



Revista de música culta

F I L O M U S I C A

¡Amor a la música!

ISSN 1576-0464
D.L. MA-184-2000

**Revista mensual de
publicación en Internet
Número 61° - Febrero
2.005**

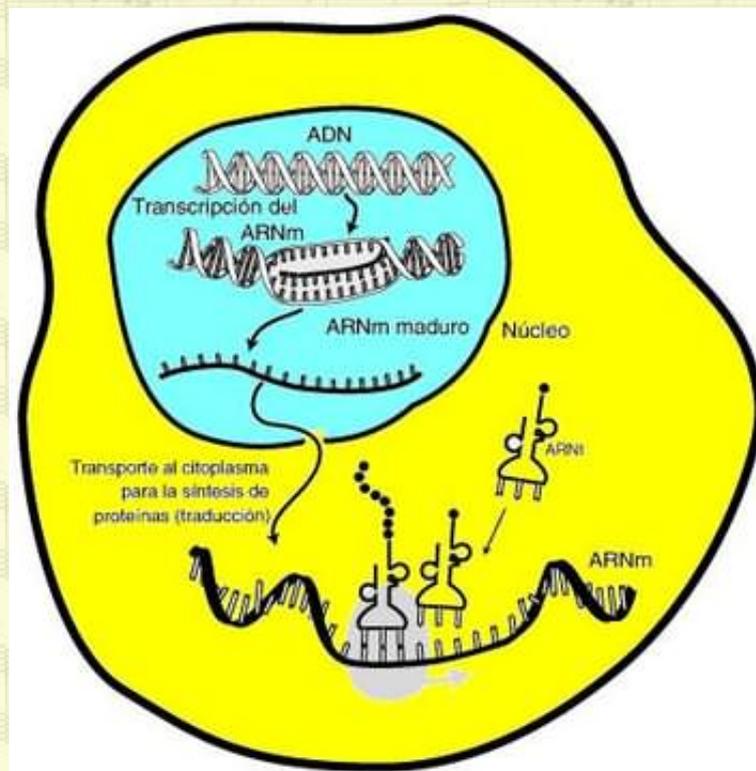


Secciones:

- [▶ Portada](#)
- [▶ Archivo](#)
- [▶ Editorial](#)
- [▶ Quiénes somos](#)
- [▶ Entrevistas](#)
- [▶ Artículos](#)
- [▶ Crítica discos](#)
- [▶ Bandas sonoras](#)
- [▶ Conciertos](#)
- [▶ El lector opina](#)
- [▶ Web del mes](#)
- [▶ Suscribirse](#)
- [▶ Buscar](#)

Verbum (Genoma in musica), de Joan Guinjoan. Cuando la biología molecular encontró a la música

Por *Daniel Pérez Navarro*. Profesión: Médico.



