora alcanza dos efectos: por una parte el sustantivo "espiral" sugiere la forma helicoidal que las dos cadenas del ADN presentan en el espacio, y el adjetivo

"inmortal" hace referencia a la invariabilidad de la molécula a través de las generaciones de individuos que la transmiten²⁹. En otras ocasiones, el ADN ha sido visto como la molécula "suprema", la molécula "eterna", lo que le ha conferido un valor ontológico nada habitual en una sustancia química. Este estatus general de molécula de la vida ha relanzado el interés por su conocimiento y, a su vez, ha impulsado su divulgación.

La cuarta razón expuesta es el conjunto de metáforas que ha permitido consolidar el ADN como objeto popular. La metáfora más conocida de todas es la de la información (ADN=información). Se trata de una vieja asociación de ideas que se remonta a los orígenes de la genética, cuando se buscaba la molécula - primero se pensó en las proteínas- que contuviera la información para replicar las células y los organismos. En este tipo de procesos divulgativos, el ADN se ha identificado con diversos objetos cotidianos capaces de almacenar información: un archivo informático de los seres vivos, una base de datos de cada especie o una biblioteca con toda la información del individuo. Para Dawkins, el conjunto del ADN humano es "un libro de instrucciones para hacer un ser" o "los planos de un arquitecto para la construcción de un edificio".

Nelkin y Lindee³⁰ han censurado justamente alguno de estos últimos planteamientos. Nelkin critica especialmente la metáfora del "blueprint" (plano detallado usado en ingeniería y arquitectura), puesto que asume que el ADN lo determina todo, como si todo estuviera ya programado de antemano. Este tipo de metáforas "confunden más que iluminan" y se convierten en instrumentos de persuasión al servicio de los intereses de los científicos. Parten de una suposición falsa: "cuando un gen está localizado, su interpretación será objetiva e independiente del contexto". Y el contexto es tan importante o más que lo que dicten los genes³¹.

Sobre el determinismo genético y las actitudes discriminatorias en el público, Celeste M. Condit ha alertado de que si se establece esta relación causa-efecto como absoluta y cierta, una persona puede ser discriminada por tener un perfil genético determinado. Por ejemplo, a la hora de encontrar un trabajo. Ello puede conducir a una clase-baja (*underclass*) de individuos discriminados por sus "pobres" características genéticas³².

El ADN es una molécula singular: no contiene una información cualquiera, es una información vital (permite la reproducción)- y codificada (las bases nitrogenadas forman un código que hay que descifrar). El ADN esconde el "secreto de la vida", tal como Crick y Watson anunciaron el 28 de febrero de 1953 a la concurrencia del pub "The Eagle", en Cambridge, cuando celebraban el descubrimiento de la estructura. Los sustantivos *secreto*, *código* y los verbos *descodificar*, *descifrar* siempre han ido vinculados a la molécula, convertida de esta manera en un símbolo para adentrarse en aquello que permanece oscuro, incomprensible y oculto. De hecho, el misterio que ha rodeado el ADN ha sido de forma parecida un motor visible para su penetración en la sociedad.

La cantidad de información que hay en las células humanas también ha originado otras metáforas. El tamaño de la secuencia de ADN que permanece envuelta en el interior de cada célula en los humanos ha sido explicada a través de transposiciones y paralelismos. La misión de la divulgación ha sido encontrar una imagen que sintetizara una magnitud inabordable, una idea que Watson expresó en el año 2000: "Ninguno de los que tuvimos el privilegio de ver por primera vez la doble hélice del ADN pensamos jamás que viviríamos el tiempo suficiente para verla completamente decodificada."

Dos de estas metáforas relativas a la cantidad de información se han llevado a la práctica con libros. Ha sido habitual dar este orden de magnitud a través de giros como los siguientes: la secuencia del ADN de un ser humano podría llenar "un montón de libros de 61 metros de altura" u ocuparía "de 200 a 500 guías telefónicas".

