



**UNIVERSIDAD DE LAS ARTES**

**Escuela de Artes Sonoras**

Presentación artística con componente de investigación

**La música del ADN: composición de música basada en el código  
genético humano**

Previo la obtención del Título de:

**Licenciado en Artes Musicales y Sonoras**

Autor:

Marco Santiago Herrera Mendieta

Tutor:

Mgs. Seongmi Kim

GUAYAQUIL - ECUADOR

2021

### **Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación del trabajo de titulación**

Yo, Marco Santiago Herrera Mendieta, declaro que el desarrollo de la presente obra es de mi exclusiva autoría y que ha sido elaborada para la obtención de la Licenciatura en (nombre de la carrera que cursa). Declaro además conocer que el Reglamento de Titulación de Grado de la Universidad de las Artes en su artículo 34 menciona como falta muy grave el plagio total o parcial de obras intelectuales y que su sanción se realizará acorde al Código de Ética de la Universidad de las Artes. De acuerdo al art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad E Innovación\* cedo a la Universidad de las Artes los derechos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, para que la universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando su uso sea con fines académicos.



Firma del estudiante

\*CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN (Registro Oficial n. 899 - Dic./2016) Artículo 114.- De los titulares de derechos de obras creadas en las instituciones de educación superior y centros educativos.- En el caso de las obras creadas en centros educativos, universidades, escuelas politécnicas, institutos superiores técnicos, tecnológicos, pedagógicos, de artes y los conservatorios superiores, e institutos públicos de investigación como resultado de su actividad académica o de investigación tales como trabajos de titulación, proyectos de investigación o innovación, artículos académicos, u otros análogos, sin perjuicio de que pueda existir relación de dependencia, la titularidad de los derechos patrimoniales corresponderá a los autores. Sin embargo, el establecimiento tendrá una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra con fines académicos.

## **Miembros del Comité de defensa**

Mgs. Seongmi Kim  
Tutor del Proyecto Artístico

Dr. Rafael Guzman  
Miembro del Comité de defensa

Dr. Enrique Mora  
Miembro del Comité de defensa

## **Agradecimientos**

A mi familia por brindarme su apoyo y amor incondicional, y por fomentar en mí el amor por el arte.

A Laura y su familia por sus ánimos y su cariño, indispensables para sobrellevar estos últimos meses.

A mis amigos por sus consejos y ayuda en todo este proceso.

A mis profesores, quienes de una u otra forma han contribuido a la elaboración de este trabajo con especial mención a Seongmi Kim, a quien agradezco los conocimientos brindados durante su tutela.

## **Dedicatoria**

Dedico esta tesis a mis padres Marco Herrera y María Mendieta por enseñarme el valor del trabajo duro y ser ejemplo de sacrificio y valores durante toda mi vida.

A mi hermana María Soledad por ser fuente de inspiración y motivación para superarme cada día.

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo la composición de cinco piezas musicales basadas tanto en la información contenida en el código genético humano como en las características físicas del ADN. Se realizó la traducción de la secuencia de cuatro genes humanos a notas musicales siguiendo un sistema creado por el alumno. De esta forma se establecieron las alturas que sirvieron como base para la composición. Los genes fueron seleccionados de acuerdo a su relación con el desarrollo de las habilidades musicales en los seres humanos. Los ritmos empleados en la composición nacen a partir de la asociación entre la forma de la doble hélice del ADN y figuras musicales de diferentes duraciones. Los instrumentos fueron escogidos en base a la banda sonora del documental *Human Nature* (2019).

**Palabras clave:** Composición, traducción, ADN, código genético, doble hélice.

## **Abstract**

The present research work aims to compose five musical pieces based both on the information contained in the human genetic code and on the physical characteristics of DNA. The sequence of four human genes was translated into musical notes following a system created by the student. In this way the heights that served as the basis for the composition were established. The genes were selected according to their relationship with the development of musical abilities in humans. The rhythms used in the composition are born from the association between the shape of the DNA double helix and musical figures of different durations. The instruments were chosen based on the soundtrack of the documentary *Human Nature* (2019).

**Keywords:** Composition, translation, DNA, genetic code, double helix.

## Índice general

Declaración de autoría y cesión de derechos de publicación de la tesis.....	ii
Miembros del tribunal de defensa.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice general.....	viii
Índice de figuras.....	x
Índice de tablas.....	xi
Introducción.....	12
Capítulo I: Antecedentes.....	15
1.1. Soggetto cavato.....	15
1.2. <i>Música para cuerda, percusión y celesta</i> (1937).....	16
1.3. Los Ohno.....	16
Capítulo II: Principios de la composición.....	18
2.1. Selección de genes.....	18
2.2. Selección de instrumentos musicales.....	18
2.2.1. <i>Human Nature</i> (2019).....	19
2.2.2. La música del documental.....	19
2.2.3. Estilo de las obras.....	13
Capítulo III: Determinación de alturas.....	21
3.1. ¿Qué es el material genético?.....	21
3.2. Traducción de aminoácidos a notas musicales.....	22



Capítulo IV: Generación de ritmos.....	25
4.1. La doble hélice.....	25
4.2. Ritmos dentro de las obras musicales.....	26
Capítulo V: Composición.....	29
5.1. Obra 1: <i>ADCY8</i> .....	29
5.2. Obra 2: <i>UNC5C</i> .....	30
5.3. Obra 3: <i>AVPRIA Pt. 1</i> .....	32
5.4. Obra 4: <i>AVPRIA Pt. 2</i> .....	33
5.5. Obra 5: <i>UGT8</i> .....	34
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....	36
6.1. Conclusiones.....	36
6.2. Recomendaciones.....	37
Bibliografía.....	38
Anexos.....	40

## Índice de figuras

Figura 1.1. Uso de la técnica <i>soggetto cavato</i> en <i>Missa Hercules Dux Ferrariae</i> .....	15
Figura 3.2. Veinte primeros armónicos de la nota <i>do</i> <sub>2</sub> .....	23
Figura 4.1. Doble hélice.....	25
Figura 4.2. Doble hélice bidimensional.....	26
Figura 4.3. Idea para ritmos n.º 1.....	27
Figura 4.4. Idea para ritmos n.º 2.....	27
Figura 5.1. Primeras notas de la obra <i>ADCY8</i> junto con sus aminoácidos.....	30
Figura 5.2. Compases 36 y 37 de la obra <i>UNC5C</i> .....	31
Figura 5.3. Compás 3 de la obra <i>AVPRIA Pt. 1</i> .....	32
Figura 5.4. Ejemplo simplificado de los compases 48 y 49 de la obra <i>AVPRIA Pt. 1</i> .....	33
Figura 5.5. Composición de las figuras rítmicas del compás 19 en la obra <i>AVPRIA Pt. 2</i> ....	33
Figura 5.6. Progresión de acordes usada en la composición de la obra <i>UGT8</i> .....	34

## Índice de tablas

Tabla 1.1. Asociación de bases nitrogenadas con notas musicales según los Ohno.....	17
Tabla 3.1. Relación entre aminoácidos y sus respectivos codones.....	23
Tabla 3.2. Asociación entre aminoácidos y las notas de la serie de armónicos naturales....	24
Tabla 5.1. Primeros cincuenta aminoácidos del gen ADCY8 junto a su traducción.....	29
Tabla 5.2. Primeros cincuenta aminoácidos del gen UNC5C junto a su traducción.....	30
Tabla 5.3. Primeros cincuenta aminoácidos del gen AVPR1A junto a su traducción.....	32
Tabla 5.4. Primeros cincuenta aminoácidos del gen UGT8 junto a su traducción.....	34

## Introducción

Unir el mundo de la creación musical con el de la ciencia es el principal eje de este proyecto, sin embargo este no es un concepto novedoso. En la época de la antigua Grecia, alrededor de 500 a.C., el filósofo y matemático Pitágoras ya había establecido una conexión entre sonidos musicales y proporciones matemáticas. De hecho, es a Pitágoras a quien se atribuye el descubrimiento de las relaciones aritméticas en el sonido, es decir, la teoría de los intervalos musicales, misma que luego se usaría para originar las escalas que usamos habitualmente hoy en día.