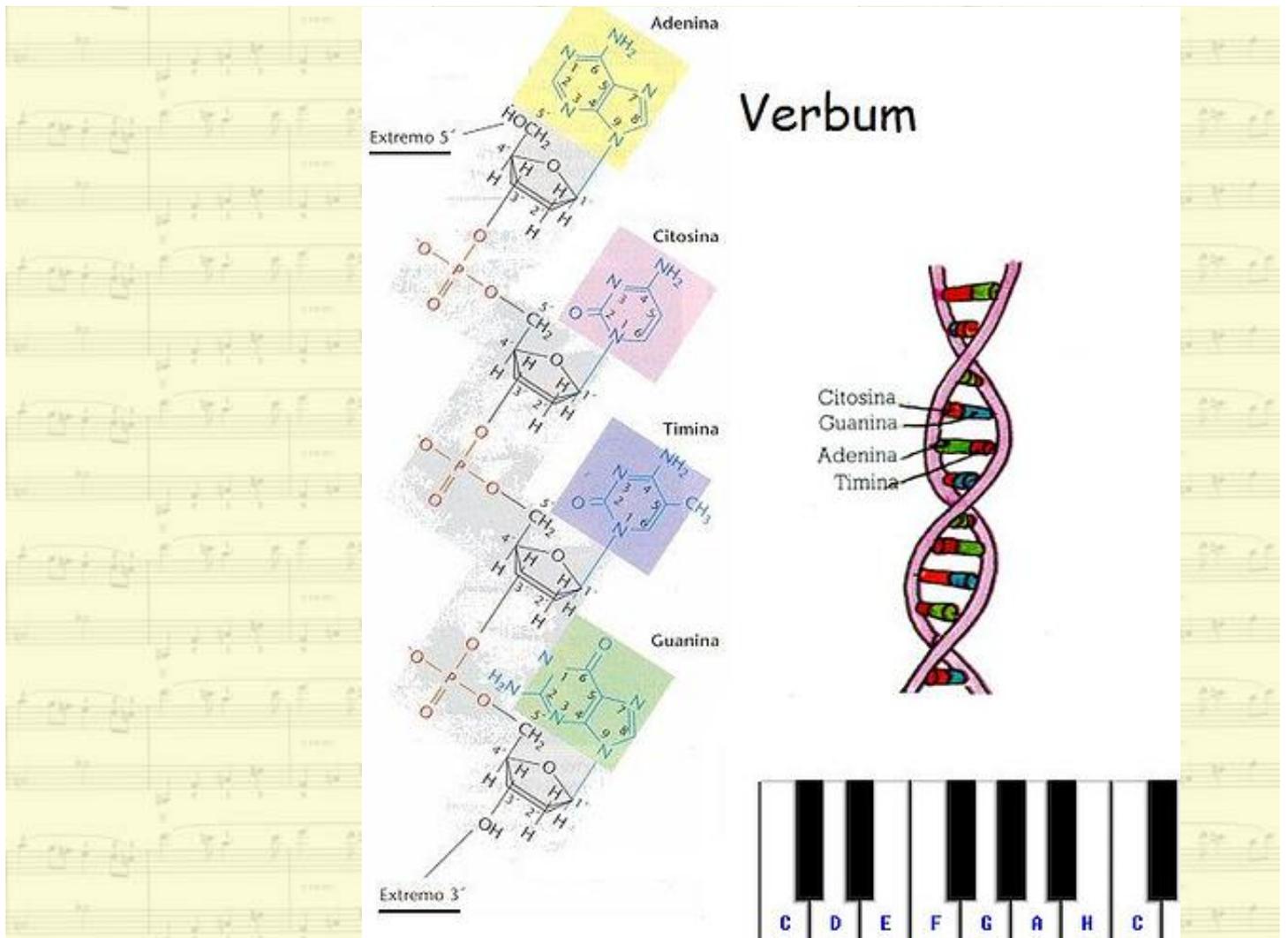
El dibujo de un compositor se enfrenta en ocasiones, no sin cierta ingenuidad, a una naturaleza que lo sobrecoge. Al margen, por ejemplo, de cuántos truenos y ovejas hay realmente en la Sexta Sinfonía de Beethoven, la pregunta sería, sin abandonar esa naturaleza que, parece, tanto ha inspirado musicalmente, cuánto hay de poético en una secuencia de nucleótidos. Frente a una visión mecanicista de la ciencia, y de la creación musical contemporánea, el universo de Verbum de Guinjoan contrapone la pasión con la que se alcanza el conocimiento, ese esplendor del orden al que se refirió Stravinski para definir la música.

Verbum (Genoma in musica) es una obra para piano de unos quince minutos que nació de una propuesta de la Residencia d'Investigadors al compositor Joan Guinjoan - Riudoms (Tarragona), 28/11/1931 -, estrenada el 10 de octubre de 2003 en Barcelona por J. Colom, y que se inspira en el descubrimiento de un gen asociado al habla en el

genoma humano.

La historia comenzó en Inglaterra. Un grupo de investigadores de Oxford, en el año 2001, estudió los trastornos del lenguaje que presentaban los miembros de una misma familia a lo largo de tres generaciones, consistentes principalmente en dificultad para la pronunciación de palabras y errores sintácticos en la construcción de oraciones. Estudios genéticos demostraron la presencia de una mutación en el cromosoma 7 del ADN (ácido desoxirribonucleico) de aquellos miembros de la familia que padecían trastornos del habla. Este descubrimiento, el hallazgo de un lugar concreto en el genoma humano asociado al habla, tuvo una difusión extraordinaria, fruto de la misma es precisamente Verbum, y supuso la primera piedra en el estudio de los genes que intervienen en el desarrollo del sistema neuronal que permite algo tan característicamente humano como el habla.

