



Conservatori Superior de Música  
Óscar Esplà d'Alacant



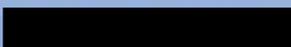
GENERALITAT  
VALENCIANA

iseaCV

*Rebonds «a» para percusión  
solo de Iannis Xenakis. Estudio  
performativo y formal a partir de  
la proporción áurea.*

Trabajo fin de grado

Alumna: Anna Beferull Díez



Director del TFG: José Francisco Crespo Puig

Grado Superior de Música

Curso académico

2023 – 2024





## RESUMEN

Se trata de un trabajo performativo sobre la obra *Rebonds «a»* de Iannis Xenakis. En él se aborda la relación existente entre la proporción áurea y la serie Fibonacci, destacando su presencia en la naturaleza, así como en muchos otros lugares de nuestro alrededor, como el arte y la música.

Contextualiza la vida y obra de Xenakis, haciendo hincapié en su formación como ingeniero y su colaboración con el arquitecto Le Corbusier, que influyó en su enfoque matemático y científico en la composición musical. También se verá la evolución e incorporación de nuevos conceptos en sus composiciones a lo largo de su vida.

El presente trabajo profundiza en la aplicación de la proporción áurea y la serie Fibonacci en la música de Xenakis, especialmente en su obra *Rebonds «a»*. Se realiza un análisis detallado de la estructura, indicando las partes que coinciden con la proporción áurea. Además, se explora la instrumentación y la disposición de los instrumentos en la interpretación, junto con las dificultades performativas y estrategias para abordarlas.

Aborda tanto aspectos teóricos como prácticos de la aplicación de estos conceptos en la interpretación musical, proporcionando una visión integral de su importancia en el ámbito de la composición y la ejecución.

Además, se comparan diferentes interpretaciones para observar el efecto que la proporción áurea tiene sobre la misma.

Y para finalizar, se examina la influencia de la proporción áurea en la interpretación musical.

**Palabras clave:** Iannis Xenakis, *Rebonds*, proporción áurea, serie de Fibonacci, percusión  
**ABSTRACT**

Anna Beferull Díez

This is a performative study on Iannis Xenakis' piece *Rebonds* «a». It addresses the relationship between the golden ratio and the Fibonacci sequence, highlighting their presence in nature as well as in various aspects of our surroundings such as art and music.

The paper contextualizes Xenakis' life and work, emphasizing his background as an engineer and his collaboration with architect Le Corbusier, which influenced his mathematical and scientific approach to musical composition. It also explores the evolution and incorporation of new concepts in Xenakis' compositions throughout his life.

This study delves into the application of the golden ratio and Fibonacci sequence in Xenakis' music, focusing particularly in his piece *Rebonds* «a». It conducts a detailed analysis of the piece's structure, identifying sections that align with the golden ratio. Additionally, it examines instrumentation and the arrangement of instruments in musical interpretation, along with performance challenges and strategies to overcome them.

Both theoretical and practical aspects of applying these concepts in musical interpretation are discussed, providing a comprehensive view of their significance in composition and performance.

Furthermore, it compares different interpretations to observe the effects of the golden ratio.

Lastly, it examines the influence of the golden ratio on musical interpretation.

**Keywords:** Iannis Xenakis, *Rebonds*, golden ratio, Fibonacci sequence, percussion.

*para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

## **AGRADECIMIENTOS**

### *Rebonds «a»*

En primer lugar, me gustaría agradecer a mi familia el apoyo que me han dado durante todos estos años de estudio. Y también a mis amigos que confían en mí y me dan fuerza para seguir adelante.

En segundo lugar, agradezco a los que han sido mis profesores de percusión estos cuatro años de superior, Paco Sanchís, Jordi Simó, José Francisco Crespo y Jorge Pérez, por todo lo que me han enseñado y ayudado para crecer tanto musical como personalmente. Así como a mis profesores del profesional, Ramón Llopis y Marc Sotorres, que me han enseñado las bases y ayudado a llegar hasta aquí.

En tercer lugar, quería agradecer a todos mis compañeros del conservatorio por hacer tan especiales estos cuatro años de carrera.

Y finalmente, agradecer a todos aquellos que han colaborado en la realización de este trabajo respondiendo a la encuesta que les mandé.

## **ÍNDICE**

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. OBJETO DE ESTUDIO Y JUSTIFICACIÓN .....	1
1.2. ESTADO DE LA CUESTIÓN .....	1
1.3. PROBLEMA PLANTEADO, HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS .....	2
1.4. METODOLOGÍA Y ESTRUCTURA .....	3
<b>2. LA PROPORCIÓN ÁUREA .....</b>	<b>5</b>
2.1. ¿QUÉ ES LA PROPORCIÓN ÁUREA? .....	5
2.2. ¿QUÉ ES LA SERIE DE FIBONACCI? .....	6
2.3. ORÍGENES .....	8
2.4. DONDE ENCONTRARLA .....	8
<b>3. IANNIS XENAKIS .....</b>	<b>12</b>



# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Objeto de estudio y justificación**

El motivo por el cual estamos realizando este trabajo es porque el concepto de la proporción áurea es poco conocido por la gente y puede ser interesante descubrir como funciona. Además, dentro de la música tiene función de estructura formal, la cual es poco común dentro de las composiciones.

Hemos elegido esta pieza porque es comúnmente tocada en recitales por muchos intérpretes en todo el mundo. Es una obra formada por dos movimientos «a» y «b», los cuales pueden ser tocados en el orden deseado por el intérprete. Aunque también suelen ser tocados de forma independiente dado el valor y la duración de cada uno de los movimientos. Pero, probablemente, la mayoría de los intérpretes no son conscientes de la estructura que sigue, ya que su empleo no es común y no se estudia en las clases de música. Por lo que puede ser útil dar a conocer el uso de la proporción áurea en la música y puede repercutir en la calidad de la interpretación.

## **1.2. Estado de la cuestión**

El tema propuesto trata sobre la proporción áurea y la aplicación de este recurso a la composición de obras, como es el caso de *Rebonds* de Xenakis, la cual vamos a analizar. Para ello, el estado de la cuestión está formado por una serie de referencias bibliográficas que explican este concepto y sobre cómo los aplica Xenakis en su obra.

Para adentrarnos en este nuevo concepto nos basamos en el blog *La proporción áurea en el arte: la matemática artística* de Peláez (2018a), donde explica en qué consiste la serie Fibonacci y su relación con el número áureo. Además muestra dónde podemos encontrar esta proporción. Podemos encontrarla en la naturaleza, en arquitectura, en la anatomía humana, en la pintura, etc. También habla de las connotaciones que se tienen sobre la proporción áurea.

Para profundizar en la vida de Xenakis usaremos el libro *Xenakis. His life in music* de Harley (2004). Este libro explica toda la vida de Iannis Xenakis de forma cronológica, dando una visión general de toda su obra. Se ven reflejados todos los nuevos conceptos y técnicas que ha ido incorporando en sus composiciones de forma ordenada en el tiempo. Además, habla de cada una de las obras, entre las cuales encontramos la de *Rebonds*.

Siguiendo esta línea, también usaremos el artículo de Garrido (2013) *Música y Arquitectura. Iannis Xenakis y el Pabellón Philips*, en el cual se trata la relación entre la música y la arquitectura, y como Xenakis las relacionaba. Además, habla de la influencia de el Modulor de Le Corbusier en las obras de Xenakis, tanto en la arquitectura como en la música.

Por otra parte, en *Todo es número. La Sección áurea en Rebonds, de Xenakis* (Beyer, 2013) también introduce la biografía de Xenakis y explica en que consiste el Modulor de Le Corbusier. Pero la parte principal de este es el análisis de los movimientos «a» y «b» de la obra *Rebonds* de Xenakis. En él explica como se estructura la obra siguiendo la proporción áurea.

Por último, para analizar las interpretaciones de esta obra recurriremos a diferentes videos de Youtube como puede ser *Rebonds «a», by Iannis Xenakis* de Vic Firth (2013), entre otros.

### **1.3. Problema planteado, hipótesis de trabajo y objetivos**

El problema planteado para hacer el trabajo sería el desconocimiento del concepto de proporción áurea. Más en concreto el empleo de este recurso estructural en la música de Iannis Xenakis en la obra *Rebonds «a»*.

Las preguntas tanteadas para realizar el trabajo serían, por una parte, descubrir qué ha llevado a Xenakis a usar este tipo de estructura empleando la proporción áurea en sus obras. Por otra parte, indagar en su vida y los nuevos conceptos que ha aplicado en su música. Además, encontrar qué partes de la obra *Rebonds «a»* coinciden con la proporción

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

áurea y analizar si son partes importantes de la misma, así como valorar el efecto que el uso de esta tiene dentro de la obra. Asimismo, comparar diferentes interpretaciones de la composición y observar si destacan de alguna forma estos puntos de la misma.

Los objetivos que hemos planteado son los siguientes:

- Indagar en la vida de Xenakis y descubrir la evolución e incorporación de nuevos conceptos en sus composiciones.
- Identificar la proporción áurea en las diferentes partes de la obra *Rebonds «a»* y valorar su importancia.
- Observar el efecto que tiene la proporción áurea en la interpretación comparando diferentes interpretaciones de la obra *Rebonds «a»*.

#### **1.4. Metodología y estructura**

El presente trabajo es performativo, es decir, se basa en la interpretación de una obra, en este caso se trata de una obra para percusión solo de Iannis Xenakis titulada *Rebonds «a»*.

