

Implicaciones epistemológicas del uso de conceptos semióticos en la Biología Molecular

SITUACION DEL PROBLEMA

La teoría de la información de Shanon-Weaver ha tenido gran aplicación en una enorme variedad de situaciones donde el análisis de los fenómenos correspondientes desde la perspectiva conceptual establecida por esta Teoría ha encontrado una utilidad extraordinaria.

Entre los campos en los que más aplicación ha tenido la teoría de la información destaca el de los fenómenos biológicos a nivel molecular, tales como los que afectan a los procesos de transmisión hereditaria, síntesis de proteínas en las células, transmisión de impulsos eléctricos a través de las redes nerviosas, etc...

A pesar de que se puede decir que los mecanismos biológicos analizados mediante esta red conceptual son mucho más flexibles que las situaciones-tipos planteadas en los análisis clásicos de la teoría de la información, es claro que, tal como suele afirmarse frecuentemente, en Biología molecular el lenguaje de la información es, por lo menos, útil, porque gracias a él se pueden expresar estas situaciones con más claridad. A este respecto el propio premio Nobel A. Lwoff dirá: «Para nosotros los biólogos, la información es la que determina la vida»¹.

1. Lwoff, A. *El concepto de información en la Biología Molecular* en el vol. *El concepto de información en la ciencia contemporánea* (Coloquios de Royaumont), Ed. Siglo XXI, Madrid 1975, pág. 121.

De hecho, en la explicación de procesos tales como la transmisión de la herencia genética desde los cromosomas paternos a los de los descendientes, así como los procesos de síntesis de proteínas y su explicación a partir de la propia estructura de estos cromosomas, la teoría de la información se ha mostrado extraordinariamente válida y los conceptos y la interpretación propios de esta teoría han ayudado a hacer comprensibles en una medida inicialmente inesperada los fenómenos a que se refiere.

No todos los científicos están completamente de acuerdo en el tema; sin embargo, a pesar de las limitaciones que puedan ver algunos biólogos en aspectos concretos, la Biología Molecular hoy adopta de modo general en sus explicaciones el modelo de flujo de información entre los elementos de un sistema para explicar procesos tales como los de síntesis de proteínas, la regulación de la actividad genética, etc... Waddington afirma, por ejemplo, que «es al considerar las relaciones entre el genotipo y el fenotipo cuando las limitaciones que presenta la teoría alcanzan tal grado de importancia que la hacen no sólo inservible, sino incluso peligrosa»²; y realiza toda una serie de consideraciones sobre la circunstancia de que el fenotipo no consiste simplemente en una colección de proteínas, sino que hay muchas otras sustancias y estructuras además de aquellas; y añade que «parece obvio que un conejo corriendo por el campo contiene una cantidad de variedad mucho mayor que una ovocélula del mismo animal recién fertilizada. ¿Cómo dar cuenta de esta situación en términos de una teoría de la información, uno de cuyos puntos básicos afirma precisamente que no se puede ganar información?»³.

Sin embargo, se admite que en los primeros pasos de la transmisión del genotipo al fenotipo esta teoría puede aplicarse sin inconveniente a la serie de sucesos que se producen desde la duplicación o replicación del D. N. A. de los cromosomas hasta

2. WADDINGTON, C. H. *Hacia una Biología Teórica*. Alianza Editorial, Madrid, 1976, pág. 23.

3. *Ibid.*, pág. 24.

la síntesis de las proteínas en los ribosomas; así todos los autores se inclinan por la perspectiva conceptual que a través de términos tales como «código genético», «traducción», «R. N. A. mensajero», etc... interpretan estos fenómenos desde la teoría de la información, siendo precisamente, hoy por hoy, desde esta perspectiva desde la que adquieren una mejor inteligibilidad los fenómenos explicados.

Una palabra parece ocupar el lugar central en el horizonte epistemológico de las explicaciones de estos procesos que nos llevan desde las secuencias de tripletes de bases de los nucleótidos del D. N. A. a las cadenas polipeptídicas de aminoácidos que constituyen las proteínas; tal es el término: «código genético».

Sin embargo, cuando nos acercamos a los autores que tratan detenidamente el concepto de código, casi invariablemente nos encontramos con una misma tesis machaconamente repetida: propiamente hablando el código genético no es tal; en realidad se trata de un uso retórico, de una metáfora para explicar los procesos moleculares, pero no constituye un auténtico código.

No se olvide que quienes han trabajado más detenidamente sobre el concepto de código han sido los lingüistas y los semiólogos. Pues bien, desde una perspectiva semiótica tal es, por ejemplo, la tesis de Letizia Grassy⁴; Umberto Eco repetirá por su parte la consideración de que «deben excluirse de la semiótica los estudios neuro-fisiológicos sobre fenómenos sensoriales vistos como pasos de señales desde las terminaciones periféricas a la zona cortical del cerebro, las investigaciones cibernéticas aplicadas a los organismos vivientes o las investigaciones genéticas en las que por otra parte se habla constantemente de códigos y mensajes»⁵. De ahí que cuando se habla de código genético y se exponen las explicaciones sobre el mecanis-

4. GRASSI, L. *Il codice linguistico e altri codici: el codice genetico*, en V. S., núm. 3, 1972.

5. Vid. Eco, U. *Tratado de Semiótica General*. Ed. Lumen, Barcelona, 1981 y *La estructura ausente*, en la misma editorial, 1972.

mo de transmisión de la información genética sólo «se trata de explicaciones metafóricas para fines didácticos».

En realidad, las matizaciones de los semióticos se centran en el hecho de que propiamente hablando, en los procesos analizados por la Genética Molecular se da un flujo de señales que pasan de uno a otro elementos de un sistema que pueden ser interpretados desde la Teoría de la Información; pero en estos procesos no habría propiamente comunicación, ni se produciría ningún proceso semiótico, porque el flujo de información se establecería entre señales y no entre signos con sentido.

¿UNA EXIGENCIA PEDAGOGICA?

El problema, sin embargo, lo constituye el hecho de que las explicaciones de los bioquímicos y genetistas moleculares, al tratar de racionalizar estos fenómenos, que constituirían un flujo de información a través de señales, utilizan conceptos y explicaciones que corresponden claramente a lo que el semiótico llamaría «el universo del sentido» y se acudiría a razonamientos de índole claramente semiótica cuando se analizan estos procesos.

Resulta, como mínimo, bastante paradójica esta situación en que se encuentran las explicaciones de la Biología Molecular; pero desde el punto de vista filosófico lo que parecería ser una simple paradoja podría encerrar un problema de mayor importancia epistemológica de lo que a primera vista pudiera parecer. En concreto habría que afirmar que, si las explicaciones de los procesos de la Biología Molecular se mueven en el «universo del sentido», como los fenómenos de los que intentan dar cuenta corresponden por su naturaleza al «universo de las señales» no podría por menos que admitirse la queja de aquellos filósofos de la ciencia que afirman que «los filósofos han dejado pasar, sin protestar, la fraseología antropomórfica en que suele formularse la genética contemporánea cuando ha-

bla de las «instrucciones» o de la «información» contenidas en la molécula de D. N. A.»⁶.

