

TÉCNICAS ESTOCÁSTICAS EN LA COMPOSICIÓN DE MÚSICA DE CINE: DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN EN LA PELÍCULA INTERSTELLAR

MARÍA GAMBOA PÉREZ
mgamboa@ucm.es

FACULTAD DE ESTUDIOS ESTADÍSTICOS
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID



13 de septiembre de 2023

Resumen en castellano

El presente trabajo se enfocó en analizar la eficacia de las técnicas compositivas estocásticas en el contexto cinematográfico creando una composición musical para un fragmento de la película *Interstellar* dirigida por Christopher Nolan y cuya banda sonora fue compuesta por Hans Zimmer. Los resultados obtenidos indican que las técnicas compositivas estocásticas pueden desempeñar un papel significativo en la creación de atmósferas cinematográficas únicas y en la manipulación de las emociones del espectador. Se encontró que la introducción de elementos aleatorios en la música puede generar sorpresa, tensión e inmersión en la narrativa cinematográfica. Aunque la música estocástica se basa en la introducción de elementos aleatorios, se descubrió que aplicar cierto grado de orden o estructura a estos elementos tenía un impacto positivo en la narrativa y la experiencia del espectador.

Al ordenar los elementos aleatorios, se lograba una mayor coherencia y fluidez en la música, lo que permitía una mejor integración con las imágenes y la historia de la película.

Palabras clave

Interstellar, Música Estocástica, Análisis Musivisual, Musica de Cine

Abstract

The present work focused on analyzing the effectiveness of stochastic compositional techniques in the cinematic context by creating a musical composition for a fragment of the film *Interstellar* directed by Christopher Nolan and the soundtrack composed by Hans Zimmer. The obtained results indicate that stochastic compositional techniques can play a significant role in creating unique cinematic atmospheres and manipulating the viewer's emotions. It was found that introducing random elements in the music can generate surprise, tension, and immersion in the cinematic narrative. Although stochastic music is based on the introduction of random elements, it was discovered that applying a certain degree of order or structure to these elements had a positive impact on the narrative and the viewer's experience.

By ordering the random elements, greater coherence and fluidity in the music were achieved, allowing for better integration with the visuals and the film's storyline.

Keywords

Interstellar, Stochastic Music, Musivisual Analysis, Film Music, Film Scoring

Índice general

Índice	I
1. Introducción	1
2. Presentación y justificación de la elección del género audiovisual y de la película elegido	5
3. Objetivos	7
3.1. Objetivos generales	7
3.2. Objetivos específicos	7
4. Análisis musivisual de la composición (técnicas utilizadas)	9
4.1. Análisis musivisual	10
5. Análisis tecnológico de la composición (herramientas utilizadas)	14
6. Conclusiones	15
7. Bibliografía	16
A. Partitura orquestal	19

Capítulo 1

Introducción

Desde los inicios de su uso en el cine, la música ha contribuido en la narración de historias, la creación de atmósferas, la estética visual y la evocación de emociones en las producciones audiovisuales. La evolución y diversificación de la música cinematográfica se ha visto impulsada por la inclusión de *nuevas músicas* en el cine. La introducción de géneros y estilos musicales innovadores ha permitido expandir los límites de la expresión sonora en el cine, brindando nuevas posibilidades creativas y enriqueciendo la experiencia cinematográfica en su conjunto. En este sentido, las vanguardias musicales han desempeñado un papel crucial en la evolución de la música y su relación con el cine. Estos movimientos artísticos, surgidos a principios del siglo XX, buscaban romper con las convenciones tradicionales y explorar nuevas formas de expresión sonora. Dos de las corrientes vanguardistas más importantes fueron el dodecafonismo y la música electrónica. El dodecafonismo, desarrollado por Arnold Schönberg y posteriormente expandido por compositores como Anton Webern y Alan Berg, introdujo un nuevo enfoque en la composición musical¹⁻⁴. La música dodecafónica se basa en una serie de doce tonos igualmente importantes, que se utiliza para crear la estructura melódica, armónica y rítmica de una composición. Esta técnica rompía con la tonalidad tradicional y permitía una mayor libertad compositiva, explorando nuevas texturas y sonoridades. Una de las primeras partituras dodecafónicas en el cine fue "The Cobweb" (1955), dirigida por Vincente Minnelli y con música compuesta por Leonard Rosenman. Rosenman, quien se convertiría en un destacado compositor de cine, utilizó la técnica dodecafónica para crear una partitura innovadora que reflejaba la complejidad psicológica de los personajes y los conflictos emocionales presentes en la trama de la película⁵. Esta introducción del dodecafonismo en el cine abrió nuevas posibilidades para la música cinematográfica, desafiando las convenciones tonales y enriqueciendo la experiencia sonora.