Conocer el mapa del genoma es una labor que lleva a cabo en los últimos años el Proyecto Genoma Humano, tanto para conocer versiones mutadas que inducen enfermedades genéticas, como para localizar y listar la secuencia de todos los genes humanos al completo. A este conocimiento se llega a través del secuenciamiento del ADN, un proceso que determina el orden exacto de las bases de un fragmento de ADN. El proceso de secuenciamiento del ADN y el hallazgo de este gen, conocido como FOXP2, es la base sobre la que Guinjoan sustenta su composición para piano.



La obra comienza con un tremendo clúster que, en palabras del autor, "equivale al proceso de rotura y en ella se afianza (desde un punto de vista conceptual) la evocación de la doble hélice de ADN mediante progresiones de marchas armónicas y melódicas, así como los fragmentos formados por veinte sonidos o acordes, inspirados en la descripción de los aminoácidos". Y así se hace. Se rompe el ADN, a continuación se secuencian estos fragmentos y, de manera automática, con el auxilio hoy de la informática, se ensambla la secuencia, sintetizándose una nueva cadena complementaria.

Para entender lo que Guinjoan propone puede ayudar la aclaración de algunos conceptos de biología molecular.

El ADN es el portador de la información genética y se encuentra en el núcleo de las células. Gracias a él se transmite la información hereditaria. Determina también la estructura de las proteínas, las cuales a su vez determinan las funciones celulares. El ADN está formado por unas unidades denominadas nucleótidos, formadas por tres elementos:

- 1) Un azúcar (desoxirribosa en el caso del ADN).
- 2) Una base orgánica nitrogenada (Adenina, Guanina, Citosina y Timina en el ADN; anótese que las iniciales con las que se conoce a

estas bases - A, G, C, T - se corresponden con las notas musicales La, Sol y Do, según la nomenclatura inglesa).

3) Un grupo fosfato.

Los nucleótidos se unen formando cadenas, con la base nitrogenada ocupando la parte central, la cual otorga especificidad al ADN, teniendo funciones de enlaces los otros dos elementos (a un lado el azúcar, a otro el fosfato): Fosfato- Base (A,G,C o T)-Azúcar-Fosfato-Base (A,G,C o T)-Azúcar-Fosfato-Base (A,G,C o T)-Azúcar- ...

La secuencia de nucleótidos determina la estructura primaria del ADN, que se representa por la terminología de las bases, con un extremo 5' (extremo terminal del fosfato) y otro 3' (extremo final del azúcar), una secuencia que podría traducirse musicalmente como una melodía con las notas citadas, por ejemplo:

5'-AGTGAGCTAGCTTCTGAGTT-3'

Demos una vuelta de tuerca. Chargaff analizó el ADN con métodos cromatográficos, descubriendo que el número de C es igual al de G y el de A igual al de T. La explicación al fenómeno se encuentra en la estructura secundaria del ADN, un modelo tridimensional consistente en una doble hélice antiparalela, con las bases de una cadena enfrentadas a la otra (C siempre frente a G; A siempre frente a T), dos cadenas de sentidos opuestos y complementarias. En el ejemplo anterior:

5'-AGTGAGCTAGCTTCTGAGTT-3'

3'-TCACTCGATCGAAGACTCAA-5'

Volvamos a Verbum. Después del clúster, a través del cual se expresa la violenta ruptura de la molécula de ADN para su estudio, comienza una línea doble por movimiento invertido, en referencia a la estructura secundaria del ADN de doble hélice antiparalela, una línea cada vez más complicada. El oyente percibe continuamente, durante las primeras páginas de la partitura, una voz aguda alternando con otra grave, reconocible en su sencillez al comienzo, y permanente, a pesar de la progresión armónica, en referencia constante a la doble hélice del ADN. "Esta sección se desarrolla mediante un progresivo ambiente caótico y de tensión hasta alcanzar un máximo clímax", de nuevo en palabras de Joan Guinjoan.