No deja de ser significativo que siempre se aduzca por parte de los biólogos la misma razón «pedagógica» cuando se intenta poner al descubierto esta incongruencia. Naturalmente el biólogo puede sentirse inclinado a quedarse en el estadio de la justificación de este tipo de explicaciones por razones didácticas, que intentan acercar la explicación al lector, etc... y no preocuparse de nada más, porque propiamente el tema no entraría dentro de sus ocupaciones como científico. Para el filósofo, sin embargo, esta postura puede parecer sospechosa porque la Historia de la Ciencia nos muestra que ésta no ha renunciado nunca ni a sus conceptualizaciones más difíciles ni a sus fórmulas más sofisticadas en aras de un mayor acercamiento al no especialista. Francamente, desde el punto de vista de una ortodoxia de la metodología científica este «decalage» entre explicaciones y fenómenos explicados es difícilmente justificable; constituiría un caso único en la Historia de la Ciencia, a mi entender, si la razón del mismo estuviese exclusivamente asentada en estas consideraciones pedagógicas.

Bachelard, en su conocido libro «La formación del espíritu científico», comentando el concepto de «obstáculo epistemológico», examina el hecho de que éste pueda verse reforzado mediante las explicaciones del educador, que, por hacer que el alumno «entienda mejor» los conceptos nuevos, se ve llevado a elaborar «explicaciones» que fundamentalmente serían o falsas o «anticientíficas», en el sentido de que se opondrían al nuevo espíritu del que dichos conceptos formarían parte; del mismo parecer serían la mayoría de los científicos a quienes preguntásemos al respecto sobre determinadas formas de explicación «pedagógica» de conceptos como «fuerzas» físicas, «calor», «energía», etc. Y es que tal tipo de explicaciones son inadmisibles para el espíritu científico. Por ello en el caso de la Biología Molecular nos parece demasiado difícil admitir que sean solamente razones didácticas las que motiven y justifi-

6. BUNGE, M. *Epistemología*, Ed. Ariel, Barcelona 1980, pág. 113.

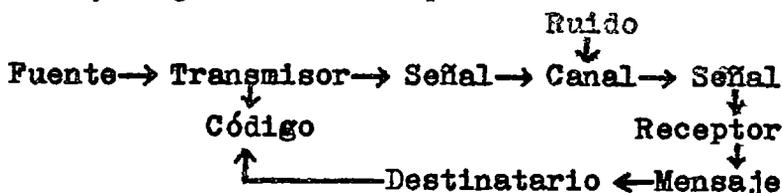
quen la inadecuación metodológica de las explicaciones a que venimos aludiendo. Más fácil sería, por ejemplo, buscar una justificación de tal circunstancia por el camino del recurso al hecho de que la Biología Molecular es una disciplina relativamente reciente, cuyas concepciones aún no están maduras, etc... aunque estas razones fuesen igualmente refutables.

De cualquier modo, nos remitimos y hacemos nuestras las interesantes consideraciones que Bachelard, a quien acabamos de aludir, hace en un contexto comparativamente muy similar, en las páginas correspondientes al punto XI de la Introducción de su obra «El materialismo racional»⁷.

Para resumir nuestra postura nos preguntamos si no habrá tal vez razones más poderosas que las apuntadas; razones de las que el propio biólogo no es consciente y que están gravitando sobre sus explicaciones. Una disociación tan completa a veces entre método y explicación, un «decalage» tan marcado entre la naturaleza de las entidades en que se basa el análisis del científico para determinar la *estructura* de los elementos intervinientes en los procesos estudiados y el tipo de explicación sobre la *función* que se justifica mediante estas estructuras, no puede deberse a simples exigencias pedagógicas. La razón debe ser más profunda. Analicemos, pues, los principales aspectos del problema, en busca de una orientación sobre esta aparente paradoja.

MODELO CONVENCIONAL DE SISTEMA DE TRANSMISION DE LA INFORMACION

Los elementos que según el modelo convencional constituyen un sistema en el que se produce un flujo de información se distribuyen según el conocido esquema:



7. BACHELARD, G. *Le materialisme rationnel*. Presses Universitaires de France, París, 1972, págs. 29-32

En tal modelo se suelen separar los elementos correspondientes a lo que se llama el «hardware» del sistema (fuente, transmisor, canal, receptor, destinatario) y lo que se llama el «software» (código, mensaje) y las operaciones que se producen como consecuencia de un flujo de información: delimitación de contenidos, emisión, decodificación, recepción.

No es cuestión de detenerse en una consideración detallada de cada uno de estos elementos. Basta señalar una situación en la que se pueden identificar fácilmente los mismos, para darse cuenta de la función relativa de cada uno de ellos en el proceso global de transmisión de la información.

En el caso, por ejemplo, del televidente que está escuchando las noticias de las que se da cuenta en el informativo, los elementos del modelo anterior quedan perfectamente identificados; así, la fuente es el conjunto de sucesos que han ocurrido en el intervalo de tiempo a que se refiere el informativo; el transmisor está constituido por el locutor; las señales serán las palabras pronunciadas, que se transformarán en impulsos eléctricos; el canal estará constituido por el complejo sistema técnico de emisión y recepción de ondas electromagnéticas que constituyen el invento tecnológico de la radio-televisión y que lleva la voz y la imagen a través del espacio; el receptor por el aparato de T. V. del mismo nombre, que transforma las ondas electromagnéticas en sonidos inteligibles y el destinatario es el televidente que está recibiendo la información. Periodista y televidente se comunican a través de mensajes elaborados en un código común a ambos (el idioma), que permite elaborar las noticias. El periodista delimita la información y la emite, el receptor decodifica la señal electromagnética y el destinatario decodifica la imagen y el sonido que emite el receptor. Las interferencias que puedan producirse en la captación de la señal por el receptor, constituirán un tipo de «ruidos» sobre el del canal de información.

Es evidente que este esquema no sólo vale para el caso de comunicación entre individuos humanos. También sirve para analizar los sistemas a través de los que se produce la transmisión de información entre máquinas; por ejemplo, el siste-

ma constituido por una instalación de calefacción autorregulable mediante un mecanismo de retroalimentación negativa, constituye un caso que se adapta perfectamente al modelo descrito inicialmente; o el caso del dispositivo que mediante una boya flotante envía información sobre el nivel de agua de un embalse a través de unos circuitos que constituyen unas combinaciones de luces en un cuadro eléctrico.

Muchos fenómenos microscópicos examinados por la Biología Molecular, pueden perfectamente ser interpretados desde el marco conceptual constituido por el modelo convencional descrito. Y en lo que se refiere a lo que se ha dado en llamar el «hardware» del sistema no habrá nunca problemas que señalar; están constituidos por estructuras fisico-químicas totalmente equiparables a las del resto de los sistemas de transmisión de la información que se establece entre máquinas. Más problemática se plantea la cuestión cuando sometemos a consideración los elementos del «software» y la serie de operaciones que se realizan para que se produzca la transmisión de la información.