Para Pitágoras la teoría musical no terminaba ahí. Creía que el cosmos estaba ordenado según estas proporciones numérico-musicales, y que el movimiento de los cuerpos celestes, de acuerdo al entendimiento de aquella época (teoría geocéntrica), estaba gobernado por proporciones musicales. Es decir, las distancias entre la Tierra y cuerpos celestes como la luna y el sol, corresponderían a intervalos musicales. Esta teoría conocida como “música de las esferas” o “armonía de las esferas”, deja al descubierto la intención humana de vincular la música con la matemática, la geometría, y la astronomía desde hace más de 2500 años.

Como aficionado a la divulgación científica, desde hace unos años, a partir de mi acercamiento al trabajo de Mat Russo en *SYSTEM Sounds*, me ha invadido la curiosidad de saber cómo sonarían diversos sistemas físicos sacados del mundo natural si se tradujeran sus elementos y características a obras musicales. *SYSTEM Sounds* es un proyecto “de divulgación de ciencia-arte que traduce el ritmo y la armonía del cosmos en música y sonido”.<sup>1</sup> Fue lanzado en 2017 y desde entonces crea videos, en los que muestra cómo sonarían sistemas planetarios, galaxias y constelaciones si se tradujeran a un lenguaje

---

<sup>1</sup> <https://www.system-sounds.com/about-2/>

musical. Por ejemplo, en el video sobre el sistema TRAPPIST-1, se traducen las frecuencias orbitales de cada uno de los planetas a frecuencias sonoras, y se las escala a un rango audible para el oído humano. De esta forma cada planeta equivale a una nota musical que se reproduce continuamente, creando así un acorde derivado de la conjunción de todos los sonidos de los planetas del sistema. Además, los momentos de alineación de los planetas se traducen a ritmo mediante diferentes sonidos de percusión que se reproducen cada vez que la posición de dos o más planetas forma una línea recta con su estrella. De esta manera Matt Russo, músico y científico graduado de la Universidad de Toronto con un título en Guitarra de Jazz y otro en Astrofísica logra combinar la cosmología y la música en una experiencia sonora y visual.

El descubrimiento de este tipo de sonoridades despertó en mí el deseo de componer. En aquel entonces acababa de adentrarme en el mundo de *El gen egoísta*<sup>2</sup>, notable obra divulgativa del biólogo británico Richard Dawkins publicada en 1976 en la que se explica la evolución de las especies desde el punto de vista de la genética.

Un principio común a todos los seres vivos es la presencia de ADN. Ésta es la molécula que almacena toda la información que determina las características de los organismos vivos. El material genético corresponde a toda la información que se encuentra en el ADN. Siguiendo la idea de hacer música basada en la traducción de datos de otros campos de conocimiento como la astronomía en el caso de Mat Russo, decidí usar la información contenida en el ADN en la creación de obras musicales para este proyecto de tesis.

---

<sup>2</sup> Richard Dawkins, *El gen egoísta* (Barcelona: Salvat Editores S. A., 2002).

Aquí se toman los principios y elementos que gobiernan al material genético y se los convierte a parámetros musicales que sirven para la creación de cinco obras. Las alturas de las notas nacen de la traducción del código genético de ciertos genes que participan en la actividad y desarrollo musical en el ser humano, siguiendo un sistema de traducción ideado para este fin. Las figuras rítmicas se componen en base a una interpretación lineal de la forma física del ADN, denominada *dobles hélice*.<sup>3</sup>

La instrumentación está basada en la banda sonora del documental *Human Nature* (2019), un documental sobre la tecnología genética CRISPR/Cas9.<sup>4</sup> Se seleccionaron tres instrumentos que aparecen en dicha BSO para crear cuatro obras en formato dúo, además de una obra para guitarra solista.

---

<sup>3</sup> James D. Watson, *The Annotated and Illustrated Double Helix*, ed. por Alexander Gann y Jan Witkowski (New York: Simon & Schuster, 2012).

<sup>4</sup> CRISPR/Cas9 es una herramienta molecular usada para editar genes.

## Capítulo I: Antecedentes

### 1.1. *Soggetto cavato*

La técnica de composición principal usada en este proyecto se denomina *soggetto cavato*. Es una técnica desarrollada en la época del renacimiento por el compositor Francés Josquin des Prez a finales del siglo XV. Se aplicó por primera vez en un ordinario de misa, titulado *Missa Hercules Dux Ferrariae*, dedicado al en aquel entonces Duque de Ferrara. El compositor asoció las vocales de cada una de las sílabas del nombre del Duque con las vocales de las notas musicales: Hér – re; cu – ut (do); les – re; dux – ut (do); Fer – re; ra – fa; ri – mi; ae – re.

The image shows a musical score for the Kyrie section of the Missa Hercules Dux Ferrariae. It features four vocal parts: Superius, Altus, Tenor, and Bassus. The lyrics are: "Ky - ri - e e - le - i - son, Ky - ri - e, Ky - ri - e, Ky - ri - e, Ky - ri - e". The notes are color-coded to match the vowels: 're' (red), 'ut' (blue), 'fa' (green), and 'mi' (orange). The Superius part starts with a red 're' note, followed by blue 'ut' notes, and then green 'fa' and orange 'mi' notes. The other parts follow a similar pattern, with the Bassus part starting with a green 'fa' note and an orange 'mi' note. The score is in 3/4 time and features a variety of note values, including minims, crotchets, and quavers.

Figura 1.1. Uso de la técnica *soggetto cavato* en *Missa Hercules Dux Ferrariae*<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Josquin des Prez, *Missa Hercules Dux Ferrariae*, ed. por Anaguma, partitura obtenida de IMSLP. [https://imslp.org/wiki/Missa\\_Hercules\\_Dux\\_Ferrariae\\_\(Josquin\\_Desprez\)](https://imslp.org/wiki/Missa_Hercules_Dux_Ferrariae_(Josquin_Desprez))

En esta misa, el *cantus firmus*, que es la melodía previa que sirve de base para la composición polifónica, está derivado de una traducción de las sílabas del nombre del duque. Esto se evidencia en la voz soprano que interpreta dicha melodía (letras en rojo). Esta misa es la primera obra de la que se tiene registro en el uso de esta técnica, mas no fue la única. A partir de entonces, Josquin des Prez aplicó esta técnica en varias obras posteriores.

### **1.2. *Música para cuerda, percusión y celesta (1937)***

En la época contemporánea son muchos los compositores que de una u otra forma han usado la ciencia como base para la creación musical. Un ejemplo es *Música para cuerda, percusión y celesta (1937)*, una de las obras más conocidas Béla Bartók. En el primer movimiento de esta obra, el compositor húngaro utiliza relaciones matemáticas, en este caso la proporción áurea, como base para la estructuración del mismo. En esta fuga de 88 compases, el clímax del movimiento se encuentra en el compás 55. Si calculamos la proporción entre cada una de las secciones de antes y después del clímax, encontramos que este se ubica exactamente en el lugar de la proporción áurea. Podemos comprobar esto dividiendo los 88 compases totales del movimiento para los 55 previos al clímax, lo cual nos da el número 1.6, conocido como el número áureo. Así Bartók utiliza deliberadamente las matemáticas para la creación de una pieza musical.

