

UNIVERSIDAD DE CHILE  
Santiago, Diciembre 2017

# MATICES TEMPORALES

---

EL DISEÑO DEL TIEMPO EN LAS CIENCIAS Y EN LAS ARTES

*Memoria de Proyecto  
para optar al título de Diseñadora Gráfica*

MARÍA JOSEFINA GEISSE ANGUITA

---

*Profesor Guía Diego Gómez Venegas*





Quisiera agradecer a todas las personas que fueron parte de este proyecto, a Sebastián Inostroza, Camila Vizuela y Florencia Atria, por ayudarme en mi proceso de aprendizaje de *After Effects*, A Jorge Godoy por su tiempo invertido en este proyecto. A Alejandro Bascuñán y a todos los trabajadores de la Fundación Planetario por amablemente brindarme toda la ayuda que fui requiriendo. Además, me gustaría agradecer a Víctor Pinto, por su consultoría en las ciencias y constante preocupación por este proyecto.

A mi mamá, a mi papá, Antonia y Santiago, ya que sin ellos no estaría en el lugar en el que me encuentro hoy. A Diego, por toda la paciencia y el apoyo brindado a lo largo de este proyecto.

Por último, al profesor Diego Gómez Venegas, por ser mi profesor guía durante todo este proceso, por lograr reencantarme con el diseño, enseñándome que esta disciplina está presente cada vez que configuramos la cultura y el conocimiento.

# Abstract

Esta investigación se enmarca dentro del proceso para optar al título de diseñadora gráfica de la Universidad de Chile. Su objetivo es ampliar la discusión acerca de los alcances del diseño a través del desarrollo de tres ensayos visuales sobre el diálogo que ha existido entre las ciencias y las artes a través de la historia en torno a la conceptualización del fenómeno del Espacio-Tiempo.

De forma general este proyecto experimental explora los paralelismos que se han dado en distintos momentos históricos en relación al fenómeno temporal, donde tanto científicos como artistas han logrado proyectar, de forma abstracta o material, las mismas ideas que se tienen en relación al paradigma vigente de su época. El análisis histórico comienza en el origen de la percepción del tiempo desde la antigüedad, hasta las concepciones de la física actual, pasando por diversos paradigmas y culturas que han intentado explicar este fenómeno llamado tiempo. Para el desarrollo de este proyecto de título, se optó por acotar la exploración a tres paradigmas fundamentales en la percepción del Espacio-Tiempo: Tiempo Lineal, planteado por Aristóteles y explorado por los artesanos de la Grecia Clásica, Tiempo Relativo, expuesto por Albert Einstein y estudiado por pintores Futuristas y Surrealistas, y el Tiempo Cuántico, como lo explicó Werner Heisenberg, y como éste se relaciona de forma conceptual con el Expresionismo Abstracto.

Para dar cuenta de tales relaciones, se llevará a cabo tres ensayos visuales animados de forma abstracta en el cual se expongan las teorías de cada uno de los paradigmas antes planteados junto con una conclusión a modo de montaje que de cuenta de el paralelo de dichas teorías con la historia del arte. De los tres ensayos visuales, se seleccionará un video piloto que avanzará a la etapa de producción final para ser proyectado al público. Para así lograr ampliar la discusión acerca de la importancia del diseño como puente entre la técnica científica y la valoración artística. Dando cuenta así, del rol fundamental del diseño como materializador de cultura.

**Palabras claves:** *Ciencia, Arte, Tiempo, Diálogo, Linealidad, Relatividad Especial, Mecánica Cuántica, Animación, Ensayo*

This research is part of the process to achieve the Graphic Designer degree from Universidad de Chile. Its objective is to expand the discussion about design and its boundaries, through the render of three visual essays about the dialog that has existed between science and arts through history according to the perception of Space-Time.

Generally speaking, this experimental projects explores parallelisms in different moments in history around the meaning of Time, where scientists and artists have been able to project, in a material or abstract way, the same ideas according to the regent paradigm of their time. The historic analysis start in the origin of time perception from ancient times to contemporary physics conceptions, reviewing different paradigms and cultures that have intended to give meaning to this magnitud called time. For the development of this project, it was established three main paradigms: Linear Time, presented by Aristotle and explored through pottery by Greek craftsmen, Relative Time, exposed by Albert Einstein and studied by Futurism and Surrealism and finally Quantum Theory, explained by Werner Heisenberg and how its related to Abstract Expressionism.

To show this connections, this project will count with three animated visual essays, which will show one of the three theories exposed earlier to get to a conclusion in which it will reveal the parallelism the theory has with art history. One of the visual essays will be selected to be finished and projected to an audience. To expand the discussion about the importance of design as a bridge between scientific technic and artistic assessment. Showing how design has a fundamental role in the foundation of culture.

**Key Words:** *Science, Art, Dialog, Linearity, Special Relativity, Quantum Mechanics, Animation, Essay*

# 1. Introducción



Figura 1. #48  
(Jackson Pollock, 1949)

## Transversalidad de conocimientos

Para Georg Wilhelm Friedrich Hegel, el espíritu de la época (*Zeitgeist*) hace referencia a la vida en sociedad en un tiempo y espacio determinado. El espíritu de la época es la visión global de una era, a pesar de las diferencias tanto sociales, como económicas propias de un entorno particular. Para el filósofo, la sociedad o su cultura, se forma a través del diálogo que generan las personas que viven en ese espacio temporal. De esta forma podríamos establecer que una cultura se desarrolla a través de la conversación entre las diversas disciplinas que se constituyen en una sociedad, pero que están siempre guiadas por el mismo “espíritu” o paradigma, y que a partir de esta conversación transversal es que se termina por materializar una era en un espacio temporal determinado. (Alvaria, 1987)

Sin embargo, Hegel no relacionaba directamente el espíritu de la época con un carácter estético, éste más bien está ligado a una posición de poder y conocimiento,

tratar el problema de la verdad y del bien. La verdad puede tratarse mediante unos medios y otros, y es justamente los medios y su uso lo que comienza a ser una cuestión estético-artística. El hacer una verdad dominante, es un problema político y el modo de imponer el espíritu para hacerlo dominante, es un problema artístico. (Alvaria, 1987) De esta forma podemos comprender el rol de la técnica y del arte como la percepción sensible del conocimiento sobre la realidad, y cómo éste se materializa para configurar la cultura.

No es casualidad que ambas disciplinas que buscan el conocimiento de forma abstracta o de forma material, hayan estado ligadas en el pasado. A lo largo de la historia, desde la Grecia Clásica, los estudiosos abarcaban tanto el conocimiento científico como la técnica artística. Un ejemplo muy claro del trabajo interdisciplinario fue el legado de Leonardo Da Vinci. Sin embargo, a medida que el Renacimiento avanzaba, estas dos formas de enfrentarse a la realidad comenzaron a disiparse (Flusser, 1993), a tal punto que los físicos quedaron completamente ajenos a los componentes de la realidad y sus fenómenos, como lo son la masa y la gravedad en la Tierra, y se enfocaron únicamente en los sistemas abstractos, es decir, que los físicos se volcaron a la teoría, a la hipótesis y a las ideas, dejando de lado el carácter experimental de la ciencia. Si bien en los siglos venideros esta forma de percibir la ciencia fue evolucionado, ésta no volvió a incluir la percepción sensible de la realidad como parte de su estudio.

No fue hasta el siglo XX que Albert Einstein abría por primera vez la posibilidad de la subjetividad en el estudio de la Física, que surge a partir de los aspectos contradictorios de la luz. (Shlain, 1991) De forma resumida, por más de doscientos años se había estudiado y comprobado de forma exitosa que la luz se comportaba como una onda. Sin embargo, en 1905 el físico alemán probó que la luz podía existir también en forma de partículas. De acuerdo a la nueva física, el observador y observado están intrínsecamente conectados y que los hechos sensibles pueden estar relacionados a los hechos externos. A partir de este quiebre en los paradigmas teóricos y físicos, muchas otras áreas del conocimiento comenzaron a indagar en la transversalidad y la interdisciplina, como lo fue por ejemplo, la aparición de la Teoría de Sistemas, o Metateoría<sup>1</sup>.

El rol del diseño en esta transversalidad es fundamental, ya que esta disciplina es la conexión que hace, en este caso, la ciencia con el arte. El diseño busca unir el conocimiento científico con la percepción sensible y es a través de esta relación, que surge la materia que termina por configurar la cultura. Como explicaba Hegel, la cultura se forma a través de lo que es verdad y cómo se impone esa verdad. (Alvaria, 1987) Por esta razón es que se ha tomado esta línea de pensamiento como base para este proyecto, ya que las ciencias y las artes, aún sin saberlo, han estado siempre moldeando nuestra percepción de realidad, y ha sido el diseño quien lo ha llevado a cabo. Al igual que ocurrió con las ciencias, el diseño se ha ido desligando de su rol interdisciplinario, y actualmente está más bien guiado por labores creativos basados en fines comerciales. Pero la discusión va más allá de eso y es importante que, sobretudo en nuestra era de la información y las comunicaciones, podamos comprender la disciplina de diseño dentro de un marco más amplio y su impacto en la cultura. A mí parecer, -sobretudo en la Universidad de Chile- esta discusión debe ahondarse y debe estudiarse, ya que la

<sup>1</sup> La Teoría de Sistemas o Metateoría es una teoría que estudia el conjunto de las disciplinas y como éstas están todas relacionadas.

universidad es un espacio que se abre al diálogo y que más allá del fin comercial, ésta debería tener por fin la academia, generar conocimiento y estudiar la cultura.

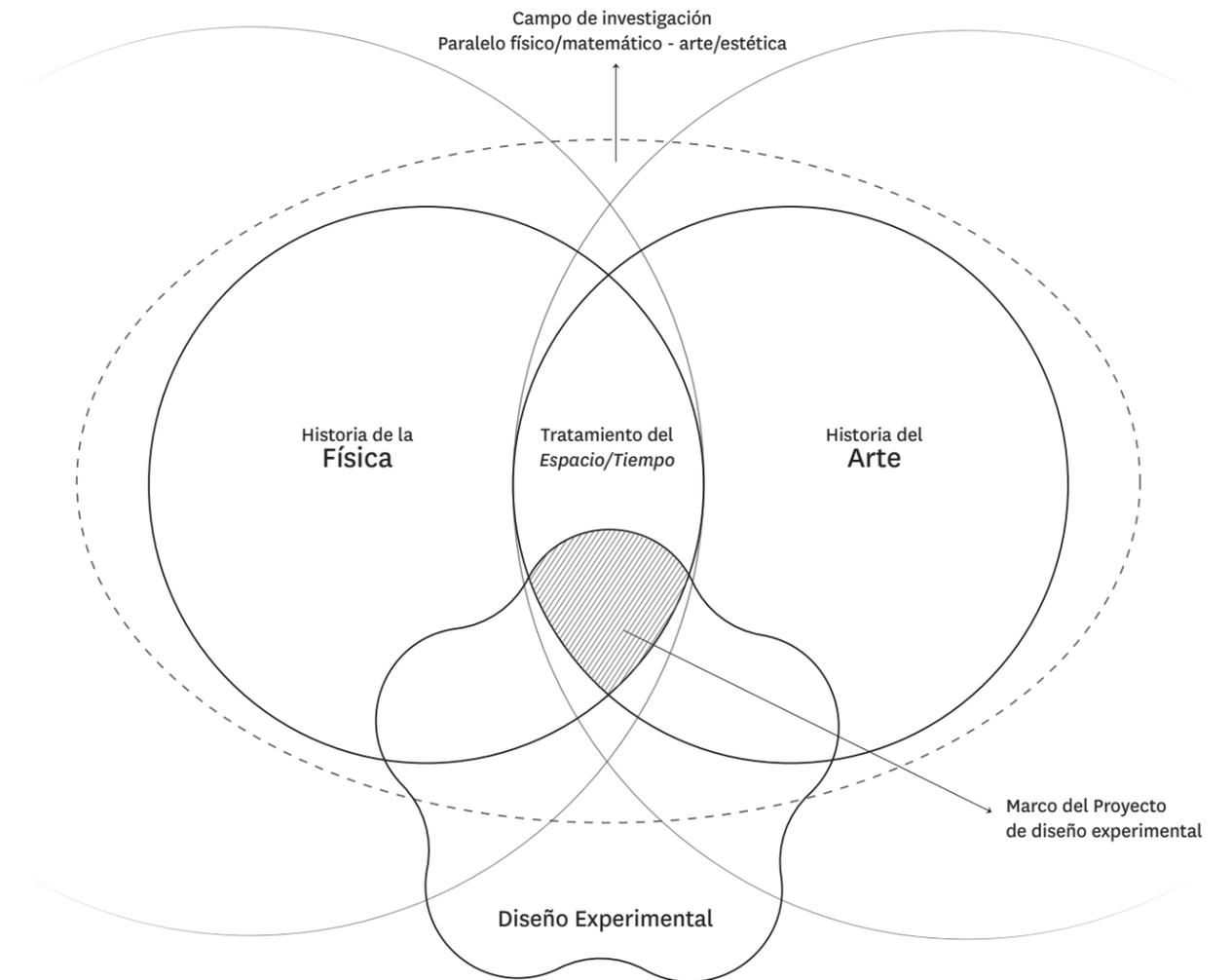
Para este proyecto de título, indagaré en el diálogo que se ha generado entre la historia de la física y la historia del arte a través del tiempo. El fin de este proyecto será abrir un espacio de discusión, dejando en evidencia el impacto que ha tenido cada una de estas disciplinas en la otra. Como se mencionó anteriormente, en este proyecto se hará énfasis que el diseño va más allá del fin comercial que éste pueda tener, por lo tanto, este proyecto de título será pensado para estudiantes y diseñadores jóvenes, para que puedan atisbar que el diseño debe ser comprendido como un campo de estudio creativo. El tratamiento visual de este proyecto será a través de la animación, basándose en la visualidad propia con la que ha trabajado la ciencia, para terminar con el impacto que ha tenido sobre una pieza artística particular propia de su época.

---

## 2. Diagrama Conceptual

---

Mapa conceptual que explica los alcances del proyecto y dónde se enmarca esta investigación. En este caso, en el punto de encuentro de la historia de las ciencias y las artes en relación a la percepción y tratamiento del espacio-tiempo.



## 3. Formulación del Problema

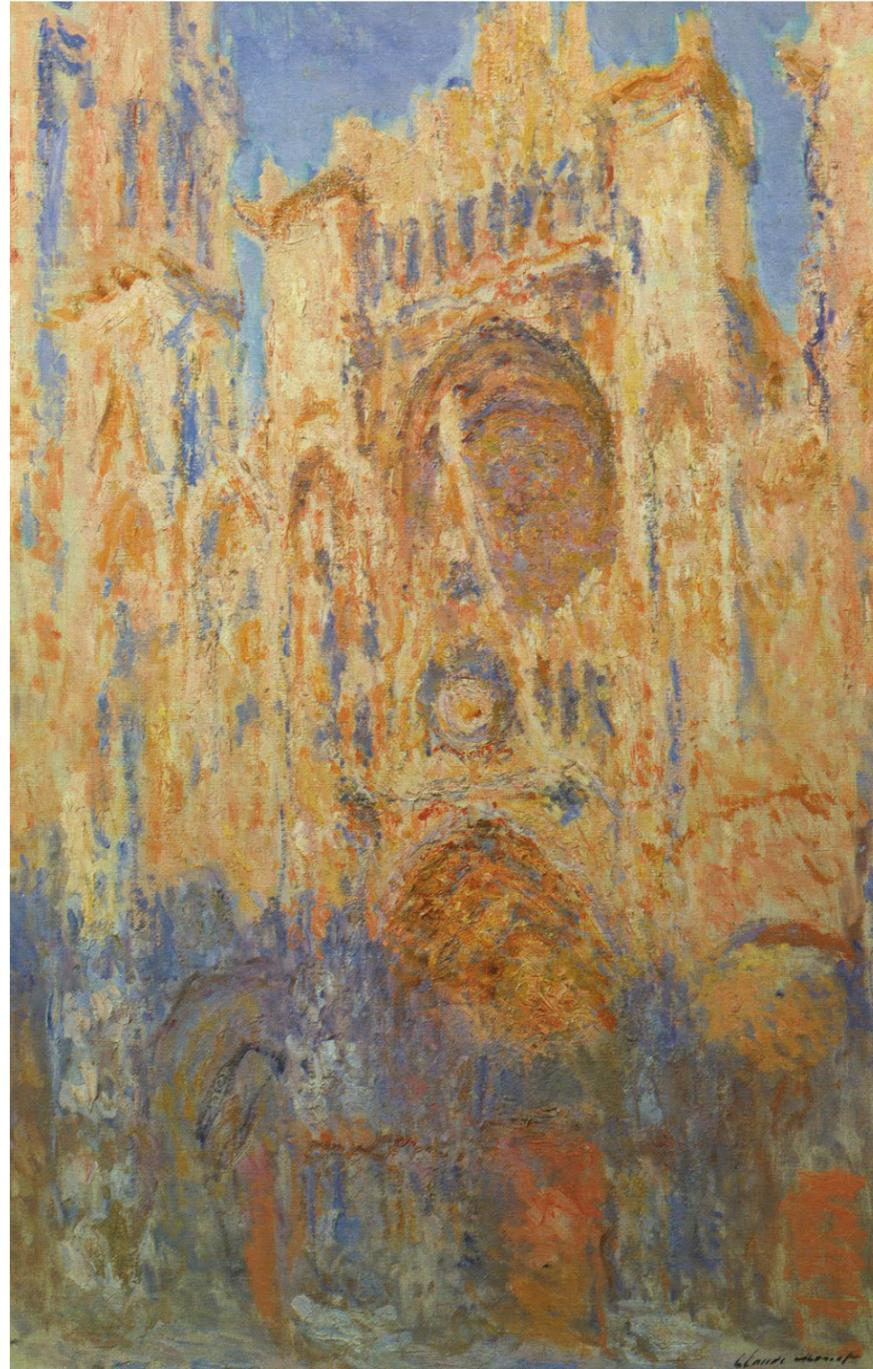


Figura 2. Catedral de Rouen  
(Claude Monet, 1892)

### 3.1 Planteamiento y Definición

Para Vilem Flusser, la importancia del diseño como disciplina recae precisamente en su rol como configurador material de dicha sociedad o cultura. La práctica de diseño es mediar la conversación interdisciplinaria y proyectar de forma objetual este diálogo. En su ensayo *Acerca de la palabra diseño* (1993) Flusser explica que la forma de actuar del diseño es lograr un puente entre el arte valorativo y la técnica científica, dando lugar a la creación de una nueva cultura propia de cada época. (p.25) Si bien para el fin de este proyecto se pudo haber escogido entre varias disciplinas, se optó por tratar justamente ambas áreas que Flusser considera parte fundamental del rol del diseño en la sociedad: arte y ciencia. Por un lado, tenemos el pensamiento técnico científico, el cual según el autor, forma el conocimiento referente a la naturaleza y que es incluso capaz de superarla. Según Hegel, la ciencia está inminente en la conciencia, en el espíritu mismo en su búsqueda de exteriorización como verdad sobre la realidad. (Vásquez, 2008) De esta forma, podemos asumir que el tratamiento de la ciencia juega un rol fundamental en el “espíritu de la época”. Por otro lado se toma el arte. Para Flusser el arte le agrega el valor perceptivo al diálogo interdisciplinario necesario para moldear la materia. De la misma forma, en su libro compilatorio *Estética* (1835) Hegel describe también el rol del arte en el espíritu de la época como la percepción sensible del conocimiento sobre esta realidad que guía al mundo.

Ahora bien, como se explicó anteriormente, la forma en la que se configura la materia, el diálogo de una sociedad estará guiada siempre por un mismo espíritu y para este proyecto, se ha decidido tomar la configuración del concepto del tiempo. El tiempo, desde Aristóteles ha sido considerado como el factor de cambio, y como explica el filósofo griego en *Metafísica* (sin fecha), el tiempo es la misma esencia del alma, ya que ésta se percibe a sí misma en un constante cambio de sensaciones y percepciones que logran darle una temporalidad propia a cada persona, por ejemplo, a través de las memorias (pasado) y las expectativas (futuro). (Bielke, 2012) Para Aristóteles, el tiempo es el movimiento propio del alma. Teniendo en cuenta esta definición, el tiempo es sin lugar a duda parte fundamental del deseo de conocimiento y descubrimiento del alma humana, y

por esta misma razón es que la necesidad de comprenderlo y querer dominarlo ha sido un desafío constante a lo largo de la historia de la humanidad. Por lo anterior es que se tomó el tiempo como ente que regirá la percepción en las ciencias y en las artes, y cómo, a través de la historia, éstos han dialogado dando lugar a una materialización del concepto, propio de cada momento histórico particular.

**En consecuencia, este proyecto experimental indagará a través del diseño de ensayos visuales, el diálogo arte-ciencia bajo tres paradigmas espacio-temporales: linealidad, relatividad y teoría cuántica.**

A partir de este postulado es que podemos hacernos ciertas preguntas para guiar la investigación desde un comienzo:

1. *¿Por qué estudiar el diálogo entre las artes y las ciencias es un problema de diseño que permite levantar una discusión acerca de los alcances de nuestra disciplina?*
2. *¿Qué paradigmas acerca del espacio-tiempo a lo largo de la historia han revolucionado y marcado un precedente en la forma de componer y comprender la realidad de su era?*
3. *¿Cuál es la mejor forma de proyectar el diálogo estudiado entre las ciencias y las artes en un proyecto de diseño experimental que sea capaz de dar cuenta el impacto de tales relaciones?*

### 3.2 Justificación de la Investigación

La importancia de esta investigación y posteriormente su desarrollo proyectual, recae en la discusión que se genera en cuanto al rol de diseño dentro de una sociedad y su cultura. Como se ha mencionado anteriormente, el diálogo entre disciplinas es fundamental para el desarrollo de una cultura y es justamente el trabajo del diseñador saber mediar esta conversación y materializarla de forma objetual. Particularmente este proyecto busca expandir los límites y alcances del diseño hacia la ciencia y el arte, argumentando que estas tres disciplinas están relacionadas en cuanto a su interacción con la naturaleza/realidad.

El diseño (al menos en nuestro contexto social y cultural) es visto como una actividad creativa que crea objetos útiles y “bellos”. Esta discusión es necesaria para el avance del diseño como área de estudio histórico y práctico, ya que éste debe ser entendido como una disciplina que forma cultura material/objetual a través de las relaciones que se crean en distintos ámbitos sociales y culturales, dándole valor a cada era, y no como una práctica que busca únicamente la utilidad óptima para un usuario determinado.

Desde sus inicios, la Universidad de Chile ha tenido un rol histórico en cuanto a la construcción de conocimiento. Esta universidad se pensó como un espacio de diálogo y discusión en relación a la cultura y lo que podemos recoger de ella, sin

embargo este rol académico se ha ido difuminando con el tiempo, ya que en las últimas décadas se ha flexibilizado los alcances de las universidades. El diseño, en la Universidad de Chile, debe siempre pensarse desde un área creativa de conocimiento, y fomentar el diálogo y la discusión para mantener presente el rol que esta universidad debe tener.

Por último, la discusión acerca del tiempo, al ser un constante en la historia, no debe perderse. También se debe estudiar y discutir la importancia que ha tenido el diseño en su concepción a través de ella.

### 3.3 Objetivos

#### Objetivo General

Dar cuenta a modo de ensayo visual de la relación que ha existido entre estudios teórico-conceptuales (ciencia-física) y su configuración creativa (estética-arte) bajo un mismo paradigma de pensamiento temporal en tres momentos claves de la historia de la humanidad.

#### Objetivos Específicos

1. Trazar matriz de investigación acerca de paralelos entre la historia de la física y la historia del arte.
2. Aislar casos particulares y conocer sus condiciones epistémicas y estéticas.
3. Seleccionar casos ejemplares para conocer como se comporta el mismo objeto de estudio (tiempo) frente a disciplinas contrapuestas (arte-física).
4. Indagación conceptual y escritural de los guiones narrativos.
5. Exploración creativa de la visualidad para cada uno de los casos escogidos.
6. Construcción final de ensayos visuales.

### 3.4 Método de Investigación

*Este es un proyecto de carácter experimental, que busca ampliar la discusión acerca de los alcances del diseño y su tratamiento como disciplina a través del diálogo que se ha generado entre las ciencias y las artes a lo largo de la historia, particularmente acerca de la percepción del tiempo y del espacio.*

Se desarrollará un proyecto audiovisual el cual contará con las siguientes etapas:

1. Discusión bibliográfica
2. Estudio de casos y análisis conceptual

3. Bocetaje
4. Diseño
5. Producción
6. Post Producción

Durante el desarrollo de las etapas de bocetaje, diseño y producción, se vuelve a estudiar los casos analizados tanto en el punto 1 como en el punto 2. Por otro lado, la etapa de post producción también fue realizada a partir de la etapa de diseño, donde los elementos como la música o la locución, deben estar relacionadas con la misma visualidad del proyecto.

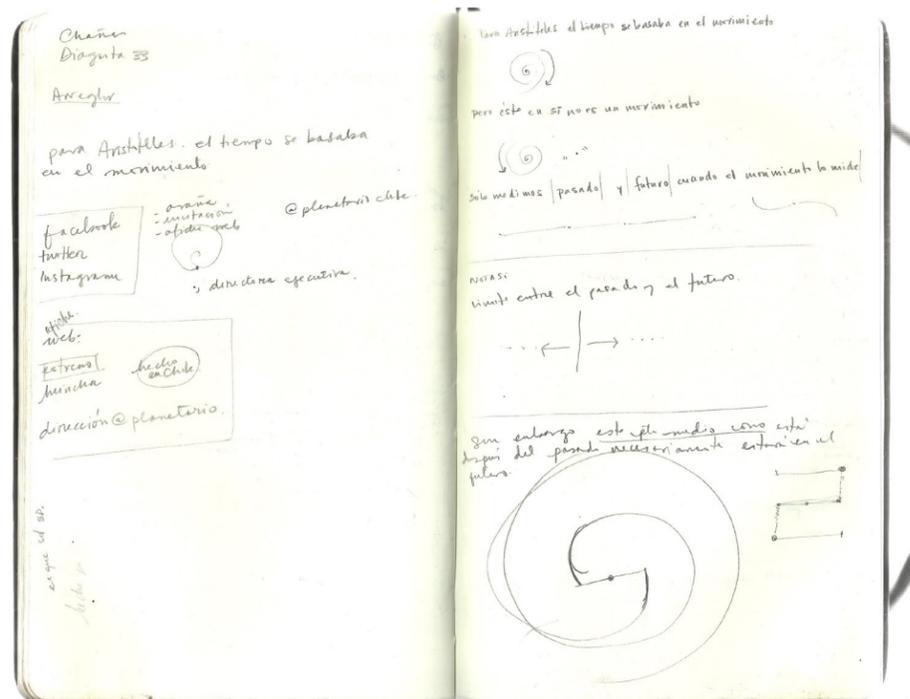


Figura 3. Exploración inicial para primer documental. Etapa de bocetaje

## 4. Marco Teórico

### 4.1 Filosofía del Diseño

Vilém Flusser fue un escritor, filósofo y ensayista checo-brasilero nacido en 1920. Flusser es un pensador que ha adquirido gran renombre dentro de la filosofía de las tecnologías, particularmente los medios y la comunicación entre éstas. Si bien su carrera como autor lo llevó a discutir acerca de cultura, política, lenguaje y religión, fue particularmente su visión acerca de la filosofía y el diseño como disciplina lo que es de mayor interés para este proyecto. Hoy en día se considera a Flusser como uno de los padres de la filosofía del diseño. En 1999, muchos de los artículos que escribió fueron editados en un único libro llamado *Filosofía del Diseño: La forma de las cosas*. En esta compilación de ensayos, Flusser utiliza objetos cotidianos como metáforas para hablar de los alcances del diseño como disciplina, enfocándose particularmente en los paralelos o relaciones que se han formado entre el arte y la ciencia, dos disciplinas que parecerían estar contrapuestas, pero que sin embargo forman parte del mismo universo de la práctica de diseño.

Para este proyecto, es necesario discutir la forma en que Flusser entiende el diseño, como una base para guiar la investigación y su posterior desarrollo proyectual. Una de las primeras preguntas que surge en esta investigación, busca responder por qué es importante analizar los lazos entre las artes y ciencias, y por qué es una cuestión de diseño discutir sus alcances como disciplina en relación a lo anterior. Es justamente en *Filosofía del Diseño*, que podemos encontrar una respuesta. En el primer ensayo llamado *Acerca de la Palabra Diseño* (1993) Flusser intenta diseminar los significados de la palabra diseño y sus implicancias. En este ensayo, el autor se remonta a los orígenes etimológicos y epistemológicos de la palabra,

donde aborda, desde el griego antiguo, cómo la palabra comienza a aparecer justamente a partir la designación y la configuración de objetos a partir de formas amorfas. Esta capacidad de manipular lo abstracto es lo que convierte al diseño en una práctica de malicia y de engaño: los seres humanos son capaces de superar el mundo natural a través de la técnica (trampas), como Flusser (1999) describe “el diseñador es un conspirador malicioso, que se dedica a tender trampas”(p.50). El autor da el ejemplo de la palanca y cómo los seres humanos en el rol de diseñador, su propósito era engañar a la gravedad y sacarle provecho a la misma caída de los cuerpos. A partir de esa definición Flusser entra en el origen griego de la palabra para encontrar otros conceptos que pudiesen estar relacionados en cuanto a la malicia. “Fundamentalmente la palabra mecánica y máquina, provenientes del griego *mechos*, designa un mecanismo que tiene por objetivo engañar, una trampa, y el caballo de Troya es un ejemplo de ello” (Flusser, 1999 p.50).