Queremos señalar que el código al ser el elemento que pone en contacto, para que se produzca el flujo de información, al transmisor con el destinatario, constituye justamente el elemento capital en todo proceso de información, ya que si éste no existe no puede efectuarse la transmisión de la misma. Se pueden encontrar ejemplos en los que en determinados sistemas la fuente pueda identificarse con el emisor y el receptor con el destinatario del mensaje, incluso la señal con el canal (recuérdese la frase de Mac Luhan «El medio es el mensaje»), pero el código, en cuanto elemento del software, constituye un elemento irremplazable, no identificable a otro (salvo en el caso de que sólo hubiese una señal; entonces en tal sistema sólo podría transmitirse un mensaje: en este caso el código no se identificaría con el mensaje, sino más bien, el mensaje

8. Umberto Eco ha analizado repetidamente este ejemplo, distinguiendo sobre el mismo entre transmisión de señales y transmisión de signos, según el receptor sea o no un individuo humano,

con el código, ya que aquel no podría existir sin éste; pero sí a la inversa, por ejemplo, cuando no se produzca emisión de información). Por tanto, el concepto de «código» genético será fundamental para analizar la perspectiva desde la que se puedan dar explicaciones de los fenómenos de la Biología Molecular a través de la Teoría de la Información; así como también resulta fundamental el modo en que se analicen los procesos de emisión, decodificación y recepción de la información.

LOS HECHOS

Veamos ahora el modo concreto cómo la Biología Molecular analiza el proceso de síntesis de proteínas en la célula, a partir del modelo de transmisión de la información señalado. Simplificando bastante podríamos decir que, de modo esquemático, las cosas ocurren de la siguiente manera: sobre el molde de una de las dos cadenas de la doble hélice de D. N. A., (que constituye la fuente de la información) y en presencia de una enzima específica, se transcribe (mediante la síntesis de R. N. A. mensajero, que constituye el canal, y por complementariedad de las bases de las secuencias de nucleótidos de aquellas cadenas de bases, dexasirribosa y fosfatos del D. N. A.) el mensaje contenido en las secuencias de tripletes de bases del D. N. A. (señal); éstas quedan transcritas en las secuencias de las bases de m R. N. A. complementarias de aquellas.

El m R. N. A., ahora ya transmisor y canal, se separa del cromosoma, atraviesa el núcleo y se une a los ribosomas (receptores de la información) donde se decodifica la información traduciendo las secuencias de tripletes de bases del m R. N. A. en secuencias de aminoácidos que se sintetizan a partir de su aporte por otras moléculas de t R. N. A. unidas a ellos; estos codones de t R. N. A. y, como consecuencia de ello, se unen a los mismos, permitiendo que se produzcan los enlaces peptídicos entre los aminoácidos que habrán de constituir los polipéptidos correspondientes a la proteína sintetizada.

En definitiva se habría producido un flujo de información desde el D. N. A. hasta los ribosomas de la célula, de manera

que a través de mensajes codificados en tripletes de bases de un código de combinaciones, presentes en el D. N. A., se construyen las proteínas correspondientes, que constituirán los componentes fundamentales de la propia célula. Hay toda una «codificación» de los aminoácidos en secuencias de bases del D. N. A. que forma parte del material heredado por la célula; existen las señales de iniciación y terminación de secuencias de aminoácidos, también codificadas en tripletes y, por supuesto, también se puede producir una transmisión de mensajes sin sentido, al transmitirse señales no codificadas o mal codificadas por el D.N.A. o transcritas de modo erróneo por el m R.N.A., o mal traducidas en los ribosomas. De manera que a través del concepto de «código genético» se hacen inteligibles los fenómenos de síntesis de aminoácidos, etc... La utilidad de los conceptos de la teoría de la información aplicados a este campo de fenómenos queda de manifiesto consultando cualquier manual de Biología o Genética Molecular: A cada triplete de bases corresponde un aminoácido, el cambio de una base constituye la señal para codificar otro aminoácido distinto, lo que hace que se produzca una mutación en la proteína correspondiente, etc., etc...

Sin embargo, hay toda una serie de consideraciones semióticas que niegan el carácter de código verdadero al concepto de código genético, con lo que habría que concluir negando el carácter de explicación auténtica, válida, a las que, basándose en el concepto de código genético, intentan hacer inteligible el conjunto de fenómenos que se producen.

LAS RAZONES DE LOS SEMIOTICOS

Entre otras cosas, se dirá que para que haya código genético se necesita que se cuente con signos, pero los «estímulos» no pueden considerarse como tales (en este caso, por ejemplo, los «estímulos» químicos que provocan los enlaces alostéricos). Cuando se tiene un proceso en que solamente se verifica la existencia de una cadena de causas y efectos, de modo que el elemento iniciador del flujo de información estimula, provoca

o causa (pero no «significa») el estado de recepción de la información en el destinatario, no se tiene realmente un código.

Naturalmente, que puede plantearse el tema en términos de preguntarse qué quiere decir que un signo «signifique» algo y no sea meramente una señal. Si se afirma que un síntoma de la significación reside en que ese algo, el signo, está en lugar de aquel algo que significa, aparte del problema de hasta qué punto el significado no es la referencia, se podría afirmar que también las secuencias de tripletes del D. N. A. son algo que está en lugar de aquel otro algo que constituye la proteína, de modo que este criterio no valdría. Por otro lado, tampoco es cuestión, en este momento, de plantearse toda una problemática sobre la teoría del significado y explicar, por ejemplo, hasta qué punto la referencia no puede ser el significado.

Se podría afirmar que cuando algo es signo no sólo tiene denotación, sino también connotación y que esta connotación puede entenderse de tal modo que, a su vez, en un plano ulterior de significación pueda entenderse como la denotación de algo que tiene una nueva connotación, etc... haciendo jugar el doble plano de la expresión y el contenido.

En este caso, sin embargo, el tema se complica, porque como veremos también esta superposición de niveles de significación que se da en la comunicación mediante signos, y que es debido a lo que el semiótico llama la «situación extrasemiótica», puede darse al nivel de determinados análisis de los procesos de síntesis de proteínas, donde pueden indicarse distintos niveles en función de la situación extrasemiótica de autorregulación de la célula como sistema.

Cabe refugiarse en el hecho de que sólo habrá comunicación en el caso de los sistemas de información establecidos por y para los seres humanos, donde intervienen procesos psicológicos. Pero esto es invertir el problema, porque entonces habrá que plantearse hasta qué punto el proceso psicológico no haga sino complicar una serie de niveles de señales, sin que haya realmente una diferencia que no sea de grado entre la señal y el signo.

Estamos seguros de que el semiótico difícilmente asumirá

esto, por lo que, como vemos, nos encontramos ante la tesitura de que por signos externos de conducta no habrá una norma para distinguir *señal* de *signo*, en función del comportamiento del destinatario, en el caso de los fenómenos de la biología molecular que examinaremos a continuación; con lo cual el problema sigue abierto y no nos van a servir las matizaciones de los semióticos. Pero esto es algo que desarrollaremos posteriormente.

La señal no tiene capacidad significante alguna y sólo determina al destinatario «sub specie stimuli»; no hay pues comunicación, aunque pueda haber información.

Así Umberto Eco dirá que hay cuatro fenómenos cuando menos, que son diferentes y a los que se les da el nombre de código. De ellos sólo el último es verdaderamente tal. Así se tendría:

1.—Una serie de señales que poseen unas leyes de combinaciones internas, que constituyen un sistema sintáctico. Los elementos que intervienen en estas combinaciones se identifican por oposición, no teniendo más realidad o función que ésta.