### **1.3. Los Ohno**

Las primeras personas que compusieron música en base a la traducción del material genético fueron el genetista japonés-americano Susumo Ohno y su esposa, la cantante lírica



Midori Aoyama. En un artículo<sup>6</sup> publicado en el año 1986 describen un método para traducir cada una de las cuatro bases nitrogenadas del ADN: adenina (A), timina (T), citosina (C) y guanina (G) a una de de las 7 notas musicales: do, re, mi, fa, sol, la y si. Proponen asignar dos notas consecutivas de la escala musical a una de las cuatro bases nitrogenadas, de acuerdo al peso de éstas. Las bases más pesadas corresponden a las notas bajas, y las más livanas correponden a las notas agudas. De esta manera, los Ohno establecieron la siguiente relación:

Base	Nota
Citosina	C, D
Adenina	E, F
Guanina	G
Timina	A, B

**Tabla 1.1. Asociación de bases nitrogenadas con notas musicales según los Ohno**

Luego de asignar notas musicales a cada una de las bases nitrogenadas, los Ohno empezaron el proceso creativo: la composición musical. Para esto aplicaron técnicas inspiradas en la música clásica, dando como resultado piezas instrumentales con una estética muy parecida a las obras convencionales.

A partir de entonces, muchos compositores y científicos han explorado este campo de creación musical. Algunos de los personajes más notables que he encontrado en esta investigación son Joel Sternheimer, Linda Long, Mary Ann Clark, John Dunn, Warren Burt, Ross King, Colin Angus, Brent Hugh, Susan Alexjander y Peter Gena.

---

<sup>6</sup> Susumo Ohno, Midori Ohno, «The all pervasive principle of repetitious recurrence governs not only coding sequence construction but also human endeavor in musical composition». *Immunogenetics* 24, n.º 2 (1986): 71-78. doi: 10.1007/BF00373112. PMID: 3744439.

## Capítulo II: Principios de la composición

### 2.1. Selección de genes

Ya que el objetivo es realizar cuatro obras musicales, decidí ocupar las secuencias genéticas de cuatro genes diferentes, los cuales están relacionados con la habilidad musical en el ser humano. Los genes fueron seleccionados a partir de un artículo publicado en 2014 en la revista académica *Frontiers in Psychology* titulado “The genetic basis of music ability”.<sup>7</sup> Estos cuatro genes son: ADCY8, UNC5C, AVPR1A y UGT8.

Según el documento, el gen ADCY8 está relacionado en el proceso de aprendizaje y memoria musical; el gen UNC5C participa en la percepción de la altura y el ritmo; el gen AVPR1A está vinculado con la memoria y la escucha musical; y por último el gen UGT8 se relaciona con la creatividad musical.

### 2.2. Selección de instrumentos musicales

Para la selección de los instrumentos musicales que se utilizan en la interpretación de las obras, he decidido basarme en el campo de la música cinematográfica. Se usan los instrumentos principales de la BSO del documental *Human Nature* (2019), por ser un documental reciente y que trata temas relacionados al material genético. Este documental, además de dar una pequeña introducción de cómo funciona el ADN y la información genética, nos introduce también al concepto de la novedosa biotecnología CRISPR/Cas9.

---

<sup>7</sup> Yi Ting Tan, Gary E. McPherson, Isabelle Peretz, Samuel F. Berkovic y Sarah J. Wilson. «The genetic basis of music ability». *Frontiers in Psychology* (2014). Artículo disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00658/full>

### **2.2.1. *Human Nature* (2019)**

El documental *Human Nature*, estrenado en el año 2019 y dirigido por Adam Bolt, introduce al espectador la tecnología CRISPR/Cas9. Ésta permite al ser humano editar genes, dándonos la capacidad de cambiar la estructura fundamental de la vida. Esta biotecnología fue principalmente ideada para quitar las partes no deseadas del código genético con el objetivo de tratar enfermedades. Sin embargo la ingeniería genética también puede llevarnos a editar partes fundamentales del ser humano como por ejemplo el color de piel, la cantidad de horas que una persona necesita dormir, la sensibilidad al dolor, etc. El documental pone en duda la delgada línea entre utilizar esta tecnología para curar enfermedades genéticas o usarla para el negocio de editar bebés, o modificar el genoma de una persona para obtener habilidades específicas.

### **2.2.2. La música del documental**

La música de este documental fue hecha por el compositor y cantante estadounidense Keegan DeWitt, quien trabajó en proyectos como *Quiet City* (2007), *Life According to Sam* (2013) y *Gemini* (2017), por mencionar algunos.

Esta banda sonora está hecha con un estilo sonoro moderno. Utilizando progresiones armónicas y melodías simples. De los instrumentos que podemos identificar a simple escucha se puede apreciar sintetizadores, violines, piano, marimba, arpa y voces.

### **2.2.3. Estilo de las obras**

De todos los instrumentos que aparecen en la banda sonora, he decidido tomar los tres que me han resultado más interesantes y componer piezas musicales acompañándolos de guitarra eléctrica. Los instrumentos musicales escogidos son sintetizador, piano y marimba.

La primera pieza con sintetizador y guitarra eléctrica es una pieza de estilo ambiental. La segunda pieza está acompañada de piano y tiene un carácter atonal. La tercera y cuarta pieza son obras basadas en ostinatos rítmicos de marimba. Mientras que, la quinta es una obra compuesta para guitarra solista.

## Capítulo III: Determinación de alturas

### 3.1. ¿Qué es el material genético?

El ADN es la molécula que almacena la información que determina las características físicas, fisiológicas y biológicas de todos los organismos vivos. El material genético corresponde a toda la información que se encuentra en el ADN. En los seres humanos (organismos eucariotas), éste se encuentra en el núcleo de cada una de nuestras células.

La molécula de ADN consiste en dos largas cadenas de escalones llamados nucleótidos que se emparejan y se enrollan entre sí para formar una estructura de doble hélice. Cada nucleótido posee una de las cuatro bases nitrogenadas: adenina (A), timina (T), guaina (G) y citocina (C), y se emparejan de un modo muy concreto: A con T y C con G. Así, al conocer las bases de una de las hileras se puede deducir fácilmente las de la otra. Los pares de bases se unen formando una cadena representada habitualmente mediante la secuencia de letras de una de las hileras, por ejemplo, CAATTGCCTATCCTCGA. Se calcula que en el ser humano se encuentran alrededor de  $3 \times 10^9$  pares de bases en cada célula. La secuencia completa de estas letras constituye la totalidad de nuestro código genético.

Un gen corresponde a un segmento de ADN, mismo que representa la unidad mínima de información hereditaria transmitida de una generación a la siguiente. Los seres humanos poseemos entre 20 000 y 25 000 genes en nuestro ADN. En éstos se encuentran las instrucciones para sintetizar aminoácidos, los cuales forman las proteínas, pilares fundamentales de las células. La colección completa de genes de un organismo se denomina genoma.

Para formar proteínas, el ADN pasa por un proceso de transcripción en el cual un segmento de éste se transforma en ARN y dentro de su estructura, la timina (T) se sustituye por uracilo (U). El ARN sale del núcleo y se encuentra con un orgánulo llamado ribosoma,

el cual se encarga de recoger y unir aminoácidos para formar las proteínas. Este orgánulo lee el ARN de forma lineal, tres letras a la vez, para determinar qué aminoácido colocar en la cadena. Cada uno de estos grupos de tres letras se conoce como codón, y dependiendo de la combinación de letras que lo compone, sirve para codificar uno de los veinte aminoácidos existentes.

### **3.2. Traducción de aminoácidos a notas musicales**

El primer paso para usar la información contenida en nuestro material genético en la composición de piezas musicales, es crear un sistema de traducción de la secuencia de nucleótidos a notas. Al momento de asociar las bases nitrogenadas con alturas, nos encontramos por un lado con cuatro elementos: las letras A, T, C y G; y del otro lado se ubican las notas musicales de nuestra preferencia. Ya que en la música occidental contamos con 12 notas musicales para establecer las equivalencias, estas cuatro letras resultan insuficientes si intentamos emparejarlas con las alturas. Por esa razón decidí utilizar un alfabeto más amplio: el de los aminoácidos.