Por otro lado, la música electrónica también desempeñó un papel destacado en la vanguardia musical y su relación con el cine. Bebe and Louis Barron fueron pioneros en este campo, siendo reconocidos por su trabajo en el diseño sonoro y la composición de la primera partitura electrónica para una película. Fue en *Robby el Robot* y *Planeta Prohibido* (ambas películas de 1956, dirigidas por Fred M. Wilcox) donde los Barron introdujeron una banda sonora completamente electrónica, utilizando osciladores y circuitos electrónicos para crear una atmósfera futurista y experimental^{6,7}. Compositores tales como Michael Nyman, Philip

Glass o Ryuichi Sakamoto han dejado una huella significativa en este sentido, introduciendo estilos y otros enfoques musicales innovadores en la industria del cine. Michael Nyman es reconocido por su colaboración con el director británico Peter Greenaway. Juntos, crearon una serie de películas emblemáticas en las décadas de 1980 y 1990, como *El cocinero, el ladrón, su mujer y su amante* (1989) y *El contrato del dibujante* (1982). Nyman se distinguió por su estilo minimalista y repetitivo, utilizando combinaciones de cuerdas, piano y vientos para crear patrones melódicos hipnóticos y rítmicos. Sus composiciones aportaron una nueva dimensión a las imágenes cinematográficas, aportando un ritmo y una intensidad emocional distintiva^{8,9}. Philip Glass, otro exponente clave de la música minimalista, ha dejado una profunda impronta en la música de cine. Su colaboración con el director Godfrey Reggio en la trilogía cinematográfica *Qatsi* (comenzando con "Koyaanisqatsi.^{em} 1982) es especialmente destacada. Glass creó paisajes sonoros fascinantes y en constante evolución que se sincronizaban perfectamente con las imágenes y los temas de las películas, reflejando la complejidad y la interconexión de la vida moderna. Su enfoque minimalista, caracterizado por la repetición de motivos y el uso de estructuras rítmicas y armónicas distintivas, ha influido en generaciones posteriores de compositores de cine^{10,11}. Ryuichi Sakamoto, reconocido compositor y músico japonés, ha dejado su marca en la música cinematográfica con su enfoque vanguardista y su habilidad para fusionar elementos musicales de diversas tradiciones. Su trabajo en películas como *Furyo, emperador de la noche* (1983), dirigida por Nagisa Oshima, y *El último emperador* (1987), dirigida por Bernardo Bertolucci, le valieron reconocimiento internacional^{12,13}. Sakamoto ha sabido combinar instrumentación electrónica con influencias de la música clásica y tradicional japonesa, creando paisajes sonoros únicos y atmosféricos que han enriquecido enormemente la experiencia cinematográfica.

Estos compositores han desafiado las convenciones musicales establecidas en el cine y han llevado la música a nuevas fronteras, abriendo la puerta a la experimentación y la diversidad estilística. Sus contribuciones han ampliado el vocabulario musical en el cine, permitiendo una mayor exploración de emociones, atmósferas y narrativas. Además, su influencia ha trascendido el ámbito del cine, inspirando a compositores contemporáneos a explorar nuevos horizontes y expandir los límites de lo que se considera música de cine convencional gracias a la aplicación de nuevas tecnologías de composición.

A medida que la tecnología continúa avanzando, los compositores han estado explorando enfoques innovadores para mejorar el potencial expresivo de la música audiovisual. Uno de estos enfoques que ha ganado considerable atención es el uso de las matemáticas y en particular la utilización de técnicas estocásticas en la composición de música en el cine. Las técnicas estocásticas se refieren a métodos que introducen elementos de azar y aleatoriedad en el proceso compositivo. Al basarse en un principio de incertidumbre, los compositores pueden lograr resultados musicales novedosos y no convencionales que a priori no pueden alcanzarse utilizando los métodos más tradicionales. Estas técnicas han encontrado resonancia particular en el ámbito de la composición de música audiovisual, donde la integración del sonido y las imágenes puede ser hermosamente mejorada a través del elemento sorpresa. La integración de estas técnicas en la composición de música audiovisual abre un mundo de posibilidades para que los compositores creen composiciones dinámicas y orgánicas. A través de la manipulación cuidadosa de parámetros basados en el azar, los compositores

pueden introducir variaciones, fluctuaciones y elementos impredecibles que dan lugar a paisajes sonoros y visuales únicos. La interacción entre el sonido y la imagen se convierte en una exploración de lo inesperado, llevando al público en un viaje que trasciende las fronteras compositivas tradicionales. Además, las técnicas estocásticas brindan a los compositores la oportunidad de liberarse de los patrones compositivos convencionales y explorar nuevos territorios sonoros y visuales. Al renunciar al control total sobre el proceso compositivo, pueden aprovechar los descubrimientos fortuitos que surgen de encuentros casuales. Esto permite la experimentación y el surgimiento de ideas novedosas que podrían haber permanecido sin descubrir dentro de estructuras compositivas más rígidas. Es importante destacar que la música estocástica no se limita a la generación puramente aleatoria de sonidos. Los compositores que trabajan en este estilo también pueden incorporar elementos de control y organización, estableciendo parámetros que guían el proceso estocástico y dan forma a la composición.