Las hebras de ADN enfrentadas permanecen unidas gracias a puentes de hidrógeno: dos puentes de hidrógeno entre A y T, tres puentes de hidrógeno entre C y G. La desnaturalización es un proceso físico que produce la separación de las dos hebras de ADN al romperse los

puentes de hidrógeno que las mantienen unidas por las bases. Esto se consigue por calor, álcalis o sustancias químicas. Las células recurren continuamente a esta separación, a través de enzimas, bien para replicarse (al dividirse en dos la célula, el material genético también se duplica: separación en dos de la doble hélice, abriéndose como una cremallera, copia de cada hebra original, obteniendo dos dobles hélices formadas cada una por una hebra madre y otra hija), bien para sintetizar proteínas. Detengámonos en esta función. Una metáfora sencilla, bastante esquemática, sería la siguiente:

- Imaginemos una biblioteca universal que, como si escapara de un cuento de Borges, contiene todo el conocimiento en sus libros (todo el ADN de una célula, de varios metros si pudiera extenderse linealmente, empaquetado en los cromosomas, dentro del núcleo). Los libros de esta biblioteca habría que conservarlos intactos para que no se estropearan. De modo que cuando fuese necesaria la información que contienen, habría que coger el libro de su anaquele, abrir sus páginas y fotocopiarlas (utilizando como molde el ADN se sintetiza una hebra simple llamada ARNm, complementaria de la original). Es lo que se llama transcripción.

- Esta fotocopia, un negativo del texto original, puede salir de la biblioteca (el ARNm es transportado fuera del núcleo de la célula hasta los ribosomas, unas estructuras que se encuentran en el citoplasma de la célula). Para poner en marcha estas máquinas (ribosomas) que fabrican utensilios de muy diversos usos (proteínas), necesitamos las instrucciones que nos han fotocopiado (ARNm). Las instrucciones vienen resumidas en un lenguaje de 4 letras (A,G,C,T), en un determinado orden. Ese orden determina qué utensilio se fabricará. Es lo que se llama traducción.

La música de Guinjoan, durante esta primera parte de Verbum, esos "fragmentos formados por veinte sonidos o acordes, inspirados en la descripción de los aminoácidos" hacen referencia a este proceso: el ARNm obtenido a partir del ADN del núcleo celular, sigue una determinada secuencia de nucleótidos (la única diferencia respecto al ADN es que la Timina (T) es sustituida por Uracilo (U), de modo que sus 4 elementos para la cadena son A,U,C y G), verbigracia:
AGUGAGCUAGCUUCUGAGUU...

Aquí intervienen los 20 aminoácidos existentes, que son transportados hasta donde se encuentra el ARNm. Los elementos consecutivos de la cadena de ARNm se agrupan de tres en tres (codones). Como disponemos de 4 elementos (A,U,C,G) para agruparlos de tres en tres, las posibles combinaciones de codones son 64 (4x4x4), 3 para indicar el fin de la traducción y 61 para combinarse con los aminoácidos. Cada codón o grupo de tres nucleótidos (AGU, GAG, CUA, GCU, UCU,

etc.) codifica un aminoácido concreto de los 20 existentes, dando lugar a una cadena concreta de aminoácidos que se unen entre sí a través de enlaces, conformando una proteína. Estas proteínas realizan todas y cada una de las funciones que puedan imaginar que realiza un ser vivo.