2.—Una serie de «contenidos» que pueden transmitirse formando parte de una posible comunicación, constituyendo un sistema semántico que hace referencia a estados de la fuente de información.

3.—Una serie de respuestas del «destinatario», en cuanto éstos están conectados con la fuente de información; de manera que constituyen una «réplica» que prueba la recepción del mensaje recibido.

4.—Una regla que asocia determinadas combinaciones del sistema sintáctico a que nos hemos referido con otras del sistema semántico —o de contenidos— de la fuente; o bien con el sistema de «comportamientos» del destinatario; o bien del sistema semántico y sintáctico con el sistema de respuestas de éste. Sólo este último es verdaderamente un código.

Por el contrario, el llamado código genético es sólo un sistema del tipo señalado en tercer lugar, al que nuestro autor da el calificativo de S-código; esto es un «sistema o estructura que puede perfectamente subsistir independientemente del proceso

significativo o comunicativo *que los asocie entre sí* (el subrayado es nuestro) y como tales pueden estudiarlos la teoría de la información o los diferentes tipos de teorías generativas. Se componen de un conjunto finito de elementos estructurados en oposiciones y regidos por reglas combinatorias por las que pueden generar ristas tanto finitas como infinitas»⁹.

En opinión de nuestro autor, sólo por una sustitución metonímica se tiende a llamar a estos sistemas códigos; se trata de un uso retórico que resulta útil eliminar.

Un verdadero código establece la correlación entre el plano de la expresión y el plano del contenido de los signos; pero en una señal que no sea un signo no puede darse este doble plano, ni por ello correlación alguna entre los elementos de ambos planos; con lo que no se establece función semiótica alguna.

En un uso semiótico el signo tendría una denotación y una connotación y se establecería una «super-elevación de códigos» en los que la connotación en el plano de significación dentro de un código, se establece parasitariamente a partir de un código precedente; es decir, una significación se transmite por otra significación precedente. «Es connotativa una semiótica en que el plano de la expresión está constituida por otra semiótica. En otros términos, existe código connotativo cuando el plano de la expresión es otro código»¹⁰. Esto es, el plano de la expresión, a otro nivel de significación, consta de expresión y contenido a su vez, de modo que a continuación el plano de la expresión volverá a constar de expresión y contenido y así sucesivamente.

A nivel de un puro intercambio de señales, este fenómeno no es fácilmente concebible. De cualquier modo, si el signo se considera como significante de un significado que se entenderá en cuanto tal como unidad cultural, sólo en el terreno de los procesos de comunicación en que interviene el hombre podría producirse la «significación». Pero la cuestión puede complicarse bastante más aún.

9. Eco, U. *Tratado de Semiótica general*, op. cit. pág. 80.

10. *Ibid.*, pág. 111.

Para analizar el tema habría que ver cómo se establece el «universo del sentido» entre dos umbrales; uno el inferior, que sería el mundo de la señal y otro el superior, constituido por aquellos fenómenos culturales, que no pudieran usarse para significar. Sin embargo, en relación con este segundo límite o «umbral superior» las discusiones pueden complicarse demasiado si analizamos el tema de hasta qué punto en el mundo de la cultura todo tenga significado, en cuanto todo objeto, relación, situación cultural, etc... tienen un uso con significado y habrá dificultades en señalar cuál es el límite o umbral superior, si es que en realidad lo hay. Sin embargo este tema no nos debe detener, ya que no es en este punto donde los problemas referentes al código genético y sus relaciones con la semiótica encuentran su lugar. Más bien es en relación con el umbral inferior donde será necesario hacer consideraciones detalladas.

Para empezar habrá que decir que existirá un fenómeno que pueda considerarse objeto de la semiótica cuando haya establecido una función semiótica consistente en un tipo de correlación significativa entre dos elementos funtivos que de por sí y separados no tienen ningún carácter de fenómeno semiótico.

«Cuando un código asocia los elementos de un sistema transmisor con los elementos de un sistema transmitido, el primero se convierte en *la expresión* del segundo, el cual a su vez se convierte en el *contenido* del primero.

Existe función semiótica cuando una expresión y un contenido están en correlación y ambos elementos se convierten en *funtivos* de la correlación»¹¹.

¿Los fenómenos bioquímicos a que nos estamos refiriendo pueden considerarse como constitutivos de una relación entre dos elementos con función semiótica, desde estos presupuestos?

Parece, en principio, que desde la pura consideración de los que podríamos llamar, utilizando la terminología de la Teoría de la Información, el emisor (o el complejo fuente/emisor)

11. Ibid, pág. 99.

no es posible desde la perspectiva que estamos contemplando. La consideración de estos fenómenos a partir de la fuente no permite descubrir en ella la capacidad para emitir mensajes que transmitan connotaciones para el destinatario.

Sin embargo, se puede cambiar la perspectiva desde la que estamos examinando estos fenómenos moleculares. Ahora la cuestión puede adquirir algunas inflexiones importantes si, en el análisis de estos procesos, nos situamos, por el contrario, en la perspectiva del «destinatario» del mensaje; esto es, desde la consideración de las operaciones bioquímicas de «decodificación del mensaje; sobre todo de la consideración del fenómeno por el que aquello, que en términos semióticos se ha llamado la situación extrasemiótica, determina el «texto» que ha de ser «leído», «decodificado», por células distintas que, con un mismo genoma, como en el caso de los organismos pluricelulares, actualizarán una parte concreta del mensaje, inactivándose el resto de la información.

Volvamos, de nuevo, a los hechos. Frecuentemente, desde la perspectiva del proceso de transmisión de la información el esquema que se elabora es el siguiente: para construir las proteínas necesarias para desarrollar su actividad vital una célula eucariótica, por ejemplo, necesita constantemente proceder a la síntesis de los aminoácidos constituyentes de sus proteínas. Para ello, mediante un «cebador» constituido por una enzima, (la R. N. A. polimerasa-D. N. A.-dependiente), se construye el m-R. N. A. que transcribe las secuencias correspondientes de una de las dos cadenas de la doble hélice del D. N. A. mediante la síntesis de los nucleótidos complementarios de tal cadena (con la salvedad de la sustitución de la timina por el uracilo).

El m-R. N. A. abandonará el núcleo para que mediante la unión de la secuencia de bases de tal m-R. N. A. con los polirribosomas y gracias al transporte de los aminoácidos unidos a los t-R. N. A. correspondientes, se traduzca la secuencia de tripletes de bases del m-R. N. A. (transcripción del mensaje contenido en el D. N. A. que constituye la fuente última y definitiva de toda la información) en los aminoácidos correspondientes, constitutivos de tales proteínas.

En efecto, para desarrollar el ser vivo sus funciones vitales, a partir de la información recibida, el mensaje habría de constituirse de las combinaciones de secuencias largas de tripletes de bases, lo que significa que el mensaje mínimo con significado sería la proteína, el enzima. En este caso sobre el plano de la expresión: CCA. UGC. AAU...AUG, tendría que constituirse, en el plano del contenido, la proteína correspondiente. Sobre este código se puede superelevar otro código para el destinatario en el que sobre un nuevo plano de la expresión, constituido por la proteína, se coloque un plano del contenido que vendría dado por connotaciones como: «suficiencia de energía», «posibilidad de síntesis de determinados enzimas de construcción posterior», «deficiencia de ciertos compuestos», etc... de manera que, si se adopta un punto de vista nuevo, en el que el análisis se inicie a partir del destinatario, se podría ver hasta qué punto puede seguir estableciéndose el paralelismo.