Otra palabra que Flusser explora es “técnica” del griego *techné*, la cual está relacionada con la palabra *tehton*, que significa carpintero. Como explica el autor, la idea fundamental es que la madera es un material amorfo, el cual el artista/técnico confiere una forma. El hecho de que Platón aborrezca tanto las artes y la técnica es que el artista obliga a la forma a aparecer y de paso, traicionan y desfiguran las ideas puras e ideales cuando encarnan la materia. (Flusser, 1999)

En este ensayo, el autor explica como todas estas definiciones, que han estado estrechamente relacionadas en el pasado, se fueron separando en la medida que la burguesía terminó por diferenciar (por temas sociales y económicos) las ciencias duras, la técnica y la máquina, del arte, la estética y las ramas valorativas (Flusser, 1999). Si intentamos responder entonces por qué estudiar las ciencias y las artes como eje para este proyecto, es justamente por esta razón basada en las definiciones. Ambas ramas, por amplias que puedan resultar, son el origen del diseño. Ambas disciplinas tienen un designio común. La técnica y la estética están estrechamente interrelacionadas, cada uno de los conceptos es impensable sin los demás y todos tienen su origen en la misma toma de posición existencial frente al mundo. El diseño es el puente entre la técnica científica y el arte valorativo, que dan lugar a una nueva cultura. (Flusser, 1999)

Ahora bien, para entrar comprender la importancia del diseño como disciplina y sus alcances, es interesante revisar otro de los ensayos de Vilem Flusser, también editado dentro de *Filosofía del Diseño: La olla* (1989). En este ensayo el autor explica como el diseño moldea y forma cultura. A través de un simple artefacto, la vasija, explora la idea de la intersección en varias disciplinas. Esta herramienta ancestral, según Flusser, tiene sus orígenes en la forma en la que los hombres lograban tomar agua con sus manos. Esta necesidad de contener líquido llevó a las personas a pasar de tejer ramas para hacer cestos, a moldearlos con greda y luego pasarlas por fuego para evitar espacios abiertos.(Flusser, 1989)

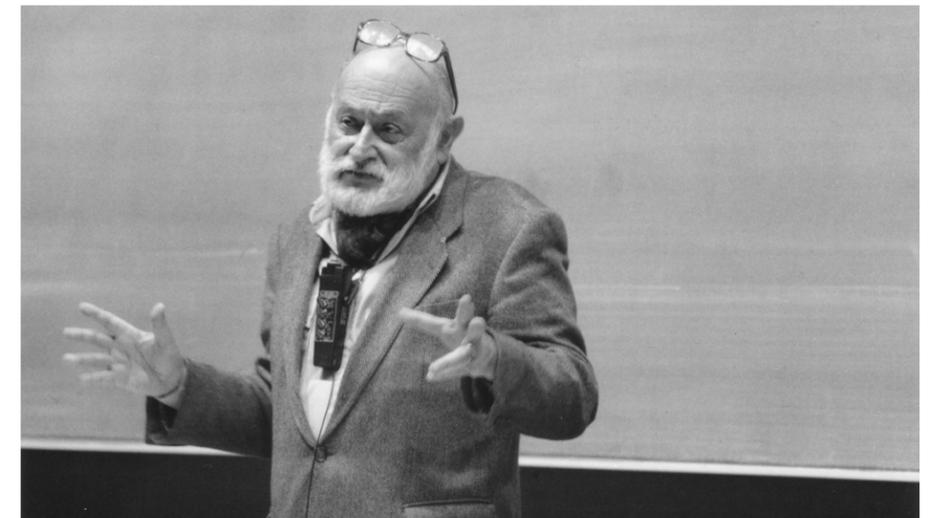
El tema central del ensayo es la noción de vacío. La olla es un espacio vacío y hueco que espera ser llenado. La naturaleza de este vacío revela también que la olla, como muchos otros artefactos, está esperando que otro objeto, tal vez inmaterial, logre completar su función. Al llenar una vasija con agua, ésta le da

forma al agua y limita su capacidad de desplazarse libremente, de la misma forma que se moldea la cultura.

Para Flusser el vacío es lo que siempre ha definido al diseño: el artefacto en forma de silla espera por la persona que se sentará en ella, tal como una pala espera la tierra o un teléfono espera que envíe un signo de que hay otra persona esperando comunicarse al otro lado. Lo que hacen los diseñadores es configurar la información o el conocimiento en un objeto. Según la analogía de Flusser, el diseño puede ser representado como la acción de contener/formar de la vasija. Teniendo en cuenta lo anterior, si el conocimiento es el agua y la técnica es la vasija, la acción de moldear, de dar forma, de configurar el conocimiento, a través de la técnica, es el diseño.

El diseño es el mecanismo que moldea la cultura a través de la interacción de las disciplinas. El resultado es la materialización de la información. Es justamente por esta razón que es necesario abrir la discusión acerca de los alcances del diseño. Ya que como explica Henry (2007) el diseño de objetos es la materialización de una lógica impuesta a través del análisis, desarrollo y ejecución, y como tal, es un artefacto creado en un espacio industrializado. Muy rara vez el diseñador ahonda en discusiones más profundas y filosóficas, y busca suplir las ideas contemporáneas de innovación como lo es la experiencia de usuario, el bajo costo o la penetración en el mercado. Sin embargo, comprender el diseño como disciplina, invita a reconocer el conocimiento creado a través de la interacción humana con artefactos y como estos se han ido desarrollando, moldeando y materializando a través del tiempo. (Henry, 2007, p.2) Si bien el diseñador hoy en día está más bien ligado al trabajo aplicado por necesidad comercial, el proceso de diseño debería cuestionar de forma más profunda la interacción entre un objeto y su relación con su entorno en un contexto más amplio de cultura. Su rol dentro de la sociedad ha sido fundamental en el proceso de configurar cultura, y estando en la era de la información (Castells, 1997), donde la inmediatez y la comunicación pasan a un primer plano, la discusión acerca de por qué hacer y cómo hacer diseño, tomando en cuenta en el impacto cultural que esta práctica trae, toma más relevancia que nunca.

Figura 4. Vilem Flusser (1976)



## 4.2 Contextualizando al Tiempo

Desde el principio de la historia de la humanidad, el tiempo era entendido como una magnitud cíclica que se repetía en tanto se medía en base a diferentes fenómenos naturales, tales como el día y la noche, el movimiento de las estrellas o el cambio de las estaciones. No fue sino hasta la teoría de Aristóteles que el tiempo comenzó a comprenderse de forma lineal. Según Kaplan (1958), hubo muchos eventos que influenciaron en la teoría lineal de Aristóteles, por ejemplo la llegada del alfabeto a la cultura griega y la geometría euclidiana.

Euclides era un filósofo griego que, al igual que Aristóteles, tuvo gran interés por la abstracción del pensamiento, y fue el primero en concebir el concepto de línea recta, pues en su libro *Elementos* (Sin fecha) plantea el más famoso de sus postulados: “el recorrido más corto entre A y B es una línea recta”. No obstante, la línea recta sólo existe de manera virtual, ya que en la naturaleza no se encuentran líneas completamente rectas debido a la forma de los ríos, los troncos y las rocas. Si bien la cultura griega fue la primera civilización que abstraigo este elemento, muchas otras culturas también lograron llegar a la idea de espacio lineal y lógica lineal; tales como Roma imperial, Venecia durante el Renacimiento, Inglaterra Victoriana, entre otras. Sin embargo también hubo culturas que tuvieron más problemas desarrollando la concepción de linealidad, como es el caso de Egipto, China y Asia menor. Ante esto, Leonard Shlain (1991) propone que se debe a que las culturas recientemente mencionadas que sí entendieron

el espacio lineal fueron sociedades establecidas cerca del mar. De esta forma, la línea recta siempre estuvo a plena vista para los filósofos y científicos de la época: el horizonte, pues éste siempre ha sido la línea de orientación central de nuestra experiencia. Desde este punto de vista, Euclides pudo haber engendrado sus ideas espaciales a partir de la abstracción de la línea que se forma entre el cielo y el mar. Además, durante la época clásica griega, lo único no cíclico del paso del tiempo era la vida, pues uno nacía, vivía y moría, y no había nada que pudiese hacer uno para repetir el proceso; por lo que Aristóteles desarrolló una teoría de pasado, presente y futuro. Aunque si bien es cierto que para Aristóteles fue fundamental la concepción espacial de Euclides, éste fue el primer filósofo en entender el tiempo en tanto una magnitud lineal infinita y continua en el que el paso de las estaciones, y el día y la noche se debía a otros fenómenos naturales y no a la repetición del mismo momento (Bowra, 1959).

Para Aristóteles el tiempo se basaba en el movimiento, esto quiere decir que para el filósofo, el tiempo únicamente existía a través del cambio de estado de los fenómenos, y que si no hay un alma que perciba estos cambios, el tiempo no existe. Su teoría también apuntaba a que el tiempo en sí no era una línea propiamente tal, si no infinitos instantes, “ahoras” que lo componían. (Cantarutti, 2009) De esta forma, el tiempo era continuo, infinito e indivisible. La aparición de esta teoría marca un antes y un después en la forma de concebir el mundo antiguo.

Podríamos argumentar que fue el nacimiento de uno de los paradigmas espacio-temporales más influyentes en la historia de la humanidad, ya que se mantendría esta manera de comprender el tiempo (de forma comprobada, aceptada y global) hasta principios del siglo XX.

Si bien la concepción del tiempo lineal fue suficientemente acertada como para que se mantuviera a través de los siglos, no limitó que muchos otros científicos siguiesen estudiando este fenómeno. Uno de los físicos más influyentes en la historia de la física es Isaac Newton. Si bien sus teorías sobre gravedad y fuerzas son lo que destaca en su trabajo, en su obra *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural* describe:

El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí y por su propia naturaleza sin relación a nada externo fluye uniformemente, y se dice con otro nombre “duración”. El tiempo relativo, aparente y vulgar es una medida sensible y exterior, precisa o imprecisa, de la duración mediante el movimiento, usada por el vulgo en lugar del verdadero tiempo; hora, día, mes y año, etc. [...] Es posible que no exista un movimiento uniforme con el cual medir exactamente el tiempo [absoluto]. Todos los movimientos pueden ser acelerados o retardados, pero el flujo del tiempo absoluto no puede ser alterado. (1687, p. 88, 2016)

Como él mismo relata, para Newton el tiempo era absoluto. Es decir que el tiempo es algo puramente objetivo y físico, que no tiene ninguna relación con la materia. Si es que dos sucesos tienen la misma duración, el tiempo entre ellos será siempre el mismo. Por otro lado, explica que la forma en que se mide esta duración es únicamente un constructo humano y que si algún momento parece más lento o más largo, es gracias a una percepción únicamente psicológica. Para el científico inglés, el tiempo solo cumple la función de ordenar los sucesos y los eventos, ya que éste nunca podría ser alterado.

Existen diferencias sustanciales entre la teoría del tiempo lineal de Aristóteles y el tiempo absoluto de Newton, ya que si bien ambos comprendían el tiempo como infinito y continuo, Aristóteles sujetaba que no existía el tiempo sin movimiento, y Newton argumentaba que éste existía, hubiese o no algo que lo midiera. El tiempo entonces no sería la medida de nada, y cómo él mismo expresa, sólo lo utilizamos de forma vulgar para medir uno que otro evento. Si bien estas diferencias son lo suficientemente relevantes como para realizar un estudio de cada caso, la teoría del tiempo de Newton no difirió lo suficiente de la teoría de Aristóteles como para que la sociedad cambiase su forma de enfrentarse ante este fenómeno llamado tiempo. Esto podría deberse justamente a lo que se ha explicado desde un principio: Newton pertenecía a una corriente de pensamiento que se alejaba muchísimo de la función material de la ciencia y sus teorías únicamente quedaban en ideas e hipótesis que se alejaban de las experiencias terrenales de su época.

Desde el Renacimiento y hasta mediados del siglo XVIII, la concepción de belleza se fundamentaba en una armonía de proporciones, la cual, según explican W. Durant y A. Durant (1953) era una expresión innata de objetividad. Durante la era de la razón, la pintura era extraordinariamente realista y la perspectiva había reducido el



Figura 5. Fragmento de *Elementos* (Euclides, sin fecha)



Figura 6. Nacimiento de Venus (Sandro Botticelli, 1484)



Figura 7. El Juramento de los Horacios (Jaques Luis David, 1784)

formato del arte a geometría a tal punto que las medidas y los teoremas eran más importantes que la intuición para muchos artistas. Éstos organizaron el espacio matemáticamente, al igual que los físicos; a su vez que el Neoclasicismo afirmaba que el espacio debía ser lineal y recto. Ante esto, André Félibien –teórico de la academia artística francesa– dijo “la perspectiva es tan vital que uno puede ir más allá y decir que es la verdadera esencia de la pintura” (Descargues, 1976 p. 19). Así, los pintores comenzaron a presentar Realismo Social, hecho que se repite en obras neoclásicas, ya que el Realismo Social se basaba en la creencia de que el arte, al igual que las ciencias, podía darle forma y cambiar la sociedad, e incluso Constable –un pintor de paisajes de esa época– dijo que “la pintura es una ciencia y debería seguir las reglas de la naturaleza. ¿Por qué, entonces, una pintura de un espacio abierto no debería considerarse como una rama de la filosofía naturalista donde las imágenes son los experimentos?” (Gombrich, 1956 p. 33). Por consiguiente, el Realismo fue el punto máximo de la perspectiva del arte cuando la razón reinaba sobre cada línea de pensamiento, pues hasta cuadros sobre jardines respondían a los postulados de Euclides y a las estrictas matemáticas de Newton. De esta manera, la pintura realista y la mecánica clásica de Isaac Newton se volvieron las únicas formas comprensibles de ver y pensar. Durante este periodo histórico, el tiempo se dejó de lado para enfocarse principalmente en el tratamiento del espacio, ya que desde Giotto, se había establecido el rol del arte como proyectar un instante detenido en el tiempo. (Shlain, 1991)

Sin embargo, esta forma de concebir el arte cambiaría rotundamente con la llegada de la Revolución Industrial. Ésta trajo consigo la invención de la fotografía, lo que permitió estudiar el fenómeno de la cuarta dimensión capturando momentos específicos que no habían sido capaces de ser analizados hasta ese momento. Un ejemplo de esto es el caso de Edward Muybridge, un fotógrafo e investigador británico, que realizó uno de los primeros estudio de movimiento basado en una serie de fotografías de caballos galopando y de la misma forma utilizó este recurso para estudiar el movimiento de personas, autos, entre otras cosas (Hendricks, 1975). La fotografía, además, trajo consigo un quiebre en la concepción del arte hasta ese momento, ya que desde la Era Antigua, el arte era utilizado para representar eventos, lugares y personas que no podrían haber sido retratados de otra manera, en cambio la fotografía, podía exponer de manera exacta lo que artistas podrían haberse demorado semanas o meses en lograr. Como explican Mulet y Seguí (1992), esto les dio la libertad a los artistas de explorar otras áreas de estudio en sus obras que no necesariamente debían responder a una representación del mundo natural.

Para finales del siglo XIX, Albert Einstein, científico alemán había dedicado su vida al estudio del electromagnetismo a partir de los trabajos de Maxwell<sup>2</sup>. Galileo Galilei en el siglo XVII ya había demostrado que todos los movimientos eran relativos, esto quería decir, si es que un objeto se mueve a velocidad constante junto a otro a la misma velocidad, no había forma de comprobar que éste se encuentra en movimiento o en reposo. De la misma forma, si uno de los objetos acelera, el otro parecerá retroceder. (Cantarutti, 2009) Ante esta relatividad de movimiento, Einstein se hizo la pregunta de cómo se comportaría la luz cuando se viaja junto a ella. Si un rayo de luz se propaga, éste no parecerá retroceder si es que aumentamos nuestra velocidad, si no que seguirá siempre aumentando de forma constante volviéndola inalcanzable.

<sup>2</sup> James Clerk Maxwell fue un físico escocés conocido por desarrollar la teoría clásica de la radiación electromagnética que unificaba la luz, la electricidad y el electromagnetismo.

Einstein logró encontrar una explicación a este fenómeno a través de una de las teorías más revolucionarias en la historia de la física, que cambiaría por completo la forma de percibir el mundo. La Teoría de la Relatividad Especial postula que el tiempo no siempre fluye al mismo ritmo. El tiempo es elástico y se distorsiona, no de forma subjetiva, si no físicamente hablando. (Cantarutti, 2009). Esta teoría contradice los postulados acerca del tiempo absoluto de Newton, ya que ahora, el tiempo transcurre de manera diferente dependiendo del punto de referencia. En *Significado de la Relatividad Einstein* escribe:

[En la mecánica newtoniana] Se hablaba de puntos de espacio, así como instantes de tiempo, como si fuesen realidades absolutas. [...] Lo que tiene realidad física no es ni el punto de espacio ni el instante del tiempo en algo que ocurre, sino únicamente el acontecimiento mismo. (1916, p. 4, 1922)

Cuando Einstein describe que el tiempo depende del acontecimiento mismo, quiere decir que tanto el tiempo, como el espacio, dependen completamente del estado de movimiento de la materia. La Teoría de la Relatividad Especial, propone que a mayor velocidad, es decir, entre más cerca se esté de la velocidad de la luz, el tiempo transcurre de manera más lenta y el espacio entre un punto y otro se contrae. Para principios del siglo XX, La Teoría de la Relatividad –que probaba que todo movimiento era relativo- y el estudio de Einstein del comportamiento dual de la luz, revolucionaron la forma en que los científicos se enfrentaban a la física. La tecnología y la mecánica hasta el día de hoy se ha visto beneficiados por los teoremas y fórmulas desarrolladas por el físico alemán, pero más allá de las implicancias tangibles de sus descubrimientos, la Relatividad marcó un antes y un después en la forma en la que se concebía el mundo, ya que por primera vez en la historia, la física había dejado de ser absoluta e inalcanzable y ésta, debía comenzar a ser estudiada a partir tanto de la teoría como de la percepción.

Muchas vanguardias que surgieron en el siglo XX se dedicaron a estudiar fenómenos físicos; como es el caso del Fauvismo, que examinó el fenómeno de la luz, y el Cubismo, que estudió el espacio (Shlain, 1991). Fue entonces el Futurismo que tomó el tiempo como centro de investigación. Filippo Tommaso Marinetti fue un poeta fascista e impulsor del Movimiento Futurista, quien creía firmemente que la forma de ver el arte debía cambiar, pues el arte occidental se había obsesionado con la pintura histórica y frente a esto proponía que sólo eliminando el pasado y comenzando a vivir en el presente seríamos capaces de ver la belleza que existe en el aquí y el ahora. El Manifiesto Futurista le debía mucho al impresionismo de Monet, porque al igual que Marinetti, Monet no le daba uso al pasado. En efecto, los artistas comenzaron a incorporar la idea de movimiento en un lienzo estático. Entonces, para los artistas que habían estado pintando momentos congelados, desde Giotto en adelante, la propuesta Futurista era un desafío, hasta que un par de años más tarde, después de la publicación del manifiesto y tomando como base los estudios de series de Monet, los futuristas consideraron pertinente representar el futuro en el presente mostrando imágenes secuenciales o momentos individuales en un único lienzo sobreponiendo una serie de instantes sucesivos y mezclándolos en una misma obra. De esta forma, Haftman (1965)

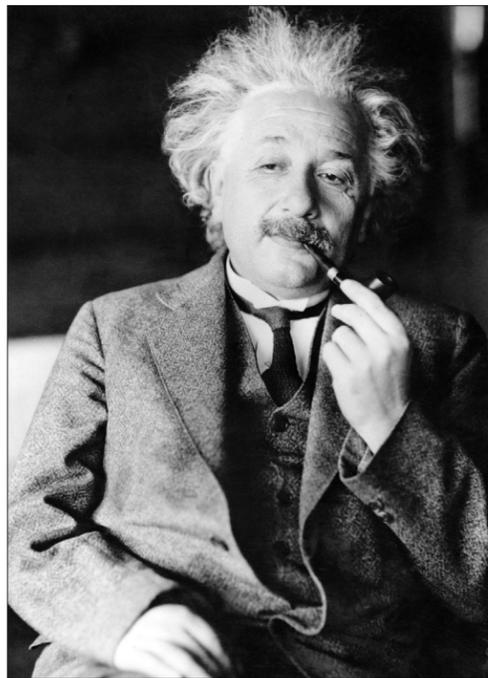


Figura 8. Albert Einstein (1919)

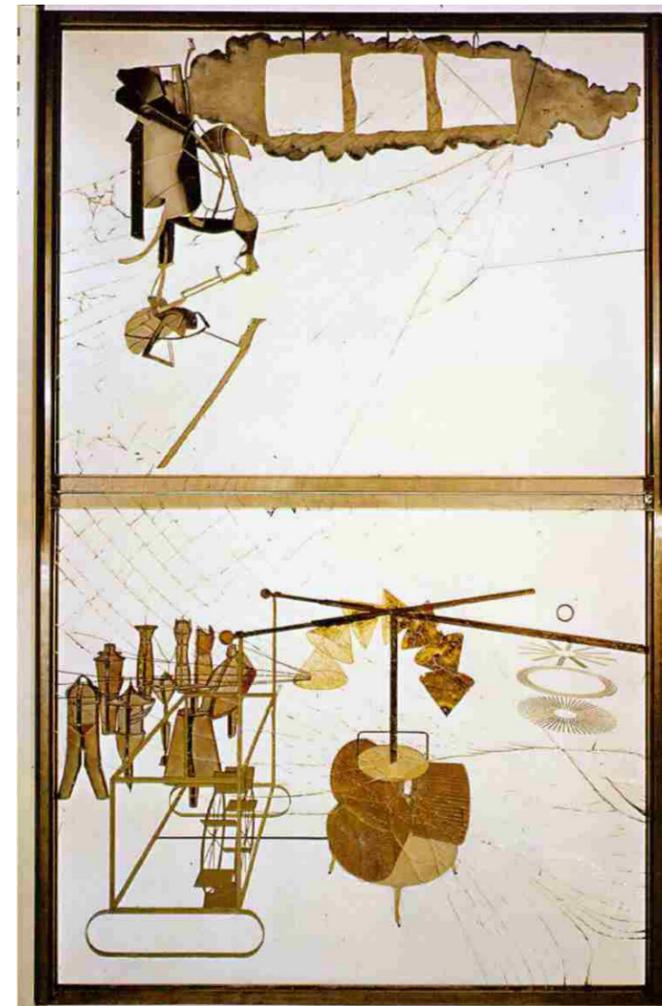
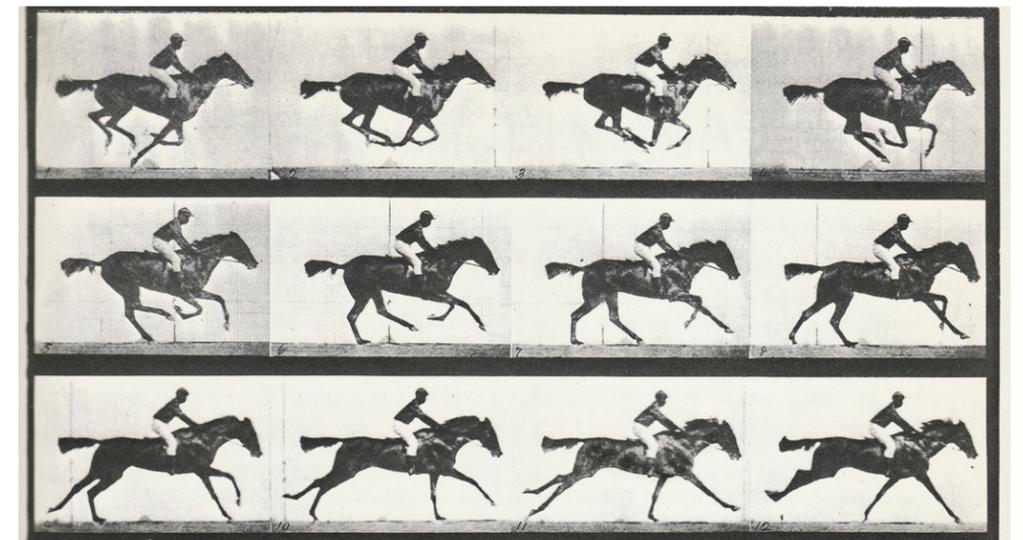


Figura 9. El Gran Vidrio (Marcel Duchamp, 1915-1923)

Figura 10. Caballo en movimiento (Eadward Muybridge, 1870)



explica que el Futurismo sugiere utilizar la velocidad para eliminar cualquier noción de inmovilidad que se les presentase. Para ellos la velocidad se expresaba en una motocicleta. Por consiguiente, la motocicleta y su velocidad se volvieron el símbolo del Futurismo. Esta idea expresada en el arte, coincide con la revelación de Einstein que dice que la verdadera invariante del universo era un número que representaba la velocidad de algo.

Ya en 1919, estaba en boca de todos la teoría de la relatividad de Albert Einstein junto con los aportes de Minkowski<sup>3</sup>. En 1921, Einstein ganó el Premio Nobel y así se hizo ícono de la época. Para los artistas, la teoría de la relatividad había sido un tema central en el desarrollo artístico del siglo XX; sin embargo, ninguna vanguardia se vio tan influenciada por el concepto de la Relatividad como el Surrealismo. Según explica Linda Dalrympe Henderson (1983), la Relatividad y la noción de una cuarta dimensión alentaron a los artistas a alejarse de la realidad visual y a rechazar por completo el sistema de perspectiva de un punto de vista que por siglos había sido la única forma de representar un universo tridimensional. Asimismo, artistas, como Salvador Dalí, utilizaron metáforas visuales que en muchos casos el contenido simbólico se podía asociar fuertemente con las teorías físicas de la época, como es el caso de *La Persistencia de la Memoria* (1934) la que, según Leonard Shlain (1991), es una representación visual de la dilatación del tiempo relativo de Einstein. Algunos autores aseguran que la teoría del tiempo de Aristóteles estaba más cerca de comprender la Relatividad que Newton, ya que tanto el filósofo griego como el físico alemán, aseguraban que el tiempo se componía de través de instantes y que éste dependía del movimiento de la materia.

Casi al mismo tiempo que Albert Einstein formulaba la teoría de la Relatividad, Max Planck<sup>4</sup> propuso que la energía o la materia, no se podía transmitir de forma arbitraria, si no que ésta debía estar siempre guiada por una unidad mínima, y que cada movimiento era un múltiplo de esta unidad, es decir, la materia estaría cuantizada. Planck logró dar con una constante increíblemente pequeña, la cual, según el físico, era la unidad mínima para que el tiempo pudiese ocurrir. Varios físicos estudiaron a partir de esta teoría el comportamiento de las masas, el tiempo y la casualidad, como fue el caso de Louis de Broglie, quien logró a través de la unificación de la teoría de Planck y la dualidad de partículas de Einstein, explicar que tanto ondas como partículas debían ser la misma cosa. A través de esta teoría, Werner Heisenberg<sup>5</sup> llevó a cabo varios experimentos a nivel subatómico que darían origen a la mecánica cuántica. Heisenberg se percató de la naturaleza indeterminística de las partículas, postulando que no es posible conocer con precisión la posición, velocidad, energía o tiempo de una partícula. Ya que cuanto mayor es la precisión con la que se mide una de estas variables, menor será la precisión con la que conocemos la otra. (Morales, 2004) Es decir, como se comporte la partícula dependerá de cómo se trate el experimento.

A través de exitosos experimentos, se logró comprobar que las partículas subatómicas siguen un patrón indeterminístico, es decir, actúan sin una ley que los rija, y pueden duplicarse, desaparecer, teletransportarse e incluso viajar a estados pasados. Las partículas se comportan de un modo que no es posible comprender, todavía, con las nociones que tenemos de espacio y tiempo, ya que éstas rompen con todas las leyes establecidas y parecerían guiarse únicamente por el azar en un espacio abstracto superior a nuestros sentidos.

<sup>3</sup> Hermann Minkowski fue un matemático alemán que desarrolló la teoría geométrica de los números. Sus trabajos más destacados fueron realizados en las áreas de la teoría de números, la física matemática y la teoría de la relatividad

<sup>4</sup> Max Karl Ernest Ludwig Planck fue un físico y matemático alemán considerado como el fundador de la teoría cuántica y galardonado con el Premio Nobel de Física en 1918.

<sup>5</sup> Werner Karl Heisenberg fue un físico alemán. Es conocido sobre todo por formular el principio de incertidumbre, una contribución fundamental al desarrollo de la teoría cuántica.