Los aminoácidos se codifican en el código genético en grupos consecutivos de tres letras a la vez, por ejemplo UCA, GAG, AAC o GCA. Estos conjuntos de tres letras se conocen como codones y están enmarcados en grandes filas, las cuales codifican para la formación de proteínas. Estas secuencias de codones siempre inician con el codón AUG, el cual sirve como una guía para que el ribosoma identifique dónde comienza la lectura del código, y finalizan en uno de los tres codones de terminación: UAA, UAG y UGA.

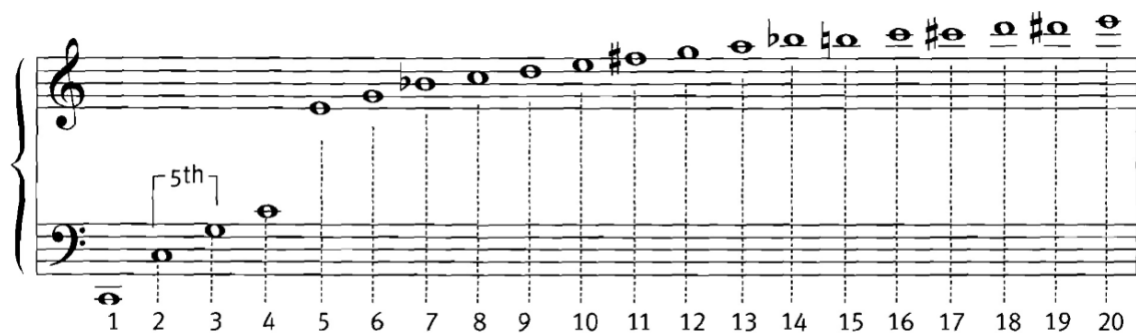
En total encontramos sesenta y cuatro combinaciones posibles de nucleótidos para formar codones, los cuales codifican a uno de los veinte aminoácidos disponibles:

Aminoácido	Codones	Aminoácido	Codones
Arginina (Arg, R)	CGU, CGC, CGA, CGG, AGA, AGG	Ácido aspártico (Asp, D)	GAU, CGAC
Leucina (Leu, L)	UUA, UUG, CUU, CUC, CUA, CUG	Cisteína (Cys, C)	UGU, UGC
Serina (Ser, S)	UCU, UCC, UCA, UCG, AGU, AGC	Glutamina (Gln, Q)	CAA, CAG
Alanina (Ala, A)	GCU, GCC, GCA, GCG	Ácido glutámico (Glu, E)	GAA, GAG
Glicina (Gly, G)	GGU, GGC, GGA, GGG	Histidina (His, H)	CAU, CAC
Prolina (Pro, P)	CCU, CCC, CCA, CCG	Lisina (Lys, K)	AAA, AAG
Treonina (Thr, T)	ACU, ACC, ACA, ACG	Fenilalanina (Phe, F)	UUU, UUC
Valina (Val, V)	GUU, GUC, GUA, GUG	Tirosina (Tyr, Y)	UAU, UAC
Isoleucina (Ile, I)	AUU, AUC, AUA	Metionina (Met, M)	AUG
Asparagina (Asn, N)	AAU, AAC.	Triptófano (Trp, W)	UGG

**Tabla 3.1. Relación entre aminoácidos y sus respectivos codones**

Ahora que poseemos un alfabeto de 20 aminoácidos, solo falta decidir qué criterios usar para la traducción. El método de traducción aquí empleado se basa en la asociación de aminoácidos con las notas de una serie armónica. La secuencia de armónicos es una sucesión de notas que se desprende de una nota base (fundamental) y cuyas frecuencias son múltiplos de ésta. Esta nota fundamental es diferente para cada una de las obras.

Por ejemplo, la secuencia de los veinte primeros armónicos de la nota  $do_2$  sería:



**Figura 3.2. Veinte primeros armónicos de la nota  $do_2$**

De esta forma se puede traducir cada uno de los aminoácidos a una de las veinte primeras notas de una serie armónica. Así se obtiene la secuencia de notas que se usa en la composición de las obras. En mi método de traducción, los aminoácidos están ordenados de

de acuerdo a su peso atómico, por lo que los más pesados se relacionan con notas más bajas, y los más livianos con las notas más altas.

<b>Aminoácido</b>	<b>Orden de acuerdo a su peso</b>	<b>Notas de la secuencia de armónicos</b>
Glicina	1	R
Alanina	2	R
Serina	3	5
Cisteina	4	R
Treonina	5	3
Valina	6	5
Leucina	7	b7
Isoleucina	8	R
Aspargina	9	9
Ác. Aspargático	10	3
Metionina	11	#11
Lisina	12	5
Glutamina	13	13
Ác. Glutámico	14	b7
Prolina	15	7
Arginina	16	R
Histidina	17	b9
Fenilalanina	18	9
Tirosina	19	b3
Triptófano	20	3

**Tabla 3.2. Asociación entre aminoácidos y las notas de la serie de armónicos naturales**



## Capítulo IV: Generación de ritmos

### 4.1. La doble hélice

Para la generación de ritmos dentro de las obras musicales que se componen, se usó una idea sacada de la música contemporánea: originar ideas musicales basándose en las características físicas de un objeto. En este caso, se utiliza la forma geométrica de las dos hileras que forman la cadena de ADN para generar ideas rítmicas y, como veremos más adelante, para componer líneas melódicas.

La figura geométrica formada por las dos hileras de nucleótidos entrolladas entre sí se denomina *doble hélice*. Fue descubierta en 1953 por el biólogo estadounidense James D. Watson y el físico inglés Francis Crick luego de varios años de investigación, experimentación y creación de modelos tridimensionales para intentar descifrar la forma física del ADN.

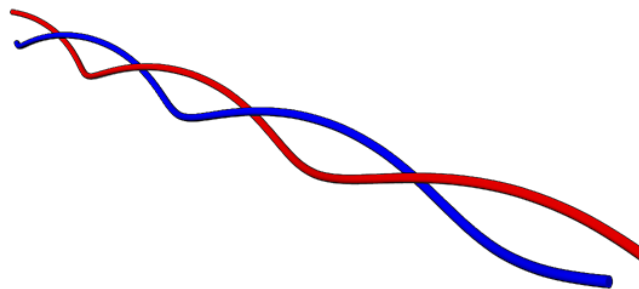


Figura 4.1. Doble hélice

En relación a su descubrimiento, Watson afirma:

Fue un momento excepcional. Estábamos seguros de que era eso. Algo tal sencillo y elegante tenía que ser cierto. Lo que nos produjo más entusiasmo fue la complementariedad de las secuencias de bases a lo largo de las dos cadenas. Si sabías la secuencia a lo largo de una cadena, automáticamente sabías la secuencia a lo largo de la otra. Inmediatamente era evidente que este debía de ser

el modo en que los mensajes genéticos de los genes se copian con tanta exactitud cuando los cromosomas se duplican antes de la división celular.<sup>8</sup>

#### **4.2. Ritmos dentro de las obras musicales**

Al proyectar la forma de la doble hélice en un plano bidimensional se obtiene una figura formada por un par de líneas sinusoidales alineadas a manera de espejo que se cruzan entre sí. Esta versión bidimensional de la doble hélice es la que se utiliza en este trabajo de composición para originar las células rítmicas que se usan en las obras musicales.



**Figura 4.2. Doble hélice bidimensional**

La primera forma ideada por el estudiante para crear un ritmo siguiendo los patrones geométricos de esta figura es leerla linealmente de izquierda a derecha, y establecer a lo largo una serie de puntos que equivalen a figuras musicales cuya duración guarde relación con la distancia entre las dos líneas. De esta manera, en los puntos en que las líneas se encuentran más cerca, la duración de la figura musical será menor, y en los puntos en que las líneas se encuentran más separadas, la duración será mayor.