El gen FOXP2 tiene una secuencia completa de 2472 bases. De su transcripción y traducción se obtienen proteínas, conformadas por una secuencia concreta de aminoácidos. El conocimiento de esta secuencia de bases, ese texto concreto a partir del cual se obtiene un utensilio determinado, se obtiene con los métodos de secuenciación de ADN. La reconstrucción de esta secuencia ocupa la segunda parte de Verbum: "un breve periodo de transparencia sonora nos introduce en la segunda parte (calmo y libero), donde se afianza un diatonismo de carácter sensorial que alterna con nuevas sugerencias de la doble hélice del principio. Esta segunda sección pretende traducir musicalmente la recomposición del gen del habla, a partir de una amplia frase formada por periodos, que se presentan con distintos caracteres, desde la intimidad hasta la exuberancia, estableciendo un complejo desarrollo que precede a la brillante reaparición del motivo temático en forma de variación. Sigue un breve fragmento de marcado lirismo, que enlaza con el molto tranquilo, rodeado de un clima sereno y evocador a través del cual se escucha por última vez el motivo del genoma, formado por tres únicos y sencillos sonidos como prueba de humildad ante el portentoso estudio de investigación que describe al homo sapiens."

Guinjoan escoge un fragmento intermedio de la secuencia de bases del gen FOXP2 para Verbum (naturalmente no la secuencia completa, de la cual se obtendría una melodía inacabable). Los ejemplos utilizados en este texto como estructura primaria y secundaria de ADN son precisamente los primeros 20 nucleótidos de la secuencia del gen. Con métodos de secuenciación rápida de ADN se obtienen, tras la rotura del gen, fragmentos de ADN de diferente longitud, que comienzan en un punto fijo y terminan en nucleótidos específicos, y se utilizan como una plantilla. Un segundo proceso, que encontramos en Verbum sin solución de continuidad, a algo menos de la mitad de la obra, es el ordenamiento y lectura de la secuencia de bases. Esta segunda parte de la obra, más "agradable" al oído, culmina tras el molto tranquilo descrito por el propio compositor, en un motivo para la mano derecha en el que las tres notas conocidas (Do, Sol, La), a partir de la indicación "genoma" en la partitura, transcriben literalmente parte de la secuencia del gen FOXP2. Esta transcripción musical, lejos de lo que pudiera suponerse, sobrepasa los límites de lo matemático, alcanzando un estatismo de singular y rara belleza, de la misma manera que la distancia que media entre la secuencia de un gen necesaria para la expresión del lenguaje y lo que el hombre llega a alcanzar a través de la facultad del habla, es abismal. Las matemáticas

ahí no pueden tender un puente.

Y es que, enlazando con la referencia a la Sexta Sinfonía beethoveniana, la "Tempestad" y el posterior "Canto de los pastores y acción de gracias" pueden obviarse. Queda entonces un violento pasaje musical, que se va apaciguando hasta llegar a un clima de serena y plácida conclusión, ambiguo y abstracto. También puede el oyente aparcar la madeja genética para que otro la desembrolle, y disfrutar una obra pianística breve y subyugante de un autor de nuestro tiempo.

Los ratones tienen su propia versión de este gen. Como las aves. Como los monos. El gen FOXP2 humano difiere del gen FOXP2 de los ratones en tres aminoácidos y del gen FOXP2 de un chimpancé en dos aminoácidos. Aunque por sí mismo este gen no faculta para hablar, esta corta distancia genética entre especies, valga como paradoja de la distancia que luego nos separa en el lenguaje. Las aves tienen su propia versión del gen, que interviene en el canto y aprendizaje de sonidos vocales. La raíz biológica del pensamiento consciente está más cerca. Y a la vez, más lejos.

*** AGRADECIMIENTO:** Sin la colaboración de Nacho de Paz (compositor, pianista y director de orquesta) difícilmente este artículo habría visto la luz.

*** BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA:**

- Joan Guinjoan: Verbum (Genoma in musica). Per a piano. E. Tritó, 2004, ISMN/ISBN: M-69204-236-5.
- Guinjoan, un clásico vivo. Jose Luis García del Busto. Notas de Referencia SA00960, 2004.
- Biología celular y molecular. Eduardo D.P. de Robertis. Ed El Ateneo, 1998, ISBN: 950-02-0364-2.
- FOXP2 in focus: what can genes tell us about speech and language?. Gary F. Marcus, Simon Fisher. Trends in Cognitive Sciences. Vol 7, nº6, June 2003.
- Consultas sobre el genoma humano: The National Center for Biotechnology Information (NCBI): www.ncbi.nlm.nih.gov/