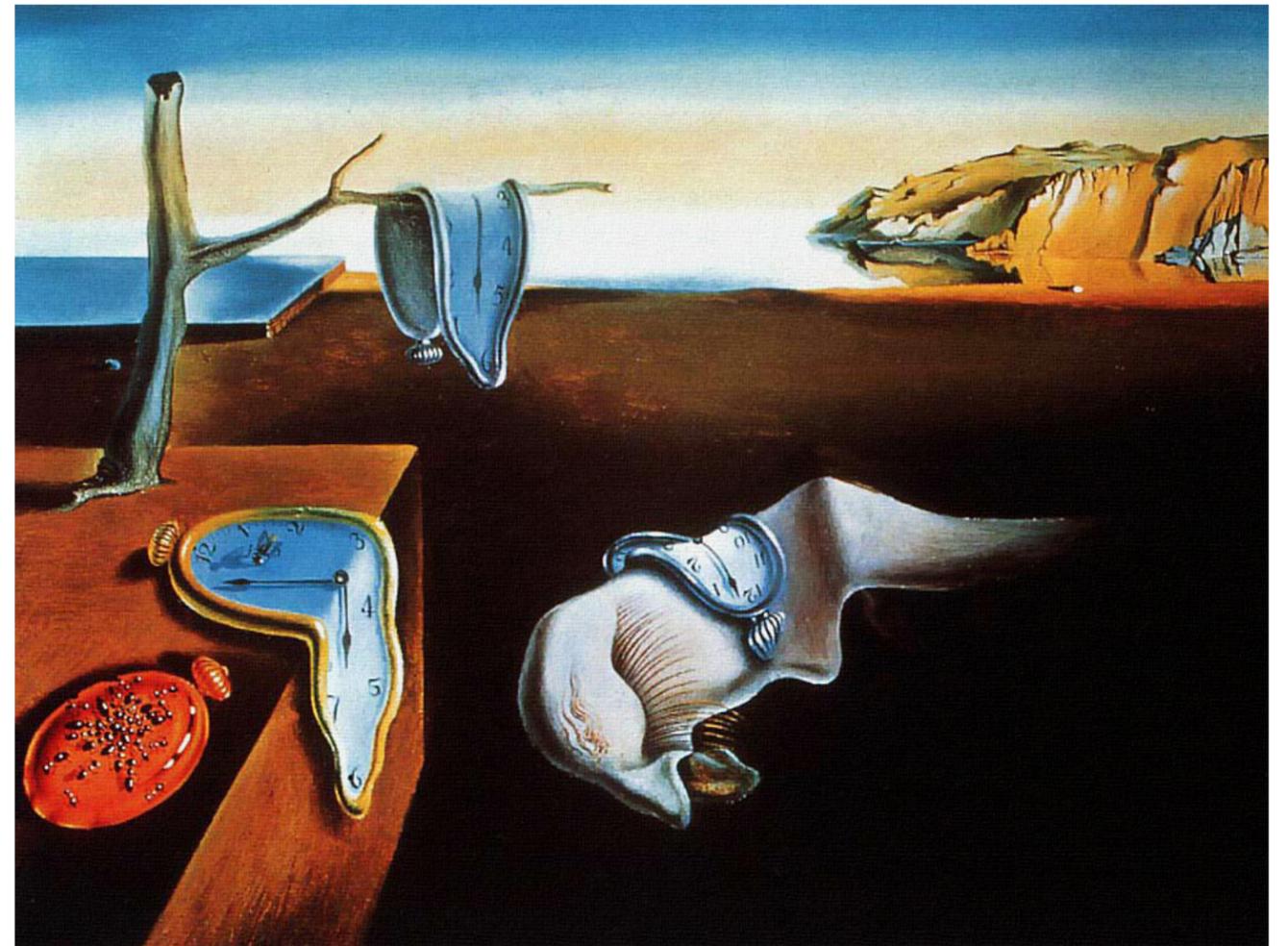


Figura 11. *La Persistencia de la Memoria* (Salvador Dalí, 1934)

El tiempo en la mecánica cuántica se comporta de una manera completamente diferente a todo lo que hemos relatado hasta el momento, ya que como se ha mencionado anteriormente, esta teoría trasciende nuestros sentidos conocidos y es una de las teorías con las que se trabaja actualmente para tratar la naturaleza del tiempo y del espacio. Es fundamental presentarla en este proyecto, porque termina por unir de manera definitiva la realidad externa y la sensibilidad interna. Como Heisenberg explica en su libro *Física y Filosofía* (1958):

Cualesquiera sean los conceptos o palabras que se han formado en el pasado en razón del intercambio entre el mundo y nosotros mismos, la verdad es que no están estrictamente definidos con respecto a su significado; es decir, que no sabemos hasta dónde pueden ayudarnos a encontrar nuestro camino en el mundo. Frecuentemente sabemos que podemos aplicarlos a un extenso orden de experiencias internas y externas, pero nunca sabemos con exactitud cuáles son los límites precisos de su aplicabilidad. Esto es verdad hasta para los conceptos más simples y generales, como 'existencia' y 'espacio y tiempo'. En consecuencia, con la razón pura nunca será posible arribar a una verdad absoluta. (1958, p.77, 2013)

Ahora bien, que las partículas estén dadas por una unidad mínima de tiempo y que aparentemente no dependan de ninguna ley en particular, se contraponen a la Teoría de Relatividad General, que estipula que la fuerza de gravedad ejercida sobre un cuerpo dependerá de la cantidad de materia, ya que la mecánica cuántica deja de lado por completo las leyes gravitacionales. Sin embargo, ambas teorías, han sido comprobadas, lo que significaría que al ser ambas correctas, debe existir una teoría mayor que las englobe en un todo. Hasta el momento no se ha encontrado respuesta y lograr explicar ambos fenómenos es una de las mayores incógnitas de la física de hoy en día.

En los años 30', tanto el arte como la física tuvieron un tiempo de detención en relación a la explosión de las últimas décadas; por un lado, la aproximación de una posible guerra había hecho que cada país de Europa cerrara sus puertas al exterior, y por otro lado, la comunidad científica todavía digería e intentaba llegar a términos con la Relatividad y la Mecánica Cuántica. Tras la Segunda Guerra Mundial, las teorías físicas que habían surgido a principios de siglo habían encontrado su uso práctico. La bomba atómica de 1945 había terminado la guerra y había cambiado para siempre el destino del planeta. Lo que había comenzado con Einstein haciendo cálculos en una servilleta, había generado una nueva era paradigmática como también una nueva era en la física. En 1945, con Asia y Europa destruida, Estados Unidos era el único país que continuaba triunfante y no es casualidad que ese mismo año surja la Escuela de Expresionismo Abstracto de Nueva York. Este movimiento, al igual que la nueva era de las ciencias físicas, alejaron sus estudios de la materia para concentrarse en el campo de lo acorporal. La física cuántica descubrió que las cosas construidas a partir de materia se originan en fluctuaciones de energía en campos insustanciales, y ya que este campo está hecho de nada y es invisible, tiene que permanecer como una abstracción mental (Jones, 1982). Los pintores empezaron, de la misma forma, a explorar la idea del arte sin una imagen. Si bien el gran movimiento abstracto partió en 1910 con Kandinsky, culminó en 1945 con el Expresionismo Abstracto en Nueva York.



Figura 12. Pequeño Mundo (Vasili Kandinsky, 1922)



Figura 13. La Muerte de Euclides (Barnett Newman, 1947)

Figura 14. #6 (Jackson Pollock, 1948)

Figura 15. Zero Through Nine (Jasper Johns, 1960)



### 4.3 Tratamiento Audiovisual

La última pregunta de investigación busca responder cuál es la mejor forma de presentar el proyecto. Teniendo en cuenta que este es un proyecto enfocado en estudiantes de diseño y diseñadores jóvenes, éste tenía que tener un formato que lograra un alcance significativo y que fuese lo suficientemente versátil para ser capaz de expresar las ideas propuestas de forma clara y significativa. El formato audiovisual cumple con todos los requerimientos para este propósito.

Al ser un proyecto de carácter experimental, es necesario indagar cómo se comporta este formato en el cine. Existe una rama dentro del documental llamado *filme experimental* o *cine ensayo*.

El formato documental dentro del medio audiovisual, ha sido siempre uno de los más complejos a la hora de definirlo. La definición más trabajada es que el documental es todo cine que no es ficción, incluso si es cine publicitario o informativo, pero que los verdaderos documentales se ocupan de los valores humanos (Rabiger, 2001). Sin embargo, otros autores indagan más allá en esta definición, y como explica Paul Rotha (1939), el método documental es una interpretación del sentimiento social y del pensamiento filosófico. Es diferente en cuanto a objetivos y forma de las intenciones de entretenimiento de los films de ficción. (Rotha, 1939) El cine es una forma de pensamiento: nos habla de ideas, emociones y afectos a través de un discurso de imágenes y sonidos tan rico como el discurso de las palabras. (Machado, 1979) Jean-Luc Godard fue uno de los primeros cineastas en incluir el pensamiento en la cinta, y a través de los estudiosos de su trabajo y otros cineastas posteriores se comenzó a discutir el término “método ensayístico”, donde a través de las imágenes y el sonido, se expresaba una idea.

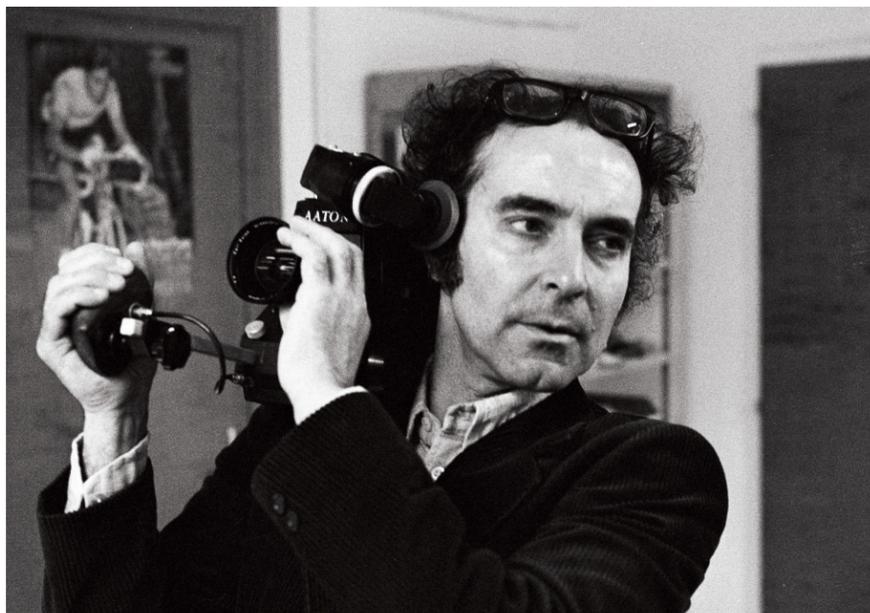


Figura 16. Jean Luc Godard (1968)

Machado en su texto acerca del filme ensayo, parte por explicar primero lo que es un ensayo. Según el autor:

El ensayo es cierta modalidad de discurso científico o filosófico, generalmente presentado de forma escrita, que conlleva atributos a menudo considerados literarios, como la subjetividad del enfoque, la elocuencia del lenguaje y la libertad de pensamiento. (1979, p. 1, 2010)

En su libro *Notas sobre literatura*, Adorno (1984) explica como el ensayo está excluido del pensamiento occidental, ya que, al buscar la verdad, se ve alejado de la literatura, pero por otra parte, ya que cuenta con una intención el ensayo también está excluido de los campos del conocimiento objetivo como lo es la ciencia. En otras palabras, su subjetividad compromete su objetividad pero al mismo tiempo lo vuelve incompatible con el irracionalismo del arte. (Adorno, 1984) Machado vuelve a mencionar en su ensayo lo que antes habíamos expuesto a raíz del trabajo de Flusser: El ensayo no tiene lugar dentro de una cultura basada en las dicotomías del saber y las experiencias sensibles, desde que Platón convino la separación de la poesía, filosofía, arte y ciencia. (Machado, 1984)



Figura 17. Sergei Eisenstein (1930)

Según el autor, no deberíamos quedarnos únicamente con la definición de Adorno, ya que eso supondría que el ensayo se encuentra en el límite entre el arte y la ciencia, pero eso sería aceptar que efectivamente existe una dualidad entre la experiencia sensible y la cognitiva. De esta forma, tenemos que comprender el ensayo como la negación de dicha dicotomía, ya que como Machado (1984) relata: “Las pasiones invocan el saber, las emociones construyen el pensamiento y el estilo pule el concepto”. (1984, p.2)

Si el carácter epistemológico del ensayo, se toma en cuenta para la realización de un documental, éste es capaz de desarrollar un objeto de reflexión, denso y complejo. Ya que a través de los componentes audiovisuales que caracterizan al cine, se puede lograr un sistema de pensamiento construyendo un discurso sensible capaz de contribuir al conocimiento y a la experiencia del mundo.

Sergei Eisenstein fue un director, montador y teórico cinematográfico ruso, que durante la primera mitad del siglo XX logró una nueva modalidad en el discurso cinematográfico a través de la sintaxis de imágenes. (Morales, 2009) Es importante mencionarlo en esta discusión porque marcó un precedente en el tratamiento del cine ensayo, y logró a través del montaje, es decir superposición de imágenes no necesariamente relacionadas, hacer uso de metáforas y metonimias para lograr un proceso mental de asociación. Esta característica es necesaria para el desarrollo de este proyecto experimental, ya que a través de la conexión entre dos ideas (en este caso imágenes acerca de ciencia y de arte) podemos sugerir

una nueva relación que no se haría presente si las mostráramos por separado. Lograríamos así generar un concepto abstracto sin tener que presentarlo de manera informativa.

Con estas definiciones ya podríamos establecer que la mejor manera de presentar este proyecto es hacer uso del ensayo visual como formato principal. Sin embargo, para terminar de responder esta pregunta, me gustaría volver a la cita de Machado acerca de las características del ensayo, donde escribe que “[...] el estilo pule el concepto”. (Machado, 1984) Para terminar de pulir el concepto que se quiere expresar en este proyecto de diseño experimental, habría que determinar qué estilo o tratamiento visual se le quiere dar a estos ensayos. Ya que estamos trabajando a partir de visualidad, se tratará el ensayo a partir de la representación del lenguaje científico, es decir, cómo ha tratado la ciencia el problema de la visualidad para terminar con la visualidad propia del arte.

Jean Piaget era un escritor, psicólogo, biólogo y epistemólogo suizo, quien relaciona el concepto de esquema con el tipo de organización cognitiva que necesariamente implica asimilación. (Piaget, 1926) Esto quiere decir que un esquema es un conjunto de conceptos los cuales son organizados y es a través de ellos que adquirimos la información. Para el autor, un esquema puede producirse en muchos niveles distintos de abstracción, siendo operaciones estructurales cognitivas en vez de perceptuales. Por otro lado para Rumelhart define el esquema como: “Un esquema es una estructura de datos para representar conceptos genéricos almacenados en la memoria”. (1981, p.163)

Teniendo en cuenta estas definiciones, podríamos argumentar que el esquema es la forma de representación abstracta de datos o conceptos, que da la suficiente versatilidad para tratar todas las ideas que se quieran presentar en el proyecto. Es por esta razón que se tomará el esquema como la base visual para el diseño de estos ensayos, por un lado porque es un lenguaje utilizado en el mundo de las ciencias para explicar fenómenos y conceptos y porque es un método lo suficientemente abstracto para englobar todas las ideas de una misma forma que además permitiría la superposición de imágenes no necesariamente relacionadas.

## 4.4 Cierre: Conclusiones Preliminares

Para concluir con esta discusión de fuentes, es importante volver a plantear las preguntas de investigación descritas anteriormente. En primer lugar, la importancia de la ciencia y el arte recae en que ambas, según lo descrito por Flusser y el resto de los autores citados, son disciplinas que forman parte de la base de la práctica de diseño, ya que éste es un mecanismo que moldea, a través de la unión de la ciencia y el arte, la información y la cultura.

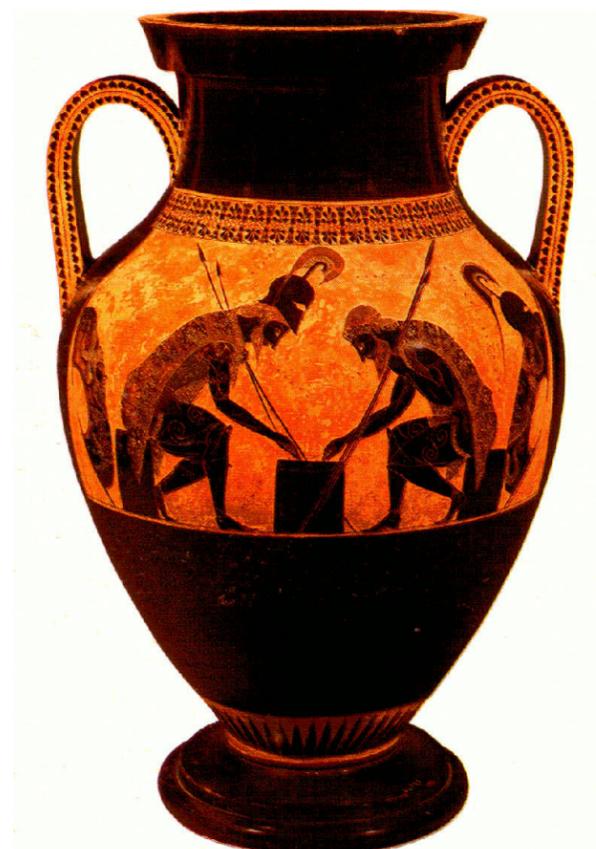
Ahora bien, al tener conceptos tan amplios como la ciencia y el arte, era necesario recabar en qué puntos históricos, la ciencia se ha encontrado con el arte, y qué hechos históricos, tanto científicos como artísticos, han cambiado la forma en la que se concebía el mundo. Para acotar la investigación se tomó la astrofísica, particularmente el fenómeno del tiempo, ya que a lo largo de la historia de la humanidad, la percepción que tenemos de éste ha ido mutando y cambiando por completo la forma en la que tratamos el mundo, ya que el tiempo es algo en lo que inscribimos nuestro diario vivir, siendo intrínseco en nuestra propia cultura. A partir de la investigación recabada acerca de las diferentes teorías del espacio tiempo, se tomarán para este proyecto aquellas que fueron más paradigmáticas para su época y que han sido fundamentales para el entendimiento actual del tiempo, y que a su vez hayan tenido cierta relación con el tratamiento artístico de su época.

Bajo estos parámetros, se tomarán tres paradigmas fundamentales: El tiempo lineal, como lo planteó Aristóteles, ya que es el paradigma que más tiempo rigió en la cultura occidental, comprendiendo el tiempo como una línea, a partir del pasado, el presente y el futuro. Como se describió anteriormente, las teorías de tiempo que surgieron en el renacimiento y en la “época de la razón” no difieren demasiado del paradigma antes planteado, ya que tanto Newton como los artistas de su época, se enfocaron en el estudio del espacio más que en el tiempo mismo. Como segundo paradigma se tomará el tiempo relativo descrito por Albert Einstein a principios del siglo XX. Este es posiblemente el mayor salto en términos de comprensión del espacio y tiempo, ya que por primera vez se unificaron ambas magnitudes destrozando por completo la percepción de linealidad del tiempo. No es casualidad que al mismo tiempo surgiesen las vanguardias artísticas, quienes, a través del arte, también comenzaron a explorar lo desconocido de la realidad a través de la visualidad. Sin embargo las teorías expuestas por Einstein no estaban del todo correctas, ya que si bien el tiempo y el espacio son efectivamente relativos, las subpartículas a nivel atómico no parecen seguir ninguna regla ni guiarse por ningún teorema. Es por eso que casi al mismo tiempo que la Relatividad Especial y la Relatividad General explicaban fenómenos macroscópicos, la Mecánica Cuántica se hizo cargo de los niveles microscópicos. El tiempo cuantizado es el tercer y último paradigma temporal que se utilizará para este proyecto, ya que hasta este momento, es la teoría que explica como toda partícula se mueve en un espacio abstracto y caótico, y que la percepción es fundamental para el estudio de cada fenómeno. Al mismo tiempo las vanguardias que surgían a la par con estas teorías responden a las mismas inquietudes de abstracción e indeterminismo.

Tras el análisis al diálogo histórico entre ambas disciplinas, y teniendo en cuenta tales relaciones, la mejor forma de proyectarla es a través del ensayo ya que su formato busca justamente eliminar la separación entre lo cognitivo y lo perceptual, siendo capaz de describir un discurso utilizando recursos tanto valóricos como informativos. Por otro lado, ya que éste es un proyecto de diseño pensado para diseñadores y estudiantes de diseño, la visualidad no debería quedar de lado.

De esta forma a través de la indagación de diferentes disciplinas ligadas a la visualidad, aquella que toma el ensayo como formato principal es el cine ensayo o filme experimental, el cual, a través del uso de elementos propios de la audiovisualidad, es capaz de dar cuenta de un discurso, una idea o un concepto. Teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente, este proyecto buscará la creación de tres ensayos visuales, uno para cada paradigma descrito, a través de la animación y el montaje, dando cuenta así del diálogo entre la física y el arte, levantando así una discusión propia de la práctica creativa del diseño.

Figura 18. Áfora del pintor Exekias, "Ajax y Aquiles jugando a los dados", alrededor de 530 a.C



## 5. Estudio y Análisis de Referentes

### 5.1 Referentes Conceptuales

**Powers of Ten**  
Charles y Ray Eames, 1977

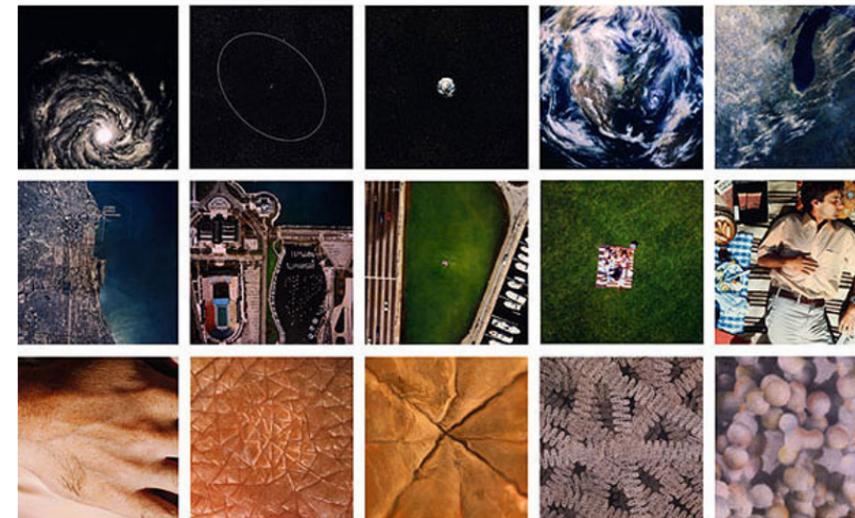


Figura 19. Cuadros Powers of Ten (1977)

Un caso emblemático para este proyecto es el de Charles y Ray Eames, quienes en 1977 a petición de IBM hicieron un cortometraje acerca de la relatividad del espacio y los tamaños de las cosas en el universo.

Este cortometraje experimental ha sido un caso excepcional en el uso de la física en el diseño, ya que el matrimonio Eames utilizó directamente notaciones y conceptos científicos para conceptualizar y llegar a una idea que, según Charles, debía llegar tanto a un niño de diez años como a un físico teórico y ambos debían sentir "un revuelo en el estómago sobre las dimensiones en el tiempo y el espacio" (Eames, 1977). *Powers of Ten*, como se titula el cortometraje, usa la notación basada en cuántas veces 10 debe ser multiplicado por sí mismo para alcanzar un número deseado. Además, utiliza unidades de medida y distancias cósmicas que sólo son manejadas por la comunidad científica, pero que de igual manera lograron llegar a todo público, tanto así que *Powers of Ten* ha sido empleado en muchos documentales para explicar el fenómeno de las distancias cósmicas y también ha sido imitado en comerciales e incluso en películas de Hollywood. Podríamos argumentar que *Powers of Ten* marcó un precedente en la divulgación científica, tanto así que solo tres años después surgiría la serie documental *Cosmos* (1980), escrita por Carl Sagan, la cual utilizando los mismos recursos didácticos de *Powers of Ten*, llegaría a explicar fenómenos del universo tan complejos como la creación del espacio o la materia oscura.

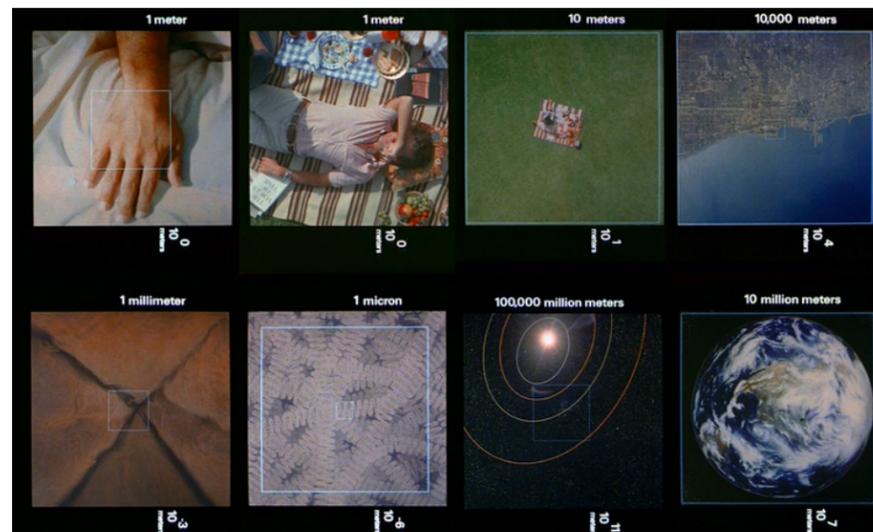
**Análisis Formal y Conceptual**

La primera escena muestra a una pareja en un día de campo en una plaza cualquiera. Esta primera imagen ilustra nuestra escala de día a día, donde podemos ver diferentes tamaños de objetos reflejados en la comida que los rodea. La imagen está rodeada por un borde negro, hacia el lado izquierdo está escrito el número de metros de distancia y al lado derecho superior la notación científica de dicho número. Estos dos elementos se mantienen a lo largo de todo el cortometraje. La cámara se aleja un metro y comienza el uso del zoom para alejarse cada vez más de la pareja.

A los 100 metros aparece el primer recurso esquemático continuo: un cuadrado que enmarca en el centro la pareja que ya es difícil de divisar. La cámara se comienza a alejar multiplicando la distancia por 10 cada vez. Al millón de metros ( $10^6$  metros) salimos del planeta y en la imagen se muestra una fotografía del planeta Tierra. Al alejarse hasta los  $10^7$  metros, se comienzan a utilizar otros recursos esquemáticos para dar cuenta de la distancia y elementos cósmicos, tales como las constelaciones y el universo conocido. Al llegar a los  $10^{24}$  metros de distancia, se genera una pausa en el zoom continuo y se vuelve a la distancia original con la misma pareja centrada en el mismo lugar.

En ese momento el zoom nuevamente comienza a aumentar, esta vez, hacia el microcosmos. A un centímetro de distancia se muestra la piel de una de las personas del encuadre, y así comienza a avanzar hacia las células y partículas microscópicas. A diferencia de las distancias macroscópicas, las distancias pequeñas son trabajadas a través de la ilustración, y en vez de seguir aumentando el zoom en la imagen, los autores utilizaron un recurso de *Fade In* como transición entre cada múltiplo de distancia. Se utilizó la imagen análoga hasta el cuadro  $10^{-9}$  ya que en ese cuadro el cortometraje utiliza estática para dar cuenta de la imagen y posteriormente una imagen digital, siendo el único cuadro en todo el cortometraje con movimiento propio. El cortometraje termina enmarcando la distancia de  $10^{-15}$ .

Figura 20. Cuadros de Powers of Ten (1977) donde muestra la notación científica exponencial utilizada en la cinta



El cortometraje está narrado por una voz en *off* que relata de manera informativa y didáctica lo que va ocurriendo mientras se acerca o se aleja el foco de atención. *Powers of Ten* es uno de los principales referentes para este proyecto por su carácter experimental pero a su vez informativo, ya que es capaz de utilizar la notación científica y conocimientos cósmicos avanzados para desarrollar una pieza creativa, pero que a su vez explica dichos conocimientos de forma simple para que cualquier persona pueda comprenderlo y disfrutarlo en su totalidad.

El tratamiento visual también es un elemento interesante para el posterior desarrollo de los ensayos visuales, ya que utilizan tanto la técnica análoga como la digital y la fotografía, para dar cuenta de dos mundos opuestos que terminan por complementarse a través del guion.