Un ejemplo fácil para entender este concepto es tomar un ciclo ubicado entre dos cruces de líneas contiguos, y dividirlo en tres puntos, y asignar al primer punto una negra, al segundo punto asignar una figura mayor como una blanca (la distancia entre las dos líneas

---

<sup>8</sup> James Dewey Watson, ADN: El secreto de la vida (Barcelona: Taurus, 2018), 73.

en este punto es mayor), y al último punto colocarle nuevamente la primera figura ya que posee la misma distancia entre líneas que hay en el punto inicial.

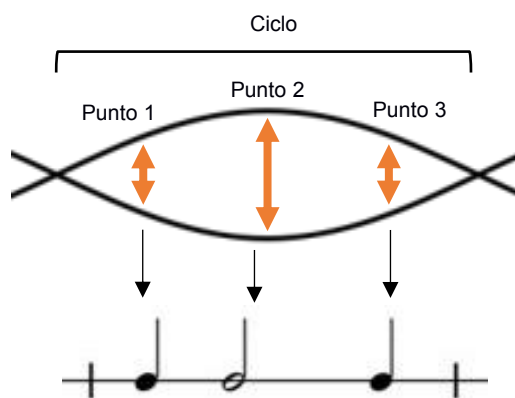


Figura 4.3. Idea para ritmos n.º 1

Para complejizar un poco esta idea, se puede colocar cinco puntos dentro del ciclo en que las dos líneas se alejan y se acercan. En el primer punto se colocaría una figura corta, como una corchea, en el segundo punto una figura de duración media, como una negra, en el tercer punto una figura de duración larga como una blanca, en el cuarto se colocaría la misma figura que en el punto dos y en el quinto punto se colocaría la misma figura musical que en el punto uno ya que las distancias entre las líneas de estos dos puntos son las mismas que las primeras.

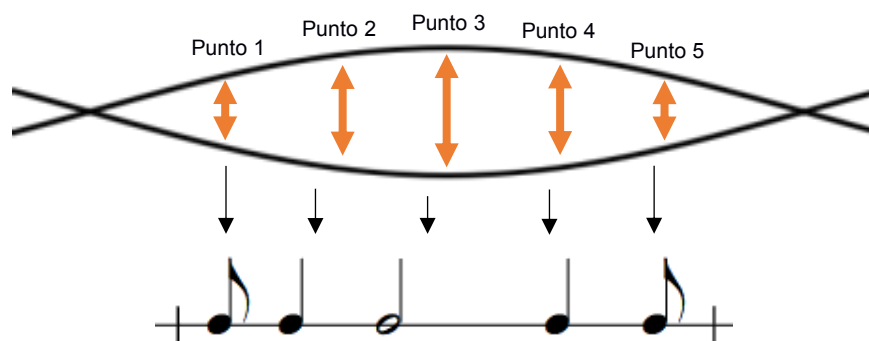


Figura 4.4. Idea para ritmos n.º 2

La idea fundamental de este procedimiento es seguir la consigna de que cuando las dos líneas se encuentren juntas, el punto equivale a un valor menor, y mientras más se alejen, los puntos equivalen a valores mayores.

## Capítulo V: Composición

### 5.1. Obra 1: *ADCY8*

El gen ADCY8, en el cual se basa esta obra, cuenta con una serie de 1155 aminoácidos codificados en su estructura. Los primeros cincuenta, junto con su respectiva traducción, son:

Aminoácidos	M	E	L	S	D	V	R	C	L	T	G	S	E	E	L	Y	T	I	H	P	T	P	P
Notas	#11	b7	b7	5	3	5	R	R	b7	3	R	5	b7	b7	b7	b3	3	R	b9	7	3	7	7

A	G	D	G	R	S	A	S	R	P	Q	R	L	L	W	Q	T	A	V	R	H	I	T	E	Q	R	F
R	R	3	R	R	5	R	5	R	7	13	R	b7	b7	3	13	3	R	5	R	b9	R	3	b7	13	R	9

Tabla 5.1. Primeros cincuenta aminoácidos del gen ADCY8 junto a su traducción

La pieza musical derivada de esta secuencia es de estilo ambiental, inspirada en ciertos segmentos de la música del documental *Human Nature* (2019). Está compuesta para dos instrumentos: guitarra eléctrica y sintetizador. La guitarra que se utiliza es una *Fender* modelo *Stratocaster* mexicana conectada a un pedal de volumen y un pedal de *delay*. Este último está configurado para que se escuchen tres repeticiones distanciadas entre sí a un intervalo temporal de una corchea con punto respecto al tempo general de la obra. Por último, el sintetizador que se utiliza es digital. Utilizamos el *Retro Synth* incluido en el software *Logic Pro X*.

En la primera parte de esta pieza se exploran algunos sonidos que puede generar la guitarra eléctrica. Cuenta con una introducción con armónicos, en la que sus notas son extraídas directamente de la traducción del gen utilizando la nota *mi* como fundamental. A partir del compás seis se activa el pedal de *delay* en la guitarra y ésta interpreta notas largas utilizando el pedal de volumen para quitarles el ataque. Esto se logra bajando el volumen antes de tocar la nota y luego subiéndolo inmediatamente después de que la nota es ejecutada para que solo se escuche la cola del sonido.

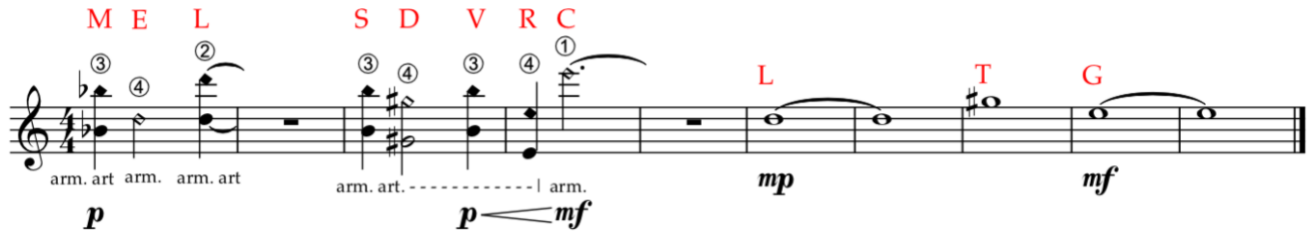


Figura 5.1. Primeras notas de la obra *ADCY8* junto con sus aminoácidos

Por su parte, el sintetizador interpreta la secuencia de notas traducida con figuras de redonda durante toda la obra, excepto en las partes de cambio de sección. En la mano derecha mantiene un bajo en la nota *mi* durante la mayor parte de la obra.

La segunda sección de la obra está basada en el uso del *delay* para generar patrones rítmicos estables aprovechando su configuración de corchea con puntillo. En cuanto a las alturas se crean arpeggios basados en una estructura armónica generada a partir de la secuencia armónica de la nota *mi*.

## 5.2. Obra 2: *UNC5C*

El gen cuenta con 931 aminoácidos codificados en su estructura. Los cincuenta primeros son:

Aminoácidos	M	R	K	G	L	R	A	T	A	A	R	C	G	L	G	L	G	Y	L	L	Q	M	L			
Notas	#11	R	5	R	b7	R	R	3	R	R	R	R	R	b7	R	b7	R	b3	b7	b7	13	#11	b7			
V	L	P	A	L	A	L	L	S	A	S	G	T	G	S	A	A	Q	D	D	D	F	F	H	E	L	P
5	b7	7	R	b7	R	b7	b7	5	R	5	R	3	R	5	R	R	13	3	3	3	9	9	b9	b7	b7	7

Tabla 5.2. Primeros cincuenta aminoácidos del gen *UNC5C* junto a su traducción

Ésta es una pieza atonal escrita para guitarra y piano. Consta de dos partes contrastantes que forman una estructura ABA. La sección A contiene ritmos irregulares y se

repite dos veces, la primera vez en guitarra y la segunda vez en piano. Las melodías de la parte B están hechas con ritmos más regulares, principalmente con figuras de corchea.