Para la realización del trabajo hemos empleado una metodología multimodal. Por una parte, empleamos la investigación documental al tener que informarnos sobre la proporción áurea y todo lo que conlleva. Y también al documentarnos sobre la vida de Xenakis y la evolución que ha desarrollado a lo largo de los años de sus técnicas y nuevos conceptos en sus obras. Por otra parte, usamos la metodología cuantitativa al calcular matemáticamente la proporción áurea dentro de la obra, y de esta forma analizarla formalmente, así como al recopilar datos mediante una encuesta, donde cuantificamos hechos y opiniones de distintos intérpretes. Además, veremos un análisis performativo, en el cual analizaremos las dificultades que nos encontramos y como afrontarlas para una correcta interpretación. Por último, utilizamos la metodología cualitativa al contrastar si los puntos donde se sitúa la proporción áurea tienen relevancia dentro de la obra, así como ver videos de diferentes interpretaciones de la composición y compararlos para contrastar si destacan los momentos que coinciden con la proporción áurea.

Anna Beferull Díez

Respecto a la normativa de citación de este trabajo, utilizaremos el estilo APA. Y añadiremos a pie de página algunas aclaraciones y referencias a anexos. Cada una de las ilustraciones que aparecen vendrá acompañada del título correspondiente junto a la fuente de la que se ha extraído.

## 2. LA PROPORCIÓN ÁUREA

### 2.1. ¿Qué es la proporción áurea?

Para empezar describiremos en qué consiste la proporción áurea.

Esta existe cuando, al dividir un segmento en dos partes, la razón entre longitud total del segmento y la longitud de la mayor (A) es la misma que la que hay entre la parte mayor (A) y la menor (B). (Vargas, 2003)

$$\frac{A + B}{A} = \frac{A}{B}$$

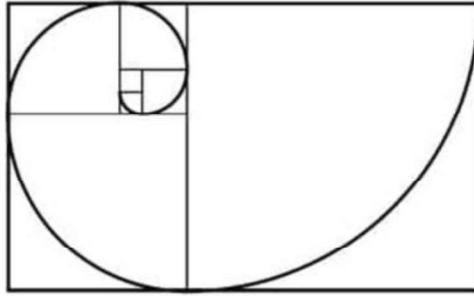


**Ilustración 1: Sección áurea**

Fuente: Propia

Al valor numérico de esta relación se le denomina número áureo, que es representado por la letra *phi*. Es un número real con infinitos decimales, y su valor aproximado es  $\Phi = 1,61803$ . También se le conoce como número de oro.

Asimismo, algunas figuras geométricas que están relacionadas con este número son denominados con el calificativo áureo. Entre ellos están los rectángulos áureos, donde «si se le quita el cuadrado formado con el lado más pequeño del rectángulo, la región que queda es otro rectángulo de las mismas proporciones que el original». (Extremiana, J. I. et al., 2005). Y la espiral áurea, la cual es una sucesión de arcos inscritos en los sucesivos rectángulos áureos.



**Ilustración 2: Rectángulos y espiral áurea**

Fuente: Peláez, D. (26 de junio de 2018a). *La proporción áurea en el arte: la matemática artística*. MusiChess. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://go.uv.es/eGDjgl0>

Para situar el origen del número áureo encontramos referencias como la que se muestra a continuación:

Los textos del mundo antiguo (especialmente de la civilización babilónica y egipcia), donde ya aparecen referencias a la proporción áurea. No obstante, no hay una prueba definitiva que demuestre que fuera usado de manera consciente por parte de los matemáticos, los arquitectos o los astrónomos. El primer matemático que mencionó expresamente el número áureo fue el griego Euclides en el siglo IV a.C. (Navarro, 2016)

## **2.2. ¿Qué es la serie de Fibonacci?**

Relacionado con el número áureo tenemos la serie de Fibonacci.

«Leonardo Pisano Fibonacci fue un famoso matemático que descubrió un conjunto de números que siguen un orden y mantienen una relación entre sí.» (Peláez, 2018a) A esta serie de números se la conoce como serie Fibonacci. Su origen resulta de un simple problema sobre el conteo de conejos. Este consistía en averiguar cuántos pares de conejos se obtendría a partir de una pareja al cabo de un año, teniendo en cuenta que pueden procrear a partir del segundo mes, engendrando un par macho-hembra cada mes, suponiendo que durante este año no muere ninguno.

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

La serie Fibonacci consiste en una sucesión de números, en los cuales cada número es la suma de los dos anteriores.

1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610...

Según vamos avanzando en esta serie, la razón entre un número y el anterior tiende a ser cada vez más próximo a 1,618.

Como hemos visto antes, este es el número áureo  $\Phi = 1,618$ . (Nommick, 2011)

Para comprobarlo, vamos a ver los resultados de los cocientes de los números consecutivos de la serie Fibonacci:

$$\frac{1}{1} = 1$$

$$\frac{34}{21} = 1,61904 \dots$$

$$\frac{2}{1} = 2$$

$$\frac{55}{34} = 1,61764 \dots$$

$$\frac{3}{2} = 1,5$$

$$\frac{89}{55} = 1,61818 \dots$$

$$\frac{5}{3} = 1,66666 \dots$$

$$\frac{144}{89} = 1,617977 \dots$$

$$\frac{8}{5} = 1,6$$

$$\frac{233}{144} = 1,61805 \dots$$

$$\frac{13}{8} = 1,625$$

$$\frac{377}{233} = 1,61802 \dots$$

$$\frac{21}{13} = 1,61538 \dots$$

$$\frac{610}{377} = 1,6180$$

Podemos apreciar como a medida que avanzamos en la serie, el cociente entre un valor y el anterior se acerca cada vez más al número áureo. Si consideráramos la serie infinita,

dicho cociente sería el mismo. Así pues, está claro que la proporción áurea y la serie Fibonacci están relacionadas.

### **2.3. Orígenes**

El número áureo es considerado como un número mágico que proporciona belleza, armonía y equilibrio. «Fue descubierto en la antigüedad como una relación o proporción que se encuentra en numerosos aspectos de la naturaleza, formando el símbolo de la espiral» (Peláez, 2018a). Por esto se le asigna un carácter divino resultando ser la proporción natural más perfecta. Como comenta Vargas (2003), «muchos biólogos y matemáticos, piensan que Fibonacci sin pretenderlo habría encontrado una clave del crecimiento de la naturaleza.»

### **2.4. Donde encontrarla**

La proporción áurea está presente en la vida cotidiana en elementos que no nos imaginamos. Lo podemos encontrar en la naturaleza<sup>1</sup> desde la concha de un molusco marino en forma de espiral como patrón de crecimiento, en la formación de los flósculos de los girasoles, en las espirales de la piña de un pino, en las hojas de un tallo, hasta incluso en algunas galaxias y huracanes. Podemos encontrarla incluso en la anatomía de los seres humanos<sup>2</sup>, como por ejemplo en la relación de distancia entre la altura del ser humano y la distancia del ombligo a los pies. Como bien establece Leonardo Da Vinci en *El hombre de Vitruvio*, donde las proporciones del cuerpo humano son perfectas siguiendo la proporción áurea.

---

Además esta proporción divina es empleada por muchas disciplinas.

---

<sup>1</sup> Ilustración en el Anexo 1

<sup>2</sup> Ilustración en el Anexo 2

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

Esta proporción ha fascinado a arquitectos y diseñadores a lo largo de la historia y se manifiesta de manera notable en la arquitectura<sup>3</sup>. Esta se encuentra presente en la disposición y dimensiones de numerosas estructuras arquitectónicas, desde antiguos templos griegos hasta edificios modernos de renombre mundial. Su aplicación en la arquitectura crea una armonía visual que a menudo evoca una sensación de belleza y equilibrio en el observador. Lo podemos observar, por ejemplo, en las pirámides de Egipto o en la fachada del Partenón.

Respecto a la escultura<sup>4</sup>, esta se manifiesta en la disposición de las formas, las proporciones corporales y la distribución de los elementos en las obras escultóricas. Desde la antigüedad hasta el arte contemporáneo, los escultores han utilizado la proporción áurea para crear composiciones estéticamente agradables y equilibradas, que capturan la atención del espectador y transmiten una sensación de equilibrio estético. Lo encontramos en las proporciones de los cuerpos humanos, como en el *Doríforo* de Policleto o en la *Afrodita* de Cirene.

En la pintura<sup>5</sup> la podemos ver en *El Nacimiento de Venus* de Botticelli, en *La Última Cena*, *el Hombre de Vitruvio*, *La Gioconda*, *Semitaza Gigante volante* de Dalí o *el vaso* de Birkhoff. Este principio de diseño se manifiesta en la disposición de los elementos visuales dentro de la obra, así como en las proporciones de los objetos representados. Desde los maestros del Renacimiento hasta los pintores modernos, muchos han aplicado conscientemente la proporción áurea en sus composiciones para lograr una sensación de orden y cohesión que atrae y cautiva al espectador.

En cuanto al marketing<sup>6</sup>, la proporción áurea la encontramos en muchos de los logotipos que conocemos, ya que esta ayuda a crear diseños estéticamente agradables. Se utiliza este principio matemático en el diseño de elementos visuales, como logotipos, materiales

---

<sup>3</sup> Ilustración en el Anexo 3

<sup>4</sup> Ilustración en el Anexo 4

<sup>5</sup> Ilustración en el Anexo 5

<sup>6</sup> Ilustración en el Anexo 6

publicitarios, sitios web y productos, con el fin de crear una estética atractiva y equilibrada que capte la atención del público objetivo y transmita un mensaje de calidad y confianza. Este enfoque busca aprovechar la armonía visual inherente a la proporción áurea para generar una conexión emocional con los consumidores y mejorar la percepción de la marca o producto. Por ejemplo, en la relación entre el ancho y alto del recuadro de National Geographic, en el diámetro de los círculos del logotipo de Pepsi, las circunferencias del diseño de BP, en el grafismo de la manzana de Apple, en el icono de Twitter o hasta en la propia página web de Twitter. (García, 2015)

Dentro del ámbito musical, si nos fijamos en las teclas de un piano, o bien en los instrumentos de láminas de percusión, podemos observar como en una octava tenemos 8 teclas blancas y 5 negras, y estas a su vez están divididas en grupos de 2 y de 3. Estos números son equivalentes a los del comienzo de la serie Fibonacci, 2-3-5-8. (Toledo, 2019)

Incluso es utilizada esta proporción en las creaciones musicales. Aunque la aplicación directa de esta proporción en obras musicales puede ser menos evidente que en otras formas de arte como la arquitectura o la pintura. Sin embargo, muchos compositores podrían haber utilizado principios de proporción y simetría en la disposición de los elementos musicales para lograr un equilibrio estético similar al que se busca con la proporción áurea.