Y ello es así, porque la superelevación de códigos sólo tiene sentido desde la perspectiva del destinatario. (Teoría de la producción y utilización de códigos, y no teoría de códigos. Y además, porque esta perspectiva se constituye desde la situación extrasemiótica (por contemplar al destinatario).

OTRA PERSPECTIVA EN EL ANALISIS DE LA INFORMACION GENETICA

Es tal impacto del llamado «dogma central» de la Biología Molecular, sobre que la información genética fluye necesariamente del D. N. A. a las proteínas, (afirmándose a renglón seguido que nunca ocurre el proceso inverso, como una forma inconsciente de seguir luchando contra el lamarckismo) que invariablemente, cada vez que se analiza toda esta serie de fenómenos desde la perspectiva de la Teoría de la Información, se toma como punto de partida de los análisis el punto en que se origina ésta, el emisor, esto es, el D. N. A. y a partir de él se empieza a explicar el resto de los procesos.

Sin embargo, quizás no sea ocioso tomar la perspectiva inversa y partir, al realizar el análisis de los procesos de trans-

misión de la información, del propio destinatario; con ello no se va a romper ningún tipo de «tabú», no se va a infringir el dogma central de la Biología Molecular; la «causación» va a seguir fluyendo de la fuente, el D. N. A., al destinatario; pero una nueva perspectiva puede aportar al análisis elementos realmente dignos de ser tenidos en cuenta. El respeto a este dogma no debe impedir que el análisis de un proceso de transmisión de la información pueda también llevarse a cabo partiendo de la consideración del destinatario como elemento inicial; sobre todo cuando se puede considerar que tal vez sea el destinatario el que, mediante su propia actividad o su permanencia en un estado, puede inducir el flujo de la información desde la fuente constituida por el D. N. A.

Pues bien, procedamos a un análisis de estos fenómenos desde esta otra perspectiva. Para ello hay que partir de una base importante. Tal es que el ribosoma puede ser el receptor de la información, pero no es, al menos en exclusiva, el destinatario. El destinatario propiamente es la célula, el sistema funcional constituido por el tal ser viviente. Desde este presupuesto se puede entender que en su actividad vital el destinatario sufre una serie de cambios de estados que inducen un flujo de información desde la fuente del D. N. A. ¿Pero qué es lo que ocurre a este respecto? ¿Cómo se puede interpretar desde esta nueva perspectiva el examen de la síntesis de aminoácidos para las síntesis de proteínas? Ahora nos encontramos con problemas como el control de la producción de proteínas y la propia velocidad de la síntesis de los aminoácidos. La presencia de mayor cantidad de una clase de aminoácidos de los que necesita la célula para la construcción de las proteínas pertinentes no es rentable para la misma. Justamente mediante un mecanismo de feed-back, o retroalimentación negativa, puede inhibirse la producción de tal aminoácido (esto es, impedir que fluya un determinado tipo de mensaje desde la fuente) tal como en el caso de los experimentos que se han realizado sobre la producción de L-isoleucina.

Pero no sólo hay esta inhibición por retroalimentación negativa; también existe la inducción positiva. «Cuando la célula

se está preparando para la división, el iniciador recibe órdenes de la membrana celular y dispara la replicación de su D. N. A. al activar una estructura genética llamada el replicador (análogo al «operador» de la síntesis enzimática)»¹².

No estamos hablando ahora del control de la actividad de los enzimas, en cierto modo desligado del proceso directo de transmisión de la información genética, sino del control de su síntesis. Respecto de lo primero (control de la actividad), el papel importante de la «situación» del destinatario queda perfectamente explicado en procesos como el siguiente: «Cuando en la célula el suministro de energía cae a un nivel bajo es preciso acudir al glucógeno de reserva y se hace necesario activar la enzima conocida como fosforilasa, que desdobra el glucógeno. Se sabe que una señal química que es capaz de activar a esta enzima es el adenosin monofosfato (AMP). El AMP es un producto de escisión del adenosin trifosfato (ATP) la principal fuente de energía de las células, la acumulación del AMP, por tanto, indica que la célula ha consumido su energía. La señal AMP activa la enzima rompedora del glucógeno; la enzima escinde el glucógeno; en la lisis se libera energía, y la energía se utiliza en regenerar ATP»¹³.

Pero en cuanto a la síntesis de enzimas se establecen los mismos mecanismos en muchos casos. Por ejemplo, en los organismos pluricelulares la diferenciación de las células es un fenómeno que puede ilustrar admirablemente nuestro punto de vista. «La información genética total no se va realizando a cada momento. En las células musculares, por ejemplo, siempre está cortada la información genética para la síntesis de hemoglobina, de proteínas séricas y así sucesivamente, de la misma forma que en los glóbulos sanguíneos no se sintetiza la proteína del músculo, la miosina»¹⁴.

Esto es completamente cierto también para el caso de la

12. CHANGEUX, J. P. "El control de las relaciones bioquímicas", en *La base molecular de la vida*, Selecciones del Scientific American, Ed. Blume, Madrid, 1971, pág. 282.

13. Ibid, pág. 284.

14. KNIPPERS, R. *Genética Molecular*. Ed. Omega, Barcelona 1970, pág. 175.

célula bacteriana. Los organismos unicelulares necesitan adaptarse al medio ambiente de tal modo que desarrollarán una u otra parte de la información genética de uno u otro modo, en función de las exigencias del medio ambiente. «Una célula bacteriana no sería capaz de irse adaptando continuamente a las situaciones ambientales nuevas si no pudiese reaccionar en determinados casos a la necesidad con la producción más rápida de los productos metabólicos requeridos en ese momento y que no pudiese desconectar la síntesis de productos que no se necesitan. Esta cantidad de adaptación a los requerimientos dictados por el ambiente puede considerarse como una característica de las células vivas»¹⁵.

UN EJEMPLO: EL GEN LACTOSA

En este momento de nuestras reflexiones queremos hacer una pregunta que no creemos carente de sentido. ¿Hasta qué punto hay un paralelismo entre lo que tradicionalmente se considera la influencia de la «situación extrasemiótica» en la interpretación de los mensajes recibidos en una situación de comunicación por signos con significado (no sólo por señales) y los fenómenos que estamos considerando en los procesos de control de la síntesis de proteínas?

Veamos qué ocurre; a partir de unas circunstancias determinadas del destinatario de la información se sintetizarán determinados m-R. N. A. que serán la transcripción de algunas de las secuencias de nucleótidos correspondientes a un gen, actualizándose la información correspondiente a un mensaje, de entre todos los mensajes almacenados en los cromosomas. ¿Cómo se produce la transmisión de ese mensaje precisamente y no otro? Analicemos un ejemplo.