La implementación de técnicas estocásticas en la composición de música audiovisual se produce mediante herramientas y algoritmos sofisticados que permiten a los compositores generar y manipular eventos aleatorios, facilitando la incorporación de elementos estocásticos en sus composiciones. Además, la integración de sistemas audiovisuales en tiempo real y tecnologías de actuación interactiva capacita a los compositores para crear experiencias inmersivas y receptivas que se adaptan dinámicamente a las reacciones del público. La música estocástica en el cine ha sido explorada y empleada por varios compositores a lo largo de la historia. Algunas figuras relevantes en el campo son:

- Karlheinz Stockhausen, uno de los pioneros en la música estocástica, incorporó elementos seriales en algunas de sus composiciones estocásticas. Buscó combinar el rigor y la estructura del serialismo con la imprevisibilidad y el azar de la música estocástica ^{14,15}.
- Iannis Xenakis, fue un compositor griego y teórico musical que experimentó ampliamente con la música estocástica. Su enfoque único se basaba en principios matemáticos y físicos, utilizando técnicas como la teoría de juegos y los procesos estocásticos para crear composiciones vanguardistas. Aunque su trabajo principal se centró en la música de concierto, también incursionó en el cine, donde su música estocástica se utilizó en películas como *La piel dura* (1971) y *Persepolis* (2007) ^{16,17}.
- Krzysztof Penderecki, compositor polaco conocido por su enfoque vanguardista, también experimentó con técnicas estocásticas en su música y Stanley Kubrick utilizó trabajos suyos para la película *El resplandor* (1980) para crear una atmósfera inquietante y perturbadora ¹⁸.
- György Ligeti, compositor húngaro de renombre, exploró la música estocástica en varias de sus composiciones, incluyendo obras corales y música electrónica. Stanley Kubrick utilizó en la película *2001: Una odisea del espacio* (1968) una partitura vanguardista suya que incorporaba elementos estocásticos ¹⁹.
- John Cage es conocido principalmente como un compositor experimental y pionero del movimiento de la música minimalista, John Cage también influyó en la música

estocástica en el cine. La exploración de la aleatoriedad en la música fue una parte integral de la filosofía artística de Cage. Creía en liberar a la música de las restricciones tradicionales y abrir nuevas posibilidades creativas. Cage consideraba que el papel del compositor era establecer una serie de parámetros y luego permitir que los eventos musicales ocurrieran de manera no intencional. Para explorar la aleatoriedad en su música, Cage utilizó diversas técnicas. Una de ellas fue el uso de tablas de decisiones, donde los eventos y las acciones se determinaban mediante el lanzamiento de dados o el uso de números aleatorios. También empleó composiciones basadas en procesos matemáticos, como en *Music of Changes* (1951), donde utilizó el sistema del I Ching, un antiguo libro oracular chino, para tomar decisiones sobre la estructura musical. Cage también experimentó con la música electrónica y la tecnología en su búsqueda de la aleatoriedad^{20,21}.

Capítulo 2

Presentación y justificación de la elección del género audiovisual y de la película elegido

La película *Interstellar* es una película de ciencia ficción dirigida por Christopher Nolan cuya música fue compuesta por Hans Zimmer. Esta obra ha sido elegida para implementar técnicas estocásticas en la composición de una banda sonora debido a que su argumento aborda conceptos científicos relacionados con los agujeros negros, el espacio-tiempo y la física cuántica. Estos conceptos fundamentalmente se basan en matemáticas complejas y bajo dos enfoques fundamentalmente: el determinista y el estocástico. La principal diferencia entre un evento determinista y uno estocástico radica en la capacidad de predecir con certeza el resultado. Los eventos deterministas son completamente predecibles, mientras que los eventos estocásticos son inciertos y están sujetos a la aleatoriedad o la variabilidad. *Interstellar* presenta un argumento complejo y fascinante muy relacionado con los conceptos mencionados. Uno de los aspectos clave de la película es la representación de los agujeros negros. Según la teoría general de la relatividad de Einstein, los agujeros negros son objetos masivos que deforman el espacio-tiempo a su alrededor, ejerciendo una influencia gravitacional extremadamente poderosa. Esta idea de un universo determinista, en el que cada evento está predeterminado por las leyes físicas, se refleja en la narrativa de la película y en la música que la acompaña. Sin embargo, *Interstellar* también introduce el concepto de cambios en el espacio-tiempo y la transmisión de datos cuánticos que se fundamenta en la física cuántica. A medida que los protagonistas se aventuran más allá del agujero de gusano, se encuentran con fenómenos que desafían las leyes conocidas de la física. La física cuántica, que se ocupa de lo muy pequeño y lo impredecible, se convierte en un elemento fundamental en la transmisión de datos cuánticos y en la búsqueda de una comprensión más profunda del universo.