Como bien explica Nommick (2011), «se utiliza para lograr una proporción armoniosa entre las diferentes secciones de una obra (o de un movimiento de obra) y entre dichas secciones y la totalidad de la obra (o movimiento de obra)». Para ello hablamos de proporciones espaciales, donde nos centramos en los pulsos y no en el tiempo. El número áureo se situará en el punto de mayor tensión musical.

Varios compositores lo han utilizado en sus obras, como por ejemplo Beethoven en el primer movimiento de su *5ª sinfonía*, o el primer movimiento de la *Sonata nº1* de Mozart, aunque no sabemos ciertamente si buscaban utilizar esta proporción o si lo hicieron por intuición. (Peláez, 2018b)

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

Pero hay otros compositores que parece que sí fueron conscientes de ello, como por ejemplo Debussy en *Diálogo entre el viento y el mar*, algunas fugas de Bach, en la *Sonata Hob. XVI: 34 en Mi menor* de Haydn, o en algunas óperas de Wagner, en las cuales producía alteraciones de ritmos y armonías basándose en la secuencia Fibonacci. (Peláez, 2018b)

También en lo que respecta a las obras musicales de percusión encontramos el número áureo en muchos casos. Compositores como Bartók, del cual podemos nombrar sus obras *Sonata para dos pianos y percusión* o *Música para cuerda, percusión y celesta*, y Xenakis, entre otros, han creado sus piezas siguiendo esta proporción. O también es el caso del compositor valenciano Ramón Ramos, el cual utiliza esta proporción divina en su obra *El Tumbao*.

### **3. IANNIS XENAKIS**

#### **3.1. Biografía**

Iannis Xenakis nació en Braila (Rumanía). Se trasladaron a Spetses (Grecia) después de la muerte de su madre, cuando él tenía tan solo cinco años. Allí estudió en un internado. También, durante su juventud, estudió piano, solfeo, lenguaje musical, análisis y contrapunto. Xenakis se trasladó a Atenas, y justo cuando iba a empezar sus estudios en el Instituto Politécnico, empezó la II Guerra Mundial. En esa etapa se unió a la resistencia primero con el partido socialista y luego junto al partido comunista. Esta experiencia fue crucial para dar forma a la estética del compositor que estaba por venir. En 1946, terminó sus estudios de ingeniería civil.

En 1947 se exilió a París (Francia), donde empezó a trabajar para Le Corbusier, un famoso arquitecto, considerado uno de los mejores exponentes de la arquitectura moderna, y uno de los más influyentes del siglo XX.

Como indica Harley (2004), la formación científica de Xenakis fue mucho más rigurosa que la musical, lo que le llevó a estudiar ingeniería. Pero una vez en París, con su trabajo como asistente de ingeniería, su mente se llenó de música. Xenakis empezó a estudiar composición con Messiaen, adquiriendo conocimientos sobre una amplia gama de música, prestando especial atención al análisis del ritmo.

Por una parte, durante el periodo en el que trabajó para Le Corbusier, ejecutó el *Pabellón Philips*<sup>7</sup> en la Exposición Internacional de Bruselas. Partiendo de la concepción inicial de Le Corbusier, Xenakis diseñó un edificio extraordinario. Aunque, «si bien el *Pabellón Philips* ocupa un lugar relativamente menor en la carrera de Le Corbusier, ocupa un lugar importante en el trabajo creativo de Xenakis, quien alcanzó renombre como arquitecto y compositor.» (Harley, 2004)

Por otra parte, la producción musical de Xenakis se caracteriza por su atención particular a la textura y la densidad sonora, acompañada de la implementación de enfoques

---

matemáticos y científicos en la creación de sus piezas.

En su repertorio, se pueden hallar composiciones destinadas a una gran variedad de instrumentos, así como obras concebidas para orquesta, coro, música electrónica o voz.

La contribución artística de Xenakis ha dejado una huella significativa en la música contemporánea, ejerciendo una profunda influencia que ha servido de fuente de inspiración para innumerables compositores y artistas a nivel global.

### **3.2. Nuevos conceptos en sus composiciones**

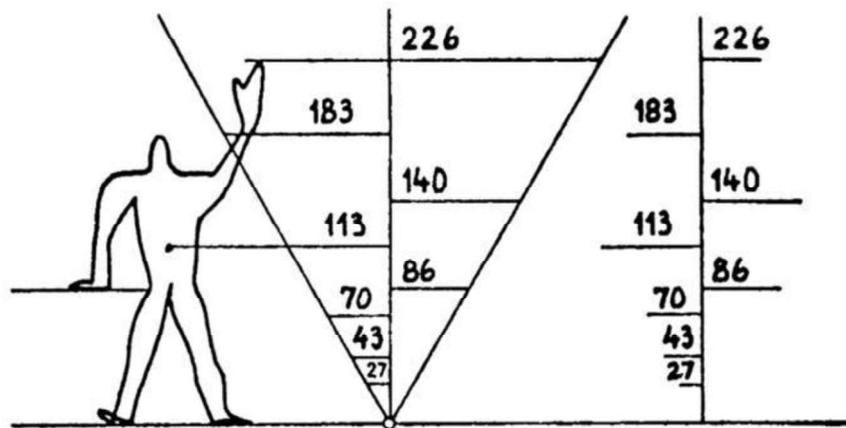
Xenakis trabajó durante unos años para Le Corbusier, uno de los más grandes renovadores de la arquitectura moderna. Después de esos años se impregnó de varias ideas de este renombrado arquitecto. Y este empezó a considerar algunas formas en las que procesos similares a los desarrollados por Le Corbusier podrían aplicarse a la música. Entre ellas

---

<sup>7</sup> Ilustración en el Anexo 7

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

está el famoso Modulor, un instrumento de medida basado en la estatura humana promedio de un hombre (1,83m). «Un hombre con el brazo levantado da a los puntos determinantes de la ocupación del espacio tres intervalos que definen una serie de secciones áureas de Fibonacci.» (Garrido, 2013)



**Ilustración 3: Modulor de Le Corbusier**

Fuente: Beyer, G., Baldomero, J. (2013). Todo es número. La Sección Áurea en Rebonds, de Xenakis. *Espacio sonoro*, 31.

El Sistema Recursivo de Modulor se basa en dos series generadas a partir de 226, coincidiendo con la medida del hombre con la mano levantada, y 113, que sería la medida de su mitad, coincidiendo con la altura del ombligo. Por un lado, la serie de la izquierda (también llamada serie roja) se genera multiplicando y dividiendo sucesivamente 113 por el número áureo, produciendo una serie de números enteros. Por otro lado, la serie de la derecha (también llamada serie azul) se genera con el mismo proceso a partir del número 226. Generando de esta forma la serie de números de Modulor:

Anna Beferull Díez

Serie roja:

$$296 \cdot 1,618 = 479$$

$$183 \cdot 1,618 = 296$$

$$1,618 = 183$$

**113**

$$113 \div 1,618 = 70$$

$$70 \div 1,618 = 43$$

$$43 \div 1,618 = 27$$

Serie azul:

$$593 \cdot 1,618 = 960$$

$$366 \cdot 1,618 = 593$$

$$226 \cdot 1,618 = 366$$

**226**

$$226 \div 1,618 = 140$$

$$140 \div 1,618 = 86$$

Este es un recurso que empleará Xenakis en varias ocasiones.

Pero también incorpora otras muchas características que contribuyen a la singularidad de su obra (Andrés Varga, 1996). Entre ellas se destaca el empleo de música dodecafónica, respaldada por cálculos matemáticos para lograr una estructura precisa. Además, experimenta con cambios constantes de acordes, buscando obtener una variedad de colores armónicos. Emplea también la independencia en armonía, ritmo, alturas y dinámicas.

El compositor también se sumerge en la exploración tímbrica de los instrumentos, introduciendo sonidos percusivos en los de cuerda. Utiliza *glissandos*, *pizzicatos* y la completa división de las cuerdas para ampliar el espectro sonoro. Una característica distintiva es su empleo de la probabilidad en la música, lo que implica que cada interpretación no se repite de manera idéntica, sino que está sujeta al azar.

Xenakis incorpora elementos simbólicos como una forma de lógica matemática en su música. Otro elemento que utiliza es el tiempo estriado, es decir, el tiempo ordinario, cronometrado y milimetrado. O por contraposición, el tiempo liso, en el cual no tiene referencia rítmica, es un sonido sin pulsación. También incorpora la simetría y el uso de la proporción áurea en las estructuras de sus composiciones. Además, experimenta con

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

técnicas innovadoras, como la exploración del espacio y la interacción entre músicos y audiencia.

En el ámbito de la afinación, el compositor se aventura en microtonos y presenta situaciones inusuales, como instrumentistas de viento inclinándose sobre pianos abiertos. Introduce repeticiones, como por ejemplo variaciones. Así como el uso de patrones métricos diferentes en cada voz para crear un efecto de desorden.

Otras técnicas notables incluyen el uso de juegos basados en eventos musicales, dividiendo conjuntos en grupos dirigidos por directores que eligen estrategias para ganar. Además, Xenakis incorpora la alternancia de notas entre distintos instrumentos. Y la combinación de propiedades sonoras por bloques en un nivel más abstracto para construir la estructura de sus obras de manera única y vanguardista.