Más brillante y más efectiva es una transposición entre el mundo macroscópico y el microscópico. Si los fragmentos de ADN pudieran estirarse sin romperse, sólo los de una persona serían suficientes para "ir hasta el sol y volver". La historia de la ciencia está llena de asociaciones de este tipo. Al principio del siglo XX, el físico danés Niels Bohr ya había utilizado el sistema planetario para explicar fenómenos microscópicos cuando propuso su modelo del átomo, el cual estaba formado por un núcleo central (el sol) y un conjunto de electrones (los planetas) que giraban a su alrededor.

La metáfora de la información ha permitido desarrollar un conjunto de imágenes relacionadas con textos y letras que han tenido una eficacia incuestionable³³. Este modelo (ADN=lenguaje o texto) se fundamenta en la secuencia de bases nitrogenadas en las cadenas de la molécula, el auténtico secreto de la vida, que se representan con sólo cuatro letras -A (Adenina), C (Citosina), G (Guanina) y T (Timina)-.

Este nuevo alfabeto, además de reducido, es caprichoso, porque *A* sólo se combina con *T*, y *C* sólo con *G*. Según la metáfora más usual de este tipo, este alfabeto de cuatro letras (bases nitrogenadas) forma un texto (el ADN) diferente para cada ser vivo. Ello implica otras metáforas: el ADN es una especie de “huella digital” o “documento de identidad”³⁴ único para cada individuo.

La metáfora del texto suele completarse diciendo que los textos pueden “copiarse”, ya que el orden de las letras permite hacer réplicas exactas. De esta forma, puede explicarse el secreto de la vida, esto es, que las células puedan replicarse y que los seres humanos puedan reproducirse.

El modelo del ADN como texto con unas letras determinadas ha sido muy utilizado por profesores, periodistas y divulgadores, pero tiene algunas disfunciones. Uno de los mayores problemas es que no aporta una visión espacial clara de las bases nitrogenadas en la molécula y al receptor le costará comprender como quedan enfrentadas las letras del texto (las bases) en la estructura de la doble hélice.

Otra estrategia divulgadora muy común es la metáfora del molde (ADN=molde). Este modelo es apropiado para explicar el proceso de réplica del ADN y ya fue introducido por Watson y Crick en un artículo científico aparecido con posterioridad a abril de 1953. En la metáfora, el público relaciona un producto de la vida cotidiana, un molde, con cada una de las hélices de una molécula orgánica. Watson y Crick (1953b) lo escribieron como si fueran divulgadores: "Nuestro modelo para el ADN es, en efecto, un par de moldes, cada uno de los cuales es complementario del otro. [...] Cada cadena actúa como molde para la formación sobre ella misma de una nueva cadena complementaria, de manera tal que al final tenemos dos pares de cadenas donde sólo teníamos una."³⁵

La idea de molde lleva implícitos el concepto de replicación y también, de alguna manera, la complementariedad de espacio, aspecto crucial en el mecanismo de copia. Este modelo ha llegado a nuestros días, más de medio siglo después, con plena vigencia y tiene un uso amplio en los ámbitos académicos y periodísticos.

Una técnica divulgativa reciente y, tal vez, más adelantada es la metáfora de la escalera de mano, que puede combinarse perfectamente con la misma del texto y la del molde. En este modelo (ADN= escalera de mano), propuesto por el periodista español Javier Sampedro³⁶, se parte de la estructura de la doble hélice. Acto seguido, los dos muelles -o resortes- imbricados (la doble hélice) se estiran por los extremos hasta perder toda ondulación.

A continuación, el divulgador propone al receptor que imagine una escalera de mano, en la cual los dos muelles, ya estirados completamente, son los listones verticales de la escalera. Este proceso divulgativo permite centrar la atención en los peldaños de la escalera de mano, el punto clave a efectos científicos. Cada peldaño de la escalera es ahora una pareja de bases nitrogenadas (*A*, *C*, *G*, *T*) unidas por puentes de hidrógeno.