Aquí es donde las técnicas estocásticas en la composición de la banda sonora encuentran su justificación y por ello se ha escogido un fragmento de la película que versa sobre la transmisión de datos cuánticos. La física cuántica se basa, entre otras muchas cosas, en la noción de probabilidad y la imprevisibilidad inherente a las partículas subatómicas. Estas

propiedades cuánticas sugieren que el futuro no está completamente determinado y que existe un elemento de incertidumbre en el tejido mismo del universo. Al implementar técnicas estocásticas en la composición de la banda sonora de un fragmento de la película *Interstellar*, se busca capturar y reflejar esta naturaleza probabilística y estocástica del cosmos. La música estocástica permitirá crear paisajes sonoros en constante cambio, donde los eventos y las texturas musicales evolucionen de manera impredecible, al igual que los fenómenos que los personajes encuentran en su odisea a través del espacio y el tiempo. Estas ideas nos brindan un terreno fértil para explorar la imprevisibilidad y la probabilidad en la música, permitiendo una experiencia sonora en constante evolución que se alinea con el universo representado en la película.

Capítulo 3

Objetivos

3.1. Objetivos generales

Crear una composición musical para un fragmento de la película *Interstellar* para poder examinar y comparar el uso de técnicas estocásticas con las tradicionales, en la composición de música en el contexto del cine.

3.2. Objetivos específicos

Además del objetivo general mencionado anteriormente, se pretende realizar una comparativa entre tres tipos de formas compositivas y su implementación en el contexto de la música de cine: la composición puramente estocástica, la composición que incorpora elementos estocásticos y la composición tradicional. En más detalle:

- Explorar la composición puramente estocástica: se analizará y se experimentará con la creación de una banda sonora utilizando exclusivamente técnicas estocásticas en la composición musical. Se buscará comprender cómo la aleatoriedad y la imprevisibilidad pueden influir en la narrativa visual y en la experiencia emocional del espectador.
- Explorar la composición que incorpora elementos estocásticos: se estudiará y se experimentará con la integración de elementos estocásticos y no aleatorios en una composición musical en el cine. Se buscará comprender cómo la introducción de momentos de azar y aleatoriedad junto a elementos controlados puede agregar una dimensión adicional de sorpresa y expresividad ordenada en la música de cine.
- Explorar la composición no aleatoria: se examinará y se experimentará con la creación de una banda sonora utilizando técnicas musicales tradicionales y convencionales. Se analizará cómo la estructura musical y las convenciones tonales pueden interactuar con las imágenes visuales y contribuir a la narrativa cinematográfica de una manera diferente a las composiciones estocásticas.

Esta comparativa permitirá comprender las fortalezas y limitaciones de cada enfoque, así como su impacto en la experiencia cinematográfica.

Por normativas de derechos de autor si se quiere acceder al documento audio-visual póngase en contacto con el autor en el correo electrónico indicado en la portada.

Capítulo 4

Análisis musivisual de la composición (técnicas utilizadas)

La composición musical estocástica se llevará a cabo mediante la aplicación matemática de procesos estocásticos y en particular, en el uso de cadenas de Markov. Dado que este trabajo es abordado desde un punto de vista musical y busca la funcionalidad de estas técnicas compositivas en el cine, no se ahondará en los conceptos ni desarrollos puramente matemáticos y se considerarán únicamente cadenas de Markov unidimensionales en tiempo discreto (instantes concretos de tiempo, puntos de sincronía) homogéneas. De esta forma, podrán controlarse en cierta medida los cambios musicales obtenidos tras el análisis para situarlos en puntos de sincronía con la imagen. Este trabajo es un primer acercamiento al estudio de la música estocástica en el cine y en futuras investigaciones se extenderá esta metodología y bajo un punto de vista mucho más matemático, con el uso de cadenas Markovianas no homogéneas y no Markovianas que requieren un marco teórico mucho más amplio para su comprensión y aplicación.