## **4. REBONDS**

### **4.1. Contextualización de la obra**

Una de las obras en las que Xenakis emplea el Sistema Recursivo de Modulor para conformar su estructura es *Rebonds*.

*Rebonds* fue compuesta específicamente para Sylvio Gualda, quien era el intérprete favorito de Xenakis para obras que involucraban percusión solista. La obra tuvo su estreno en julio de 1988 en la Villa Medici de Roma. En esta composición, Xenakis se sumerge en un estudio detallado de la regularidad e irregularidad en el pulso, así como en patrones y formas.

Esta es una obra para multipercusión solo, conformada por dos movimientos «a» y «b». El movimiento «a» es solo de parches y sigue una trayectoria de densidad y dificultad

crecientes. Y el movimiento «b» es para parches y *woodblocks*, formado por grandes secciones donde los parches y las maderas aparecen de forma separada, hasta que llega la última sección donde se unen. Pero nosotros nos vamos a centrar en el movimiento «a» de *Rebonds*.

La introducción del movimiento «a», con su patrón simple y repetitivo que resalta el pulso, funciona como un eco del desenlace. Se percibe como si, tras el tumulto de la actividad intermedia, el «ritmo continuara». A medida que progresa el movimiento, las subdivisiones del pulso se llenan gradualmente, generando una mayor densidad con la aparición progresiva de tresillos, doble tiempo e incluso cuádruple tiempo, los cuales dominan cada vez más la textura. Debido a su gradual intensificación, este movimiento proporciona un cierre estimulante, especialmente con su conclusión dramática y expresiva tras una acumulación prolongada.

Aunque las polirritmias no presentan una complejidad exagerada, la velocidad requerida para tocar las dos capas de pulsaciones alcanza un ritmo impresionante. Lo que resulta especialmente fascinante en este movimiento es la continuidad relativa del proceso formal principal, el *accelerando*, considerándolo en términos de densidad y no de pulso. (Harley, 2004)

El estudio de la vida de Xenakis nos proporciona un marco contextual fundamental para la apreciación de su obra, en la cual se percibe una evocación sonora y rítmica que remite a un conflicto bélico. En particular, los tonos graves del bombo constituyen un elemento central en esta evocación, sirviendo como vehículo sonoro para la representación de la intensidad y la devastación característica de los conflictos armados. Con el desarrollo y la intensificación progresiva de la composición musical, se establece una atmósfera que transporta al oyente a una experiencia sensorial que simula la vivencia directa de la guerra, sus tensiones y su caos.

La situación de Xenakis durante el proceso compositivo de *Rebonds* no era particularmente favorable. Acababa de morir su mujer y a él le diagnosticaron *miastenia gravis*, una enfermedad neuromuscular. La creación de *Rebonds* representó una especie de liberación para Xenakis en un momento complicado de su vida. Esta obra se creó como

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

un desafío tanto técnico como musical para el compositor, posiblemente sirviendo como una vía para mantenerse activo y productivo en medio de las dificultades. De este modo, *Rebonds* se establece como un testimonio del talento y la tenacidad de Xenakis como compositor. (Mulet, 2023)

## **4.2. Análisis de *Rebonds* «a»**

### **4.2.1. Análisis estructural**

A continuación realizaremos un análisis del movimiento «a» de *Rebonds*.<sup>8</sup>

La obra comienza con una introducción que se repite tres veces en los parches más agudo y más grave, marcando claramente su papel como los fundamentos arquitectónicos de las frases más enmarañadas que surgirán posteriormente. El motor de corchea se mantiene

---

durante toda la obra y se va densificando cada vez más. La obra termina con una desdensificación, de forma que evoca de alguna forma al inicio.

Este movimiento<sup>9</sup> está formado por 60 compases en un compás de 4/4, obteniendo un total de 960 semicorcheas (que coincide con la serie azul). Por lo que si seguimos el Sistema Recursivo de Modulor de la serie azul obtenemos una especie de *accelerando* rítmico que da estructura a este movimiento.

Serie azul:

$$593 \cdot 1,618 = 960$$

---

<sup>8</sup> Extraído de Beyer, G., Baldomero, J. (2013). Todo es número. La Sección Áurea en *Rebonds*, de Xenakis. *Espacio sonoro*, 31.

<sup>9</sup> Se adjunta en el Anexo 8 la partitura completa de *Rebonds* «a»

Anna Beferull Díez

$$366 \cdot 1,618 = 593\ 226 \cdot$$

$$1,618 = 366$$

**226**

$$226 \div 1,618 = 140$$

$$140 \div 1,618 = 86$$

$$86 \div 1,618 = 53$$

Seguidamente vamos a observar dónde se sitúan las diferentes proporciones áureas en la partitura:

La primera sección áurea (SA<sup>10</sup>) (593) actúa como eje de rotación, localizándose en el compás 23. Está situada 10 semicorcheas después del primer doble acento del

movimiento que recae sobre el tom grave y 10 semicorcheas antes del acento final que recae también sobre el mismo tom.

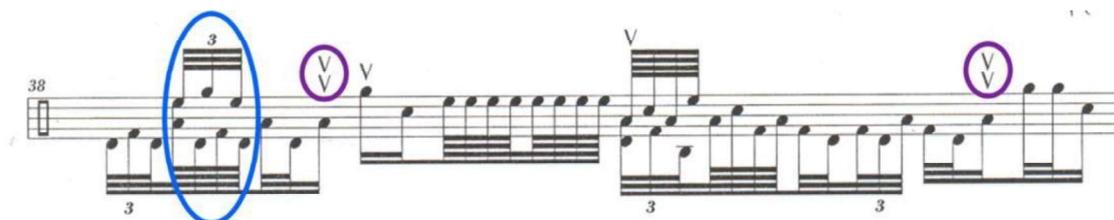
<sup>10</sup> A partir de este momento abreviaremos sección áurea como SA

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

**Ilustración 4: Compases 23 y 24 partitura *Rebonds «a»***

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

La segunda SA (367) se sitúa estratégicamente justo antes de dos dobles acentos que coinciden en un mismo compás y aparecen sobre el segundo tom. Lo podemos ver en el compás 38.



**Ilustración 5: Compas 38 partitura *Rebonds «a»***

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

La tercera SA (226) emerge de manera destacada al ubicarse en mitad de una serie compuesta por 12 dobles acentos, todos sobre el bombo grave. Con precisión, se posiciona en el séptimo doble acento de esta secuencia particular, culminando en el compás 46. Al caer en el punto medio de la serie de dobles acentos sobre el bombo grave, la tercera SA añade una capa de complejidad y dinamismo al movimiento.

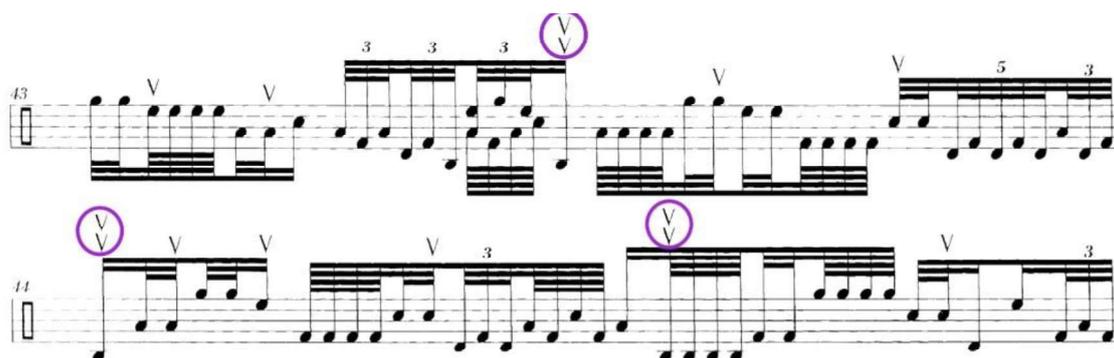


Ilustración 6: Compases 43 al 49 partitura *Rebonds «a»*

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

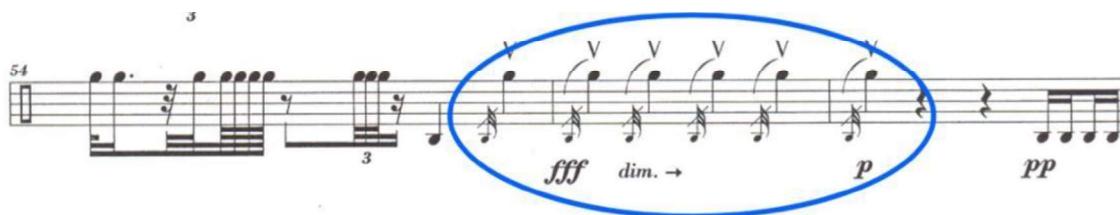
La cuarta SA (140) coincide con un silencio contundente en el compás 52 que proporciona en la música una rotura en la condensada textura que se había acumulado desde el inicio.

Ilustración 7: Compases 51 y 52 partitura *Rebonds «a»*

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

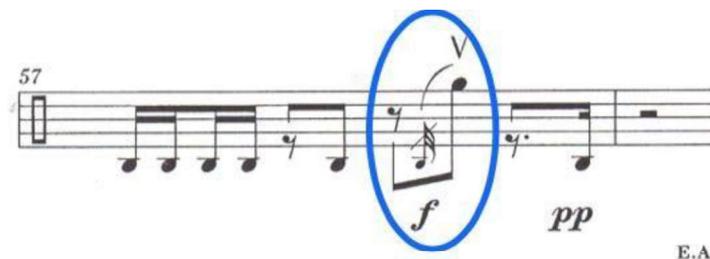
La quinta SA (86) se ubica en medio de seis golpes sobre los tambores más extremos del set que disminuyen su intensidad, en el compás 54.