Para dar un carácter atonal marcado a la primera parte de la obra, decidí utilizar cuatro notas base para la secuencia de armónicos, cada una separada por una tercera menor. Estas notas son *do*, *mib*, *fa#* y *la*. Para elegir qué notas utilizar en de la composición, se superponen estas cuatro hileras de notas musicales y se selecciona cualquiera de las cuatro notas disponibles para cada uno de los aminoácidos de la secuencia, procurando que la melodía que se faya formando no guarde una relación tonal con el resto de notas.

La selección de alturas de las notas en la parte B de la pieza, se realizó con la intención de crear arpeggios que simulen a la figura ondulada de las hélices del ADN. Un ejemplo de esto se puede observar en el compás treinta y seis, donde la guitarra está haciendo una melodía de forma ondulada que sube y baja, mientras que la melodía del piano, alrededor del mismo registro, realiza un movimiento contrario: primero baja y luego sube. Al combinar estos dos pasajes en un solo pentagrama, la figura trazada por las melodías es similar a la proyección bidimensional de la doble hélice.

The image shows a musical score for two instruments: Guitar (Gtr.) and Piano (Pno.). The score is divided into two measures, 36 and 37. In measure 36, the Guitar part starts with a piano (pp) dynamic and the Piano part starts with a piano (pp) dynamic. In measure 37, the Guitar part has a piano (p) dynamic and the Piano part has a mezzo-piano (mp) dynamic. The Piano part in measure 37 features a melodic line with a slur over two notes.

Figura 5.2. Compases 36 y 37 de la obra *UNC5C*

### 5.3. Obra 3: *AVPR1A Pt. 1*

Este gen codifica una serie de 418 aminoácidos en su secuencia, de los cuales los primeros cincuenta son:

Aminoácidos	M	R	L	S	A	G	P	D	A	G	P	S	G	N	S	S	P	W	W	P	L	A	T
Notas	#11	R	b7	5	R	R	7	3	R	R	7	5	R	9	5	5	7	3	3	7	b7	R	3

G	A	G	N	T	S	R	E	A	E	A	L	G	E	G	N	G	P	P	R	D	V	R	N	E	E	L
R	R	R	9	3	5	R	b7	R	b7	R	b7	R	b7	R	9	R	7	7	R	3	5	R	9	b7	b7	b7

Tabla 5.3. Primeros cincuenta aminoácidos del gen AVPR1A junto a su traducción

Esta es una obra compuesta para guitarra y marimba. Tiene una estructura ABA, formada por una primera parte que se construye sobre un ostinato rítmico, y una segunda parte influenciada por obras de Steve Reich. En la primera parte se aplica nuevamente las ideas rítmicas expuestas en el apartado 4.2., esta vez con un conjunto de cinco notas agrupadas dentro de un compás de 7/4.

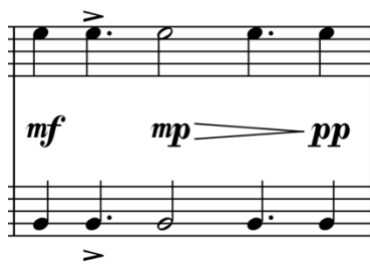


Figura 5.3. Compás 3 de la obra *AVPR1A Pt. 1*

En la segunda parte se desarrolla un motivo minimalista tomando influencias de Steve Reich: se repite constantemente dicho motivo, pero la marimba realiza un desfase en la melodía desplazándola una corchea adelante cada dos compases. En la figura 5.4, que corresponde a los compases setenta y dos y setenta y tres de la pieza, se puede ver como en el segundo sistema, que corresponde a la marimba, ocurre un cambio de fase respecto al ritmo



que hace la guitarra en el primer sistema. En el segundo compás, el patrón rítmico que realiza la marimba se desplaza una corchea hacia la derecha.



Figura 5.4. Ejemplo simplificado de los compases 48 y 49 de la obra *AVPRIA Pt. 1*

#### 5.4. Obra 4: *AVPRIA Pt. 2*

Esta también es una obra compuesta para guitarra y marimba. Está escrita en un compás de 23/8 cuyo principal patrón rítmico está basado en las líneas de la doble hélice del ADN igual que el capítulo 4.2, solo que en este caso, el patrón rítmico está modificado para que en cada punto de la figura haya un número de notas cortas consecutivas relacionadas con la distancia entre las dos líneas de la doble hélice.

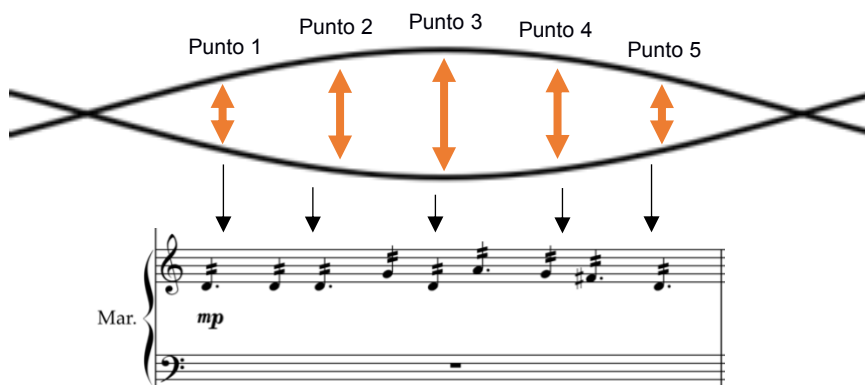


Figura 5.5. Composición de las figuras rítmicas del compás 19 en la obra *AVPRIA Pt. 2*

Posee una estructura ABA con una primera parte enfocada en una melodía principal que se repite dos veces y una segunda parte que posee como motivo principal arpeggios hechos

por la guitarra. La obra posee armonía modal y cuenta con una modulación en cada una de sus dos secciones. La elección de las alturas para la melodía se realizó mediante la selección y extracción de ciertos pasajes de la serie de notas musicales traducida del gen.

### 5.5. Obra 5: *UGT8*

Los primeros cincuenta aminoácidos de los 541 codificados en este gen son:

Aminoácidos	M	K	S	Y	T	P	Y	F	I	L	L	W	S	A	V	G	I	A	K	A	A	K	I
Notas	#11	5	5	b3	3	7	b3	9	R	b7	b7	3	5	R	5	R	R	R	5	R	R	5	R

I	I	V	P	P	I	M	F	E	S	H	M	Y	I	F	K	T	L	A	S	A	L	H	E	R	G	H
R	R	5	7	7	R	#11	9	b7	5	b9	#11	b3	R	9	5	3	b7	R	5	R	b7	b9	b7	R	R	b9

Tabla 5.4. Primeros cincuenta aminoácidos del gen UGT8 junto a su traducción

Esta es una obra escrita para guitarra solista, basada en las obras minimalistas del compositor estadounidense Philip Glass. Para la composición de la armonía, primero se tomó la serie de notas traducida desde la secuencia de aminoácidos del gen seleccionado y se la armonizó siguiendo un estilo basado en los estándares clásicos de jazz. Luego utilizó la progresión de acordes para componer la obra final.

The musical score consists of three staves. The first staff, labeled 'Guitar', shows a melodic line starting with a whole note F#4, followed by a series of chords and eighth notes. The second staff, labeled 'Gtr.', shows a harmonic accompaniment with chords and eighth notes, including first and second endings. The third staff, also labeled 'Gtr.', continues the harmonic accompaniment with chords and eighth notes, including a second ending. A red arrow points downwards from the bottom of the third staff.