Las únicas parejas que se encuentran en los peldaños de la escalera son *A* combinada con *T*, y *C* combinada con *G*. Si a un lado de la escalera aparece la secuencia ...AGTGC..., en el otro extremo de la escalera encontraremos ...TCACG ...

Este modelo puede explotarse al máximo si se sierran los travesaños de la escalera por la parte central. En este punto, se ve claramente el proceso de réplica, en la medida en que cada listón resultante de la acción de la sierra puede regenerar el listón de enfrente, siguiendo las reglas de complementariedad *A-T* y *C-G*. Como resultado de todo el proceso, donde antes había una escalera de mano, ahora habrá dos idénticas.

De este modo, la compleja etapa de la replicación puede ser comprendida de manera muy intuitiva. Esto hace que el uso de esta metáfora sea particularmente útil al dirigimos a públicos poco especializados en ciencia. La metáfora de la escalera de mano resuelve a su vez el problema de la visión espacial de las bases nitrogenadas en la doble hélice.

Partiendo de la metáfora de la escalera de mano, el proceso divulgativo puede llevarse a cabo con distintas variantes a modo de ejemplos, algo que conduce a una red o clúster de metáforas, todas al servicio de un único objetivo: transmitir un concepto técnico, el ADN, a públicos heterogéneos.

Una de estas variantes del modelo anterior, especialmente en el momento de la réplica, se realiza a menudo con una cremallera que se abre en el momento de hacer la copia. También se podría hacer lo mismo con una vía de ferrocarril, en la cual los travesaños servirían para explicar la especificidad de las uniones de las bases nitrogenadas y, a partir de aquí, desarrollar el proceso de copias de cada uno de los raíles con el fin de obtener dos vías idénticas.

A medida que se ha ido popularizando, el ADN ha servido de fuente para nuevas imágenes, comparaciones y metáforas, en un ejemplo excelente de cómo un término altamente especializado puede ser un sustrato para obtener figuras retóricas que aporten luz sobre otros conceptos ya sean científicos o no.

En estas nuevas metáforas, se ha utilizado el ADN para relacionarlo con conceptos del tipo: entrelazar, abrazar, unir, crear, recrear, rodear, probar ... Veamos tres ejemplos. Se ha podido leer que en la dinámica de las organizaciones había que aplicar "la metáfora del ADN", es decir, "unir dos cadenas para crear alguna cosa nueva y única". En este primer caso, se utiliza el ADN para argumentar que para el buen funcionamiento de una asociación había que conectar dos ramas de un organigrama con el fin de crear grupo de trabajo mejor.

El segundo ejemplo es similar a este primero. Con motivo de la desaparición de Crick, se dijo que "la estructura del ADN ya no era doble" porque había muerto Francis Crick. En este caso, la estructura entrelazada de la molécula se entiende como el vínculo de unión entre los dos científicos que la descubrieron.

También se han detectado usos derivados de la aplicabilidad del ADN en materia judicial, en los cuales se pone de relieve la infalibilidad de la molécula para resolver casos. Es lo que pasa con el tercer ejemplo: "La mochila encontrada sin explotar el día 11-M en Madrid era el ADN del atentado"³⁷. En la oración, ADN ha tomado el significado de nudo gordiano para la resolución de un caso, como si el objeto encontrado fuera un mapa para llegar a los criminales.

Más allá de las metáforas que ha originado, al ADN, se le han atribuido igualmente cualidades propias de un ser humano. Una de las personificaciones más conocidas es el egoísmo del ADN³⁸, en virtud del hecho de que el objetivo de la molécula es siempre perpetuarse, replicarse. El ADN es egoísta por esta obsesión por la propia existencia.