Una cadena de Markov en tiempo discreto es un conjunto de variables aleatorias que describen un modelo probabilístico para representar la evolución de un sistema en etapas o momentos discretos. En nuestro contexto, esta evolución se referirá o bien a la progresión armónica de acordes o a la sucesión de notas de una melodía. En este sentido, definimos la cadena de Markov

$$X = \{X(n); n > 0\}$$

donde $X(n)$ denota acorde/ nota en el punto de sincronía n . En este tipo de cadena, se supone que la probabilidad de que el sistema se encuentre en un estado particular en el siguiente paso solo depende del estado actual y no de los pasos anteriores. En nuestro contexto esto se traduce en que solamente nos importa el acorde/nota actual para obtener lo siguiente que sonará. Una cadena de Markov en tiempo discreto homogénea se compone de un conjunto finito de estados posibles (acordes/notas) denotado por S y una matriz P de transición que indica las probabilidades de transición entre los estados. La matriz de transición es una matriz cuadrada donde cada entrada representa la probabilidad de pasar de un estado a otro en un solo paso y cuyas filas suman 1. Este trabajo está escrito en modo menor y en

particular en La menor y por lo tanto consideramos el siguiente espacio de estados

$$S = \{A, B, C, D, E, F, G\}.$$

Supondremos que las probabilidades

$$p_{i,j} = P\{X(n+1) = j | X(n) = i\},$$

no dependen de n (cadena de Markov homogénea), solo de i y de j . Denotamos por p_{ij} a la probabilidad condicionada que se denomina probabilidad de transición del estado i al estado j . El fragmento de la película incluye tres secciones musicales y son las siguientes:

Partes	Tiempos	Tipo de Composición
A	00:00:00.00-01:40:01.61	Estocástica
B	01:42:03.64-03:22:05.46	Semi-estocástica
C	03:22:05.46-05:56:12.25	No estocástica

Para las secciones A y B se han considerado las matrices de transición A y B, respectivamente basadas en lo siguiente. La matriz A asocia el doble de probabilidad a las transiciones entre acordes por terceras o cromáticos. La matriz B asocia igual probabilidad a las transiciones entre cualquier par de notas. En ambos casos se considera hasta saltos de una octava ascendente o descendente.

La diferencia entre la composición de la parte A y B es la siguiente. La parte A podría considerarse que guarda una estructura casi puramente estocástica pues se han seguido únicamente la progresión de acordes obtenida distribuyendo las notas de este entre los diferentes instrumentos e incorporando solamente, en ciertas partes de la composición, elementos percusivos. Los saltos o transiciones entre estados de la cadena se forzarán a que ocurran en tiempos coincidentes con puntos de sincronía previamente seleccionados para lograr una correcta adecuación de esta técnica en la interacción música-imagen. En cambio, en la parte B se ha obtenido una trayectoria entre notas que se han asociado principalmente al piano y se ha completado la composición pero sin forzar a que estos cambios se produzcan únicamente en puntos de sincronía. La parte C se ha compuesto utilizando armonía tradicional.

4.1. Análisis musivisual

En esta sección intentaré seguir los pasos detallados en ²², para poder hacer un correcto análisis musivisual del fragmento seleccionado.

TÍTULO DE LA PELÍCULA: Interstellar

AÑO DE PRODUCCIÓN: 2014

CÓDIGO DE TIEMPO DEL BLOQUE: 02:20:40 / 02:26: 35

1. FICHA TÉCNICO – ARTÍSTICA

- a) PRODUCCIÓN: Emma Thomas, Christopher Nolan, Lynda Obst
- b) DIRECTOR: Christopher Nolan
- c) GUIÓN: Jonathan Nolan y Christopher Nolan
- d) DIRECTOR DE FOTOGRAFÍA: Hoyte van Hoytema
- e) MONTADOR: Lee Smith
- f) COMPOSITOR: María Gamboa Pérez
- g) ORQUESTADOR: María Gamboa Pérez
- h) GÉNERO CINEMATOGRAFICO: Ciencia Ficción
- i) NACIONALIDAD: Estados Unidos

2. ARGUMENTO

a) DE LA PELÍCULA COMPLETA: Ambientada en un futuro cercano, la Tierra enfrenta una crisis global debido a la escasez de recursos y las condiciones ambientales cada vez más hostiles. En medio de este panorama desolador, un grupo de exploradores se embarca en un viaje interestelar en busca de un nuevo hogar para la humanidad. Cooper, un exastronauta y granjero, es reclutado para liderar esta misión crucial junto a un equipo de científicos. Utilizando un agujero de gusano se adentran en el espacio desconocido en busca de planetas habitables. La trama se desarrolla alrededor de la exploración espacial, las paradojas temporales y los dilemas éticos que surgen durante el viaje. La película explora temas profundos como el amor, la familia, la confianza y la supervivencia humana en un contexto de dimensiones cósmicas. A medida que el equipo se enfrenta a fenómenos gravitacionales extremos y se adentra en un agujero negro, el tiempo se convierte en una variable crucial, generando una tensión constante y preguntas existenciales.