La lactosa (azúcar de la leche) consta de dos azúcares: la glucosa y la galactosa. Cuando una bacteria de *E. Coli* se encuentra en un medio en el que puede utilizar fuentes de carbo-

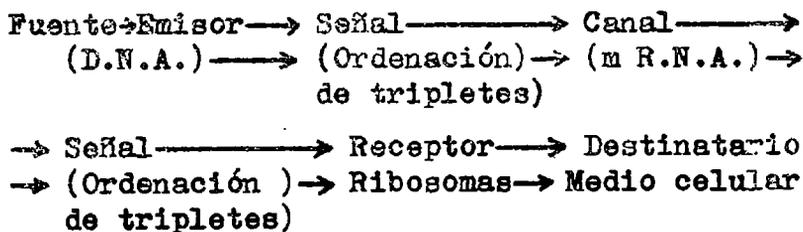
15. *Ibid.*

no distintas de la lactosa los enzimas que transportan a ésta (la permeasa) y la desdoblán en galactosa y glucosa (la β -galactosidasa, que hidroliza el enlace β -galactosídico) se encuentran en la célula en cantidades prácticamente insignificantes.

Sin embargo, si el medio en el que se desarrolla la célula se modifica de tal modo que el único aporte de carbono que puede conseguir se produce a través de la lactosa, la concentración de aquellos enzimas (la permeasa y la galactosidasa) se multiplica unas mil veces. «La síntesis de los enzimas galactosidasa y permeasa parecen ser inducidas por la presencia de la lactosa en el medio. Para la inducción se requiere la concentración baja normal de los enzimas de la lactosa. La permeasa incorpora la lactosa a la célula. La β -galactosidasa transforma parcialmente la lactosa en el inductor interno real, la alolactosa, que entonces pone en marcha el gen lactosa. Además de la alolactosa existen otros galactósidos que actúan como inductores de los enzimas de la lactosa; entre ellos los tiogalactósidos, siendo el IPTG (isorpropiltiogalactósido) el más importante»¹⁶.

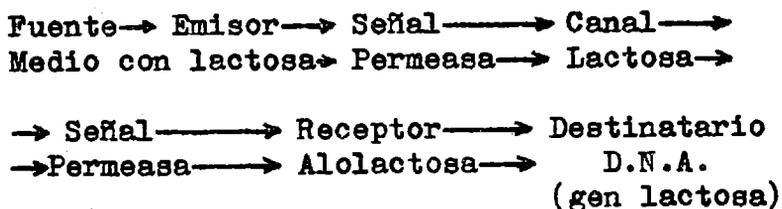
Muy simplificadamente esta situación podría representarse de tal modo que habría que buscar un diagrama nuevo para explicarlo por el modelo informacional habitual.

Ya no se trata del consabido esquema, donde la fuente es el D. N. A.:



Ahora nos encontraríamos con el análisis de una situación, la inducción de la síntesis de la lactosa, en el que previamente se habría establecido un sistema informático que funcionaría según el siguiente modelo, en el que la fuente es el medio con lactosa:

16. Ibid, pág. 184.



De este modo podría llevarse a cabo una interpretación de estos fenómenos como transmisión de información que tal vez exigiría una revisión de la consideración de los mismos al mero nivel de transmisión de señales.

Desde la consideración habitual en que se toma como origen del flujo de información para el destinatario la fuente de D.N.A. habría un código en el que los elementos que transmitirían el mensaje se constituirían en los dos planos señalados por los semióticos:

— En el *plano de la expresión*: secuencias de tripletes de bases de D. N. A.

— En el *plano del contenido*: secuencia de aminoácidos que constituyen los enzimas.

Entre uno y otro plano se establece una relación de causa a efecto, y no una significación. Nos movemos a nivel de señales.

Pero si partimos de la consideración del proceso anterior al de la síntesis de estos enzimas, es decir, si examinamos el proceso de inducción de estas síntesis, el destinatario podría exhibir un comportamiento que, desde esta nueva perspectiva, comportaría la existencia de un código dentro de una semántica connotativa (al menos incipientemente connotativa), en ella el mensaje del código anterior constituiría el plano de la expresión de un segundo mensaje, que en el plano del contenido estaría constituido por algo así como la situación «ausencia de fuente de carbono alternativa de la lactosa». De modo gráfico esto quedaría expresado así:

Expresión: gen lactosa Secuencia de D. N. A.	Contenido lactosa	ausencia de otra fuente de carbono
e x p r e s i ó n		c o n t e n i d o

En este caso se puede hablar de una especie de superelevación de códigos y de lo que este fenómeno supone: una semántica connotativa. Pero estas circunstancias sólo se dan cuando el código genera signos con sentido y no sólo señales. Sólo desde la perspectiva del destinatario, que puede responder al mensaje de una u otra manera, según su situación extrasemiótica, puede hablarse de un universo del sentido frente al universo de la señal.

Así, cuando Umberto Eco, en su modelo hidráulico de transmisión de información de un estanque a un cuadro de mandos eléctricos, habla de señales, se refiere a una semántica meramente denotativa. Sin embargo, cuando el código entre el embalse y el cuadro de mandos transmite información a un ser humano, habla ya de una semántica connotativa. De este modo, sobre el plano de la expresión y el del contenido de la señal, se puede construir (considerando estos dos elementos ahora como un nuevo plano de la expresión) un nuevo plano del contenido; de manera que lo que en el plano de la expresión en el primer nivel era una secuencia de señales eléctricas y en el plano del contenido era la situación de «peligro», constituirán ahora el plano de la expresión de un nuevo contenido (una nueva connotación) que sería, por ejemplo «abrir la compuerta del embalse».

Téngase en cuenta, sin embargo, que una semántica connotativa se dará cuando se puedan comunicar connotaciones y que estas connotaciones no pueden introducirse por sí mismas (de lo contrario no serían connotaciones), sino a través de una denotación previa. ¿Ocurre así en nuestro ejemplo? Veámoslo: ¿Cómo puede comunicarse el mensaje de ausencia de otra fuente de carbono alternativa a la lactosa? Desde la perspectiva de iniciar el análisis desde la fuente de D. N. A. este mensaje no puede transmitirse; el código genético no puede transmitir este hecho; desde la perspectiva del destinatario de la información procedente del D. N. A. se puede comunicar tal información (la prueba es que se produce la síntesis de lactosa), pero esta situación no puede comunicarse directamente, sino a través de una denotación previa: la alolactosa jugaría este

papel, ya que permitiría la entrada en juego del gen lactosa, hasta entonces reprimido.

Quedaría el recurso de afirmar que todo lo anterior no es más que una interpretación muy «sui géneris» de una serie de fenómenos que en realidad ocurre por el mecanismo de efecto- causa y no porque haya realmente significación; para que haya tal significación, podría argüirse, es necesario que la superposición de códigos la realice el destinatario mediante un proceso previo mental, etc... Sólo en el universo del psiquismo, pues, se daría el universo del sentido.

En tal caso la discusión no se podría continuar, porque se está haciendo una definición estipulativa del universo del sentido, frente a la cual nada se podría argumentar.