**Ilustración 8: Compases 54 al 56 partitura *Rebonds «a»***

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

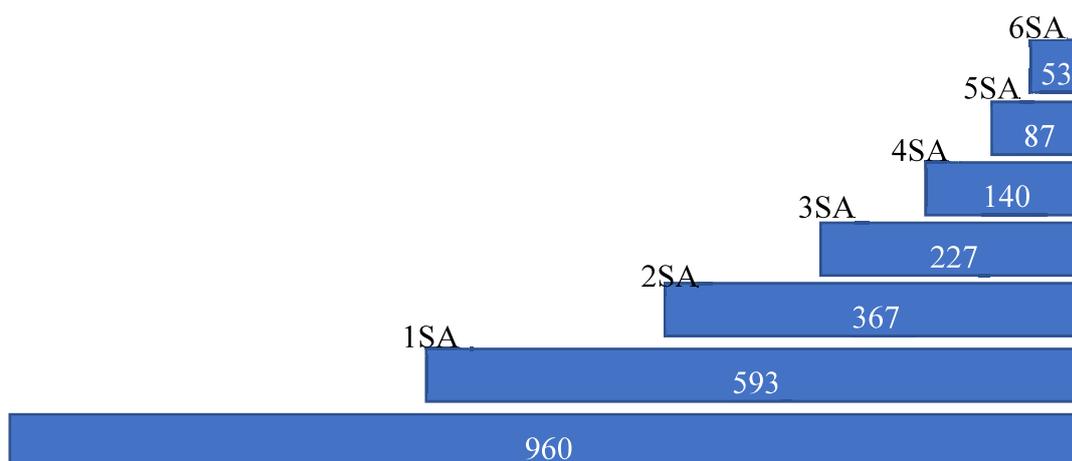
La sexta sección áurea SA (54) se manifiesta con un motivo similar al de la quinta SA, introduciendo un repentino inciso fuerte en el punto intermedio del final suave de la obra. Este momento particular se sitúa en el compás 57, consolidando un giro inesperado en la dinámica musical. El uso del mismo motivo en la quinta y sexta SA establece una conexión temática, creando una continuidad sutil pero impactante en la estructura musical. La aparición de un inciso fuerte en el cierre suave de la obra agrega una capa de complejidad y contrasta con la expectativa auditiva del oyente.



**Ilustración 9: Compas 57 partitura *Rebonds «a»***

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

Un esquema grafico de cómo se vería la estructura de este movimiento es el siguiente. En este podemos observar visualmente la densificación conforme avanza la música. El esquema proporciona una herramienta efectiva para observar y comprender la evolución de la densidad musical a lo largo del tiempo.



**Ilustración 10: Estructura movimiento «a» *Rebonds* de Xenakis**

Fuente: Propia

#### **4.2.2. Análisis performativo**

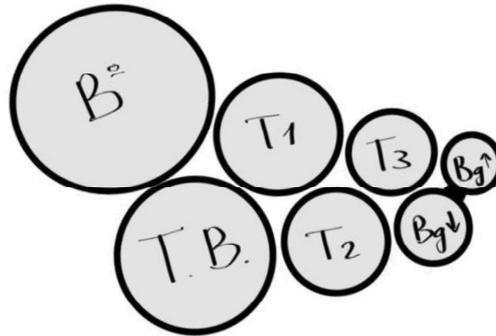
La instrumentación del movimiento «a» es de dos bombos, tres toms y dos bongos. Aunque personalmente hemos decidido cambiar el bombo agudo por un tom base. La razón de este cambio se debe a que la utilización de dos bombos haría que sonaran prácticamente igual, debido a que los diámetros de los bombos que disponemos son iguales. Además es más cómodo colocar un bombo y un tom que dos bombos, para facilitar la interpretación.

En la selección de instrumentos, se ha procurado asegurar una homogeneidad sonora entre los elementos disponibles en base a los que tenemos en el conservatorio. El bombo escogido es un bombo de cámara caracterizado por una sonoridad seca. Respecto al tom base seleccionado, exhibe una frecuencia grave notablemente similar a la del bombo, siendo necesario aplicar un gel sobre el parche para equiparar su resonancia. Los tres toms presentan una resonancia uniforme y de corta duración. Los bongos, por su parte, se distinguen por una sonoridad aguda que sobresale respecto a los demás instrumentos.

La colocación de los instrumentos que hemos decidido utilizar es de forma cromática, empezando por situar el bongo más agudo en el extremo derecho arriba. Esta forma de

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

colocar los instrumentos del *set-up* nos parece la más cómoda, ya que es más parecida a los instrumentos de láminas. Y un *set-up* no lo debemos ver como instrumentos independientes, sino como un único instrumento de diferentes alturas, como podría ser la marimba.



**Ilustración 11: Colocación instrumentos<sup>11</sup> para la obra *Rebonds «a»***

Fuente: Propia



**Ilustración 12: Fotografía con plano cenital del set para *Rebonds «a»***

Fuente: Propia

En cuanto a las baquetas, las que vamos a utilizar para interpretar esta obra son las *Adrián Gracia* de Morgan Mallets. Estas son unas baquetas de madera hechas para

---

<sup>11</sup> Las siglas que aparecen en la ilustración significan: Bº = Bombo; T.B. = tom base; T1, T2 y T3 = toms ordenados de grave a agudo; Bg↓ y Bg↑ = bongos grave y agudo.

multipercusión. Tienen una cabeza bastante ancha, lo cual le da cuerpo al sonido. Y además son bastante ligeras, lo que nos facilita y permite aumentar la velocidad.



**Ilustración 13: Baquetas *Adrián García* de Morgan Mallets**

Fuente: Tamtam percusión. *Morgan Mallets Baqueta Adrián García*. Recuperado el 20 de enero de 2024: <https://n9.cl/8pzfj>

Por otra parte, hemos realizado un cuestionario dirigido a varios percusionistas que han interpretado la pieza en cuestión. Del análisis de los datos recopilados a través del mismo hemos sacado algunas conclusiones.

En principio, se observa una notable similitud en sus prácticas interpretativas y en la disposición de sus instrumentos. En primer lugar, se observa que la gran mayoría de los percusionistas encuestados tienden a colocar su set de percusión de una manera muy similar entre sí, de forma parecida a la nuestra. Sin embargo, es importante destacar que uno de los encuestados se distingue por situar los bongos en una posición diferente, ubicándolos detrás de los toms 2 y 3.

Además, los resultados revelan un consenso unánime entre los percusionistas encuestados en relación con los instrumentos utilizados en sus interpretaciones. En este sentido, todos los encuestados, a diferencia del grupo investigador, reportaron que emplean exactamente los mismos instrumentos que fueron instrumentados por Xenakis en la composición original. Esta instrumentación consiste en el uso de dos bombos, tres toms y dos bongos, lo que refleja una fidelidad significativa hacia la intención original del compositor en cuanto a la configuración del conjunto instrumental.

Asimismo, un hallazgo notable es que todos los percusionistas encuestados declararon utilizar baquetas de madera con cabeza grande para ejecutar la pieza. Este hallazgo

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

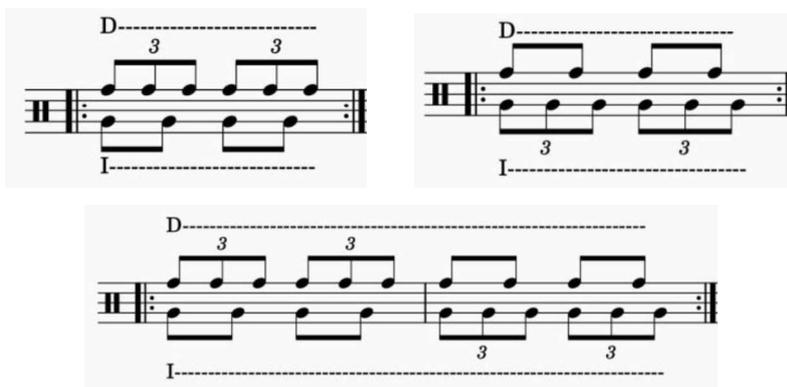
sugiere una preferencia generalizada entre los intérpretes por este tipo específico de baquetas, posiblemente debido a consideraciones técnicas y sonoras relacionadas con la naturaleza de la obra y los instrumentos utilizados.

A continuación veremos las dificultades performativas que presenta esta obra y cómo podemos trabajarlas.

Una de las dificultades es la gran velocidad de los ritmos que aparecen a lo largo de la obra. Para ejecutar estos ritmos rápidos hay que tocar con gran velocidad de ataque. Deberemos bajar la altura de las baquetas e incrementar la velocidad de percusión para facilitar la movilidad sobre el set. Para trabajar esto podemos realizar un ejercicio que consiste en tocar una nota en cada instrumento e ir aumentando la velocidad. De forma que trabajamos el cambiar de un instrumento a otro de forma rápida para desplazarnos por el set con facilidad.

Otra gran dificultad de esta obra son las polirritmias. Con el fin de afianzar las distintas polirritmias que aparecen durante la obra realizaremos los ejercicios técnicos que indicaremos a continuación. Estos los realizaremos con dos instrumentos de parches de distinta altura, empleando uno para cada mano. De esta forma podremos escuchar de forma clara el ritmo que hace cada mano y comprobar que es exacto.