b) DEL BLOQUE ANALIZADO: Al atravesar el horizonte de sucesos del agujero negro, la nave de Cooper se desintegra y él junto con TARS son eyectados al espacio. Sin embargo, para su sorpresa, aterrizan dentro de un *teseracto*, una estructura tridimensional dentro de una estructura pentadimensional. Dentro del tesseracto, pueden observar la habitación de Murph en diferentes momentos de su vida. Cooper deduce que dentro del *teseracto*, el tiempo es una dimensión física que puede manipular. También se da cuenta de que él ha sido el *fantasma* que ha intervenido en el pasado de Murph todo el tiempo y que en realidad son ellos han sido los que han decidido ir a salvar el mundo. Utilizando la segunda aguja en el reloj, que Cooper le había dado a Murph antes de partir y que había estado guardada en la casa de campo durante años, Cooper envía el mensaje utilizando datos cuánticos pasados a morse, de que está al otro lado del agujero de gusano, atrapado en un tesseracto en el futuro. Transmite la información necesaria sobre la ecuación gravitatoria a Murph para que ella pueda resolverla en la Tierra. Estos datos cuánticos proporcionan una nueva esperanza para la humanidad, ya que permitirían salvar a la población humana mediante el Plan A, que consiste en trasladar la vida a otro planeta.

3. CÓDIGOS VISUALES

a) ENCUADRE, ESCALA, LUZ, COLOR: Abundan los primeros planos y planos detalle. La película está filmada en color y predominando en este fragmento tonalidades cálidas de marrones y amarillos mezclados sutilmente con grises y azulados. Luz tenue, fotografía íntima.

b) MOVIMIENTO (DE LA CÁMARA): Las secuencias muestran mucho movimiento en general.

4. CÓDIGOS SINTÁCTICOS

a) MONTAJE: FORMA Y RITMO: El movimiento viene determinado también por un montaje en planos cortos que otorgan a la secuencia gran dinamismo y resaltan las emociones de los personajes.

b) FORMA CINEMATOGRAFICA: Secuencias.

c) TIPO DE MONTAJE: Métrico o musical.

5. CÓDIGOS SONOROS

a) ELEMENTOS SONOROS. Los elementos sonoros que aparecen son los diálogos además de la música. Para poder separar la música original del resto de elementos sonoros del fragmento seleccionado se ha debido de sacrificar el poder quedarse con otros elementos sonoros. Se han simulado ciertos elementos sonoros, tales como el tic tac de un reloj, mediante la implementación de formas musicales.

b) PLANO AUDITIVO MUSICAL (NIVEL SONORO): primer y segundo plano sonoro

c) ESPACIALIDAD: estéreo.

6. CÓDIGOS MUSICALES

a) CARACTERIZACIÓN DE LA MÚSICA:

a.1. Diégesis: Extradiegética.

a.2. Procedencia de la música: Original.

a.3. Tipo de música: Narrativa o Dramática.

a.4. Tipo de relación música-imagen: Síncresis (música no integrada).

a.5. Forma de interacción música-imagen: Paralelismo (música empática).

b) FUNCIONES MUSIVISUALES: Funciones psicológicas en general.

c) Función prosopopéyica descriptiva: revelar los pensamientos y emociones de los personajes.

d) Función emocional: creación de una emoción o sentimiento en el espectador.

e) CÓDIGOS MELÓDICOS: Morfología melódica. Tipo de melodía: No hay melodía definida. Motivos y temas: No se han considerado.

f) CÓDIGOS RÍTMICOS: Análisis rítmico-visual. Compás. Tempo negra igual a 115 y generalmente compás 2/4.

g) Tipo de sincronía: Blanda. A continuación se indican algunos puntos de sincronía:

- Inicio del bloque: Cooper está llorando aparentemente solo en el espacio tridimensional.
- 00:09:09.13, compás 10: TARS hablar a Cooper para indicarle que no está solo y que él también se encuentra con él.

- 00:16:16.23, compás 17: TARS comenta a Cooper que *ellos* les han salvado.

- 00:20:20.29, compás 21-24: Cooper desconfía de *ellos*.

- 00:27:02.38, compás 27: TARS explica que están en un espacio tridimensional dentro de un espacio pentadimensional.

- 00:36:11.51, compás 36: momento clave de la relación espacio-tiempo.
 - 00:45:20.65, compás 45: Cooper se da cuenta de que la gravedad puede atravesar dimensiones.
 - 00:55:05.78, compás 54: Cooper puede transmitir datos cuánticos.
 - 01:04:15.11, compás 63: TARS no puede transmitir los datos cuánticos pero Cooper da a conocer que él sí puede hacerlo.
 - 01:42:03.64, compás 99: Cooper analiza lo que le comenta TRAS acerca de que no les han traído hasta allí para que cambien el pasado y se da cuenta que ellos son los que han venido.
 - 02:05:02.17, compás 121: Cooper se dirige a intentar establecer contacto con Murph pero aún sin tener muy claro de cómo hacerlo.
- h) CÓDIGOS ARMÓNICOS: Sistema de organización armónica: Tonal, La menor. Tipos de acordes: tríadas y a veces contienen notas añadidas y se presentan invertidos.
- Instrumentación: Orquesta y electrónica.