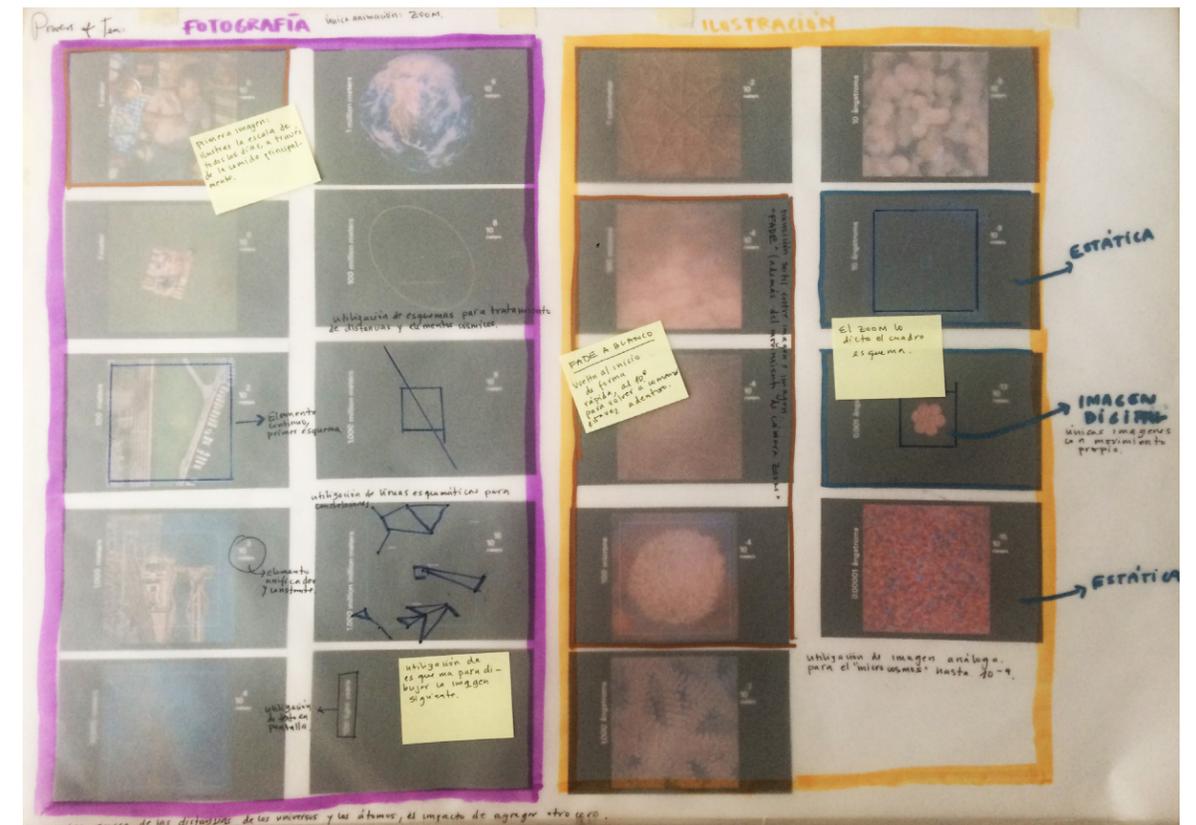
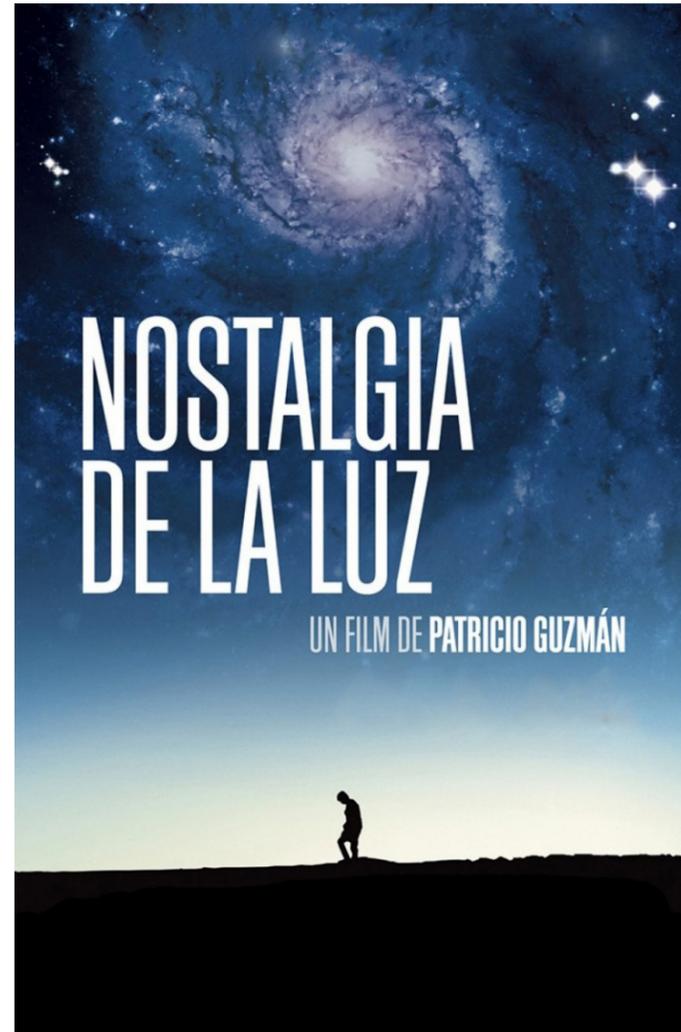


Figura 21. Estudio por cuadro a Powers of Ten (1977). Análisis conceptual y formal

**La Nostalgia de la Luz**  
**Patricio Guzmán, 2010**

*La Nostalgia de la Luz* es un documental o filme experimental chileno dirigido por Patricio Guzmán que trata acerca de la relación que existe entre la inmensidad del cosmos y la fragilidad humana. Al igual que *Powers of Ten* (1977), Patricio Guzmán logra contraponer dos ideas diferentes unidas por la ciencia, en este caso los observatorios del desierto de Atacama y los detenidos desaparecidos durante la dictadura militar chilena. Guzmán, junto a Emmanuelle Joly a cargo del montaje, logran contrastar la búsqueda de respuestas en el universo infinito por parte de los astrónomos que ahí trabajan y la búsqueda de respuestas en medio de la tierra del desierto por parte de las familias que buscan los restos de sus familiares desaparecidos. El filme en sí es una reflexión sobre el tiempo y cómo este pasa de manera diferente para personas que comparten un mismo espacio, en este caso el desierto de Atacama. Vale la pena analizar este documental debido a su tratamiento tanto conceptual como metodológico, ya que es capaz de contraponer y a su vez unificar dos miradas diferentes bajo un mismo concepto.

Figura 22. Afiche promocional *La Nostalgia de la Luz*



**Análisis Formal y Conceptual**

Al igual que en *Powers of Ten* (1977), existe en esta cinta una voz en off que va relatando lo que va ocurriendo en la imagen. Es el mismo director quien se hace cargo de narrar, a través de reflexiones propias mientras se va desarrollando su proyecto. Su voz sirve como hilo conductor entre un mundo y otro. En el inicio de la cinta se muestran primeros planos a los telescopios de los observatorios, únicamente utiliza curvas para comenzar una reflexión acerca de los ciclos del cosmos. El narrador aparece cuando cambia la escena tras un fundido blanco que nos lleva a una casa común. Comienza una serie de imágenes de escenas cotidianas, que evocan el recuerdo, contrapuestas con un audio que remonta nuevamente a los observatorios. Inmediatamente después comienza una secuencia que es fundamental para catalogar esta cinta como experimental: Vemos una fachada común y un polvo estelar comienza a llenar la pantalla fundiéndose con un destello de luz hasta que por fin desaparece la imagen original y solo vemos infinitas partículas de polvo en el plano.

El uso de polvo estelar a lo largo de la cinta será un elemento distintivo, que marcará el ambiente que se le dará al documental. *La Nostalgia de la Luz* apela a la búsqueda del pasado, desde puntos de vista tan diferentes como lo es la búsqueda de respuestas en el universo, sobre fenómenos que ocurrieron hace miles de años y que recién hoy podemos captar a través de los telescopios, y la búsqueda de respuestas a preguntas

que todavía no han sido respondidas a partir de los crímenes de la dictadura. El polvo estelar, representa esta búsqueda del pasado. Podemos encontrarlo en diferentes momentos, tanto en los observatorios como en las casas de las mujeres entrevistadas. Incluso, vuelve a aparecer al entrevistar al arqueólogo Lautaro Núñez que desde su punto de vista antropológico, intenta explicar cómo Chile se divide entre la búsqueda del pasado y del "más pasado".

El documental en su totalidad es un montaje de entrevistas, secuencias y material de archivo. El fin de este montaje es generar el paralelo entre el universo y la tierra, y se utilizan recursos muy sutiles para dar cuenta de ello. Para las entrevistas, Guzmán plantea las mismas preguntas tanto a astrónomos como a viudas, logrando así dar dos perspectivas de un mismo tema. Por otro lado, utiliza la secuencia de fotografías para contrastar el universo y la tierra, como por ejemplo utiliza imágenes en primer plano de las grietas de la tierra en el desierto para contrastarlas con los cráteres lunares. El filme termina donde estas dos perspectivas de búsqueda se encuentran; la última secuencia muestra a una mujer (viuda de dictadura) mirando por un telescopio. El polvo estelar, que se repite en varios momentos cruciales del documental, también aparece en esta escena para dar cierre a la cinta.

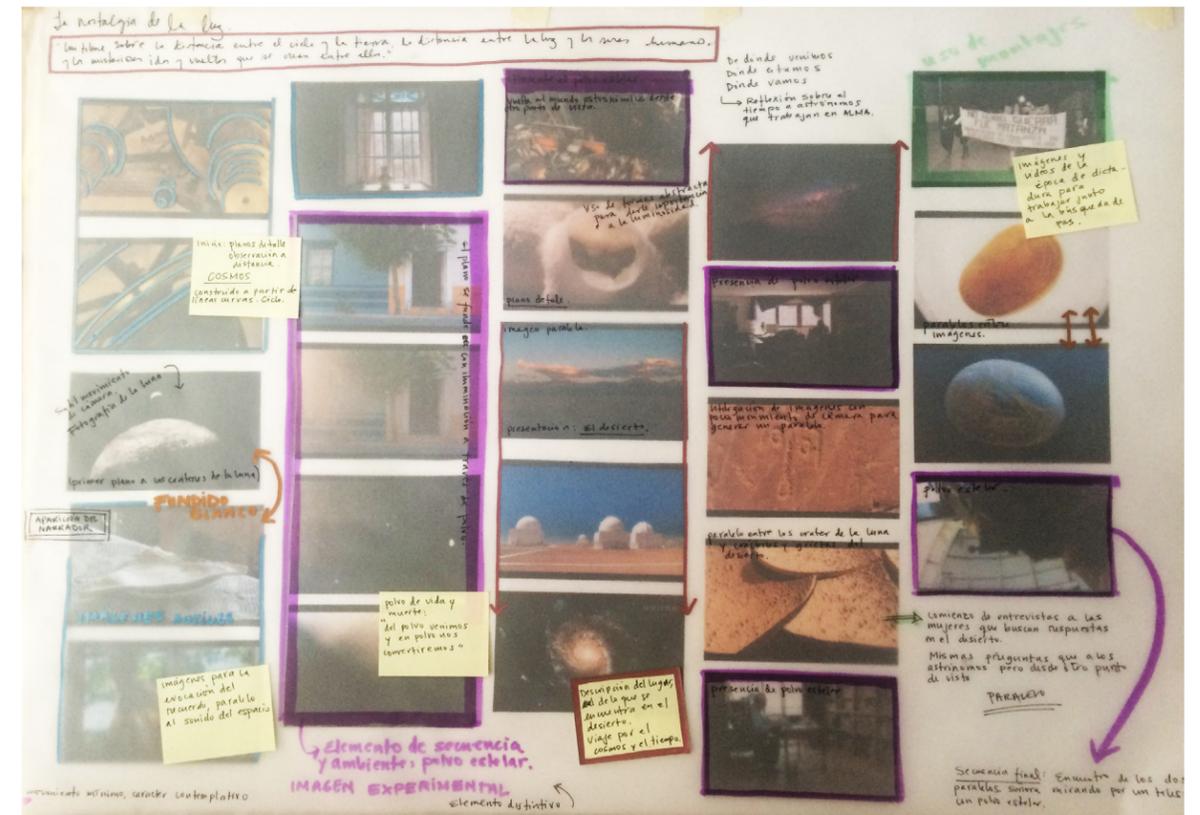


Figura 23. Estudio por cuadro a *La Nostalgia de la Luz* (2010)  
 Análisis conceptual y formal

## 5.2 Referentes Metodológicos

Para este análisis de referentes, se tomará en cuenta el tratamiento formal y técnicas de montaje más que los aspectos conceptuales de cada cinta.

### La Isla de las Flores Jorge Furtado, 1989

La Isla de las Flores es un cortometraje de 12 minutos de duración, escrito y dirigido por el brasileño Jorge Furtado en 1989. Este documental experimental ganó varios premios incluyendo el León de Plata de Berlín. Es un cortometraje que relaciona constantemente los distintos factores que influyen en nuestra vida, dando así una lección de cómo funciona el mundo hoy en día. La Isla de las Flores es una denuncia social, donde a través de historias, definiciones, montajes e imágenes absurdas, logra dar cuenta de cómo un proceso tan banal como comprar tomates en un supermercado, está ligado a la más miserable pobreza.

El corto se inicia con un texto en fondo negro que dice “Existe un lugar llamado la Isla de las Flores” y a continuación “Dios no existe”. Luego se utiliza un recurso de *stop motion* para mostrar un globo terráqueo girando hasta detenernos en Japón. Cambia la secuencia y nos encontramos en un campo de tomates. El narrador comienza a relatar la historia del plantador japonés que cosecha los tomates. A partir de ese punto el narrador comienza a hilar a través de diferentes conceptos (todo con un tono irónico) la vida de ese tomate que acaba de ser cosechado. Por ejemplo, al momento de relatar un día en la vida de Susuki, el agricultor japonés, inmediatamente el narrador comienza a definir lo que es un

ser humano, y utiliza recursos tales como fotografías, secuencias de niños en el colegio e imágenes de textos escolares para definir al ser humano. Esta es una descripción continua que no utiliza pausas y cambios de tema. El filme vuelve a la vida del tomate, ahora siguiendo la vida de una ama de casa típicamente americana. Entremedio de la descripción se utilizan imágenes para describir el comportamiento humano, desde la caza de ballenas hasta la bomba atómica. Además utiliza el recurso del montaje y la animación para sobreponer a partir de imágenes separadas la historia de la humanidad logrando así un montaje histórico.

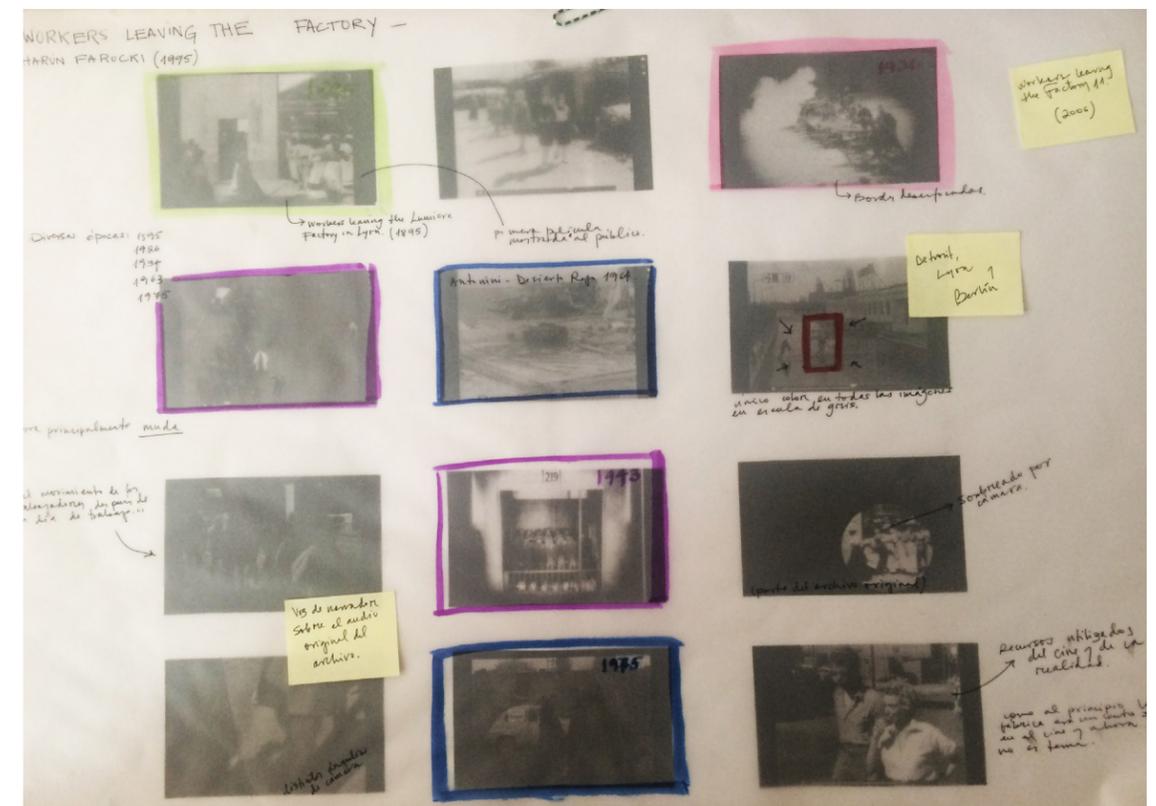
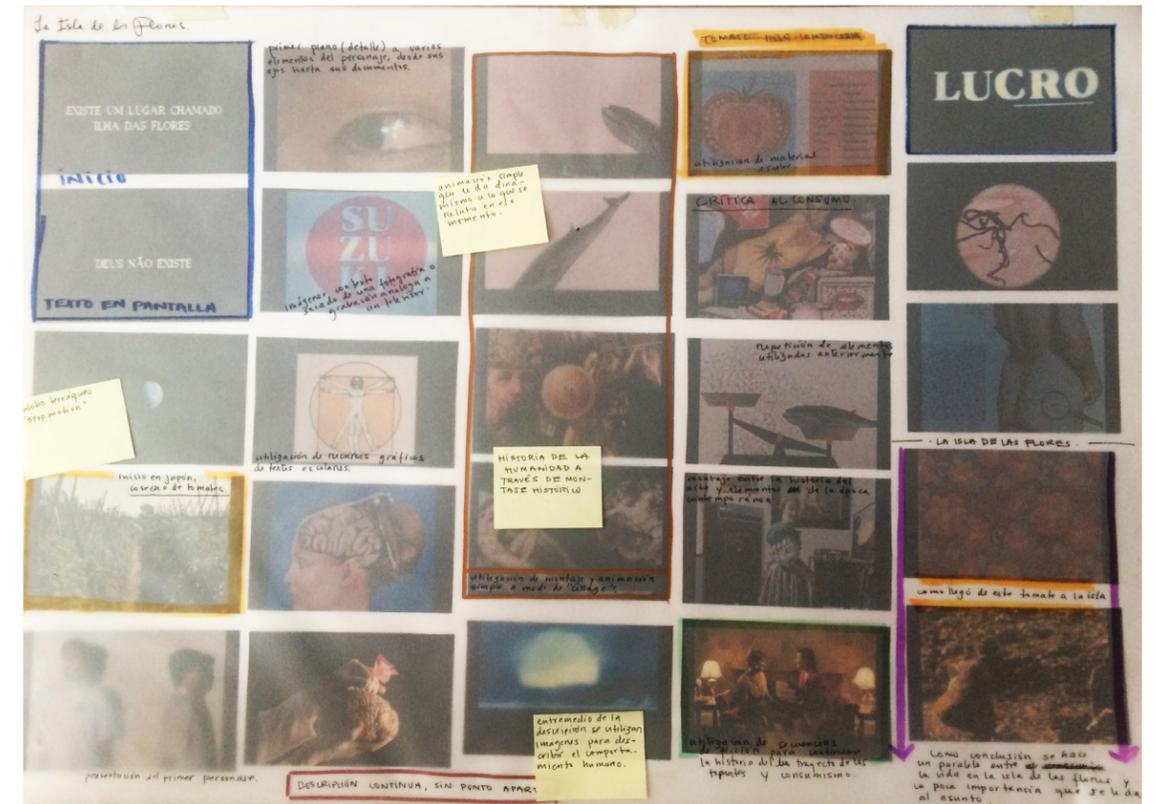
El montaje es el principal recurso de este cortometraje, en donde se repiten imágenes, se mezclan con secuencias audiovisuales y material de archivo. Como se ha mencionado anteriormente, todo con un tono de burla e ironía, para dar cuenta de una crítica al consumo y el mal uso de los recursos que se consumen, para mostrar finalmente como este tomate, podrido y botado a la basura, es recogido por el último eslabón de la cadena productiva: la pobreza en la Isla de las Flores. Como conclusión se genera un paralelo entre la vida en la isla y la poca importancia que la sociedad le dan al tema.

A la derecha  
Figura 25. Estudio por cuadro a La Isla de las Flores (1989). Análisis conceptual y formal

Figura 26. Estudio por cuadro a Workers Leaving the Factory (1995). Análisis conceptual y formal



Figura 24. Afiche promocional La Isla de las Flores



**Workers Leaving the Factory**  
**Harun Farocki, 1995**

*Workers Leaving the Factory* es un cortometraje experimental realizado por el cineasta alemán Harun Farocki en 1995 como parte de una secuencia de estudio audiovisual a los trabajadores saliendo de la fábrica al final de un día de trabajo, en las ciudades de Detroit, Berlín y Lyon. El título hace referencia al corto de Louis Lumiere de 1895 llamado *La salida de la fábrica de Lumiere en Lyon*. Este estudio posteriormente se transformó en una instalación donde se proyectaban 11 monitores con secuencias diferentes de trabajadores saliendo de sus puestos de trabajo.

Este filme ensayo trabaja únicamente con material de archivo. Farocki unió en un solo documental cinco décadas de trabajadores. Comienza con un extracto de la película de Lumiere de 1895, para luego ir avanzando a través del tiempo hasta terminar en 1975. Harun Farocki utiliza tanto material documental como extractos de cintas de ficción, y a lo largo del filme, existen saltos que van entre una década y otra. Si bien el material de archivo es el único recurso que se utiliza como base para la cinta, Farocki altera el material para resaltar elementos fundamentales y así darle una continuidad a todo el cortometraje. En varios casos utilizó el desenfoco para enfatizar en cierta parte del plano, incluso utilizó sombreados por la cámara sobre el archivo original. En otros momentos aparece un narrador que

se sobrepone al audio original, generando una dualidad entre lo que él propone y lo que ya estaba hecho. Cabe destacar que la cinta es principalmente muda y en su totalidad es blanco y negro, exceptuando un único recuadro rojo que aparece en una secuencia de una fábrica de Detroit.

Farocki, a través del montaje de material de archivo y la superposición de diferentes elementos reflexivos, quiso estudiar el movimiento de los diferentes trabajadores después de un día de trabajo, y como este movimiento ha ido cambiando a través de las décadas gracias a los avances de la tecnología como los conflictos bélicos en los que se han visto involucradas dichas ciudades de su estudio.

Figura 27. Instalación audiovisual *Workers Leaving the Factory*



**La Jetée**  
**Chris Marker, 1962**

*La Jetée* es una película de carácter experimental francesa dirigida por Chris Marker estrenada en 1962. Relata una historia de ciencia ficción acerca de los viajes en el tiempo y la paradoja de la memoria. *La Jetée* sigue a un viajero en el tiempo que viaja al pasado y al futuro en busca de una solución para el tiempo presente, que ha sido devastado por una guerra nuclear mundial.

Chris Marker catalogó esta cinta como una fotonovela, ya que el único recurso utilizado para la imagen es la fotografía. Se inicia la cinta con un texto que explica como la memoria es capaz de marcar a la gente más allá del tiempo. Luego aparece la fotografía de una mujer y el narrador comienza a relatar la historia a través de

la secuencia de fotografías. Si bien el único recurso utilizado es la fotografía, el autor utiliza elementos propios de la cámara análoga para agregarle valor a cada toma. A lo largo de la cinta podemos ver ciertas fotografías con sobre exposición, desenfoco, etc. Si bien a diferencia de los casos anteriores en donde las imágenes originales son alteradas para generar una reflexión, Marker deja intacta las fotografías y utiliza en momentos precisos los primeros planos, planos panorámicos e incluso utiliza fotografías de texturas para dar cuenta en este caso, del futuro, del pasado o de la guerra misma.

Marker a través de esta cinta expone que el tiempo está unido por la memoria, que todos los tiempos son pasados, presentes y futuros y lo que va marcando nuestra historia es el tiempo que hemos vivido y a donde quisiéramos regresar.

**The Tree of Life**  
**Terrence Malick, 2011**

Junto con *La Nostalgia de la Luz* (2010), *The Tree of Life* es el único largometraje y a diferencia del documental de Guzmán, la cinta de Terrence Malick es considerada una película de ficción, pero que de todas formas no podría ser catalogada dentro del grueso de las películas que se originan en Hollywood. *The Tree of life* trata, a través de secuencias con un tratamiento estético muy espiritual, la conexión entre los seres humanos y los orígenes del universo. En este caso es el tratamiento del montaje es lo que le da valor a los conceptos del director (para esta cinta se necesitaron cinco montajistas). La historia comienza con una familia del sur de Estados Unidos en los años 50, con formas de ver la vida y valores muy marcados, los cuales serán puestos a prueba con la muerte de un hijo.

Al igual que en la mayoría de los casos analizados, la cinta abre con un texto sobre fondo negro para contextualizar la narración. En este caso el filme comienza con una cita bíblica acerca del dolor y la superación a través de Dios. Para Malick, Dios se encuentra en la naturaleza. De esta forma en las primeras secuencias de la película podemos ver planos de naturaleza siempre desde la perspectiva humana (la familia protagonista), es decir, son tomas de árboles, el cielo, insectos y plantas que se encuentran en el jardín de la familia. Malick en esta cinta utiliza una narración muy fragmentada e incluso algunos autores argumentan que difumina la barrera del espacio y del tiempo, ya que busca sensaciones y emociones más que el progreso de una historia.

Tras la muerte del hijo el montaje de la película se vuelve abrupto e impredecible, comenzando con una de las secuencias más importantes de la cinta. Se crea un paralelo entre la voz de la madre, que se pregunta dónde está Dios, y la imagen proyectada, que muestra un destello de fuego, luz, en medio de la oscuridad. Al igual que en el caso de *La Nostalgia de la Luz*, cada vez que se menciona a Dios, aparece este mismo plano, siendo un elemento unificador a lo largo de toda la cinta. Tras dejar esta pregunta en el aire, dónde está Dios, empieza a crearse el universo. A través de imágenes digitales, podemos ver como se origina el cosmos, las estrellas, nebulosas y por último, la Tierra. La música de Alexandre Desplat se

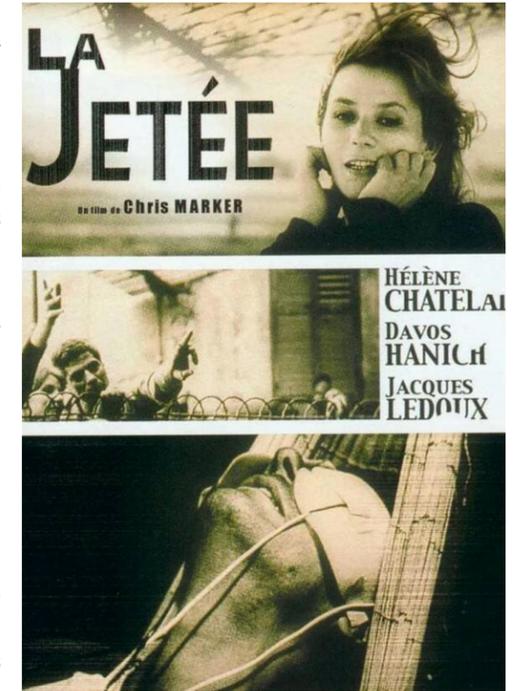


Figura 28. Afiche promocional de *La Jetée*

intensifica, las secuencias comienzan a ser cada vez más rápidas y el ambiente se vuelve tan intenso que llega a ser poderoso. Continúan las secuencias en la tierra, los mares, las olas quebrándose, vientos huracanados, todos fenómenos naturales intensos que dan cuenta del poder de Dios. Cómo el poder de Dios está en la naturaleza. En la segunda mitad de la cinta, podemos ver al hijo de la familia como un exitoso hombre ciudadano, y en ninguna de las tomas donde él aparece, podemos ver naturaleza. Todo es ciudad y edificios, incluso el cielo no es posible de divisar. La vida del hijo, encarnado por Sean Penn, es oscura, alejado de su familia, alejado de Dios, pero que busca redimirse. Abruptamente podemos ver cambios de escenas que vuelven a Dios a través de otros símbolos, como las velas, un bautizo, primera comunión y consagración de los bienes materiales, haciendo referencia a la redención que el personaje de Penn busca.