The image shows a musical score for guitar with three staves. The first two staves are labeled 'Guitar' and 'Gtr.' and contain chord progressions with dynamics *mf*, *p*, *mf*, and *pp*. The third staff is labeled 'Gtr.' and contains a rhythmic pattern with dynamics *mp* and *mf*. The score includes various musical notations such as accents, slurs, and dynamic markings.

Figura 5.6. Progresión de acordes usada en la composición de la obra *UGT8*

Cuenta con cuatro segmentos. Primero, una introducción compuesta en base a un ostinato rítmico que evoca un efecto de *delay*. Le sigue una sección con arpeggios de dos notas a la cual se le añade luego una línea melódica. La siguiente parte cuenta con arpeggios de tres notas, y por último una sección con arpeggios basados en la polirritmia 4:3. Finalmente se repite la introducción y se cierra con un pequeño segmento de arpeggios de dos notas.

## **Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1. Conclusiones**

Existen varias maneras de utilizar los datos y características del código genético humano en la creación de obras musicales. No solamente se puede utilizar linealmente la secuencia de notas generadas a partir del código genético como melodía, sino también se pueden utilizar dichas notas para crear secuencias de acordes, como en el caso de la obra UNC5C, o incluso temas musicales que se repitan a lo largo de toda la obra como en el caso de la obra AVPR1A Pt.2. También es posible alterar el orden de las notas musicales, agruparlas, duplicarlas, omitir notas repetidas, todo esto siguiendo el criterio de cómo quiere el compositor llevar a cabo su creación musical.

Debido a que la música no es solo alturas, también es necesario pensar en el tratamiento rítmico que se dará a la obra y en cómo utilizar las ideas que se desprenden del material genético en la composición. Al crear obras con una temática específica (el código genético) se pueden sacar ideas basadas en sus características físicas, en este caso se utilizó la forma geométrica de la doble hélice en la creación de ritmos.

Lo principal es encontrar la manera en que utilizarán tales elementos para que sean congruentes con el tema planteado, en este caso el material genético, sin sacrificar el criterio del compositor en cuanto a la creación musical ni su identidad como artista.

## **6.2. Recomendaciones**

Utilizar los datos musicales resultantes como un principio desde el cual se desarrollen diversas ideas musicales, dando rienda suelta a la creatividad del compositor. De esta manera se pueden generar música que no se podría haber creado de ninguna otra forma.

Al componer obras para instrumentos con los que el compositor no está familiarizado, es necesario investigar su registro, características tímbricas, y posibilidades en cuanto a ejecución y combinación con otros instrumentos.

También, de ser posible, revisar la obra final junto con el instrumentista que interpretará la pieza. De esta manera es posible constatar si todos los pasajes que interpretará dicho instrumento se pueden ejecutar de forma correcta. Así, si existe un pasaje cuya ejecución resulte inverosímil, se puede adaptar la composición para una correcta interpretación. Por último, ya sea al trabajar presencialmente o de forma remota con instrumentistas, es recomendable hacer el seguimiento periódico de la interpretación para saber si la ejecución instrumental va de acuerdo a lo que quiere expresar el compositor.

## Bibliografía

- Boulez, Pierre. *Penser la musique aujourd'hui*. Paris: Éditions Gonthier, 1963.
- Dallin, Leon. *Techniques of Twentieth Century Composition*. Dubuque: Wm. C. Brown Company Publishers, 1974.
- Dawkins, Richard. *El gen egoísta*. Barcelona: Salvat, 2002.
- Majidi, Hanieh, Hamidreza Farshchi. «From the Beginning of Aesthetic Theories of Art to Iannis Xenakis Mathematical Theories». *International Journal of Applied Engineering Research* 13, n.º 17 (2018): 13227-13236.
- Mestres, Francesc. «La utilización del concepto de ADN en nuestra sociedad: tecnociencia, frases hechas y errores científicos». *Sociología y tecnociencia* 1, n.º 2 (2011): 33-43.
- Noriega, Santiago A. *Música proteica: desarrollo de una técnica musical de composición fundamentada en las conformaciones estructurales de proteínas*. Tesis de pregrado. Quito: Universidad de las Américas, 2018.
- Ohno Susumo y Midori Ohno «The all pervasive principle of repetitious recurrence governs not only coding sequence construction but also human endeavor in musical composition». *Immunogenetics* 24, n.º 2 (1986). doi: 10.1007/BF00373112. PMID: 3744439.
- Des Prez, Josquin. *Missa Hercules Dux Ferrariae*. Editado por Anaguma, partitura obtenida de IMSLP. [https://imslp.org/wiki/Missa\\_Hercules\\_Dux\\_Ferrariae\\_\(Josquin\\_Desprez\)](https://imslp.org/wiki/Missa_Hercules_Dux_Ferrariae_(Josquin_Desprez))
- Reich, Steve. *Écrits et entretiens sur la musique*. Paris: Christian Bourgois Éditeur, 1974.
- Schneider, John. *The contemporary guitar*. Estados Unidos: University of California Press, 1985.

Tan, Yi Ting, Gary E. McPherson, Isabelle Peretz, Samuel F. Berkovic y Sarah J. Wilson.

«The genetic basis of music ability». *Frontiers in Psychology* 5 (2014). Artículo disponible en <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00658/full>

Ulloa, Jorge Martínez. «La obra de arte musical: hacia una ontología de la música». *Revista Musical Chilena*, año LXIV, enero-junio, n.º 213 (2010): 116-135.

Watson, James D. *ADN: El secreto de la vida*. Barcelona: Taurus, 2018.

Watson, James D. *La Doble Hélice*. Madrid: Alianza Editorial, 2000.

Watson, James D. *The Annotated and Illustrated Double Helix*. Editado por Alexander Gann y Jan Witkowski. New York: Simon & Schuster, 2012.

# ADCY8

Adagio ♩ = 66

Marco Herrera

Electric Guitar

arm. art ③ ④ arm. ② arm. art. ③ ④ ③ ④ ① arm.

*p* *p* *mf*

Synthesizer

*p*

6

E. Gtr. *mp* *mf* *mp* *mf*

Activar:  
+ Pedal de delay  
+ Pedal de volumen

Ped. Vol.

Synth. *mp*

*mp*

15

E. Gtr. *p* *mf* *p* *mf*

Ped. Vol.

Synth. *p*

22

*grva*

E. Gtr. *mp* *mp* *mf* *mp* *p*

Con palanca de trémolo

Ped. Vol.

Synth. *mp* *mf* *mp* *p*

*mp*



E. Gtr. *p* P.M.----- *p* *mp* *mp*

Synth. *mp*

E. Gtr. P.M.----- *mp*

Synth. *mf*

E. Gtr. *mf* *mp* *mf* P.M.-----

Synth. *mf*

E. Gtr. *mp* P.M.----- *p* *p*

Synth. *mp* *mf*

52

E. Gtr.

*mp* *mf* *mf* *p*

Synth.

*f* *mf* *f*

57

E. Gtr.

*mf* *mp* P.M. *mf*

Synth.

*mf* *f* *mf* *f*

62

E. Gtr.

*mp* P.M. *mf* *mf*

Synth.

*mp* *mf* *mp* *mf*

67

E. Gtr.

*mp* P.M. *p* *p* *mp*

Synth.

*mp* *p* *mp* *p*

72

E. Gtr.

Synth.

*mp* *mf*

76

E. Gtr.

Synth.