Estos tres ejercicios trabajan el tres contra dos:



**Ilustración 14: Ejercicios para trabajar la polirritmia 2x3**

Fuente: Propia

Estos otros trabajan el cuatro contra tres:

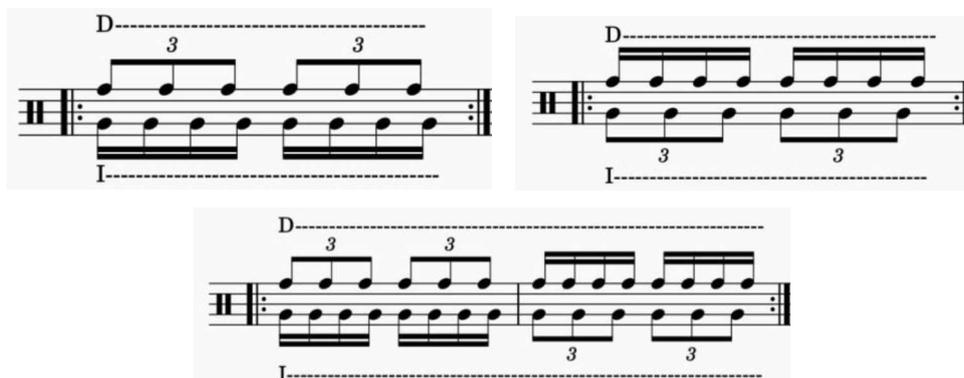


Ilustración 15: Ejercicios para trabajar la polirritmia 3x4

Fuente: Propia

Y estos el cinco contra seis y una variación de este:



Ilustración 16: Ejercicios para trabajar la polirritmia 5x6

Fuente: Propia

Otro aspecto a trabajar es la articulación de los golpes, debido a que tenemos instrumentos muy contrastantes, como el bongo y el bombo. Tendremos que tratar de igualar el sonido de ambos. Para ello, tocaremos una nota en el instrumento más agudo y a continuación en el más grave, e intentaremos buscar el mismo sonido y articulación que en el golpe anterior. Y con la misma dinámica de estudio, lo haremos con el resto de instrumentos, para tener un control de cada uno de los instrumentos que conforman nuestro *set-up*.

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

Los acentos simples y dobles que aparecen en la obra dibujan los puntos climáticos de las frases, por lo que debemos destacarlos por encima del resto de notas.

Además, los silencios del final cobran un sentido dramático, tras la actividad rítmica de toda la sección. Para crear esta sensación de tensión debemos interpretarlo de forma que no se pierda esta continuidad.

### **4.3. Efecto producido por la proporción áurea en la interpretación**

Debemos tener en cuenta donde se sitúan las distintas secciones áureas a la hora de interpretar esta obra, ya que esto hará que enfatizamos estos momentos, dándole más fuerza e intensidad al discurso. Porque, además, estos puntos coinciden con los momentos de mayor densificación rítmica.

Después de ver la interpretación de esta obra en diversos videos, podríamos decir que las secciones áureas coinciden con momentos de la obra donde ocurren cosas interesantes. Después de la primera sección áurea podemos apreciar como aparece una textura más densa, como son polirritmias de cuatro contra tres, que le da mayor tensión musical a la obra. Y, evidentemente, al tener esto en cuenta, se le dará más importancia a este momento y se irá preparando el ambiente para llegar a ese punto.

Más adelante tenemos la sección de los dobles acentos en el bombo grave. Esta es una sección muy potente en la obra, ya que esos acentos recaen sobre el instrumento más grave de nuestro *set* y hace que este pasaje tenga mucha personalidad. Podemos direccionar la música hacia el acento intermedio de esta sección.

Otra sección sería la del silencio contundente ya hacia el final de la pieza. En esta parte observamos como los intérpretes le dan igual importancia al silencio como si estuvieran tocando, porque los silencios también son música. Al llegar un silencio tan importante después del cumulo de notas anterior, el darle la importancia que este requiere hace que la tensión siga latente.

Lo mismo ocurre en la última sección áurea, que se encuentra en un momento de distensión final, donde ya está todo en calma, y aparece de repente un golpe fuerte rompiendo el clima relajado que había.

Conocer la proporción áurea nos sirve a la hora de interpretar para saber como está estructurada la obra y prestar atención a lo que ocurre en esos puntos, porque son de gran importancia. Igual como analizaríamos cualquier obra, como por ejemplo las que siguen una forma sonata, para mejorar la interpretación, también debemos analizar las obras que siguen la proporción áurea. Porque esta es una forma más de estructurar una obra.

Y muchos consideran que esta proporción tiene algo que produce placer en otras disciplinas. Puede que en la música ocurra también, por la forma en que están situados los puntos de máxima tensión.

## **5. CONCLUSIONES**

A través de la presente investigación, se ha logrado una comprensión más profunda sobre la naturaleza de la proporción áurea y su intrínseca relación con la serie matemática de Fibonacci. Este análisis revela la notable presencia de la proporción áurea en múltiples ámbitos de la naturaleza y en la creación humana.

En primer lugar, hemos constatado cómo las obras de Xenakis han sido profundamente influenciadas por su experiencia vital. La vida de Xenakis estuvo marcada por una serie

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

de eventos y circunstancias que dejaron una huella significativa en su trabajo como compositor. Desde su participación en la Resistencia durante la Segunda Guerra Mundial hasta su formación como ingeniero y arquitecto, Xenakis experimentó una variedad de situaciones que moldearon su perspectiva artística y su enfoque creativo. Además, su formación como ingeniero y arquitecto influyó en su enfoque innovador hacia la composición musical. Xenakis aplicó principios matemáticos en sus obras, desarrollando nuevas técnicas de composición que desafiaban las convenciones musicales tradicionales.

En segundo lugar, hemos verificado que la proporción áurea desempeña un papel significativo en la música, siendo una presencia frecuente en numerosas obras musicales. Este hallazgo subraya la importancia de esta relación matemática en la composición musical y su potencial para influir en la estructura y el diseño de la obra. Mediante el análisis detallado de una composición musical creada a partir de la proporción áurea, se ha puesto de manifiesto la forma en que este número divino puede ser incorporado de manera efectiva en la composición musical. Este enfoque revela cómo la aplicación consciente de la proporción áurea puede servir como una estrategia efectiva para estructurar y organizar la obra musical, contribuyendo así a su coherencia estética y a su impacto emocional. En este trabajo hemos constatado que la obra *Rebonds «a»* de Xenakis sigue la proporción áurea, lo que a nuestro parecer le confiere una belleza y emoción especial. Esto hace que muchos intérpretes la elijan para sus recitales, siendo una de las obras de percusión más interpretadas.

Aunque la aplicación directa de la proporción áurea en la música puede resultar difícil de demostrar debido a la naturaleza abstracta del arte sonoro, su influencia se manifiesta de manera más sutil en la búsqueda de armonía, equilibrio y cohesión estructural por parte de los compositores. A través de la organización cuidadosa de secciones musicales, el desarrollo temático y la disposición de elementos melódicos y armónicos, los compositores aspiran a crear una estética musical que refleje los principios de belleza y proporción encontrados en otras formas de arte. Si bien la relación entre la proporción áurea y la música puede ser compleja y sujeta a interpretación, su estudio ofrece una perspectiva enriquecedora que profundiza nuestra comprensión de la composición musical y la percepción estética.

Por otra parte, la exploración de la proporción áurea en obras musicales desde la perspectiva del intérprete revela cómo este principio matemático influye en la ejecución y la interpretación de una pieza musical. Algunos intérpretes reconocen su importancia en la creación de una experiencia auditiva coherente y estéticamente agradable, comprendiendo cómo la disposición de elementos musicales y la estructura de la obra pueden influir en su percepción y capacidad para comunicar la intención del compositor.

Además, al comprender la estructura y forma de la obra a través de la proporción áurea, los intérpretes adquieren una visión más profunda de su desarrollo y organización. Esto enriquece su enfoque interpretativo y les permite transmitir la esencia emocional de la obra de manera más efectiva, especialmente en los puntos en donde recae la proporción áurea.

Sin embargo, es crucial destacar que la aplicación de la proporción áurea no debe limitar la expresión artística del intérprete, se debe buscar el equilibrio entre la aplicación técnica y una expresión artística auténtica. No se trata simplemente de adherirse rígidamente a los principios matemáticos, sino de utilizarlos como herramientas para realzar la interpretación y comunicar la emoción y la intención del compositor de manera efectiva.

En resumen, desde la perspectiva del intérprete, la proporción áurea en obras musicales representa un elemento más que influye en la ejecución, la interpretación y la comprensión de una composición. Al aplicar consciente y reflexivamente este principio matemático, los intérpretes enriquecen su experiencia musical y ofrecen una interpretación más profunda y significativa para el público.

Por último, indicar que este trabajo nos ha servido para mejorar la interpretación de la obra y nos ha llevado a formularnos futuras investigaciones sobre el uso de la razón áurea en otros autores y obras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- András Varga, B. (1996). *Conversations with Iannis Xenakis*. Faber and faber.  
Recuperado el 29 de diciembre de 2023 de: <https://n9.cl/dctxr>
- Beyer, G., Baldomero, J. (2013). Todo es número. La Sección Áurea en Rebonds, de Xenakis. *Espacio sonoro*, 31.
- Extremiana, J. I., Hernández, L. J. y Rivas, M. T. (2005). La divina razón de la belleza. *Sigma*, n°27, 145-178. Logroño: Universidad de La Rioja.
- García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA.  
Recuperado el 4 de noviembre de 2023: <https://bit.ly/2VLZ9oH>
- Garrido Moreno, L. (2013). Música y Arquitectura. Iannis Xenakis y el Pabellón Philips. *Revista del Conservatorio Superior de Música de Málaga*, 1(11), 34-48.
- Harley, J. (2004). *Xenakis. His life in music*. Routledge.  
<https://doi.org/10.4324/9780203342794>
- Mulet, C. (2023). *Cómo solucionar los problemas planteados en Rebonds “b”*. Alicante: Conservatorio Superior de Música Óscar Esplá de Alicante.
- Navarro, J. (Noviembre 2016). *Número Áureo (Proporción Áurea)*. Definición ABC.  
Recuperado el 4 de noviembre de 2023: <https://n9.cl/50psy>
- Nommick, Y. (noviembre 2011). *Matemática musical* [Ciclo de miércoles]. Madrid: Fundación Juan March.
- Peláez, D. (26 de junio de 2018a). *La proporción áurea en el arte: la matemática artística*. MusiChess. Recuperado el 4 de noviembre de 2023: <https://go.uv.es/eGDjgl0>
- Peláez, D. (9 de agosto de 2018b). *La proporción áurea en el arte II: La música Áurea*. MusiChess. Recuperado el 4 de noviembre de 2023: <https://go.uv.es/HyeT5yl>
- Toledo Agüero, Y. (2019). *Sección áurea en arte, arquitectura y música*. València: Universitat Politècnica de València.