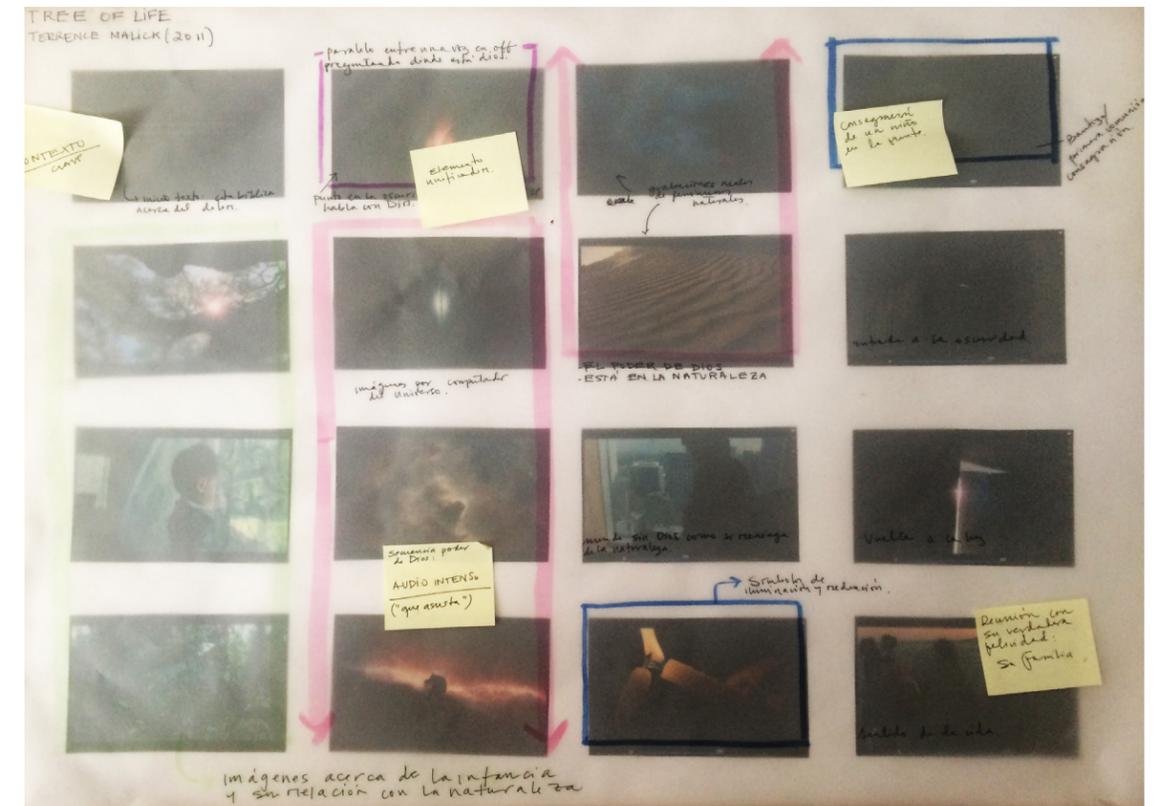
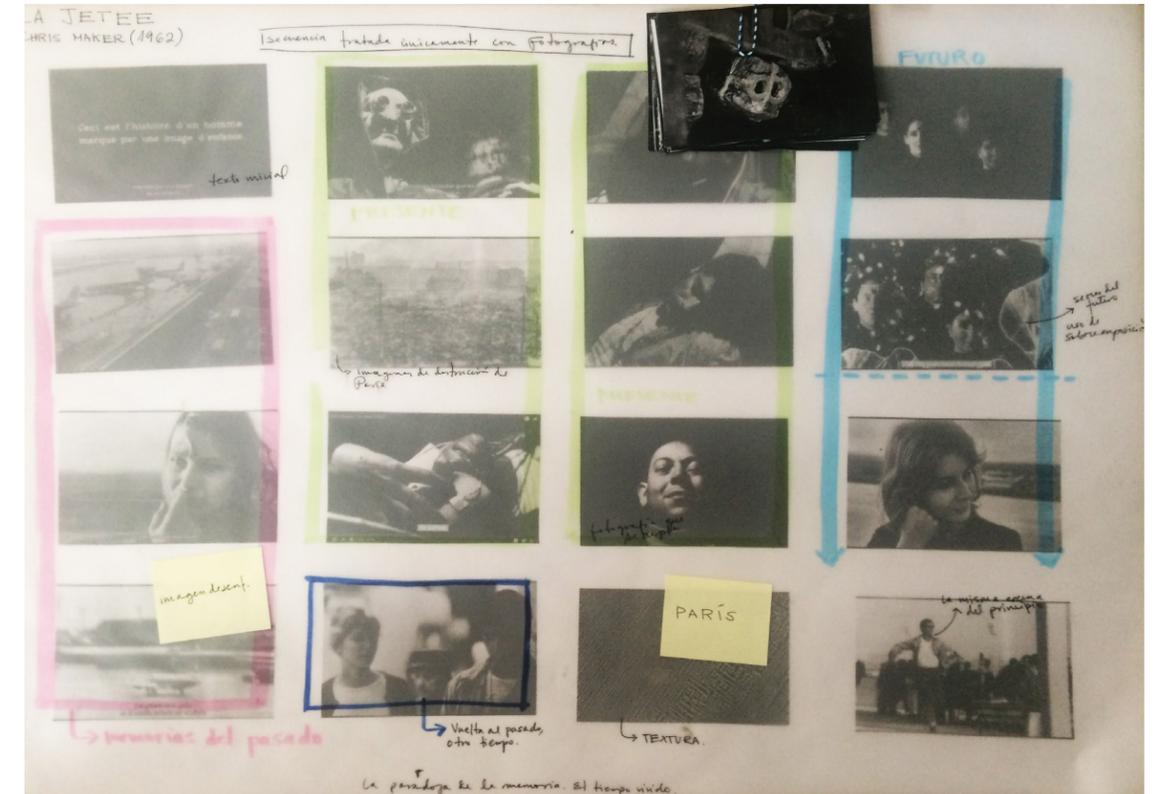
Esta cinta es una búsqueda de la existencia a través de Dios, a través del miedo, el perdón y la sanación. De esta forma a lo largo del filme podemos encontrar secuencias que se superponen unas con otras y no podemos estar seguros de si se trata de hechos en la historia o pensamientos, sueños y recuerdos, ya que todo el montaje está dirigido a ser un flujo de emociones, desde la desorientación, hasta la tensión y por último la búsqueda de la felicidad a través de la plenitud. La cinta termina con el encuentro de la luz, con su familia completa reunida, habiendo alcanzado la felicidad a través del perdón. Malick, lejos de ser aclamada por el público, se arriesga y únicamente a través del montaje y la puesta en escena, consigue generar una discusión a partir de un mosaico de escenas que se sienten auténticas, que refleja vivencias de la vida cotidiana.

Figura 29. Afiche promocional The Tree of Life



A la derecha  
Figura 30. Estudio por cuadro a La Jeteé (1962)  
Análisis conceptual y formal

Figura 31. Estudio por cuadro a Tree of Life (2011). Análisis conceptual y formal



### 5.3 Referentes Formales

#### 5.3.1 Visualización: Geometría Primitiva

**Punto y Línea sobre el Plano**  
**Vasili Kandinsky, 2916**

Kandinsky explica en este libro los principios de los elementos básicos de la obra pictórica. Consiste en una introducción a la abstracción de los elementos gráficos y las propiedades reales de las formas. Divide el libro en tres capítulos, el punto, la línea y el plano. Explora en cada capítulo las nociones fundamentales de cada elemento y cómo éstos deben ser comprendidos a partir de sus interacciones.

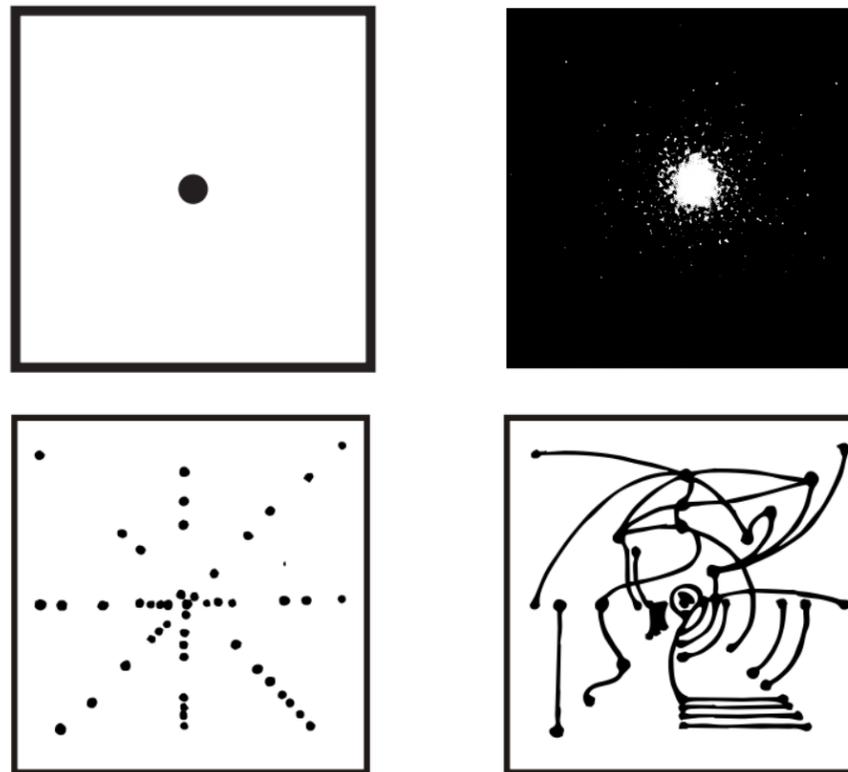


Figura 32. Imagen primaria: El punto en el centro de un plano básico cuadrilátero

Figura 33. Nebulosa en la constelación de Hércules (Newcomb-Engelmanns)

Figura 34. Esquema de puntos en horizontal-vertical-diagonal para una construcción lineal.

Figura 35. Abstracción de notas musicales en una composición en pentagrama



#### 5.3.2 Visualización: Abstracta en Data Científica

**Linealidad: La Geometría Oculta de la Vida**  
**Karen. L. French, 2012**

Las nociones de linealidad propuestas por Aristóteles deben ser entendidas a través de la geometría básica. De esta forma, en el libro de French, la autora explora la geometría que se encuentra detrás del espacio, tiempo, luz y materia, desde patrones de crecimientos hasta los cantos sagrados de los mantras.

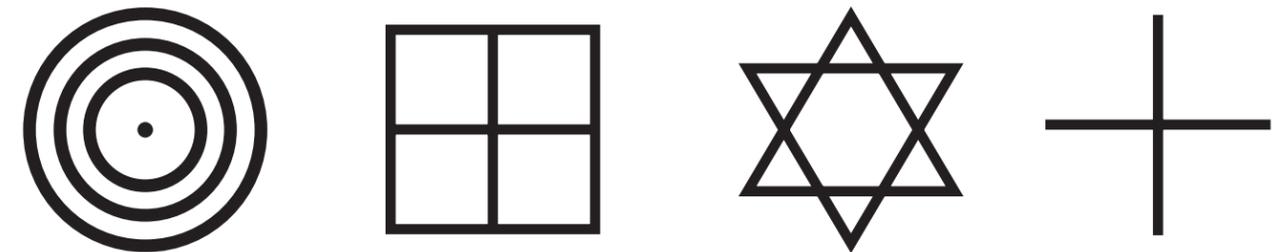


Figura 36. Formas geométricas básicas que interpretan la realidad. Red del Tiempo, Red del Espacio, Red del Ser, Cruz

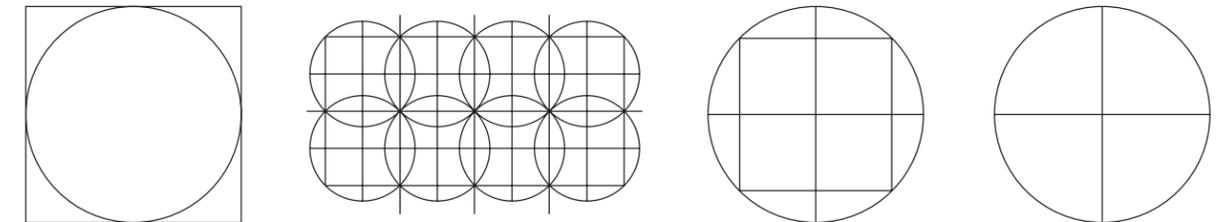


Figura 37. Combinación de la Red del Espacio y el Tiempo. En la Red del Espacio desplegada, cada sección está en el interior de un círculo de la Red del Tiempo.

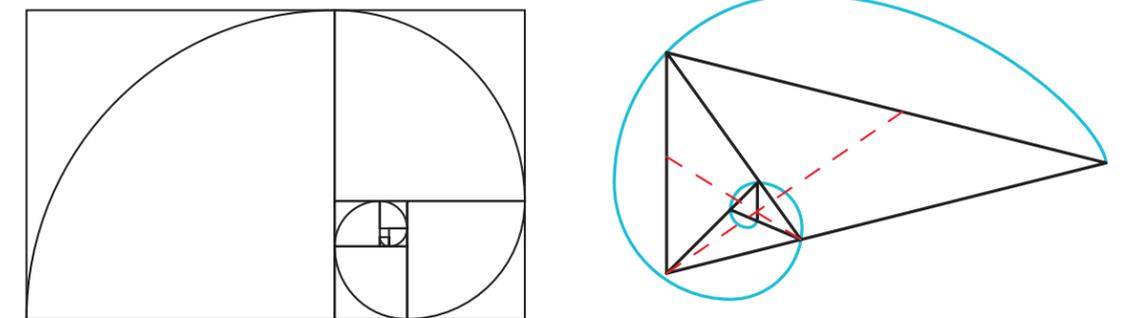


Figura 38. La Razón áurea (Phi) en polígonos.

Figura 39. El triángulo áureo forma un espiral de Fibonacci

**Dilatación del Tiempo: The Elegant Universe**  
**Brian Greene, 1999**

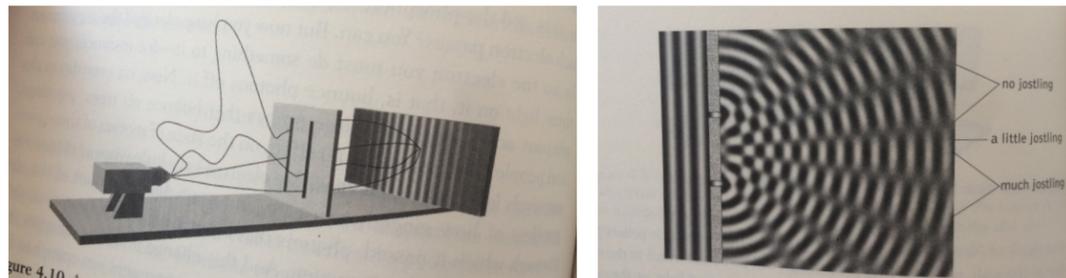
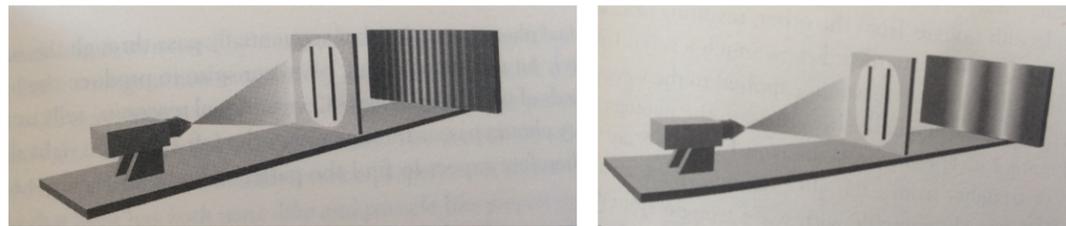
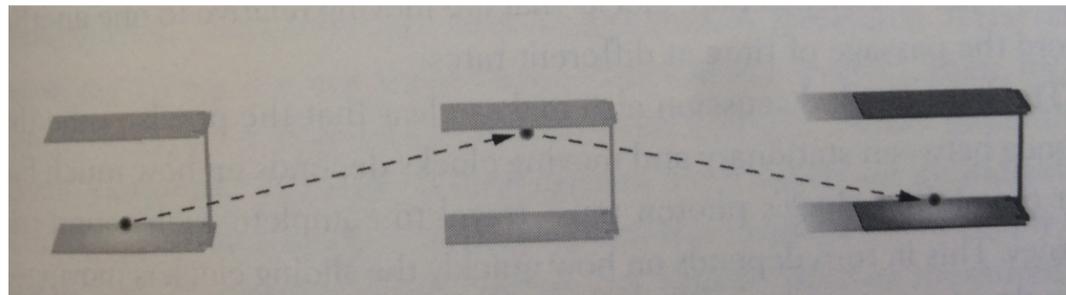
Para dar cuenta de la Teoría Especial de la Relatividad, se utilizarán los esquemas descritos por Brian Greene en su libro *The Elegant Universe* para explicar el fenómeno de la Dilatación del Tiempo. En el, el físico teórico y profesor de la Universidad de Columbia, explica de manera sencilla varios de los fenómenos en relación a la física que rige el universo.

**Interferencia Cuántica: The Elegant Universe**  
**Brian Greene, 1999**

Al igual que con la Relatividad, Brian Greene explica en su libro de forma simple y esquemática, ciertas nociones de la Mecánica Cuántica, entre ellas, el fenómeno de la Interferencia Cuántica. Utiliza varios esquemas secuenciales para dar cuenta de la dualidad onda-partícula y los resultados del experimento.

Figura 40. Experimento Dilatación del Tiempo con un reloj de luz.

Figura 41. Experimento Doble Ranura. Interferencia cuántica



**5.3.3 Visualización: Diagrama y Animación**

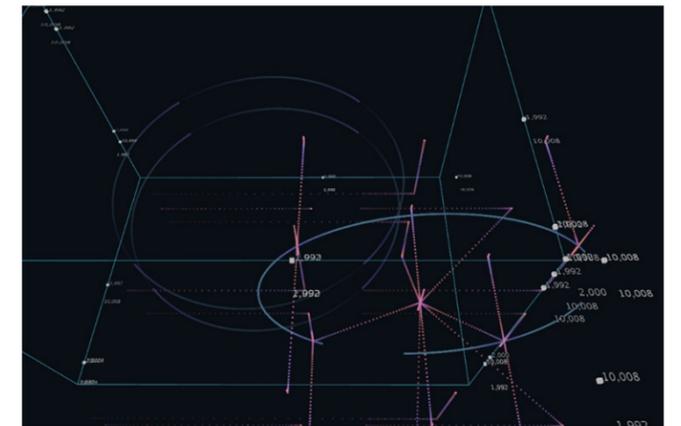
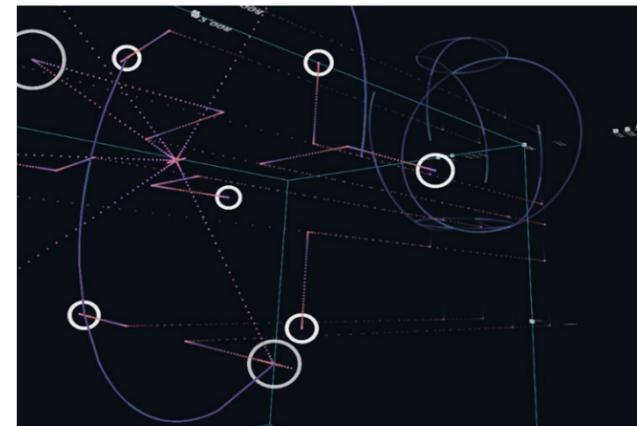
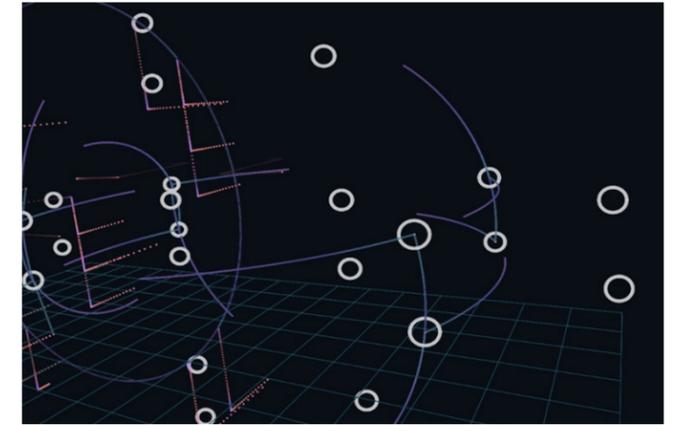


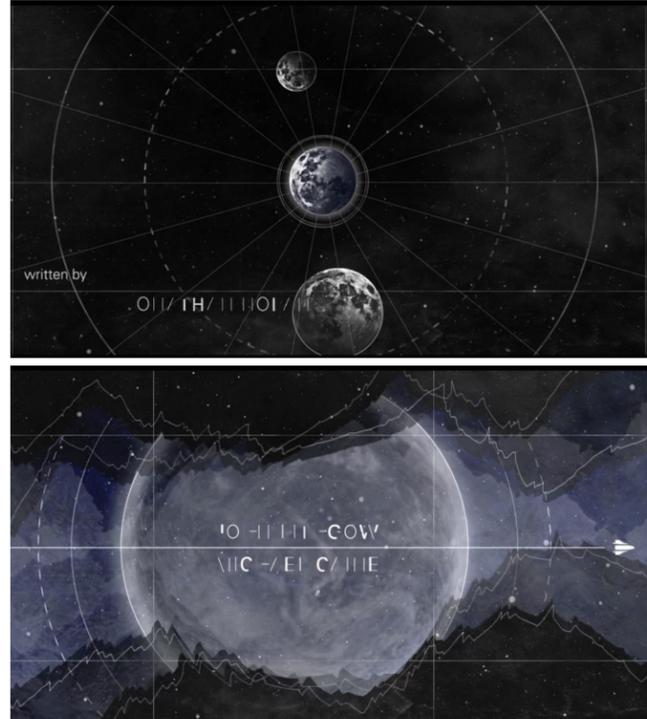
Figura 42. Interpretación coreográfica del proyecto Pathfinder

Figura 43, 44, 45. Cuadros de la animación de Pathfinder

**Pathfinder Project**  
**Onformative, 2011**

*Pathfinder* es un acercamiento generativo al estudio del movimiento de los cuerpos a través de una coreografía conceptual. Las coreografías implican que el bailarín imagine líneas, patrones o procesos abstractos para improvisar una interpretación física de éstos. *Pathfinder* intenta unirse a este proceso a través de la generación de movimientos y formas geométricas para inspirar al bailarín. Es un lenguaje visual, con un set reducido de formas que están constantemente transformándose. Para crear estas formas, los artistas se inspiraron en el libro de Kandinsky *Punto y Línea sobre el Plano* (1926), estudiando las figuras geométricas primitivas y sus efectos sobre un observador.

Onformative es un estudio de diseño y arte digital basado en Alemania, que está constantemente buscando nuevas formas de expresión creativa con un carácter emocional. A través de la práctica experimental, desarrollan proyectos que desafían los límites entre el arte, el diseño y la tecnología.



**Interstellar (Secuencia de títulos finales)**  
Cyra Henn, 2015

Película de ciencia ficción acerca de la exploración espacial en donde se promueve la ciencia, y se trabajan con conceptos tan densos como la Relatividad, fuerzas gravitacionales y Mecánica Cuántica. De la misma forma, el diseño esquemático predomina en esta secuencia de títulos, sin embargo lo interesante de este proyecto en particular es la mezcla de elementos que se utilizan para generar el ambiente de búsqueda y exploración. El montaje aparece como una herramienta para darle una atmósfera unificadora tanto a las imágenes, como a las líneas y puntos. La transformación predomina en las formas básicas, que constantemente juegan para generar otras ideas más figurativas. La profundidad también es un elemento que le agrega valor a la secuencia.

Cyra Henn es una diseñadora de *Motion Graphics*, directora de Monkey Pictures. Su principal enfoque de trabajo es lograr combinar la animación y el ritmo con sus estudios de comunicación.



**The Expanse (Secuencia de títulos)**  
Breeder, 2015

Serie de televisión basada en una saga de libros con el mismo nombre. Trata acerca de un mundo futurista en donde la civilización ya ha colonizado el sistema solar. Lo interesante de esta secuencia es la utilización de esquemas, que dan cuenta de data científica, pero con un tratamiento visual pensado meticulosamente basado en la representación computacional de información cósmica. Se toma como referente por el uso de detalles de la información que pueden servir para acentuar ciertos momentos dentro de la explicación de los fenómenos que se tratarán en los documentales.

Breeder es un estudio de motion design basado en Australia. Su trabajo se enfoca principalmente en contar historias a través del diseño, dirección y animación de contenidos originales para diversos clientes en el área de la comunicación y la entretenimiento.

**X-Men: First Class (Secuencia de títulos finales)**  
Prologue Films, 2012

*X-Men: First Class* se sitúa alrededor de una comunidad científica en la década de 1960. A partir de esto, el tratamiento visual que le dan a la secuencia, es a través de la visualización computacional de ese tiempo, en donde las interferencias y la separación de los canales RGB, le agregan dinamismo a la información que a momentos puede sentirse lenta y estática.

Prologue Films es un equipo de diseñadores y cineastas enfocados en el tratamiento de la tipografía, técnicas editoriales y la creación de imágenes a través de la computación. El estudio se encuentra en California y actualmente se dedican principalmente al desarrollo de secuencias para cine y televisión.

**Dirk Gently (Secuencia de títulos)**  
Prologue Films, 2015

Serie de televisión basada en una saga de libros con el mismo nombre acerca de un detective holístico. Si bien no trata temas científicos como el resto de los casos, el tratamiento visual es muy atractivo. Utiliza esquemas como base principal para la secuencia, contiene tintes de una paleta de colores específica para desarrollar dichos esquemas, algo que no aparece con mucha importancia en el resto de los referentes. Utiliza además efectos para hacer más atractivo el uso constante de líneas y puntos. Por último, existe una utilización de figuras geométricas complementarias que acentúan ciertos momentos, embelleciendo la toma.

Prologue Films es un equipo de diseñadores y cineastas enfocados en el tratamiento de la tipografía, técnicas editoriales y la creación de imágenes a través de la computación. El estudio se encuentra en California y actualmente se dedican principalmente al desarrollo de secuencias para cine y televisión.

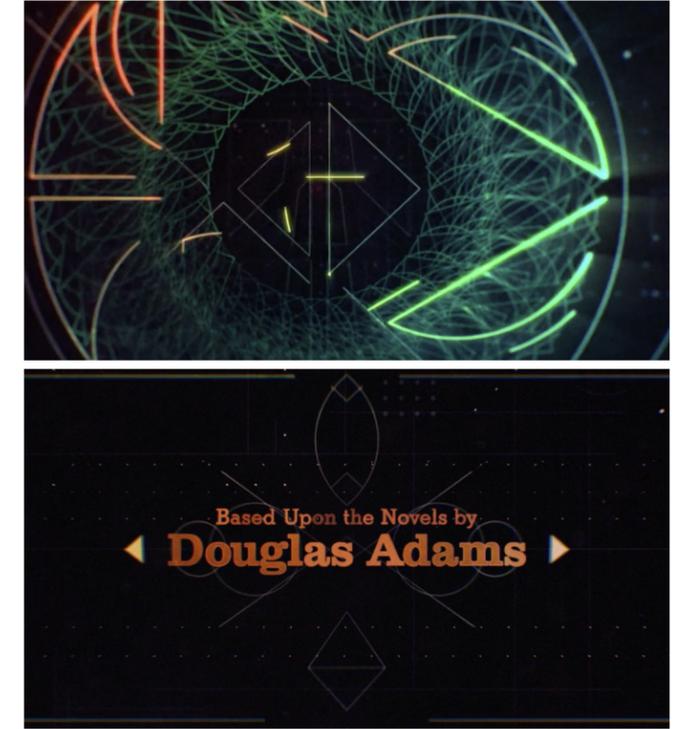
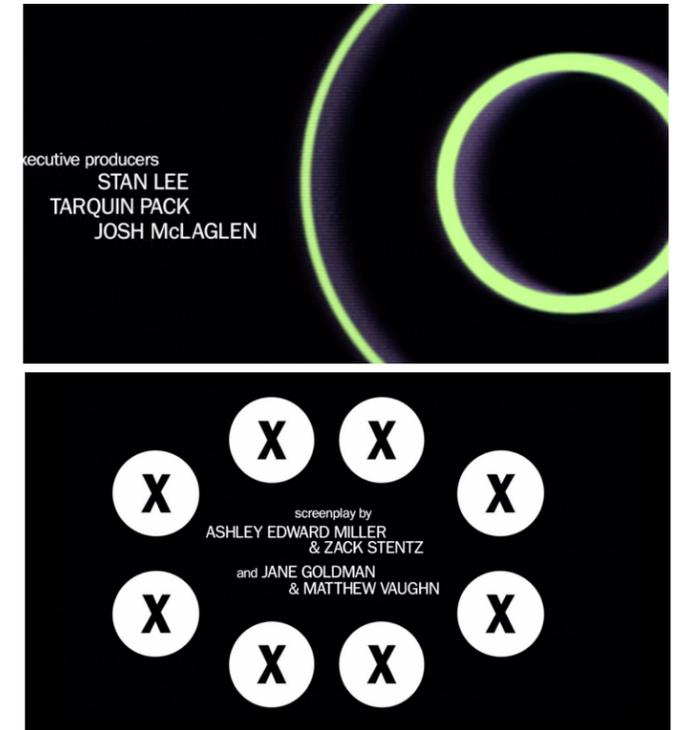


Figura 46, 47. Secuencia títulos *Interstellar*  
Figura 48, 49. Secuencia títulos *The Expanse*

Figura 50, 51. Secuencia títulos *X-Men*  
Figura 52, 53. Secuencia títulos *Dirk Gently*

## 6. Desarrollo de Guion

### 6.1 Selección de Obras

A lo largo del Marco Teórico fue posible reconocer cuáles eran los paradigmas temporales fundamentales para tratar este proyecto. Una vez estudiado el Tiempo Lineal, Relativo y Cuántico, es necesario escoger las obras que acompañarán cada una de estas teorías, tanto por cómo se relacionan con sus paradigmas como también por cómo se comportarán en el relato visual.

#### 6.1.1 Tiempo Lineal

La linealidad en el tiempo como la explica Aristóteles, corresponde a que existe un pasado, un presente y un futuro, es decir, eventos que han sucedido y eventos que aún están por suceder. Para Aristóteles, el tiempo no podía ocurrir sin movimiento, ya que a través de él, es que somos capaces de percibir el pasado del presente.

Según el filósofo, el instante es el límite entre el pasado y el futuro, siendo el ahora, parte de un continuo e infinito tiempo. Sin embargo, este punto medio, al estar después del pasado, necesariamente estará en el futuro, pero de la misma forma, también se encontrará antes de él. Por lo tanto, como no es posible comprender el pasado y el futuro dentro del presente, Aristóteles propone que el instante es un momento sin duración, que forma parte de un continuo e infinito tiempo, en donde sólo somos capaces de percibir el paso del tiempo a través de la sucesión continua de determinados eventos. (Cantarutti, 2009)

Además de la filosofía, esta misma relación de secuencias de eventos la podemos encontrar en el denominado periodo arcaico del arte griego, en el siglo VII a.C, donde la vida urbana de Atenas se centró en el barrio obrero del Cerámico, ya que al ser el vino y el aceite las principales exportaciones de Grecia, los recipientes

de barro, las ánforas, se fabricaban en alta cantidad, lo que no solo sirvió para el propósito de contenedores, si no también ayudaron a expandir el pensamiento griego al resto del mundo. No existe mucha documentación acerca de los artistas de las vasijas, ya que quienes se dedicaban a pintar eran considerados simples artesanos de barro. La técnica de las figuras negras estuvo de moda durante este periodo, y es bajo este estilo que surge el Pintor de Amasis. Si bien no hay registros claros de quien era este pintor, a él se le adjudican un sinnúmero de representaciones en ánforas que dan cuenta desde la vida diaria hasta historias mitológicas. Como se mencionó anteriormente, el Pintor de Amasis trabajaba utilizando la técnica de la figura negra, es decir, proyecciones de humanos y objetos sin perspectiva de color negro sobre el color del barro del ánfora.