De forma parecida, la molécula es egoísta si estudiamos la secuencia de bases nitrogenadas, ya que contiene mucha información inservible y fragmentos repetidos, como si el ADN nunca tirara nada. Como si el ADN tuviera una fijación enfermiza por acumular información aparentemente inútil, como si padeciera el síndrome de Diógenes y acumulara grandes cantidades de desperdicios y objetos en su estructura.

Conclusión y discusión

El término *ADN* con el paso de los años ha dejado de ser un acrónimo reservado a especialistas y ha llegado al grueso de la población, en buena medida gracias a un conjunto de eficaces estrategias divulgativas, entre las cuales ha destacado la metáfora. En el transcurso de este medio siglo, el ADN se ha identificado con la información, un lenguaje, un texto, un libro, un archivo, una base de datos, un plano, un molde, una espiral inmortal, una cremallera o una escalera de mano.

Una de estas metáforas, la escalera de mano, permite establecer una secuencia divulgativa novedosa, que mejora otras formulaciones anteriores. Esta metáfora ayuda a comprender mejor el papel de las bases nitrogenadas en la molécula y permite explicar el proceso de copia de forma satisfactoria. Como se ha desarrollado en este artículo, la metáfora de la escalera de mano reduce la complejidad estructural de la doble hélice y obliga a fijar la atención del lego solamente en los peldaños de la escalera, el punto clave para la comprensión teórica de la estructura y función del ADN.

Los científicos y divulgadores deben seguir proponiendo procesos divulgativos nuevos, tanto para el ADN como para otros términos científicos complejos, que faciliten la ardua tarea popularizadora y hacerlo desde una perspectiva crítica para evitar fenómenos indeseados, como los planteamientos excesivamente propagandísticos, confusos o determinísticos, que anulan o menoscaban determinados valores humanos.

El divulgador crítico debe estar vigilante ante el riesgo de la presentación de la genética de un modo determinístico, sobre todo en aquellos casos en que todo el comportamiento humano y rasgos del carácter (alcoholismo, delincuencia, agresividad, ...) parecen estar regidos por el ADN, como si la mejora de la sociedad pasara solamente por la mejora de una molécula en un laboratorio. La ciencia y la tecnología necesitan de los valores sociales y culturales, y necesitan expresar adecuadamente el contexto humano en el que se desarrollan.

También el divulgador crítico debe discernir cuando la extensión social de una metáfora forma parte de estrategias poco legítimas de los científicos, como por ejemplo para obtener de fondos públicos o influir

en la política científica de los gobiernos³⁹. Y es que en el fondo las metáforas no deberían ser más que metáforas. O mejor: metáforas al servicio de fines constructivos.

Desde la descripción de su estructura, el ADN es una molécula llena de significados científicos y sociales. Tiene la virtud de la unicidad, la capacidad para replicarse, copiarse, reproducirse, es bella según los artistas, es asociable a la vida, a la inmortalidad, iguala todos los seres vivos y los hace diferentes al mismo tiempo. Estas virtudes del ADN explican su amplia penetración en la sociedad y algunas de sus connotaciones icónicas y simbólicas.

En el siglo de la sociedad de la información y de la sociedad del conocimiento, el ADN se ha convertido en símbolo de un tiempo, de una época, ya que una sola molécula ha podido representar toda una manera de vivir y pensar. Venerada por pintores y escultores, la estructura de la doble hélice ha evocado el método científico y ha simbolizado la lucha de los humanos para abordar un reto cautivador: entender la vida y sus secretos.

El conjunto de procesos divulgativos para el ADN seguramente ha contribuido a que los discursos de los científicos y del gran público se acercaran. O para seguir la metáfora de Bucchi⁴⁰ para la comunicación de la ciencia, ello ha ayudado a que ambos discursos se hayan imbricado en *la doble hélice* entre ciencia y público. Una relación cruzada entre ambos discursos es el camino que propone Bucchi para reducir en alguna medida el “knowledge gap” presente en las sociedades desarrolladas tecnológicamente.