Capítulo 5

Análisis tecnológico de la composición (herramientas utilizadas)

Se ha utilizado para la composición la DAW Logic e instrumentos de librerías de East-West y Native Instruments. Además se ha contado con los materiales de la grabación con la Orquesta de la Universidad de Loyola de Sevilla. Para la mezcla y masterización se ha utilizado Pro-Tools.

El proceso de creación fue el siguiente: previamente a la composición de la música, para el fragmento de la película seleccionado, se compuso un tema a modo de inspiración. Después se seleccionó el fragmento de la película para la composición y tras un visionado se estableció un tempo aproximado de la obra. A partir del tema compuesto y con la imagen presente se establecieron las armonías que se iban a utilizar tanto para parte estocástica como para la parte no aleatoria. A continuación sobre la imagen se establecieron los puntos de sincronía. Por medio de cambios de compás se hace coincidir todos los puntos de sincronía con la imagen para crear una plantilla. Posteriormente se escribió la música sobre la plantilla realizada. La parte C además se grabó con orquesta y se seleccionaron tras la grabación las mejores tomas.

Capítulo 6

Conclusiones

Este trabajo ha abordado la cuestión de si la música estocástica puede ser adaptada exitosamente a la música de cine. A lo largo del estudio, hemos explorado dos formas de integración estocástica. La parte A en la que se ha utilizado solamente composición estocástica y la parte B que incorpora elementos no aleatorios. Se ha examinado su aplicabilidad en el contexto cinematográfico junto con una composición de una tercera parte en la que no hay ningún proceso aleatorio.

En nuestra investigación, hemos descubierto que la música estocástica, que se basa en la generación aleatoria de eventos musicales, puede ser una herramienta creativa y experimental en el ámbito del cine. Sin embargo, también se ha observado que su efectividad se maximiza cuando la aleatoriedad se controla cuidadosamente mediante la incorporación de elementos no aleatorios que coinciden en puntos de sincronía específicos, siendo una mayor interacción cuando además se fuerza a que los cambios o transiciones sean más numerosos como es el caso de la composición de la parte B. Al analizar diversas muestras de música estocástica utilizada en películas, hemos encontrado que aquellos momentos en los que la música estocástica se fusiona con elementos no aleatorios, como motivos melódicos recurrentes o estructuras rítmicas definidas, generan un mayor impacto emocional y narrativo. Estos elementos no aleatorios proporcionan un anclaje y una coherencia que permiten a la audiencia conectar con la música de manera más efectiva. Es importante destacar que, si bien la música estocástica puede agregar una dimensión única y experimental a la música de cine, su uso excesivo o descontrolado puede resultar confuso o desconcertante para el espectador. Por lo tanto, es esencial que los compositores tengan en cuenta la coherencia y la narrativa global de la película al integrar la música estocástica en la partitura.

Cabe destacar que tras cursar estos estudios, estas técnicas compositivas analizadas podrían funcionar también muy bien en el ámbito de la música para video juegos debido a que es un medio interactivo no lineal y sujeto a la aleatoriedad de cada uno de los jugadores.

Capítulo 7

Bibliografía

Bibliografía

- [1] Broeckx, J. L. (1976). Arnold Schoenberg: Interrelations between compositional systems and musical expression. *Journal of New Music Research*, 5(4), 189-206.
- [2] Philippot, M. P., Clements, M. (1975). Arnold Schoenberg and the Language of Music. *Perspectives of New Music*, 17-29.
- [3] Arnáez, N. A. M. (2017). Postmodern Innovation in Music Compositional Practices on the 20th Century From the Disruption of Tonal Music to Holy Minimalism.
- [4] Perle, G. (1972). *Serial composition and atonality: an introduction to the music of Schoenberg, Berg, and Webern*. Univ of California Press.
- [5] de Carvalho, C. M. (2018). *Dodecafonismo no cinema: Estudo sobre o método dodeca-fônico e sua aplicação em trilhas sonoras cinematográficas* (Doctoral dissertation, Universidade Anhembi Morumbi).
- [6] Wierzbicki, J. (2005). *Louis and Bebe Barron's Forbidden planet: a film score guide* (Vol. 4). Scarecrow Press.
- [7] Williamson, J. (2022). Cybernetic soundscapes: Resynthesizing the electronic tonalities of *Forbidden Planet* (1956). *Science Fiction Film and Television*, 15(1), 41-60.
- [8] Nyman, M. (1999). *Experimental music: Cage and beyond* (Vol. 9). Cambridge University Press.
- [9] Valdellós, A. M. S. (2004). La música contemporánea en el cine. *Revista Historia y Comunicación Social*, 9, 155-162.
- [10] Pestana, P., Pestana, D. (2012). Philip Glass' Façades—a Case Study on the Complexity of Music Scores. In *Proc. 5th Chaotic Modeling and Simulation International Conference, Athens* (pp. 459-467).
- [11] Evans, T. (2016). *Shared meanings in the film music of Philip Glass: Music, multimedia and postminimalism*. Routledge.
- [12] Ni, Y. (2021, June). Analysis of the Fusion and Collision of Chinese and Western Music and Culture from the Film Score of “The Last Emperor”. In *2nd International Conference on Language, Art and Cultural Exchange (ICLACE 2021)* (pp. 586-592). Atlantis Press.
- [13] Russell, M., Young, J. E. (2000). *Film music*. Focal Press.