En la mayoría de los casos de este periodo, las vasijas, solían contar historias a través de eventos en secuencias, donde cada momento era sucedido por otro a lo largo de la vasija, de la misma forma que Aristóteles planteaba la relación del movimiento con el tiempo. De esta forma para el primer documental, se trabajará con una de las secuencias más representadas por los artesanos, llamada *Hoplitodromos*, la cual representa una continuación de movimientos de un corredor en las olimpiadas.

Figura 54. *Hoplitodromos*  
(sin fecha)



6.1.2 Tiempo Relativo

Para el caso del Tiempo Relativo, en un primer momento se optó por trabajar con *La Catedral de Rouen* (1892), de Claude Monet, ya que fue el primer artista desde el Renacimiento en investigar la dimensión del tiempo. Monet se dio cuenta de que no se puede recrear la esencia de un objeto sólo pintándolo en un momento detenido, debido a que, para comprender el objeto de forma completa, el artista necesitaba mostrar como este objeto cambiaba también a través del tiempo. En 1891 Monet comenzó a pintar la misma escena repetidas veces desde una posición específica en el espacio, pero en diferentes momentos del día, estaciones del año, etc. El proyectó la fachada de la Catedral de Rouen, en cuarenta obras separadas. Poniendo cada trabajo en secuencia, se crea una catedral que empieza a existir en el tiempo, así como también en las tres dimensiones del espacio. Sin embargo, debido a la complejidad de la obra, ésta era difícil de abstraer para relacionarla de forma práctica con el resto de la información del ensayo visual, por lo tanto, se optó por trabajar con una obra clásica del movimiento futurista, quienes también se interesaron fuertemente por la cuarta dimensión.

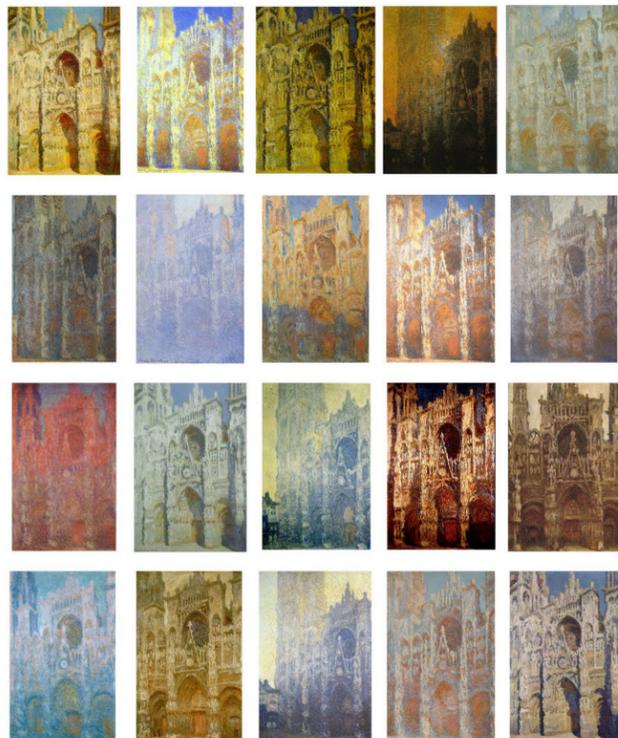
Los estudios fotográficos fueron una gran influencia para Marcel Duchamp. Si bien el artista francés tiene sus orígenes en el cubismo y estudio del espacio, fueron los postulados futuristas los que captaron su atención. La innovación del futurismo era trasladar la idea de cronofotografía a la pintura, y haciendo eso, proponía una nueva manera de ver el tiempo, así como los cubistas insertaron múltiples perspectivas en un solo lienzo inventando así una nueva forma de ver el espacio. La simultaneidad era la idea bajo el tiempo futurista. (Torrent, 2009)

Si bien Newton, Kant y todos los pensadores occidentales desde el Renacimiento trabajaban bajo la premisa de que los eventos deben ser procesados en forma de secuencia, la teoría relativista de Einstein tergiversó la forma de enmarcar eventos en secuencias separadas para estudiar la referencia de un movimiento relativo a otro.

A diferencia de Muybridge, quien capturaba movimiento en forma de secuencia, otros artistas como Jules-Étienne Marey y Giacomo Balla, dedicaron sus estudios a la sobreposición de imágenes, donde cada imagen era un solo momento detenido en el tiempo. En *Dinamismo de un perro con cadena* (1912) Balla, impregnó en su lienzo el movimiento y la energía sobreponiendo momentos sucesivos de tiempo. En vez de pintar el perro moviéndose con cuatro patas, Balla desafió las convenciones sobre la representación estática pintando cada una de ellas en un movimiento borroso sobrepuesto. (Torrent, 2009) Esta síntesis de movimiento basada en una estela continua fue lo que inspiró a Duchamp para trabajar la representación del tiempo desde la visualidad. En 1967 cuando un periodista le preguntó sobre su interés por la cuarta dimensión, Duchamp respondió:

Abajo  
Figura 55. Serie de pintura  
*La Catedral de Rouen*  
(Claude Monet, 1892-1894)

A la derecha  
Figura 56. *Desnudo Bajando la Escalera N°2*  
(Marcel Duchamp, 1912)



Sí, esto [el tiempo] siempre ha sido un pequeño pecado mio, porque no soy matemático y ahora estoy leyendo un libro sobre la cuarta dimensión y me doy cuenta lo inocente e infantil que soy en relación a la cuarta dimensión, así que anoto cosas que voy pensando que podría agregar a la visualidad pero tiendo a darme cuenta que soy demasiado inocente para este tipo de trabajo. (Duchamp, 1967)

La obra que enfatizó el manifiesto futurista, apoderándose del concepto de simultaneidad fue pintado por Marcel Duchamp, quien no era considerado hasta ese momento, parte de este movimiento. En 1912 Duchamp creó su *Desnudo bajando una Escalra n°2*. Este trabajo era en esencia futurista pero con ciertas influencias cubistas. El cuerpo humano, en este caso el de la mujer como centro de la obra, se convierte en una verdadera máquina de movimiento. En su descenso, el desnudo deja ver la sucesión de sus sombras. Además, Duchamp representó el movimiento de un cuerpo (instantes del mismo personaje), en un espacio determinado. Al descomponerse las imágenes en su trayectoria pone de manifiesto, en términos netamente artísticos, la cuestión del tiempo como fenómeno físico. (Hadri, 2008).

Duchamp fue invitado a exhibir esta obra en una presentación organizada para cubistas. Al ver esta obra, muchos de los asistentes creyeron que la obra era demasiado futurista como para ser exhibida junto con los trabajos de Picasso o Braque. Los futuristas italianos, estaban igual de ofendidos con la pintura de Duchamp, repudiándole que el objeto central de la pintura era un desnudo, lo cual era tedioso y repetitivo. Duchamp defendió su trabajo frente a futuristas y cubistas diciendo que *Desnudo Bajando una Escalera* era “una expresión de tiempo y espacio a través de la representación abstracta de movimiento” (Citado por Jean, 1960 p.99).

### 61.3 Tiempo Cuántico

Para el tercer ensayo visual acerca del tiempo cuántico, se optó por trabajar con el arte abstracto. Particularmente con uno de los principales referentes de esta vanguardia. Jackson Pollock fue uno de los artistas más revolucionarios del arte abstracto, ya que además de no adherirse a la percepción común de orientación, éste creaba algo que existía en un contexto de espacio homogéneo y tiempo secuencial. Como explica Shlain (1991), al igual que Monet, quería apoderarse del momento del ahora, absorbiendo el pasado y el futuro. El enfoque de Claude Monet era el momento fugaz ante sus ojos, que a diferencia de Jackson Pollock, en vez de representar las imágenes frente a él, éste representaba el momento de la acción en sí, en otras palabras, representaba lo que él hacía con el lienzo.

La pintura terminada había sido el objetivo del arte hasta el momento, es decir, el objetivo resultante era el de una imagen tras trazar líneas y pequeñas manchas que dan forma. A diferencia de esto, Pollock tenía como fin mostrar la acción de pintar en sí misma; en otras palabras, lo que buscaba era plasmar en el lienzo la acción de la pintura, por lo que éste quería traducir el movimiento físico de la muñeca del artista en el lienzo. (Mahin, 2007)

De esta forma, para Tiempo Cuántico se decidió trabajar con #8 (1949) donde el proceso de pintar se volvió el sujeto en términos artísticos y lo que emergía de este proceso no era una imagen de algo, sino una grabación de los momentos energéticos que Pollock había hecho en ese momento llamado el ahora.

En la Mecánica Cuántica, la conducta de las partículas se encuentra en un campo abstracto, el cual solo se explica según el comportamiento de dichas partículas, es decir, el campo donde se encuentran las partículas se manifiesta sólo en base a los efectos producidos por la conducta de éstas dentro de dicho campo, y este artista encontró una manera de expresar la misma noción con la pintura. Según la geometría de Minkowsky, como la explica Shlain (1991) en relación al arte de Pollock, cada objeto que se mueve a través del espacio y el tiempo, incluyendo a las personas, traza una historia única. El arte abstracto, y Jackson Pollock singularmente, le dieron valor al paso por el tiempo de cada individuo.



Figura 57. #Number 8  
(Jackson Pollock, 1949)

lo esquemático → Describir el fenómeno.  
 ↳ visual sensible → textura visual (FUENTE)  
 ↳ espacio artístico

signo y montaje.

TEORÍA GENERAL DE LA RELATIVIDAD.

para pequeños → mecánica cuántica  
 para grandes masas → teoría general de la relatividad  
 Extremas velocidades → teoría especial de la relatividad.

Si me está midiendo el paso del tiempo

RELOJ → optical motion      Reloj de luz

Cuando el reloj se mueve, su pulso es más largo, por lo tanto se demora más.

Si la velocidad de la luz es constante, entonces es el tiempo el que pasa más lento.

Reloj más lento en tanto se mueva más rápido.

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (v/c)^2}}$       FÓRMULA PARA LA DILATACIÓN.

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (0.99999)^2}} = 223.6$

tiempo en el cohete = 1 año  
 tiempo en la tierra =  $(1 \text{ año}) \cdot (223.6) = 223.6 \text{ años}$

ZAXTAR = Distancia de la tierra 100 millones años luz.  
 tiempo del viaje: 1 día.

tiempo en el cohete: 1 día  
 tiempo en la tierra = x

$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - (x/1)^2}}$

Explicar primero lo de la relatividad.

el tiempo absoluto fsi es el alterable.

tiempo = sucesión de instantes.

tiempos: tiempo cualitativo. Chronos tiempo cuantitativo.

El futuro será (aun no es) El pasado fue (dejó de ser)

se componen de instantes.

Kurzgesagt - the ways to destroy the universe.

TIEMPO LINEAL

Platón  
 líneas rectas  
 No de clasio P — Anstheles movimiento → sin movimiento no hay cambio

línea recta  
 HORIZONTE.  
 ↓  
 euclides.      MOVIMIENTO

Pinhar de Amasis → mi artista

se componen de instantes.

100 millones de años luz en 1 año.

$\frac{10^8 \text{ años luz}}{v} = \frac{1 \text{ año}}{c}$

La realidad del pasado, presente y futuro.

UN AHORA → UN AHORA → UN AHORA

ESPACIO - TIEMPO

depende del movimiento

tiempo newtoniano      tiempo relativo + relatividad

presente presente presente

presente

para todos.

mont? Backup?

Ahora

El tiempo para distintos parece depender de la velocidad.

que la velocidad de la luz sea una constante significa que los observadores que están en movimientos relativos no tienen la misma forma de percibir la simultaneidad, uno está de acuerdo con lo que está pasando en un momento determinado.

en el espacio tiempo ocurren cosas. El espacio-tiempo

Después de bajar la escalera

Entonces Einstein se dio cuenta de que en un segundo podían pasar muchos acontecimientos de un mismo espacio.

Slice of now

marcel Duchamp

reloj de luz!

frase negra + color.      frase de color.

JACKSON POLLOCK

mencionar entrevista a Gombosi

Althana cademy medicina yungis double slit part 1

utilizar mala de coordenadas

hacer una introducción: base para todos. Borges donde al final de la cámara cambia había diferentes portales.

El enigma del tiempo

Double Slit + Aparición del cuadro.

Light Clock + Aparición del cuadro.

TO RUMA UNIFIED #1

de alguna scene para cada uno. cuadros de estilo. Mockup.

ordenamiento. Dimensión. (4x2x2)

Cómo aparecen [Experimentos] elementos.

esquemático. claros y sencillos.

## 6.2 Guion Escritural

Como primer acercamiento para el desarrollo del guion, tomé los tres fenómenos principales (linealidad, relatividad y cuántica) y empecé a leer varios textos escolares de física donde se explicaran estos fenómenos. Originalmente, tomaría los textos educativos y únicamente crearía un guion visual que concordara con la información. Sin embargo esto no fue posible debido a las diferencias que existen en cada fenómeno, ya que cada uno se explicaba de una manera muy diferente al resto. Además, la forma en la que se explicaba muchas veces contenía datos históricos que no serían posibles de diagramar de la forma que se tenía prevista. Por lo tanto, para el desarrollo del guion escrito fue necesario reformular la explicación de las teorías y los contenidos para que fueran a su vez calzando con una proyección esquemática.

De esta forma a partir de varias fuentes de información y con la ayuda de Víctor Pinto (Ingeniero civil, profesor de Física) quien ha sido a lo largo del proyecto el consultor experto en física, fuimos desarrollando un guion particular para cada caso, que explicase de manera simple y coherente (desde el punto de vista de una diseñadora gráfica) cada teoría. Estudié la materia, aprendí las fórmulas para calcular los resultados y así logramos dar con los guiones a partir de mis propios conocimientos y no a partir de la información descrita por expertos en el tema.

Para que los tres micro-documentales formasen parte del mismo universo, se definió una estructura basada en tres momentos: primero, la presentación de la teoría, donde se explican los conceptos básicos de cada uno de los fenómenos de tiempo. Este primer momento es el más abstracto de todos ya que se arma a partir de conceptos que todavía no tienen ninguna relación con el resto del documental. En segundo lugar se presenta un experimento (o una ejemplificación en el caso del tiempo lineal) que tiene como fin contextualizar y traer a tierra los conceptos originalmente presentados. Finalmente el tercer momento como conclusión, el documental deriva del resultado del experimento en la materialización pictórica del cuadro en sí, donde el narrador explica de forma breve la relación que se genera entre la teoría científica y el análisis del cuadro en cuestión.

Una vez teniendo cada guion armado, fueron revisados varias veces para asegurarse de que no fuesen tan complicadas que personas no relacionadas a la física no fueran capaces de comprender.

*Los guiones originales y los guiones finales pueden encontrarse en los anexos al final de esta memoria.*

## 6.3 Guion Visual

Ya que no era posible desarrollar un guion visual a partir de la información extraída directamente de los libros de física, los esquemas propuestos para cada micro documental fueron desarrollados en conjunto con el guion escritural, es decir, cada frase escrita era pensada paralelamente de forma visual. Estos esquemas están basados en los mismos diagramas que los libros y los científicos utilizaban para visualizar la información. En una primera búsqueda de referentes, estudié casos en formato audiovisual en donde explicaran de manera informativa las teorías presentadas, para estudiar su tratamiento y los recursos que utilizaban. Sin embargo, en la mayoría de los casos, los videos utilizaban muchos elementos figurativos, lo que hacía los videos más fáciles de entender, pero se alejaba de la visualidad abstracta propuesta para este proyecto. Es por esto que decidí enfocarme únicamente en las formas primitivas (punto, línea y plano), e ir visualizando cada palabra a partir de la interacción de estos elementos geométricos, con la ayuda de líneas auxiliares y las transformaciones de dichos elementos a partir de la animación.

De esta forma, para el desarrollo del guion visual, abstraí la información obviando ejemplos, de manera que pudiesen ser entendidas únicamente a partir de figuras primitivas. Desde el comienzo comencé a imaginar a partir de los conceptos, figuras geométricas que se fueron desarrollando hasta conseguir el primer *storyboard*. Luego de muchas pruebas y cambios, se llegó al *storyboard* final que sería la base para desarrollar la animación. Al momento de construir el guion visual, no contaba con mucho conocimiento de animación propiamente tal, así que los movimientos fueron diseñados de manera muy básica en esta primera instancia. Es importante recalcar que, ya que tanto el guion visual como el escritural están trabajados de manera abstracta, por lo que no es posible comprender uno sin el otro, ya que podría resultar confuso, complicado o incompleto.

*Página anterior*  
 Figura 58. Apuntes a modo de estudio acerca de la Teoría de la Relatividad Especial

Figura 59. Apuntes a modo de estudio del fenómeno Dilatación del Tiempo

Figura 60. Primeros esquemas para la Teoría Lineal

Figura 61. Primeros esquemas desarrollo guion visual Tiempo Cuántico

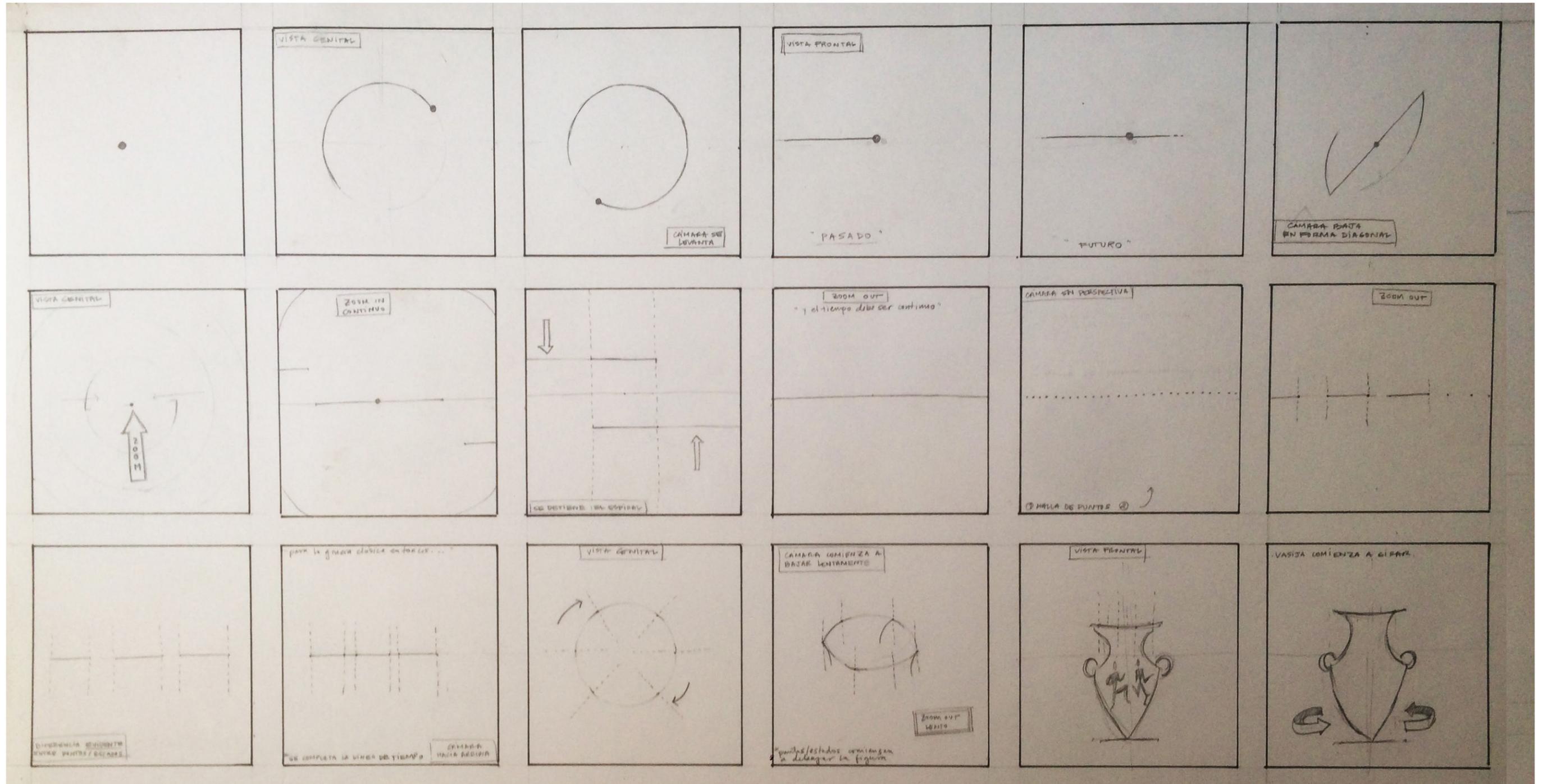


Figura62. Storyboard final "Tiempo Lined"

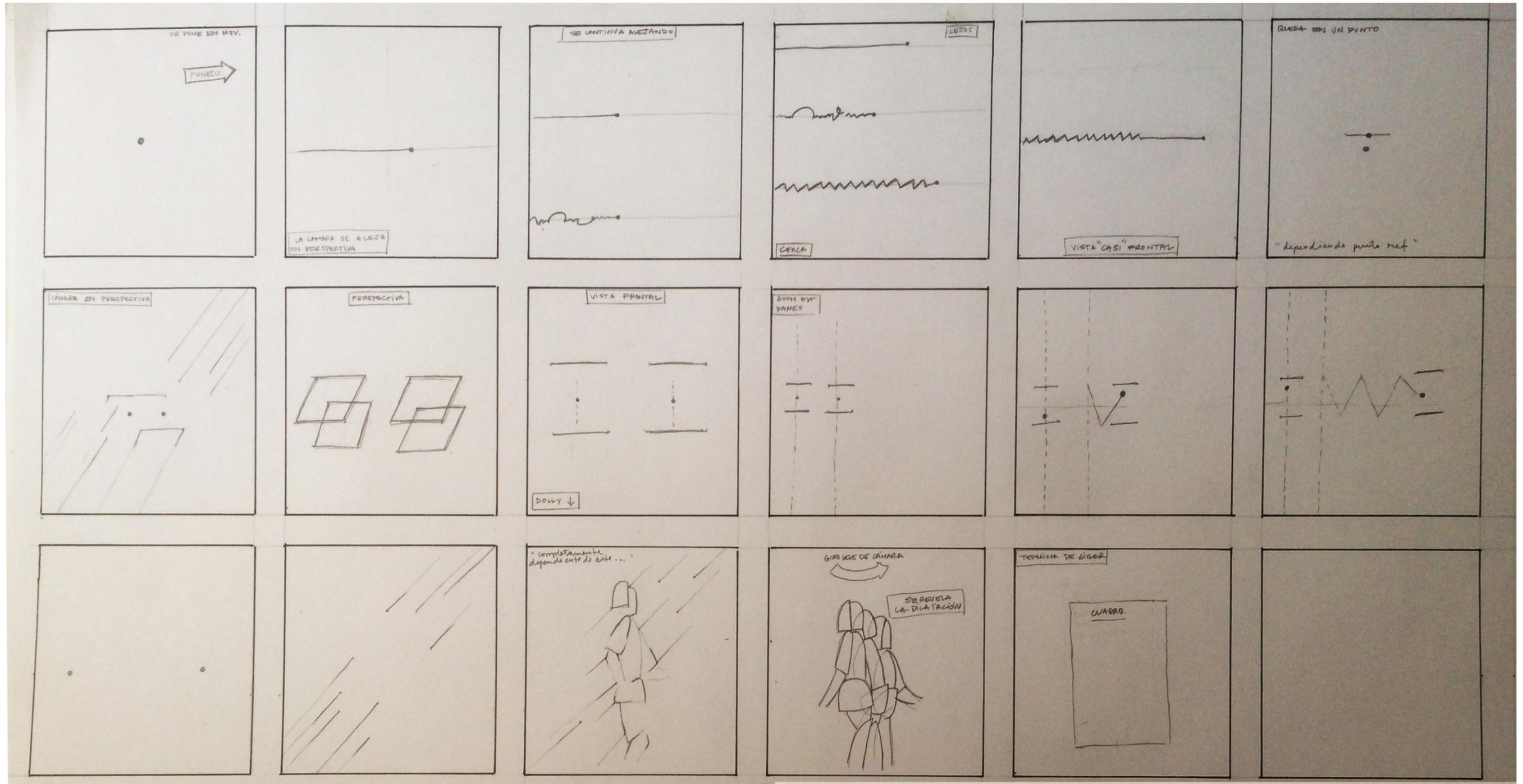


Figura 63. Storyboard final "Tiempo Relativo"

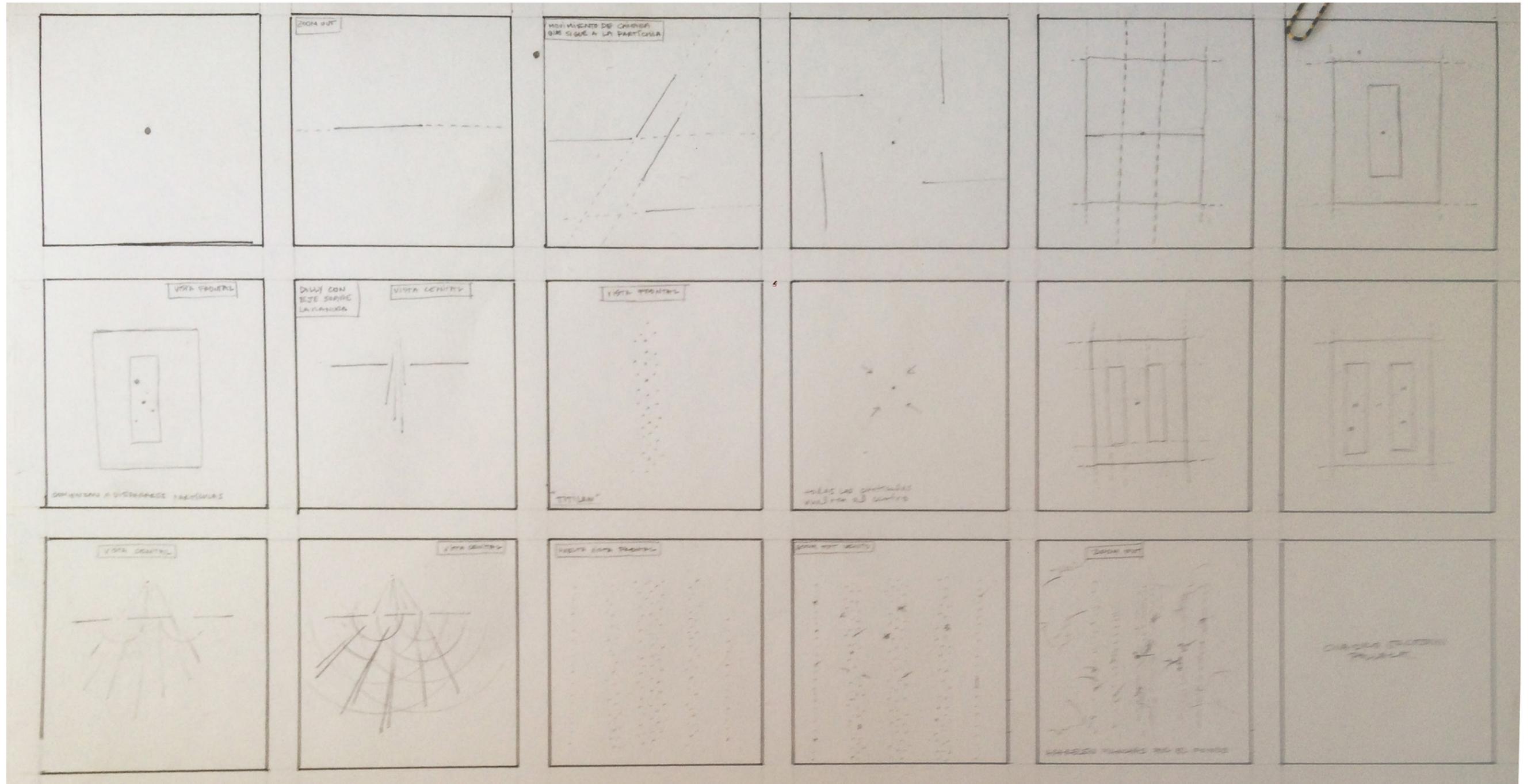


Figura 64. Storyboard final  
"Tiempo Cuantico"