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a los dos revisores anónimos por invitarme a aclarar algunos puntos esenciales

Notas y referencias

- ¹ H. Calsamiglia, “Divulgar: itinerarios discursivos del saber”, *Quark*, núm. 7, 1997, p. 9-18.
- ² E. Fox Keller, *El siglo del gen*, Península, Barcelona, 2002. De este autor también, véase: E. Fox Keller, *Le rôle des métaphores dans les progrès de la biologie*, Institute Synthelabo, Le Plessis-Robinson, 1999.
- ³ El trabajo se basa en la tesis doctoral del autor, un análisis recepcional de los métodos de la divulgación anglosajona en el periodista español de *El País*, Javier Sanpedro: S. Cortiñas, “Les estratègies redaccionals de la periodística de Javier Sampedro i la seva relació amb les principals tradicions de la divulgació científica”, Tesis doctoral, Departament de Periodisme i de Comunicació Audiovisual de la Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, 2006 (Director: Dr. Josep M. Casasús). Véase también: S. Cortiñas. “La divulgació de la molècula d’ADN”, a *Revista de la Societat Catalana de Química*, núm. 6, 2005.
- ⁴ K. Krippendorff, *Content Analysis: An Introduction to its Methodology*, Sage, London, 1980.
- ⁵ M. Bucchi, *Science and the Media. Alternative Routes in Scientific Communication*, Routledge, Londres/Nueva York, 1998.
- ⁶ M. Bucchi, “Can genetics help us rethink communication? Public communication of science as a ‘double helix’”, *New Genetics and Society*, 23(3) 2004, pp. 269-283.
- ⁷ G. Ciapuscio, “Lingüística y divulgación de la ciencia”, *Quark*, núm. 7, 1997, p.19-28.
- ⁸ D. Cassany; C. López; J. Martí, “La transformación divulgativa de redes conceptuales científicas”, *Discurso y Sociedad*, vol. 2, núm. 2, 2000, p.73-103.
- ⁹ D. Cassany, “Fer entendre la ciència als qui ho necessitin”, *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, vol. 51, núm. 7-8, 2001, p.189-193.
- ¹⁰ X. Duran, “La divulgació científica: el com i el per què”, *Treballs de la Societat Catalana de Biologia*, vol. 51, núm. 7-8, 2001, p.167-172.
- ¹¹ P. Fayard, “Divulgación y pensamiento estratégico”, *Arbor*, núm.551-552, 1991, p.27-36.
- ¹² C. Elías, “Flujos de información entre científicos y prensa”, tesis doctoral. Universidad de La Laguna (Tenerife), 2001.
- ¹³ G. Lakoff, y M. Johnson, *Metaphors We Live By*, The University of Chicago Press, Chicago, 1980.
- ¹⁴ A. Goatly, *The Language of Metaphors*, Routledge, Londres, 1997.
- ¹⁵ M. Liakopoulos, “Pandora’s Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology”, *Public Understanding of Science*, 11, 2002, pp. 5-32. Este estudio se refiere a la aplicación de las metáforas a la biotecnología entre 1973-1996.
- ¹⁶ J. J. Wellington, y J. Osborne, *Language and Literacy in Science Education*, Open University Press, 2001.
- ¹⁷ T. L. Brown, *Making Truth: Metaphor in Science*, University of Illinois Press, Champaign, IL, 2003.
- ¹⁸ V. Christidou, K. Dimopoulos, y V. Koulaidis, “Constructing social representations of science and technology: the role of metaphors in the press and the popular scientific magazines”, *Public Understanding of Science*, 13, 2004, pp. 347-362
- ¹⁹ M. F. Yriart, “La divulgación de las ciencias como problema comunicacional”, *Arbor*, núm. 534-535, 1990, p.163-177.
- ²⁰ P. Laszlo, *La vulgarisation scientifique*, Presses Universitaires de France, París, 1993.