*p* *pp* *mp* *p*

# UNC5C

\* Interpretar el siguiente cuadro libremente durante el tiempo indicado

Marco Herrera

10seg. Andantino oscuro (♩ = 95)

**Guitar**

*f p mf f mp pp p mf f*

*mf f mp p*

**Piano**

Golpear con una varita de metal en la zona de las cuerdas dentro del rango indicado

*p mp*

8<sup>rb</sup>

**Gtr.**

*mp f mp*

**Pno.**

*mf pp f*

8

**Gtr.**

*f mp mf f*

**Pno.**

*f mp ff*

8

**Gtr.**

Golpear con el dedo pulgar la tapa de la guitarra siguiendo el ritmo

*f f mp*

**Pno.**

*mp f p mf*

13

Gtr. *mf* *p*

Pno. *f* *pp* *mp* *mf* *p*

16

Gtr. *mp* *mf*

Pno. *mp* *f* *f* *mp* *p* *mf*

20

Gtr. *mp* *f*

Pno. *mf* *f*

24

Gtr. *f* *mf* *p*

Pno. *f* *mp*

28

Gtr. *f*

Pno. *p* *mf* *mp* *f*

32

Gtr. *ff* *f* *mp*

Pno. *f* *f* *mp*

36

Gtr. *pp* *p* *mp* *mf* *f*

Pno. *pp* *p* *mp* *mf* *f*

40

Gtr. *f*

Pno. *f* *ff*

44

Gtr. *f*

Pno. *f* *ff*

47

Gtr. *mf* *f* *p*

Pno. *f* *mp* *mp* *f*

50

Gtr. *f* *mp* *mf*

Pno. *mp* *f* *p* *mf*

53

Gtr. *mp* *f* *mf* *p*

Pno. *f* *pp* *mp* *mf* *p*

56

Gtr. *mp* *p* *pp* *mf* *f*

Pno. *mp* *f* *f* *mp* *p* *p* *mf*

59

Gtr. *mp* *p* *mp* *f* *mp*

Pno. *mf* *f* *mf*

62

Gtr. *f* *mp* *mf* *f*

Pno. *mf* *mp* *mf*

66

Gtr. *mf* *mp* *rit.*

Pno. *mf* *p* *ppp*

8<sup>va</sup> cluster



# AVPR1A

Allegro ♩ = 140

Marco Herrera

The musical score is divided into four systems, each containing a Guitar (Gtr.) and Marimba (Mar.) part. The tempo is Allegro with a quarter note equal to 140 beats per minute. The key signature has one sharp (F#).

**System 1 (Measures 1-4):**  
Guitar: Chords in 7/4 time, starting with a mezzo-piano (*mp*) dynamic.  
Marimba: Played with medium-hard mallets. The upper staff features a melodic line with dynamics *mf*, *mp*, and *pp* (decrescendo). The lower staff has a steady eighth-note accompaniment.

**System 2 (Measures 5-8):**  
Guitar: Chords with dynamics *mf*, *mp*, and *mf*.  
Marimba: Similar to System 1, with melodic lines and accompaniment.

**System 3 (Measures 9-12):**  
Guitar: Melodic line with a slur and the instruction "let ring" with a dashed line. Dynamics include *mp* and *mf*.  
Marimba: Continues with melodic and accompaniment parts.

**System 4 (Measures 13-16):**  
Guitar: Chords with a *mp* dynamic.  
Marimba: Continues with melodic and accompaniment parts.

17 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *f mp pp mf mf mp pp*

20 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp mf mp pp*

24 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp mf mp pp*

27 let ring-----|

Gtr. *f* *mp* *mf*

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp mf mp pp*

31 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

34 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

38 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

41

Gtr. *f* *mf* *mp* *pp*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf*

44

Gtr. *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

Mar.

47

Gtr. *p*

Mar. *p*

50

Gtr.

Mar.

53

Gtr. *mp*

Mar. *mp*

56

Gtr.

Mar.

Detailed description: This system contains measures 56, 57, and 58. The guitar part (Gtr.) features a rhythmic pattern of eighth and sixteenth notes with slurs. The maracas part (Mar.) consists of two staves with a mix of quarter and eighth notes, some with slurs.

59

Gtr.

*mf*

Mar.

*mf*

Detailed description: This system contains measures 59, 60, and 61. The guitar part (Gtr.) continues with a similar rhythmic pattern, marked with a mezzo-forte (*mf*) dynamic. The maracas part (Mar.) also continues with a similar rhythmic pattern, also marked with a mezzo-forte (*mf*) dynamic.

62

Gtr.

Mar.

*mf*      *mp* ————— *pp*

Detailed description: This system contains measures 62, 63, and 64. The guitar part (Gtr.) continues with the same rhythmic pattern. The maracas part (Mar.) shows a dynamic shift in measure 64, starting with mezzo-forte (*mf*) and gradually decreasing to piano (*pp*) over the course of the measure, indicated by a hairpin.

65

Gtr.

Mar.

*mf*      *mp* ————— *pp*      *mf*      *mp* ————— *pp*      *mf*      *mp* ————— *pp*

Detailed description: This system contains measures 65, 66, and 67. The guitar part (Gtr.) continues with the same rhythmic pattern. The maracas part (Mar.) features a complex dynamic structure, with three measures of hairpins: *mf* to *pp*, *mf* to *pp*, and *mf* to *pp*.

68

Gtr. *f* *mf* let ring-----

Mar. *f mp pp mf mf mp pp*

71

Gtr. *f* *mf* let ring-----

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp mf mp pp*

75

Gtr. *f* *mf* let ring-----

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp*

78

Gtr. *f* *mp* *mf* let ring-----

Mar. *mf mp pp mf mf mp pp mf mp pp*

82 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

85 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

89 let ring-----|

Gtr. *f* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

92

Gtr. *f* *mp* *mf*

Mar. *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp* *mf* *mp* *pp*

# AVPR1A Pt. 2

Marco Herrera

♩ = 280

Guitar

Marimba

hard mallets

*mp* *mf*

*ad libitum*

3

Gtr.

Mar.

*mp*

5

Gtr.

Mar.

*mf* *f* *f* *mp*

7

Gtr.

Mar.

*mf* *mf* *p*

*a tempo*

*mp* *p* *mf* *mp* *p* *mp* *p* *mf* *mp*



9

Gtr. *mf* *mf* *p*

Mar. *mp* *p* *mf* *mp* *p* *mp* *p* *mf* *f*

11

Gtr. *mf* *mf* *p*

Mar. *mp* *p* *mf* *mp* *p* *mp* *p* *mf* *mp*

13

Gtr. *f* *mf* *f* *mf*

Mar. *f* *mf* *f* *mf* *f* *mp* *f* *mf* *f* *mf*

15

Gtr. *p* *mp* *mf* *p* *mp* *mf*

Mar. *p* *mp* *f* *p* *mp* *mf*

17

Gtr. *mf* *mf* *f* *f* *mf*

Mar. *mf* *mf* *f* *f* *mf*

19

Gtr. P.M. *mp* *mf*

Mar. *mp* *mp* *mf*

21

Gtr. P.M. *mp*

Mar. *mf* *mp*

23

Gtr. P.M. *mp* *mf* *mp* *mf*

Mar. *mp* *mf*

25

Gtr.

mf

mf — mp

Mar.

f

f — mf

27

Gtr.

mp

mp — mf

Mar.

mf

mf — f

29

Gtr.

mf

mf — f

Mar.

f

f — ff

30

Gtr.

f

f — mf

Mar.

ff

ff — f

# UGT8

Andante espressivo

Marco Herrera

Guitar

*mf* *p* *mf* *p* *mf* *pp*

Gtr.

*mf* *p* *mf* *p* *mf* *pp*

Gtr.

*mp* *mf*

*dejar vibrar*

Gtr.

*mp*

*rit.*

Gtr.

*mp* *mf*

Gtr.

*mp*

Gtr.

*mf* *mp*

*D.C. con repeticiones*

*rit.*

Gtr.

*p*

Gtr.

*mp* *mp* *mf* *mp*

*rit.*

Gtr. 37 *p* *dejar vibrar*

Gtr. 40 *p* *mp* *mp* *mf*

Gtr. 43 *mf* *mf* *mp*

Gtr. 45 *mf* *p* *mf* *p* *mf* *pp* *rit.*

Gtr. 49 *mf* *p* *mf* *p* *mf* *pp*

Gtr. 53 *mp* *dejar vibrar* *rit.*