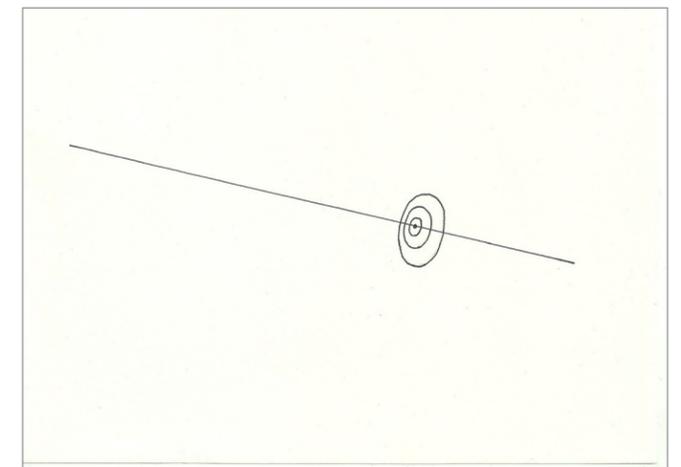
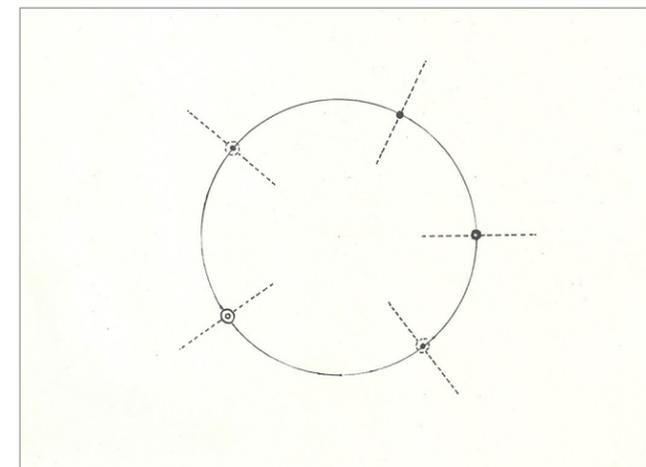
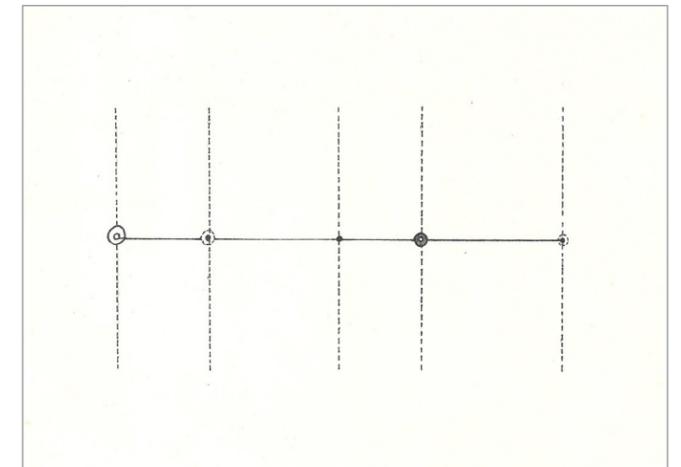
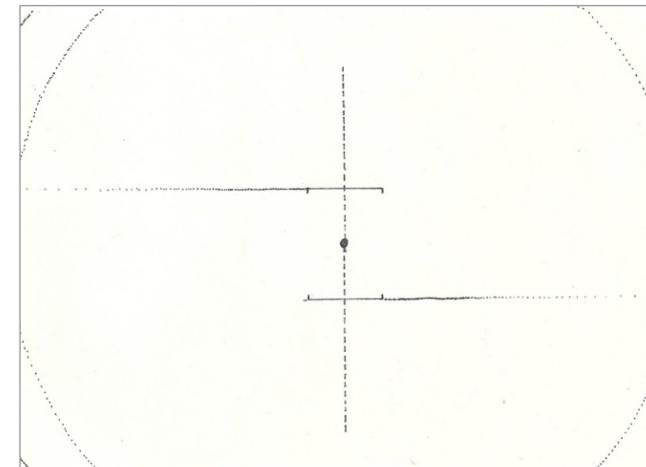
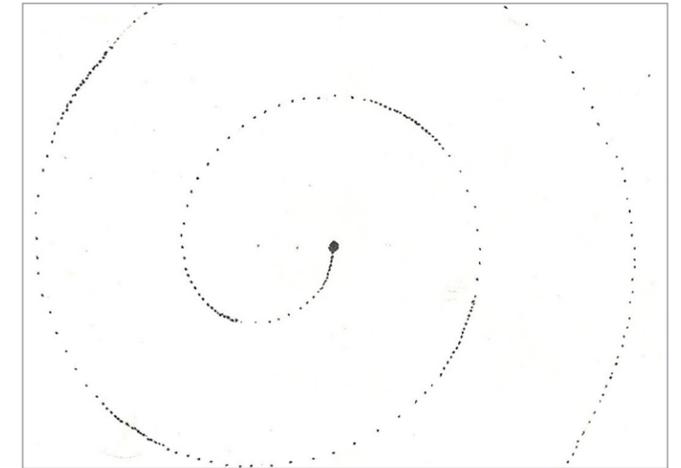
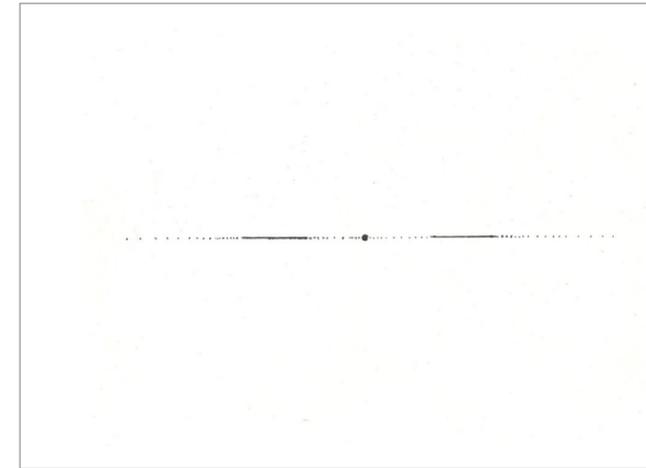
## 7. Desarrollo de Códigos Gráficos

Teniendo las formas básicas y sus transiciones en orden, comenzó la fase de exploración visual para llegar a las formas finales que serían desarrolladas para cada documental. Para esta etapa indagué fundamentalmente en diseño generativo y como los artistas visuales utilizan la visualidad por computación a partir de códigos, para proyectar la información.

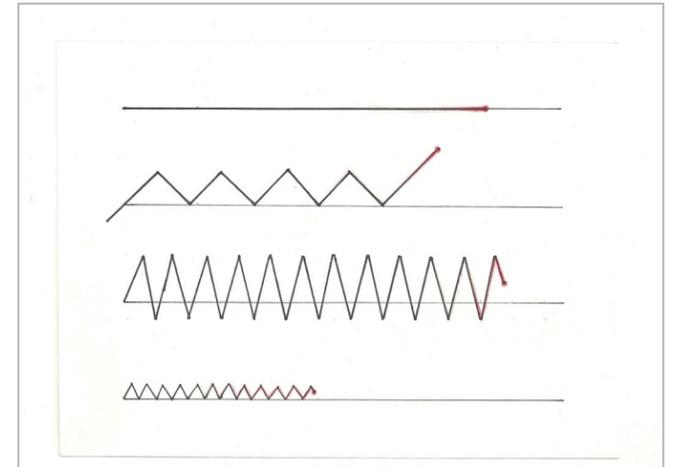
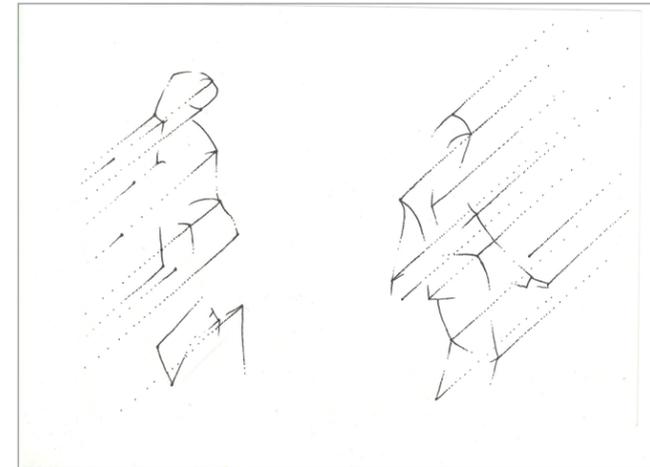
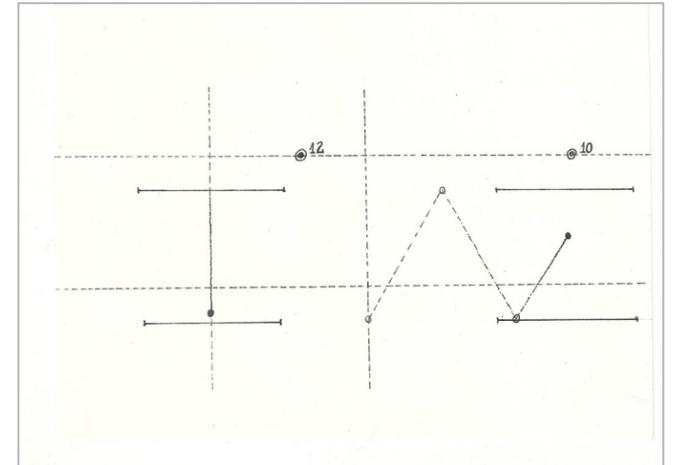
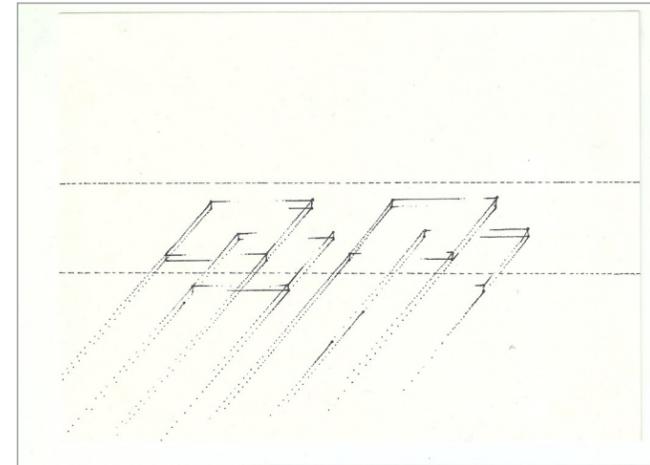
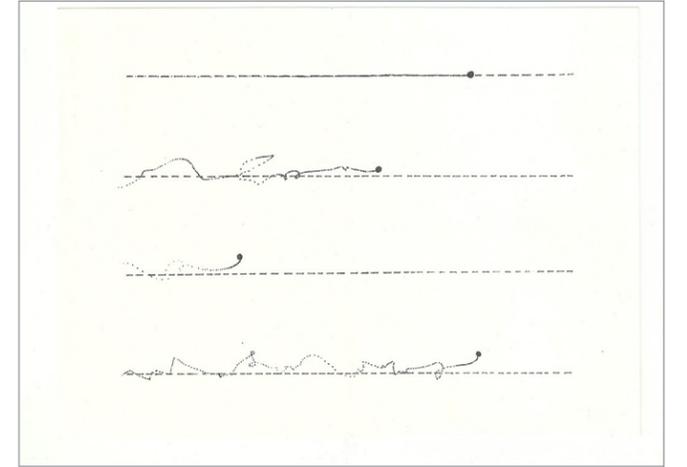
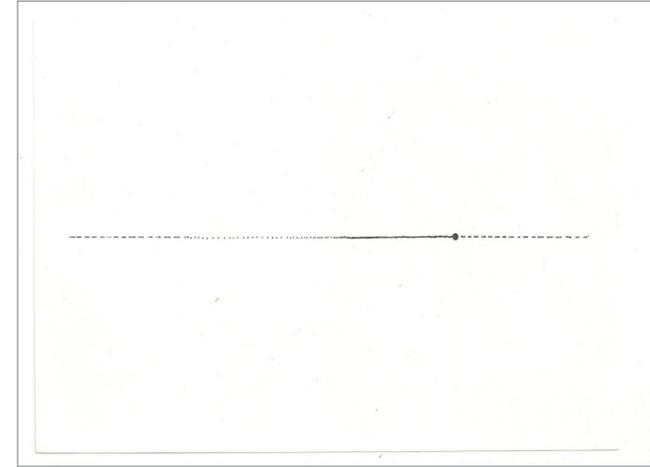
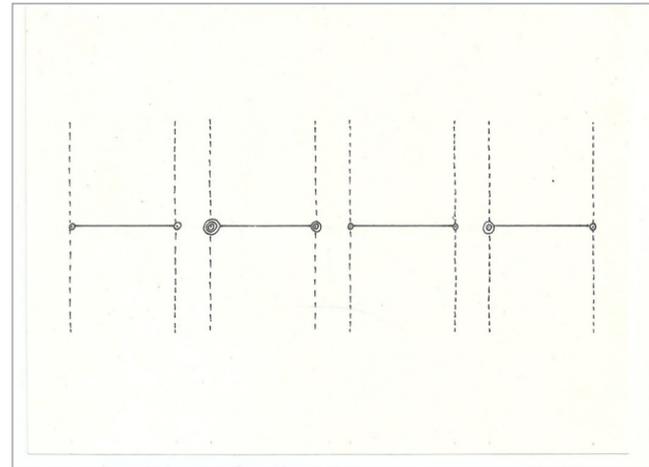
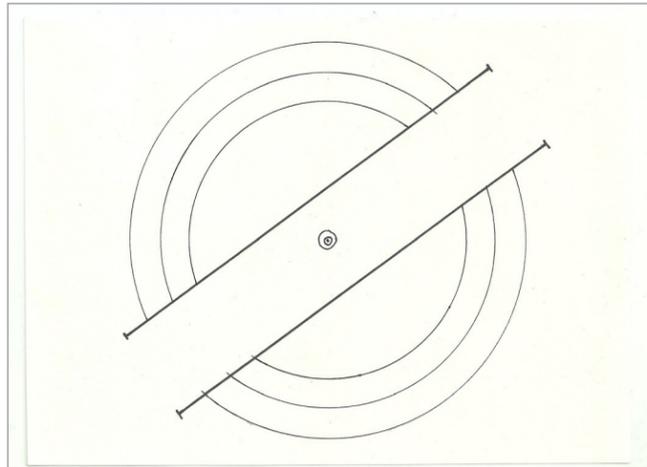
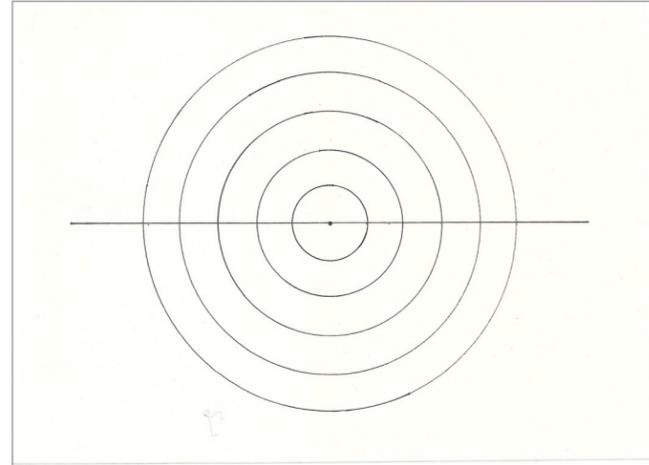
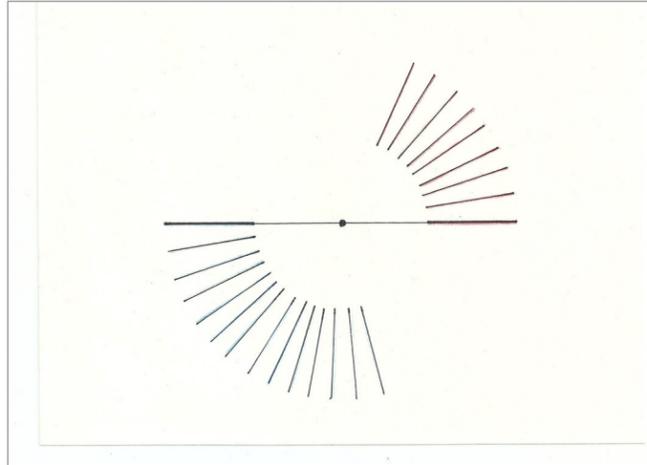
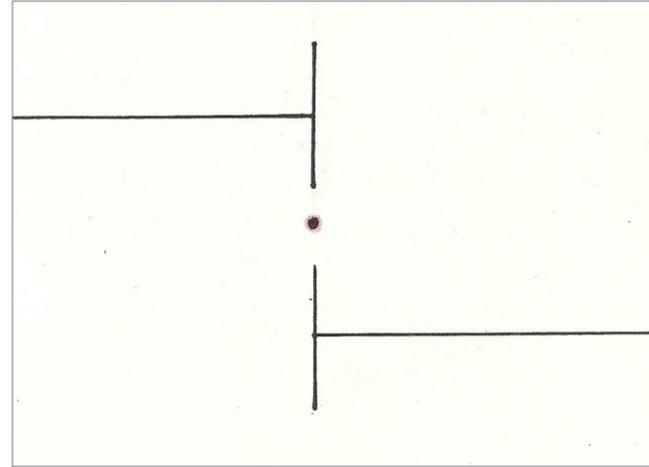
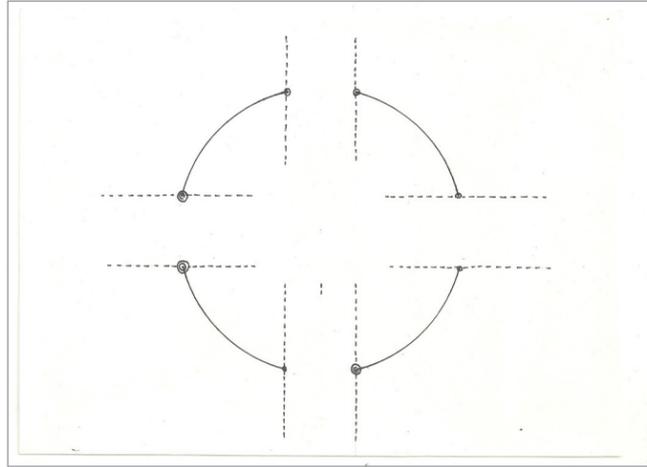
Esta exploración se llevó a cabo a partir de dibujos a mano para los tres documentales, en donde los esquemas eran perfeccionados para conseguir resultados tanto comprensibles como atractivos.

Se tomaron cinco cuadros para cada documental y tres tratamientos diferentes para cada uno. En esta exploración se probaron diferentes tipos de líneas, diferentes grosores y disposiciones de los elementos para cada caso.

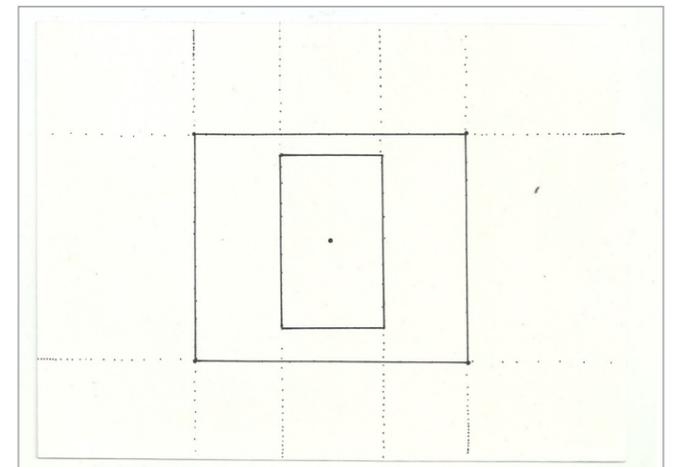
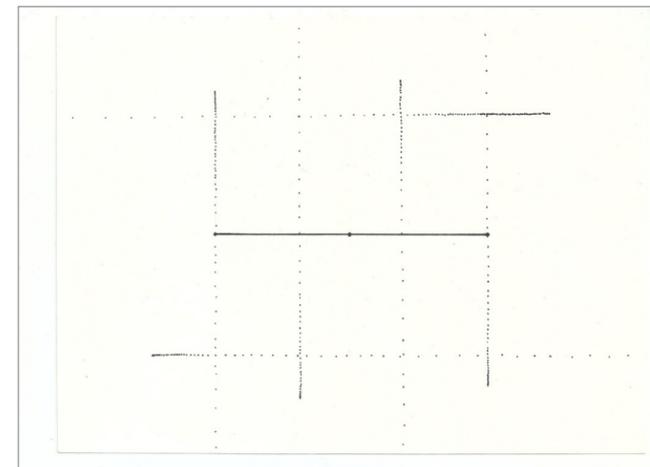
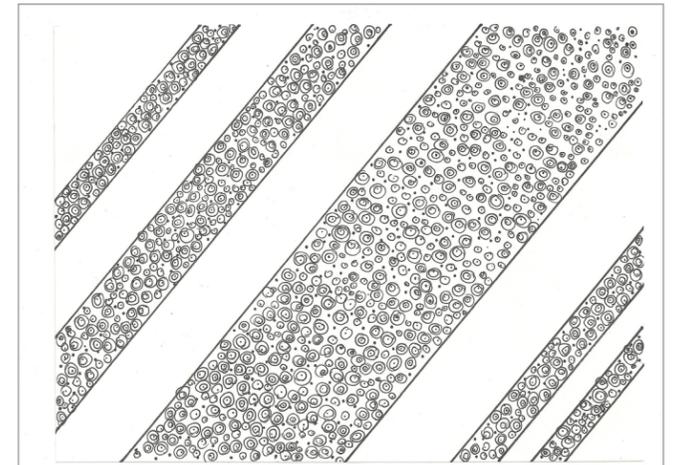
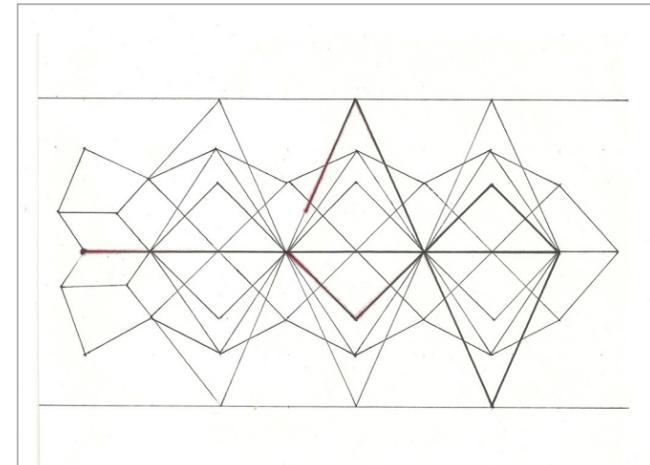
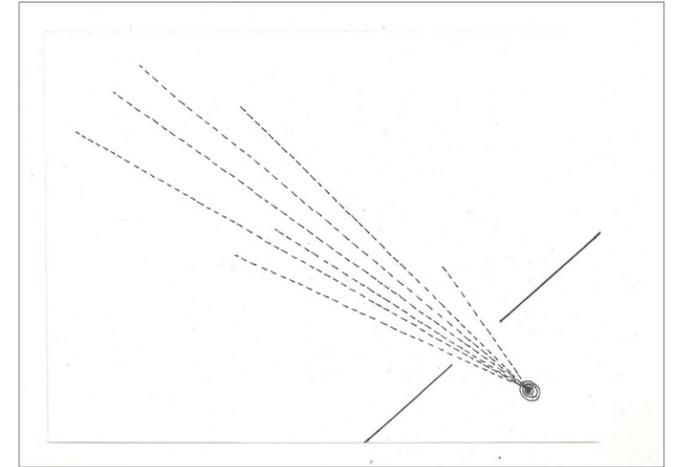
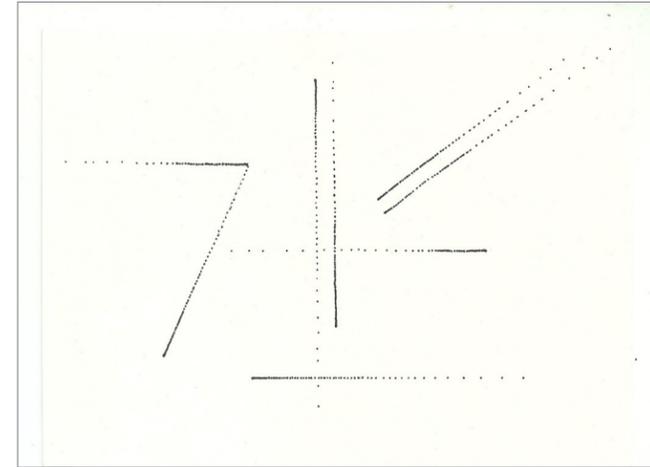
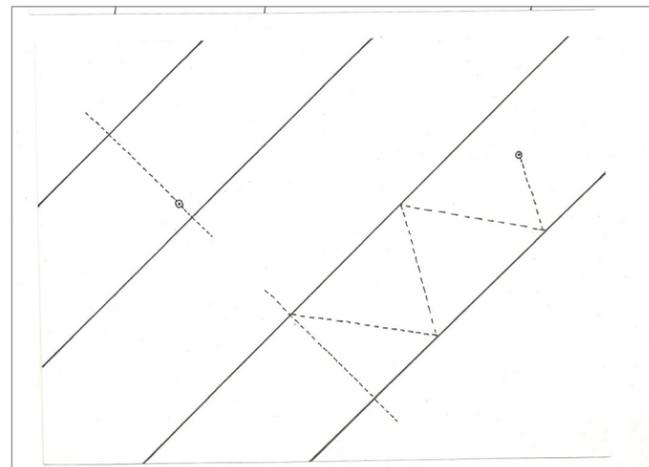
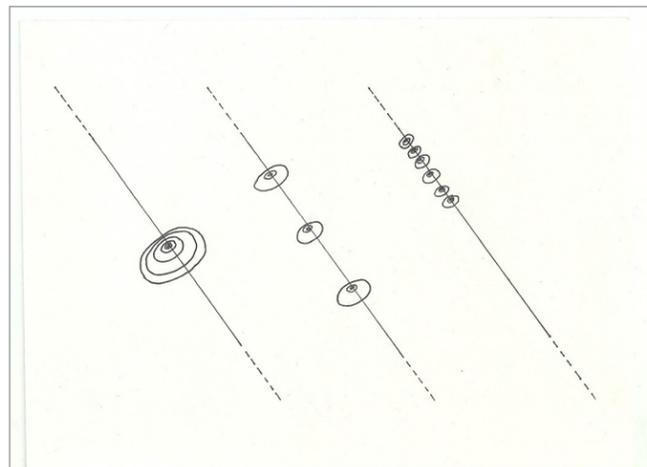
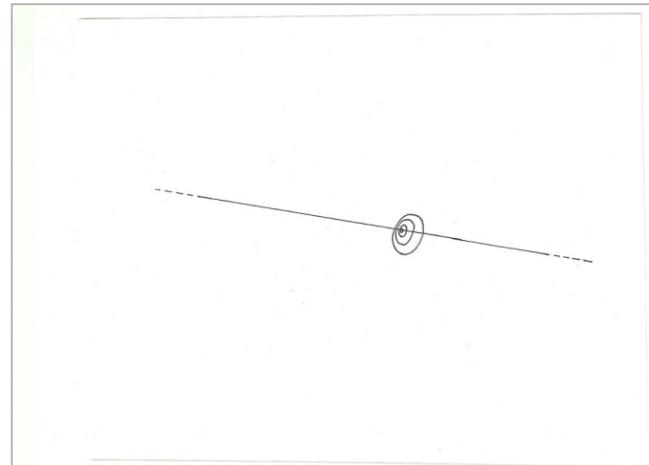
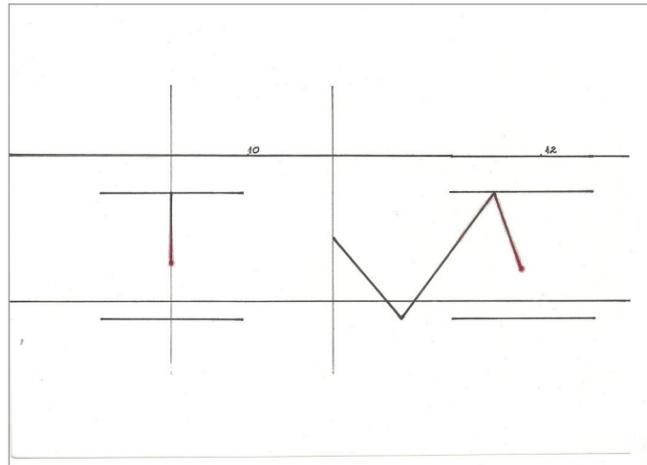
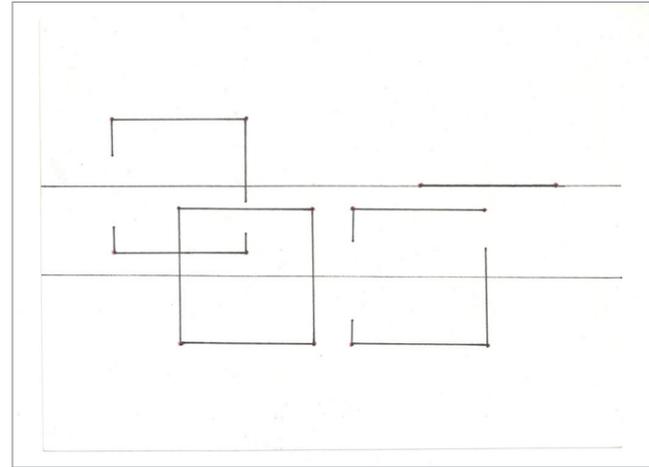
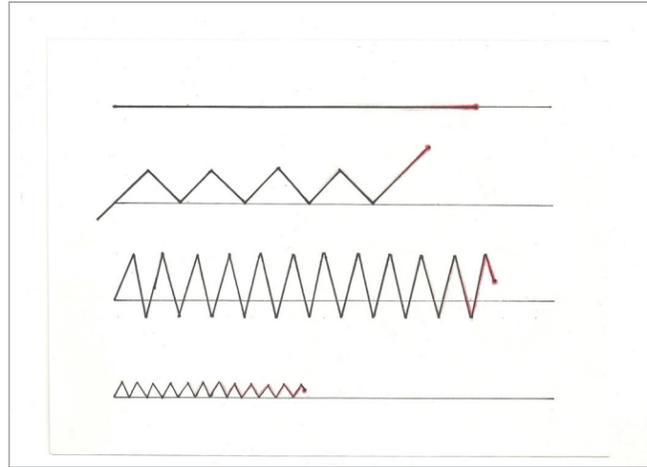
### 7.1 Tiempo Lineal



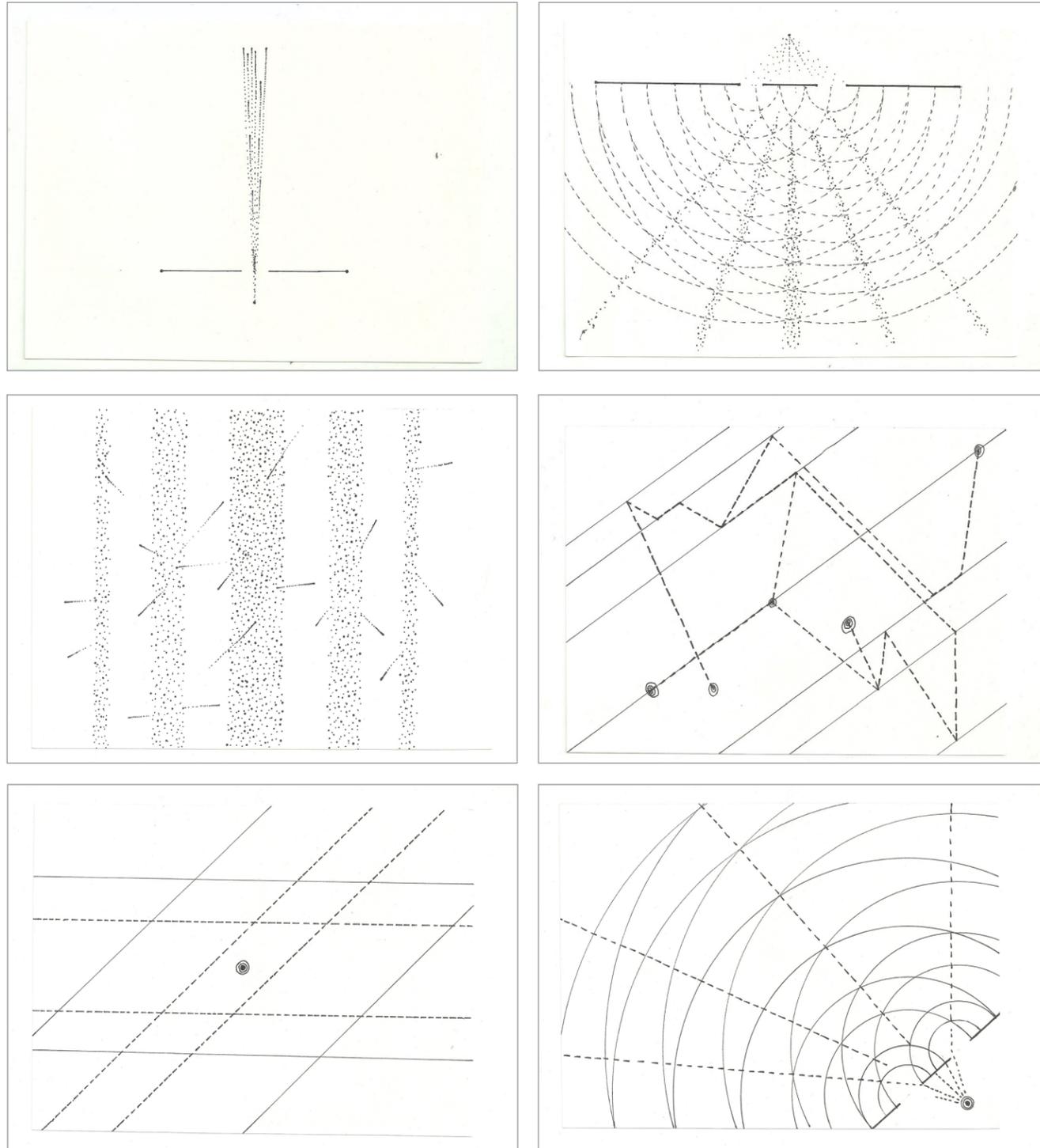
7.2 Tiempo Relativo



7.3 Tiempo Cuántico



## 8. Evaluación con Audiencia



El análisis completo y la tabla de preguntas se encuentran en Anexos, al final de esta memoria.