Anna Beferull Díez

Vargas Contreras, M. (2003). Sucesión de Fibonacci y el número áureo. *Revista del instituto de Matemática y Física*, 6(10), 25-30.

Vic Firth. (17 de octubre de 2013). Rebonds A, by Iannis Xenakis. Recuperado el 29 de diciembre de 2023: <https://n9.cl/40a5p>

Xenakis, I. (1991). Rebonds pour percussion solo. Salabert.

## **ANEXOS**

### **Anexo 1**



**Ilustración 17: Nautilus**

Fuente: Extremiana, J. I., Hernández, L. J. y Rivas, M. T. (2005). La divina razón de la belleza. *Sigma*, n°27, 145-178. Logroño: Universidad de La Rioja.



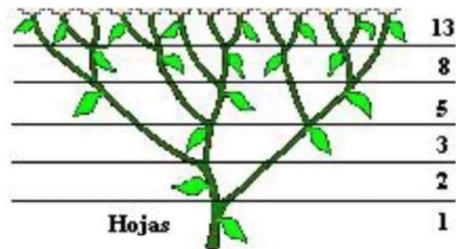
**Ilustración 18: Girasol**

Fuente: Padilla, M. J. (15 de octubre de 2018). *Matemáticas, Arte y Healthcare Analytics Parte I*. Personotecnia & Healthcare. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/zyxqy>



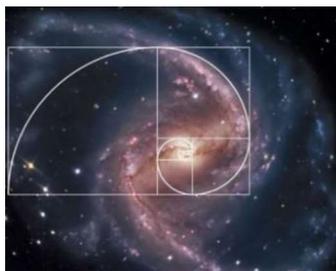
**Ilustración 19: Piña**

Fuente: Taylor, T. (19 de febrero de 2017). *I am infinite*. The Aneurjizums of Miss Tré Taylor. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/yhfzv>



**Ilustración 20: Ramas de un árbol**

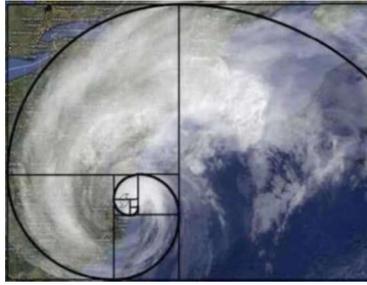
Fuente: Fibonacci (25 de junio 2018). *¿Cómo, aquí también se aplica la sucesión de Fibonacci? Parte 2*. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/a2i26>



**Ilustración 21: Galaxia**

Fuente: Padilla, M. J. (15 de octubre de 2018). *Matemáticas, Arte y Healthcare Analytics Parte I*. Personotecnia & Healthcare. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/zyxqy>

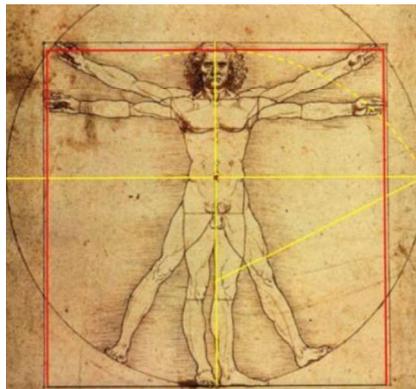
*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*



**Ilustración 22: Borrasca**

Fuente: Cervera, L. (2 de abril de 2015). *La divina proporción*. Lucycervera. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/yjtfb>

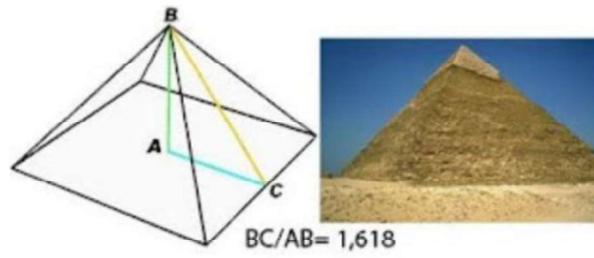
## **Anexo 2**



**Ilustración 23: *El hombre de Vitruvio***

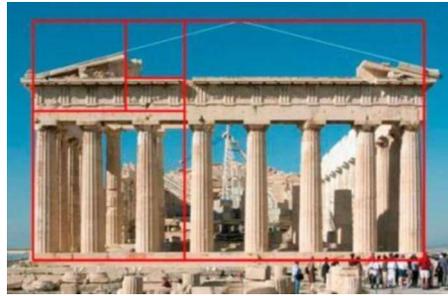
Fuente: García, S. (3 de octubre de 2016). *Diez obras de arte perfectas gracias a la proporción áurea*. Cultura Inquieta. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/5q6fo>

## **Anexo 3**



**Ilustración 24: Pirámide**

Fuente: Paul (30 de junio de 2015). *El número áureo*. Quetzalcóatl. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/9yIng>

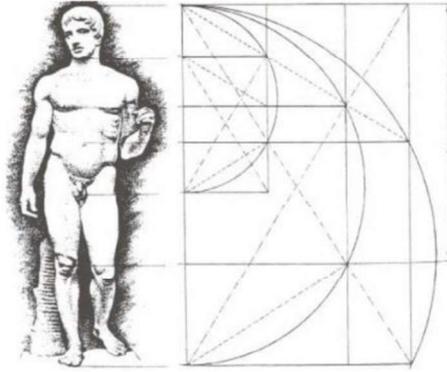


**Ilustración 25: El Partenón**

Fuente: Academia Play (30 de junio de 2016). *El Número de Oro en el Arte*. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/pcesg>

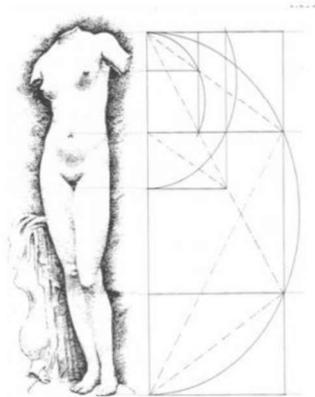
## Anexo 4

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*



**Ilustración 26: Doríforo**

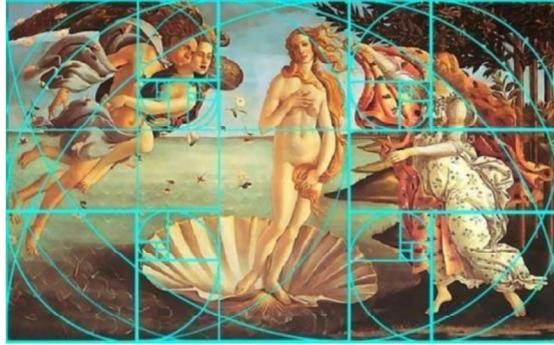
Fuente: Toledo Agüero, Y. (2019). *Sección áurea en arte, arquitectura y música*. València: Universitat Politècnica de València.



**Ilustración 27: Afrodita**

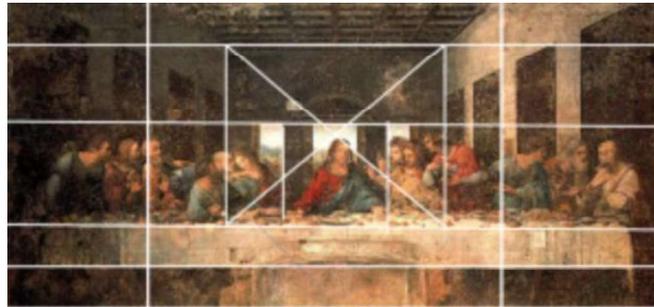
Fuente: Toledo Agüero, Y. (2019). *Sección áurea en arte, arquitectura y música*. València: Universitat Politècnica de València.

## **Anexo 5**



**Ilustración 28: *El nacimiento de Venus***

Fuente: Capiteerwig (2019). Proporción áurea. La clave para entender la magia del cosmos. Savinarte. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/sbz7c>



**Ilustración 29: *La Última Cena***

Fuente: Del Rosso, C. (24 de julio de 2014). Recuerdos de la Antigüedad: la Sección Áurea. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/005wn>



*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

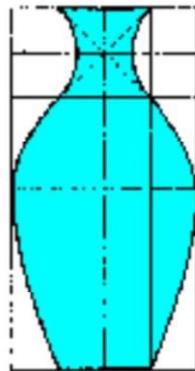
**Ilustración 30: *La Gioconda***

Fuente: García, S. (3 de octubre de 2016). *Diez obras de arte perfectas gracias a la proporción áurea*. Cultura Inquieta. Recuperado el 3 de enero de 2024 de: <https://n9.cl/5q6fo>



**Ilustración 31: *Semitaza Gigante Volante***

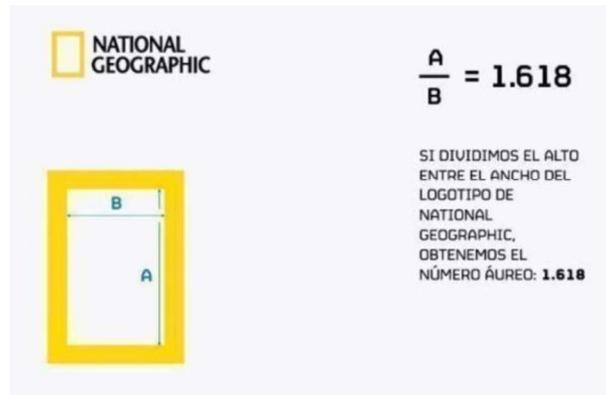
Fuente: Extremiana, J. I., Hernández, L. J. y Rivas, M. T. (2005). La divina razón de la belleza. *Sigma*, n°27, 145-178. Logroño: Universidad de La Rioja.