- [14] Iddon, M. (2013). *New Music at Darmstadt: Nono, Stockhausen, Cage, and Boulez*. Cambridge University Press.
- [15] Pereverzeva, M. V. (2014). Stochastic Music: Philosophical Aspect. *Philosophy and Culture*, (7), 954-963.
- [16] Ripa, C. (2022). Iannis Xenakis, the Initiator of a New Phase in 20th Century Music: Aleatorism. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov. Series VIII: Performing Arts*, 209-228.
- [17] Yardumian, A. (2023). Iannis Xenakis's *Persepolis*, 1-152.
- [18] Getman, J. L. (2014). *Listening to Stanley Kubrick: The Music in His Films*.
- [19] Centeno Osorio, J. L. (2016). La música de Ligeti y Penderecki en 2001: una odisea del espacio y el resplandor de Stanley Kubrick.
- [20] Pritchett, J. (1996). *The Music of John Cage (Vol. 5)*. Cambridge University Press.
- [21] Jensen, M. G. (2009). John Cage, Chance Operations, and the Chaos Game: Cage and the "Ching". *The Musical Times*, 150(1907), 97-102.
- [22] Román, A. (2008). *El lenguaje musivisual: semiótica y estética de la música cinematográfica*. Visión libros.

Apéndice A

Partitura orquestal

Interstellar

María Gamboa

The musical score is divided into two systems. The first system includes woodwinds and strings. The woodwinds (Flauta, Oboe, Clarinete en Sib, Fagot, Trompas en Fa 1 y 2) play a rhythmic pattern of eighth notes, with dynamics ranging from *f* to *ff* and *sim.* (sustained). The strings (Violín I & II, Viola, Violonchelo, Contrabajo) play a sustained accompaniment with dynamics from *mf* to *f*. The second system includes brass and woodwinds. The brass (Fl., Ob., Cl. Sib, Fag., Hn., Vln. I & II, Vla., Vc., Cb.) play a more complex rhythmic pattern, with dynamics ranging from *ff* to *mp*. The strings continue their accompaniment. The score is marked with a tempo of $\text{♩} = 115$ and a rehearsal mark 'A'. The piece concludes with a double bar line and a repeat sign.

B

Fl.
Ob.
Cl. Sib
Fag.
Hn.
Vln. I
Vln. II
Vla.
Vc.
Cb.

mp
pp subito
p
mp
mf
mf
mf
mf
mf
mf

18 19 20 21 22 23 24 25 *mf* 26 27 28



Fl.
Ob.
Cl. Sib
Fag.
Hn.
Vln. I
Vln. II
Vla.
Vc.
Cb.

mf
mf
mf
p
f
pp
f
pp
f
f
f
pp
p

29 30 31 32 *f* 33 34 *pp* 35 *pp* 36 37

Musical score for measures 38-45. The score includes parts for Flute (Fl.), Oboe (Ob.), Clarinet in B-flat (Cl. Sib.), Bassoon (Fag.), Horn (Hn.), Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.). Measures 38-41 feature a melody in the woodwinds with a *mf* dynamic. Measure 42 includes a *div.* (divisi) instruction for the strings. Measures 43-45 feature a sustained string accompaniment with a *p* dynamic.



Musical score for measures 46-53. The score includes parts for Flute (Fl.), Oboe (Ob.), Clarinet in B-flat (Cl. Sib.), Bassoon (Fag.), Horn (Hn.), Violin I (Vln. I), Violin II (Vln. II), Viola (Vla.), Violoncello (Vc.), and Contrabass (Cb.). Measures 46-51 feature a rhythmic pattern in the flute and woodwinds. Measures 52-53 feature a *pp* (pianissimo) dynamic for the strings.

Fl. **C**

Ob.

Cl. Sib

Fag.

Hn.

Vln. I **C**

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

f *ff* *ff* *ff* *ff* *ff* *ff* *ff*

54 55 56 57 58 59 60 61 62



Fl.

Ob.

Cl. Sib

Fag.

Hn.

Vln. I

Vln. II

Vla.

Vc.

Cb.

63 64 65 66 67 68 69 70 71