Nos encontramos en una situación similar a aquella en la que se afirma que la significación sólo se da dentro de una realidad cultural, con lo que el universo del sentido quedaría delimitado por tal universo cultural (y se puede discutir largamente sin acuerdo si los animales «se comunican» o no). Pero una definición estipulativa, ni es exclusiva, ni garantiza que coincida con una definición real, en el sentido de que la delimitación de aquélla sea la misma que la de ésta. Habitualmente se tiene una concepción demasiado ingenua respecto de la posible diferencia entre causación y significación. Así, por ejemplo, se afirmará de modo indefectible que «una expresión tiene significado sólo si su presencia no está completamente determinada por su contexto»¹⁷.

Ahora bien, si nos limitamos a hacer consideraciones del comportamiento observable, también podría argumentarse que la relación entre el mensaje que recibe un individuo y el significado que adquiere para él en función de su situación extrasemiótica, está constituida por la relación causa-efecto; de manera que se puede encontrar la causa de por qué se interpreta del modo que se hace el mensaje recibido. (De hecho esto es lo que pretende hacer el psicólogo cuando estudia la conducta

17. LYONS, J. *Introducción en la Lingüística Teórica*, Ed. Teide, Barcelona, 1973, pág. 427.

humana). La cuestión, pues, no es tan simple como se ha entendido en demasiadas ocasiones. No es tan segura la delimitación señal/signo en función de las relaciones proceso causa-efecto/ frente a proceso portador de significante-recepción de significado.

Podríamos decir que nos encontramos en una situación en cierto modo paradójica. En efecto, se producirá un fenómeno semiótico cuando la comunicación de información que se transmite en el sistema no está completamente determinada. Lyons, refiriéndose al campo lingüístico dirá: «una expresión tiene significado sólo si su presencia no está completamente determinada por su contexto. Esta definición descansa sobre el principio ampliamente aceptado de que 'la significación implica opción'. Si el agente sabe de antemano que el hablante producirá inevitablemente una expresión determinada en una situación determinada, entonces es evidente que la expresión no le ofrecerá ninguna información cuando aparezca; no tendrá lugar ninguna 'comunicación' ¹⁸.

La cuantificación de la información se hace utilizando como unidad el bit y, para expresarnos brevemente, el valor cuantitativo de la información estaría constituido por el logaritmo en base 2 de la inversa de la probabilidad del fenómeno que constituye el mensaje; de manera que, en cierto modo, el tener significado, desde la perspectiva semiótica, podría ser cuantificable en relación con la probabilidad de aparición del mensaje, o las «expectativas» que pueden producirse en el destinatario en función del contexto. Desde esta perspectiva, no tener significado, semióticamente hablando, equivale al caso límite de total previsibilidad; y cuanto menos probable sea un determinado elemento, más significado tiene en el contexto.

Ahora bien, la tarea de la ciencia es construir sistemas explicativos que hagan totalmente previsibles los fenómenos a que se refieren sus teorías. De manera que, en cierto modo, consiste en vaciar de significado semiótico (si podía haber alguno) la situación que cae bajo su alcance, sustituyendo esta relación

18. Ibid.

por la de causa/efecto. Pero, justamente, en la medida en la que intenta explicar por la relación causa/efecto y eliminar la imprevisibilidad, también varían de significado semiótico los fenómenos en que puede verse involucrada la conducta del hombre, incluida su conducta lingüística; de este modo un análisis basado en los presupuestos del método de las ciencias físico químicas, los fenómenos semióticos pierden tal carácter en cualquier situación: trátase de relaciones entre hombres dentro de un contexto cultural, de relaciones entre especies vivientes en un ecosistema o de relaciones entre moléculas dentro de una célula (si es que pudiera aparecer aquí algún fenómeno semiótico).

El principio de relación significativa queda sustituido por el principio de relación causal. Mas por este camino se desemboca en un reduccionismo exacerbado donde la propia sociología y la ética, por ejemplo, habrían de ser reductibles a las explicaciones físico-químicas. Este tipo de reduccionismo no parece ser fácilmente aceptable hoy día por la mayoría de los propios científicos. y en cualquier caso, su discusión no es tema de este trabajo.

La semiótica prescinde de la relación causal para estudiar los fenómenos que caen bajo su alcance desde el prisma distinto de la significatividad, estudiando las relaciones de sentido. En cuanto se está en el terreno de este tipo de relaciones, la aplicación del método científico, propio de la Físico-Química, presenta una capacidad problemática para desentrañar cuál pueda ser el significado de un mensaje.

En realidad la teoría de la información, en cuanto teoría científica matematizada, define la información en el ámbito de situaciones simples, en las que la cantidad de aquella se mide con sistemas matemáticos, sin referencia a los conocimientos (expectativas) de un posible receptor. En este sentido los mensajes que se consideran son rígidamente relacionables con un código definido en el que el mensaje significa una única cosa: o posee un significado unívoco, o se identifica con el ruido. La información se vincula a la originalidad, a la no probabilidad. «¿Cómo conciliar esto con el hecho de que un mensa-

je es tanto más significativo cuanto más probable o previsible es en cada paso de su estructura? Es claro que un frase como 'cada primavera brotan las flores' tiene un significado llano, absolutamente inequívoco y posee el máximo de significado y comunicabilidad posible, pero no añade nada a lo que ya sabemos»¹⁹.

De este modo habría que concluir que información y significado son dos cosas distintas y que el sentido estadístico de información propio de la teoría de la información, entendido como el logaritmo binario del número de alternativas susceptibles de definir el mensaje sin ambigüedad, es mucho más amplio que el comunicativo.

En el «universo de la señal» la transmisión de un mensaje implica la selección de algunas informaciones, es decir, una organización que podría identificarse con su significado en el sentido estadístico de información de que hablamos antes; pero justamente cuando se entre en «el universo del sentido» aparece una semántica en la que el significado coincidiría a veces totalmente con lo que en la teoría de la información constituiría una trivialidad.

A partir de lo anterior se puede decir que la teoría de la información tal cual no es aplicable a procesos en los cuales entran en juego significados denotativos y connotativos. Precisamente por ello se puede dudar de la aplicabilidad de la teoría de la información a los fenómenos biológicos. Por ejemplo, la ambigüedad, que justamente no podría tener cabida en una teoría de la información matematizada como mensaje, (en el universo de la señal significaría simplemente un ruido), está presente en los fenómenos biológicos como la influencia del medio sobre el ser vivo. «El equipo enzimático de una bacteria no es cosa fija, depende, no sólo de la constitución genética que determina lo que es posible, sino también de la naturaleza del medio. Bajo la influencia de ciertas sustancias del medio, se modifica el equipo enzimático de la bacteria»²⁰.