- ²¹ J. D. Watson; F. H. C. Crick, "The molecular structure of nucleic acids. A structure for deoxyribose nucleic acid", *Nature*, 171, 1953 a, p.737-738.
- ²² R. Olby, "Quiet debut for the double helix", *Nature*, 421, 2003, p. 402-405.
- ²³ Dalí también se refirió al ADN en sus escritos.
- ²⁴ Véase el excelente estudio de E. Guardiola; J. E. Baños, "Salvador Dalí i l'ADN: en el cinquantè aniversari de la doble hèlix", *Annals de Medicina*, vol. 86, núm. 2, 2003.
- ²⁵ M. Kemp, "The Mona Lisa of modern science", *Nature*, 421, 2003, p. 416-420.
- ²⁶ J. R. Lacadena, "El Proyecto Genoma Humano: ciencia y ética", Real Academia de Farmacia, Madrid, 1996, p.5-41.
- ²⁷ D. Nelkin y M. S. Lindee, *The DNA mystique: the gene as a cultural icon*, W.H. Freeman, Nueva Cork, 1995.
- ²⁸ R. Dawkins, *El gen egoísta*, Salvat, Barcelona, 1985, p. 29.
- ²⁹ J. M. Alcívar, "De agujeros, espirales inmortales y guerreros. Una aproximación al estudio de la metáfora en ciencia y divulgación científica", *Cauce*, núm. 22-23, 2000, p.453-468.
- ³⁰ D. Nelkin y M. S. Lindee. *Op. Cit.*
- ³¹ D. Nelkin, "Science and society: Molecular metaphors: the gene in popular discourse", *Nature Reviews Genetics*, 2, 2001, pp. 555-559
- ³² Celeste M. Condit, "How the public understands genetics: Non-deterministic and non-discriminatory interpretations of the 'blueprint' metaphor", *Public Understanding of Science*, 8, 1999, pp. 169-180.
- ³³ S. Knudsen, "Communicating novel and conventional scientific metaphors: a study of the development of the metaphor of genetic code", *Public Understanding of Science*, 14, 2005, pp. 373-392. Su estudio presta una especial atención al desarrollo de la metáfora de la información en distintos géneros narrativos (información especializada, textos de popularización, ...).
- ³⁴ Dos nuevas comparaciones con términos de la vida cotidiana de la población.
- ³⁵ J.D. Watson, F. H. C. Crick, "Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid", *Nature*, 171, 1953 b, p. 964-967.
- ³⁶ J. Sampedro, "La vida es un texto", *El País*, suplemento "Babelia", Madrid, 26-4-2003.
- ³⁷ Frase extraída de una entrevista a Juan Pedro Valentín, director de informativos de Tele 5 en España, en el reportaje "72 horas, del 11-M al 14-M", emitido por Tele 5 el 7-3-2005. Los otros dos ejemplos provienen, respectivamente, de las URL de Internet: <http://www.centerpointinstitute.org/Projects/bridges/PapersReports/1999JourneySpan.pdf> y <http://daurmith.blogalia.com/historias/20533> [consulta 10-3-05].
- ³⁸ Dawkins, Richard. *Op. Cit.*
- ³⁹ L.E. Kay, *Who wrote the book of life? A history of the genetic code*, Stanford University Press, Stanford, 2000
- ⁴⁰ Véase la metáfora completa y su representación gráfica en: M. Bucchi, "Can genetics help us rethink communication? Public communication of science as a 'double helix'", *New Genetics and Society*, 23(3) 2004, pp. 269-283.

Autor

Sergi Cortiñas Rovira es profesor del Departamento de Periodismo y de Comunicación Audiovisual de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona. Doctor en Comunicación Social por la Universidad Pompeu Fabra (2006), es licenciado en Química y en Periodismo. También es investigador en el campo del Periodismo Científico, tema sobre el cual defendió su tesis doctoral. E-mail: sergi.cortinas@upf.edu.