**Ilustración 32: *Vaso de Birkhoff***

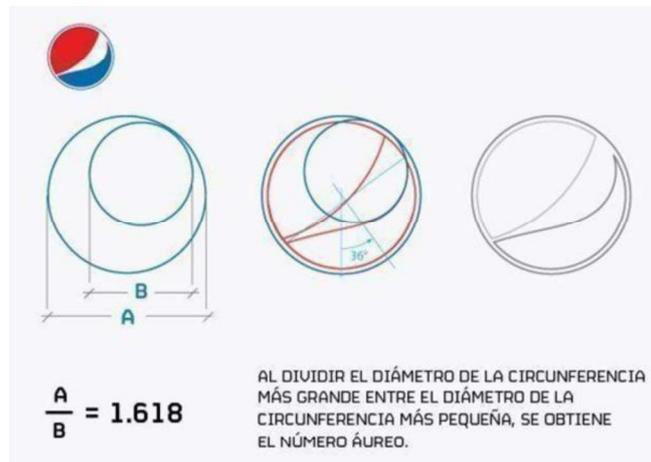
Fuente: Extremiana, J. I., Hernández, L. J. y Rivas, M. T. (2005). La divina razón de la belleza. *Sigma*, n°27, 145-178. Logroño: Universidad de La Rioja.

**Anexo 6**



**Ilustración 33: Proporción áurea en el logo de National Geographic**

Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>



**Ilustración 34: Proporción áurea en el logo de Pepsi**

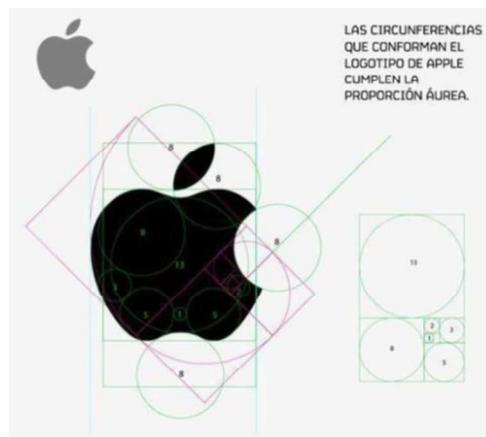
Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*



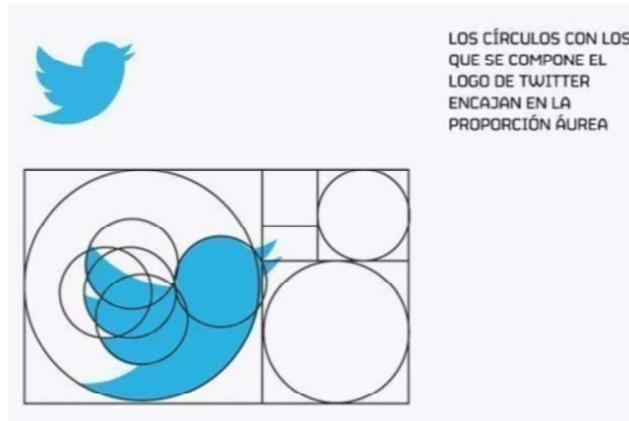
**Ilustración 35: Proporción áurea en el logo de BP**

Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>



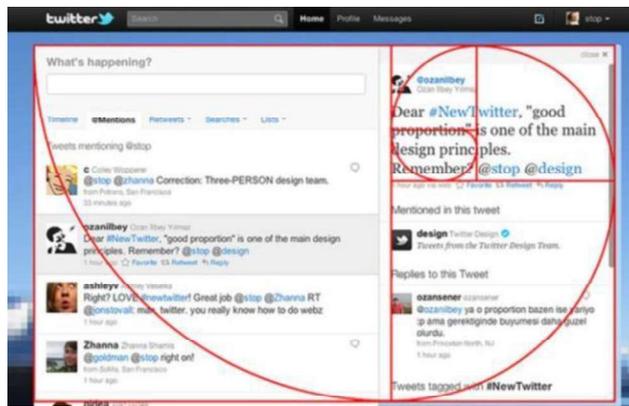
**Ilustración 36: Proporción áurea en el logo de Apple**

Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>



**Ilustración 37: Proporción áurea en el logo de Twitter**

Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>



**Ilustración 38: Proporción áurea en la página web de Twitter**

Fuente: García, M. (13 de octubre de 2015). *La proporción áurea en las marcas*. ARQA. Recuperado el 4 de noviembre de 2023 de: <https://bit.ly/2VLZ9oH>

## Anexo 7

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*



**Ilustración 39: *Pabellón Philips***

Fuente: Juárez, D. (13 de octubre de 2015). *Pabellón Philips*. UNIC. Recuperado el 2 de abril de 2024 de:  
<https://n9.cl/ge5b1>

## **Anexo 8**

OUVRAGE PROTÉGÉ  
PHOTOCOPIE INTERDITE  
Même partielle  
(Loi de 11 Mars 1957)  
Considéré comme contrefaçon  
(Code Penal, Art. 425)

# REBONDS

pour percussion solo

*a*

I. XENAKIS  
(1987 - 1989)

$\text{♩} = 40$

2 Bongos  
3 Toms  
2 Gr. C.

*f*

© 1991 Éditions SALABERT  
Paris, France

E.A.S. 18707

Tous droits réservés  
pour tous pays

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

2

The image displays a musical score for a percussion solo, consisting of seven staves of music. The measures are numbered 15 through 22. The notation is complex, featuring numerous triplets and accents. The notes are primarily eighth and sixteenth notes, often grouped in triplets. Above the notes, there are various markings: 'V' for accents, '3' for triplets, and 'Λ' for accents. The rhythm is highly rhythmic and intricate, typical of Xenakis's style. The score is written on a single system of seven staves.

E.A.S. 18707

23

24

25

26

27

28

29

30

3

E.A.S. 18707

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

4

The image displays a musical score for a percussion solo, consisting of eight staves of music, numbered 31 through 38. Each staff begins with a measure number on the left. The notation is complex, featuring a series of rhythmic patterns and accents. Above the notes, there are several 'V' symbols, likely indicating accents or specific performance techniques. Below the notes, there are numerous '3' symbols, which typically denote triplets. The music is written on a single-line staff with a clef that appears to be a soprano or alto clef. The overall structure is highly rhythmic and intricate, characteristic of Xenakis's percussive style.

E.A.S. 18707

Musical score for Anna Beferull Díez, measures 39-46. The score is written on a single staff with a treble clef and a key signature of one flat. It features a complex rhythmic pattern with frequent triplets and sixteenth-note runs. The notation includes various articulation marks such as accents (^) and slurs. The measures are numbered 39 through 46 on the left side of the staff. The piece concludes with a final triplet in measure 46.

E.A.S. 18707

6

47

48

49

50

51

53

54

57

*fff* *dim.* → *p* *pp*

*f* *pp* *f* *pp*

E.A.S. 18707

Ilustración 40: Partitura *Rebonds «a»*

Fuente: Xenakis, I. (1991). *Rebonds pour percussion solo*. Salabert.

## ÍNDICE DE TABLAS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Sección áurea .....	5
Ilustración 2: Rectángulos y espiral áurea.....	6
Ilustración 3: Modulor de Le Corbusier .....	13
Ilustración 4: Compases 23 y 24 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	19
Ilustración 5: Compas 38 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	19
Ilustración 6: Compases 43 al 49 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	20
Ilustración 7: Compases 51 y 52 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	20
Ilustración 8: Compases 54 al 56 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	21
Ilustración 9: Compas 57 partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	21
Ilustración 10: Estructura movimiento «a» <i>Rebonds</i> de Xenakis.....	22
Ilustración 11: Colocación instrumentos para la obra <i>Rebonds «a»</i> .....	23
Ilustración 12: Fotografía con plano cenital del set para <i>Rebonds «a»</i> .....	23
Ilustración 13: Baquetas <i>Adrián García</i> de Morgan Mallets .....	24
Ilustración 14: Ejercicios para trabajar la polirritmia 2x3.....	25
Ilustración 15: Ejercicios para trabajar la polirritmia 3x4.....	26
Ilustración 16: Ejercicios para trabajar la polirritmia 5x6.....	26
Ilustración 17: <i>Nautilus</i> .....	33
Ilustración 18: Girasol .....	33
Ilustración 19: Piña.....	34
Ilustración 20: Ramas de un árbol.....	34
Ilustración 21: Galaxia .....	34
Ilustración 22: Borrasca .....	35
Ilustración 23: <i>El hombre de Vitruvio</i> .....	35
Ilustración 24: Pirámide .....	36
Ilustración 25: <i>El Partenón</i> .....	36
Ilustración 26: <i>Doríforo</i> .....	37
Ilustración 27: <i>Afrodita</i> .....	37
Ilustración 28: <i>El nacimiento de Venus</i> .....	38
Ilustración 29: <i>La Última Cena</i> .....	38

*Rebonds «a» para percusión solo de Iannis Xenakis. Estudio performativo y formal a partir de la proporción áurea.*

Ilustración 30: <i>La Gioconda</i> .....	39
Ilustración 31: <i>Semitaza Gigante Volante</i> .....	39
Ilustración 32: <i>Vaso de Birkhoff</i> .....	39
Ilustración 33: Proporción áurea en el logo de National Geographic .....	40
Ilustración 34: Proporción áurea en el logo de Pepsi .....	40
Ilustración 35: Proporción áurea en el logo de BP .....	41
Ilustración 36: Proporción áurea en el logo de Apple .....	41
Ilustración 37: Proporción áurea en el logo de Twitter .....	42
Ilustración 38: Proporción áurea en la página web de Twitter .....	42
Ilustración 39: <i>Pabellón Philips</i> .....	43
Ilustración 40: Partitura <i>Rebonds «a»</i> .....	49