19. Eco, U, *Obra Abierta*, Edit. Ariel, Barcelona, 1984, pág. 147.

20. Lwof, A, Op. cit., pág. 126.

En esta tesitura hay que decir que tal vez lo que ocurre es sencillamente que, a pesar de que pueda ser muy útil, para ciertos usos explicativos de fenómenos biológicos moleculares, la teoría de la información no permite una racionalización completa y aceptable de estos fenómenos, al limitarse la perspectiva de estudio de los mismos a un tratamiento de las relaciones a nivel de señales exclusivamente. El «universo de la señal» es plenamente tratable por la teoría de la información; pero tal vez los fenómenos biológicos (aún los más elementales) no sean reductibles enteramente al «universo de la señal». Si es así el caso, la teoría de la información se manifestará claramente insuficiente para explicar la naturaleza de tales fenómenos. De un parecer similar es A. Lowff en un párrafo que no nos resistimos a transcribir: «así pues, —nos dirá— el ser vivo es un orden específico y ciertos biólogos han tratado de aplicar la idea de neguentropía, que debiera llamarse ahora, según lo que nos dijo Couffignal, entaxia, al organismo vivo. Puede calcularse la probabilidad para que una secuencia dada de ácidos nucleicos se realice, mezclando las bases al azar. Pero creo que ese cálculo no tiene ningún sentido; no tiene más sentido que si se midiera la neguentropía de una tragedia de Racine. Si se calcula esa neguentropía en términos de entaxia se llega a una idea que no encierra en absoluto lo que es importante para nosotros en una tragedia de Racine, que no es una sucesión de palabras, sino algo distinto. En realidad, el aspecto funcional del organismo vivo no puede descuidarse, el cálculo de la neguentropía utilizando las fórmulas de Shannon no se aplica en absoluto al ser vivo»²¹.

En este punto no nos queda más que señalar que existe una gran diferencia entre la explicación de los fenómenos biológicos y el método utilizado para encontrar los mecanismos a través de los que se intenta racionalizar tal explicación. Este es un problema epistemológico que está gravitando sobre la Biología actual y que exige un cierto análisis desde la perspectiva de la teoría del conocimiento científico.

21. Ibid, pág. 128.

La naturaleza de la explicación debe estar en consonancia con el objeto científico correspondiente; es decir, con la naturaleza de los procesos que se pretenden explicar, de modo que si tales procesos no son congruentes con las mismas, el modo de explicación fallará. Pero hay algo más: la naturaleza del objeto científico, esto es, de los procesos examinados viene determinada por el propio método científico. De este modo, en la ciencia moderna, como bien se sabe, no es el objeto el que determina el método, sino que hay una primacía del método sobre el objeto. De hecho, la ciencia constituye su objeto a través del propio método científico²².

Veamos qué es lo que ha ocurrido en el terreno de la Biología. Un método físico-químico matematizado determina un objeto biológico peculiar, acorde con ese mismo método; en este sentido podríamos decir que un método que utilice la teoría de la información «tout court», en cuanto pretenda dar cuenta de los fenómenos y procesos biológicos se mantendrá en el terreno de la consideración de los mismos a nivel de lo que hemos llamado «el universo de la señal» y será exclusivamente dentro de este universo como se constituirá tal objeto científico, en función de ese método.

Pero mantenerse en el «universo de la señal» significa renunciar al ámbito de «ambigüedad» que detectamos en los fenómenos biológicos. En el «universo de la señal» la ambigüedad, producto del contexto situacional, no es más que «ruido», no tiene cabida como mensaje en una teoría de la información que codifica éstos a través de emisiones de señales unívocas. Pero esta ambigüedad, producto de la influencia del medio en el ser vivo, hace que si queremos mantenernos en el terreno de una interpretación de los fenómenos biológicos desde el modelo explicativo de la teoría se produce ya la existencia de códigos con semánticas connotativas.

En tal situación aparece ya una serie de exigencias en el objeto de estudio que impiden que se pueda aplicar la teoría

22. Vid. SAUMELLS, R. *La ciencia y el ideal metódico*, Ed. Rialp, Madrid 1958.

de la información a nivel de señales para una semántica connotativa y se añade a continuación (en un intento de acallar la cierta inquietud metodológica que pueda sentirse), que el modo de explicación es puramente metafórico, porque se quiere seguir permaneciendo en el terreno del «universo de la señal», pero por facilitar la comprensión se recurre a ciertos artificios explicativos de tipo cuasi-antropomórficos. Realmente el problema puede ser otro: la irreductibilidad del objeto biológico al «universo de la señal», al que queda reducida la teoría de Shannon-Weaver.

En efecto, aun dando por supuesto que esto exigiría un tratamiento mucho más a fondo y muy detenido, podemos señalar a título de aproximación al tema que, analizando procesos científicos desde la teoría de la información desde la perspectiva del mecanicismo físico-químico, se asumen una serie de supuestos desde los que se los examina. En síntesis, por citar los más acusados, entre estos supuestos estarían: a) estos procesos constituyen fenómenos sin finalidad; b) son procesos «pasivos» en los que los objetos que se ven envueltos en ellos no desarrollan ninguna «iniciativa»; c) estos fenómenos son sumativos definiéndose siempre por otros fundamentales que serían los últimos elementos, de carácter exclusivamente cuantitativo.

Pero en el universo del ser vivo se descubre de algún modo lo que podríamos definir como un «devenir con finalidad» (aunque se la llame «teleonomía»); se interpretan estos fenómenos en los seres vivos como producidos por un devenir activo, esto es, como fluyendo de una «iniciativa» inherente a los seres vivos; la comprensión del fenómeno se logra a partir del concepto de totalidad o unidad, esto es, desde el concepto de sistema u organismo, no reduciéndose la explicación a una pura consideración de elementos cuantitativos (lo cualitativo diferenciado está presente en lo vital, integrado en una unidad/totalidad que es el sistema orgánico del ser vivo).

Para coseguir una racionalización adecuada de los fenómenos vitales, desde la consideración de unas bases exclusivamente asentadas en el método mecanicista, es necesario «traducir»

las características del ser vivo que hemos apuntado en aquellos otros correlativos que constituirían los supuestos del método mecanicista. Posiblemente puedan ser sustituidas las exigencias de un tipo por las del otro, pero no creemos que puedan ser traducibles. Se puede sustituir, por ejemplo, una explicación finalista por otra mecanicista, pero no puede traducirse completamente aquélla por ésta (Vid., por ejemplo, las obras de Nagel y de Ruse²³). Precisamente la imposibilidad de traducir el universo del sentido por el universo de la señal (aunque haya quien piense todavía que esto puede conseguirse) hace que no nos parezca aceptable la tesis de que las explicaciones sobre los fenómenos biológicos moleculares constituyen metáforas, que serían traducibles en explicaciones de puro nivel físico-químico, aunque de un modo más enrevesado.

En conclusión, podríamos decir que, hoy por hoy, la Biología en el estudio de los procesos, a nivel molecular, se encuentra en una encrucijada decisiva donde se plantea un problema importante que debe intentar resolver: el desfase entre método y explicación. Este es un reto que la Biología debe afrontar y que tal vez, si lo hace, traiga cambios significativos en el modo de tratar las cuestiones epistemológicas relativas al «problema de la vida», que algunos biólogos califican hoy como un *sin-sentido*. Tal vez todo consista en que en Biología no es suficiente un análisis reductivo sobre los elementos constitutivos y sólo sea alcanzable una explicación satisfactoria para el horizonte intelectual de la Biología como «ciencia de los seres vivos» en términos de un análisis funcional.

DIEGO DIEZ GARCIA

23. NAGEL, E. *La estructura de la ciencia*, Paidós, Buenos Aires, 1978, capítulos XI y XII y RUSE, M. *La filosofía de la Biología*, Alianza Editorial, Madrid, 1979. Capítulo 9.