Tras haber terminado con la línea conceptual y gráfica para los micro-documentales, éstos debían ser puestos a prueba ante un público objetivo –pero variado– para estudiar su respuesta ante los estímulos que se proponen en este proyecto. Con este objetivo se ideó una encuesta para cada uno de los documentales basada en tres dimensiones: *lo explicativo*, que busca analizar cuanto se comprendió de la información que se está entregando. *Lo atractivo*, que analiza los temas relacionados a los aspectos formales del documental, como el uso de recursos gráficos y el tipo de narración. Por último *lo entretenido*, que analiza el nivel de interés y atención por parte del espectador. A partir de los storyboards se realizó un animatic básico que mostrara a través de secuencias estáticas tanto el guion escrito como el visual.

Al ser este un estudio del tipo cualitativo, las respuestas pueden ser muy variadas aun teniendo un pequeño grupo de personas estudiadas (Álvarez-Gayou, 2005). De esta forma se limitó la escala de respuesta en cinco niveles, dónde uno era la respuesta más negativa y cinco muy positiva. Además, para no dejar de lado cualquier comentario que pudiese arrojar datos interesantes, se le agregó a la encuesta una pregunta abierta donde la persona estudiada podía incluir ideas, impresiones o sugerencias que no hubiesen sido abarcadas por la encuesta.

El universo de encuestados correspondió a: un estudiante de colegio público, un estudiante de colegio subvencionado y un estudiante de un colegio particular, todos en sus dos últimos años de enseñanza media. En segundo lugar, se encuestó a un consultor experto en física, a un diseñador con varios años de experiencia y a un diseñador recién egresado. Sin embargo para ampliar el rango y profundidad del análisis, se optó por agregar más encuestados de diversas áreas para también así poder medir su interés en relación a su afinidad por el tema.

Lista de Encuestados y sus actividades:

- a) Estudiante colegio público
- b) Estudiante colegio subvencionado
- c) Estudiante colegio privado
- d) Consultor en Física
- e) Diseñadora gráfica A (con experiencia)
- f) Diseñadora gráfica B (recién egresada)
- g) Animador Digital
- h) Animadora Digital
- i) Fonoaudióloga
- j) Ingeniero Civil

## 8.1 Animatic

Como se mencionó anteriormente, para la evaluación se presentó un animatic de cada uno de los documentales, es decir, una secuencia animada de cuadros estáticos junto con una locución básica.

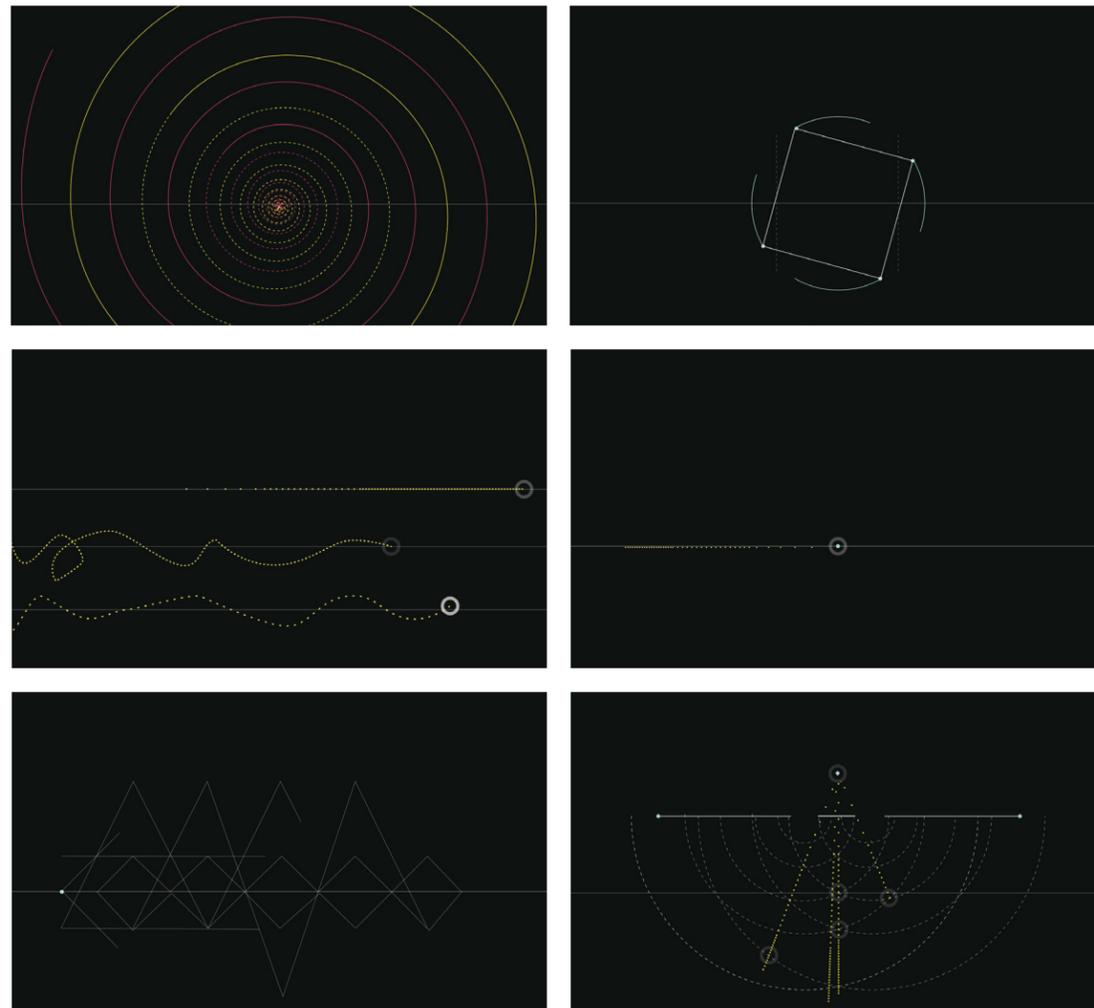


Figura 65. Cuadros estáticos del animatic presentado

## 8.2 Resultados y conclusiones del análisis

La respuesta fue más positiva de lo que se esperaba. Al tratar temas tan densos podría haber sido mucho más difícil de entender, considerando el nivel de avance que se presentó. Si bien muchos de los encuestados tomaron en cuenta el tipo de animación y la voz de la narración como los estímulos finales, el hecho de que los animadores digitales (que tienen experiencia con este tipo de procesos) fuesen los que respondieron con las notas más altas, quiere decir que una vez más avanzado el proyecto, se debería ir cada vez entendiendo mejor. Si bien en los tres casos el guion narrativo podría mejorar simplificando algunos conceptos, en general las ideas acerca de las teorías físicas y las obras artísticas se entienden. Vale destacar que de todas maneras las personas que tenían estudios universitarios comprendieron en mayor profundidad los temas tratados que los estudiantes de colegio, donde el estudiante perteneciente a la institución pública fue el que presentó menor grado de comprensión.

En los tres casos las pausas y la forma de narrar fue criticada, ya que la narradora no modulaba correctamente y no habían pausas entre conceptos y cambios de información. Si bien se tenía presente desde un principio buscar una voz adecuada que narrara la información de forma pausada y moderada, después de analizar las respuestas de este estudio queda claro que es un tema fundamental a tratar y que sería interesante volver a hacer una prueba donde haya una narración más acabada.

Los esquemas por otro lado también deberían ser arreglados y complejizados, utilizando más recursos que únicamente líneas con colores planos, para ayudar a la comprensión. Para ayudar a completar la experiencia, se deben agregar detalles como sugirió la diseñadora A, como por ejemplo, incluir datos relevantes cuando se está dando datos históricos o complementar los experimentos con datos que el público pueda relacionar de forma sencilla y rápida. Además, como sugirió la fonoaudióloga, se deberían agregar subtítulos como estímulo receptivo para la audiencia, ya que de esta forma es más fácil retener la información y tener una continuidad en el relato sin perderse al momento de no comprender una figura o concepto.

Con respecto al desenlace, la mayoría de las personas estudiadas coincidieron en que los tres eran entretenidos y atractivos, pero también todos, exceptuando los que ya tenían conocimientos del tema (consultor en física e ingeniero) consideraron que era muy corto y había mucha información comprimida. Agregar datos como se mencionó anteriormente puede ayudar a que la información se despliegue desde antes que el narrador llegue a la conclusión final, dándole así más tiempo a los auditores para procesar la información y que puedan llegar a los últimos segundos del documental de forma más preparada. También como sugirió la animadora digital, es importante que al final salgan los nombres de los cuadros con sus autores, para darle contexto a las personas que no vienen del mundo de las artes.

En general las respuestas dieron pie para creer que el proyecto va por buen camino, que a medida que se vaya complejizando y perfeccionando tanto la animación como la narración, cada vez se comprenderá de mejor manera y las respuestas serán cada vez más positivas, logrando así un producto final de diseño de alto nivel.

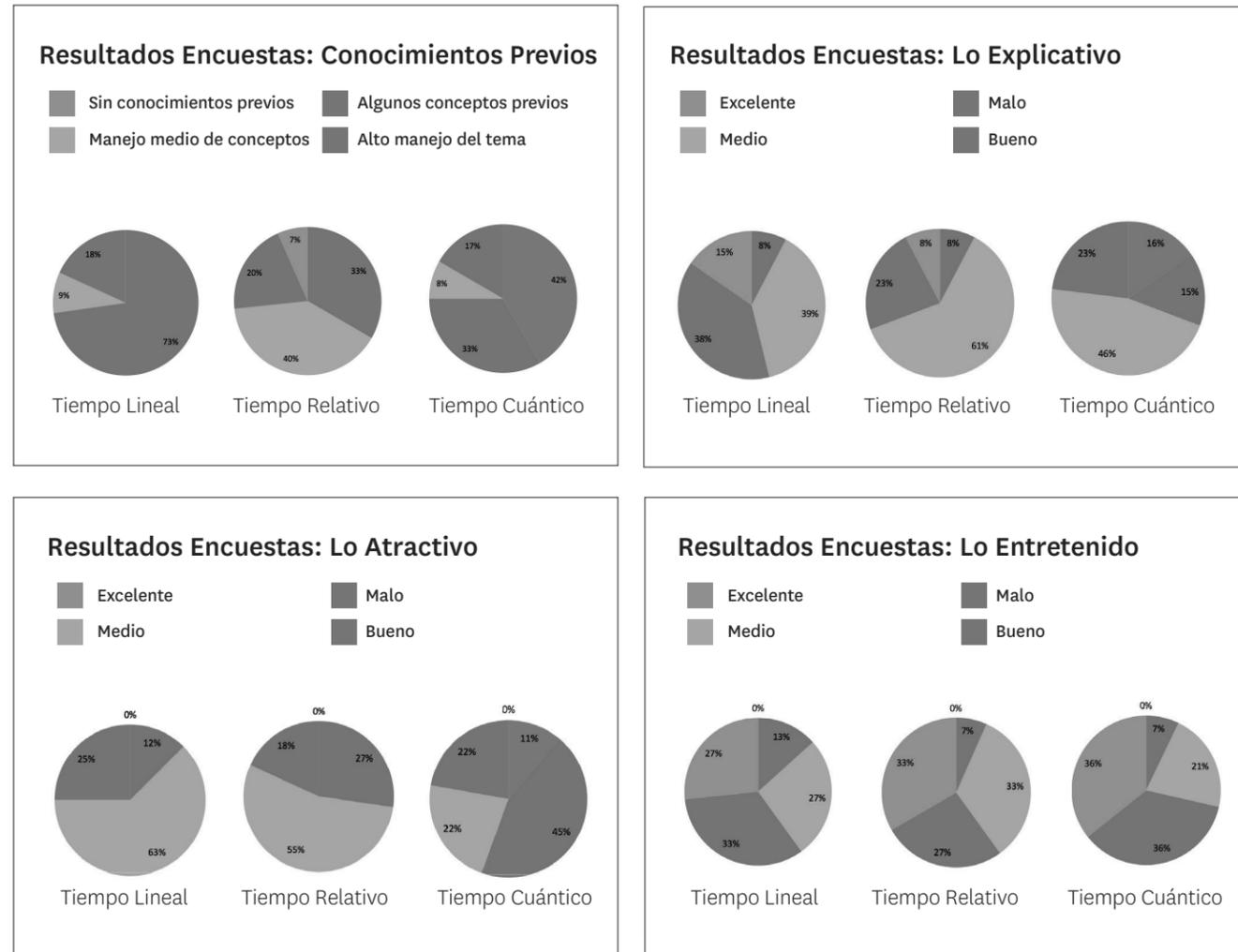


Figura 66. Gráficos de los resultados de las encuestas en cada una de las dimensiones evaluadas

## 9. Animación de Maquetas

Una vez terminada con las encuestas, se procedió a realizar un segundo storyboard, tomando en cuenta los comentarios y resultados de dicho estudio de audiencia. Teniendo el storyboard final se procedió a comenzar la animación de las maqueta de cada uno de los microdocumentales. Para el desarrollo animado de las maquetas se utilizó el programa *After Effects* de Adobe.

Uno de los principales problemas que tuve que enfrentar fue la interpolación entre cuadros: En el *storyboard* no estaba detallada de forma eficaz el cambio entre un instante y otro, por lo que al enfrentarse a animar, había que volver a diseñar formas que estuvieran unidas unas con otras, evitando que el video fuese a través de cuadros estáticos. Por esta misma razón varios de los cuadros originalmente pensados en el *storyboard* tuvieron que ser cambiados.

El otro gran problema con el que me encontré al comenzar a animar los microdocumentales fue el dinamismo de las animaciones. Al no poseer un nivel avanzado de animación, comencé a animar utilizando movimientos estándar, es decir, aquellos movimientos que venían por default de forma siempre lineal.

Sin embargo, si no se le da cierto carácter a cada animación, el producto final se ve aburrido y plano. Por esta razón, me asesoré con las animadoras profesionales Camila Vizueta y Florencia Atria, quienes me enseñaron a trabajar las animaciones a partir del perfil que yo quisiera darles, es decir, si es que quería que comenzaran más rápido y terminaran más lento, que fueran siempre iguales o que fueran más bien aleatorias.

## 9.1 Tiempo Lineal

Al ser el primer microdocumental a animar, el video *Tiempo Lineal* fue un constante juego de prueba y error, intentando encontrar los efectos y colores adecuados para normalizar el resto de la serie de animaciones. Además, como un primer acercamiento al tratamiento de los fondos y los efectos, se optó por utilizar una grilla de fondo la cual fuese dinámica y que contuviese varios recursos como cuadros delimitadores y rectángulos, para que aportaran movilidad a escenas e interpolaciones que a ratos podían sentirse monótonos.

### 9.1.1 Primera Escena

Ya que en los storyboards todas las líneas se generaban a partir de partículas, se procedió a utilizar el efecto *Particular* de la suite *Trapcode* de RedGiant (figura 67.1). Sin embargo, debido a que este efecto era para un usuario con un nivel más avanzado, se optó por dejarlo fuera debido a su complejidad de uso. De esta forma se traspasaron las líneas de partículas por líneas sólidas (figura 67.3). Otro problema que tuve que solucionar fue la limpieza de puntos de animación. En las primeras pruebas de esta primera escena, varias partículas o puntos en el plano no se movían de forma lineal, si no más bien parecían moverse dentro de sus propios ejes debido a la falta de orden en mi línea de tiempo de trabajo. A partir de ese momento tuve que aprender a organizar mejor el espacio de trabajo para evitar detalles como ese.

### 9.1.2 Segunda Escena

Para la creación del espiral se utilizó *CC Particle World*, efecto nativo de *After Effects* que si bien es similar a *Trapcode Particular*, es un efecto de gama más baja y es posible utilizarlo sin tanta complejidad. Al tener varios parámetros para modificar, se fue probando varias formas para finalmente llegar a un estilo que se viera pertinente a la propuesta visual del video (figura 67.2,4).

Como se mencionó anteriormente, comenzaron a aparecer problemas en la “unificación” del video, ya que al hacer desaparecer el espiral de la pantalla, los siguientes cuadros parecían estar muy vacíos en relación al cuadro completo, por lo que se tuvo que reorganizar varios cuadros, llegando a una escala y a una proporción correcta de los elementos en pantalla (figura 67.6).

### 9.1.3 Tercera Escena

El principal problema de la tercera escena fue el modelado de la vasija y el movimiento rotatorio de los puntos, “estados” (figura 67.7,8). Ya que para demostrar el cambio de estados a lo largo de las vasijas griegas, era necesario que la vasija fuese a la par con la animación, teniendo que ser un objeto tridimensional. De esta forma pedí ayuda a Sebastián Inostroza, animador del Planetario de la Universidad de Santiago, para que pudiese modelar una vasija básica que pudiese utilizar en esta primera maqueta (figura 67.9, 10).

Sin embargo ya que el espacio de trabajo de *After Effects* es 2D y solo es capaz de simular tridimensionalidad, para que las líneas de estados fuesen a la par con el movimiento de la vasija 3D, se tuvo que enmascarar cada cuadro de movimiento, lo que finalmente no tuvo un buen resultado y se decidió por eliminar y dejar la vasija sola en la pantalla.

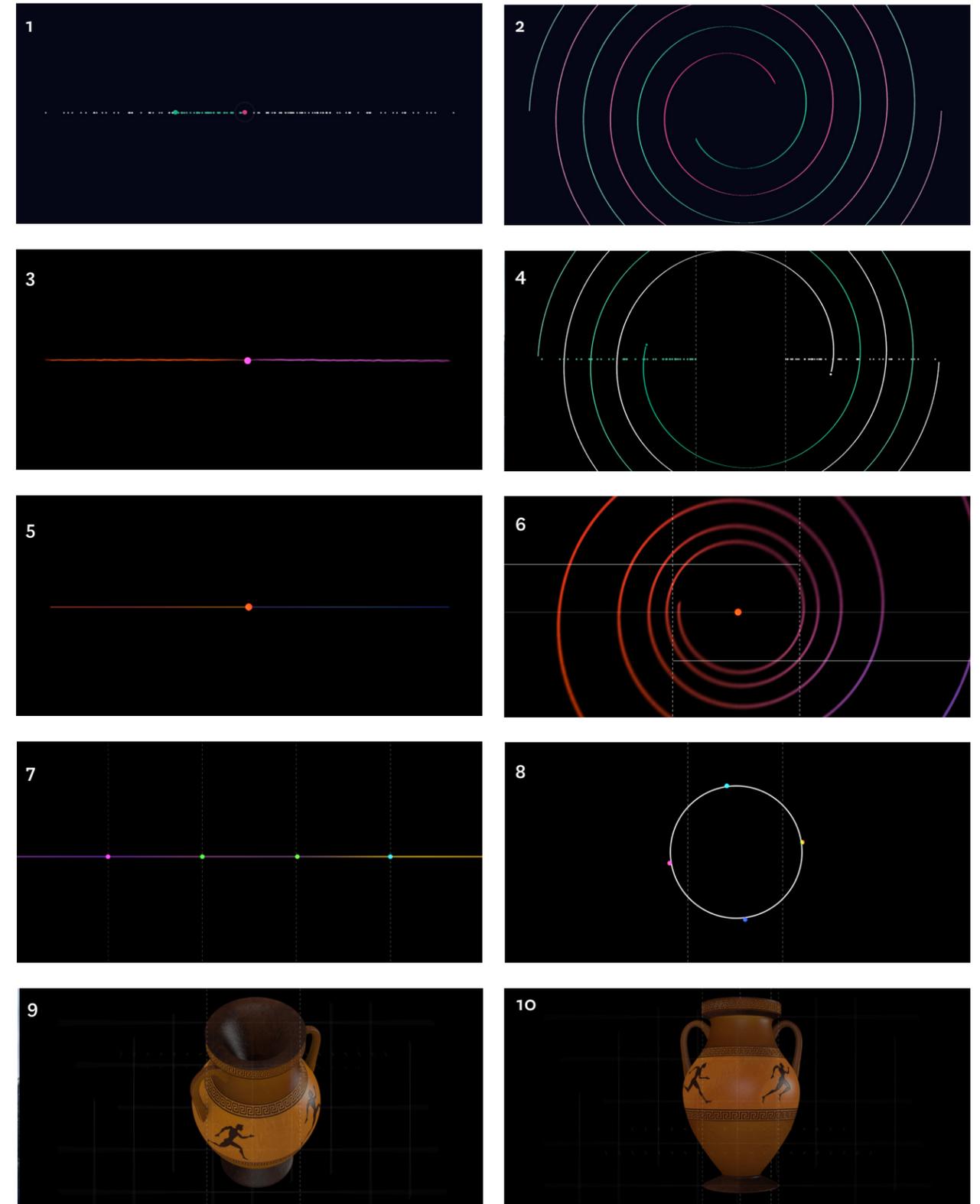


Figura 67. Cuadros de evolución de estilo y forma en la maqueta “Tiempo Lineal”

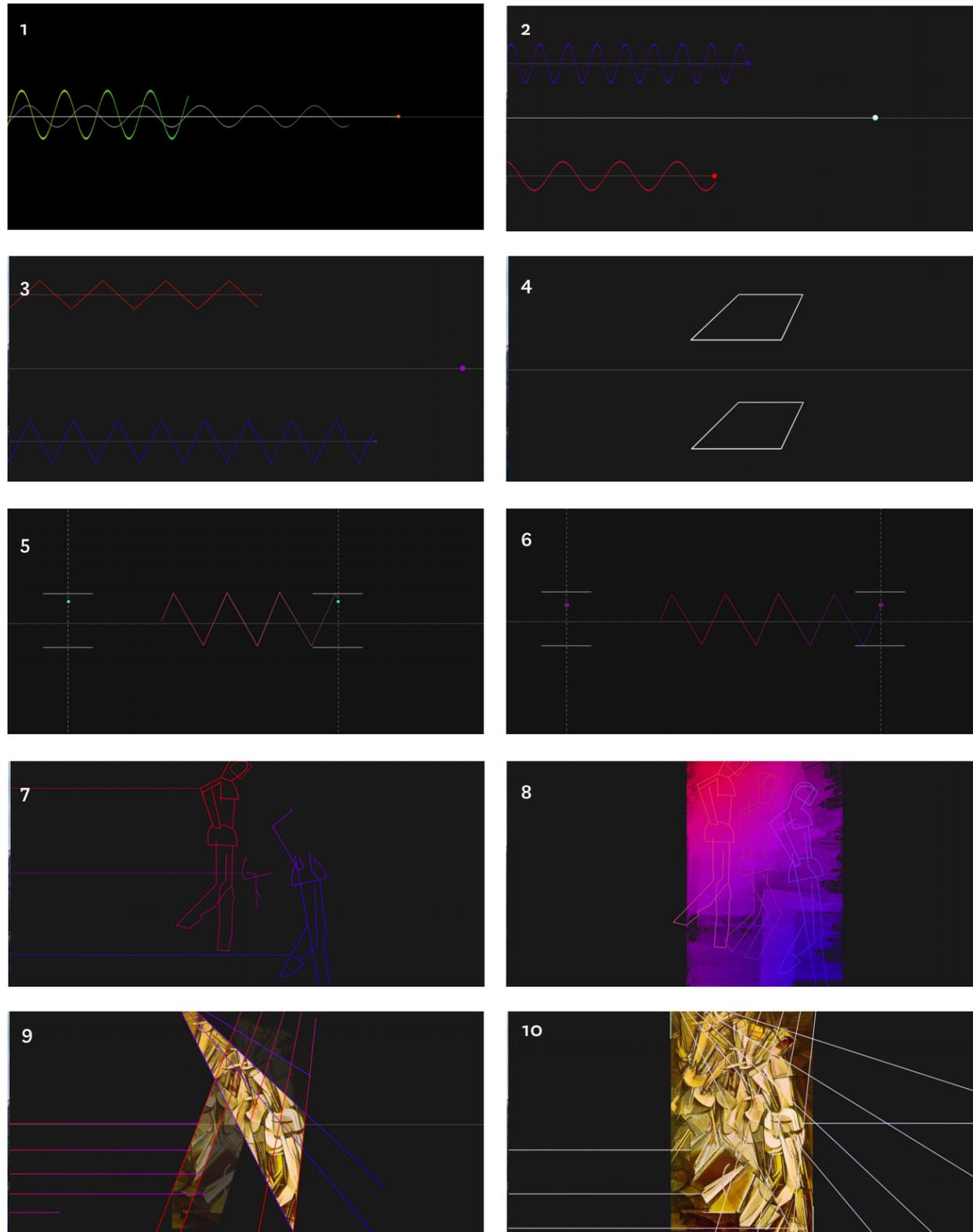


Figura 68. Cuadros de evolución de estilo y forma en la maqueta "Tiempo Relativo"

## 9.2 Tiempo Relativo

Ya que era el segundo video animado, en este caso no se probaron muchas paletas de colores, más bien, se trabajó con una paleta tipo pero finalmente se optó por trabajar con los colores de las longitudes de onda roja y azul, que dependen de su velocidad. Si bien los efectos que se habían utilizado para el fondo del microdocumental de Aristóteles, le agregaban valor a la secuencia, éstos eran demasiado pesados para trabajar de forma continua en el programa, por lo que se dejaron de lado en este video, trabajando con un fondo más limpio, únicamente utilizando una grilla básica y ciertos elementos identificadores propios del proyecto.

### 9.2.1 Primera Escena

De los tres microdocumentales, la primera escena del segundo video fue la más difícil de lograr (figura 68.1). Originalmente el texto del guión tenía mucha información que no era fácil de llevar a forma animada. Sobretudo porque el storyboard mostraba un solo cuadro que debía traducirse en al menos 15 segundos animados, dejándolo de forma lenta, lineal y aburrida. De esta forma se tuvo que volver a trabajar el guion escrito, para incluir más información animada al video. Se probó de diversas formas la no linealidad del tiempo relativo, a partir de ondas, de frecuencias, de líneas y finalmente de rupturas de velocidad en líneas teóricamente iguales. Fue en esta escena donde se terminó por definir los colores entre azul y rojo (figura 68. 3)

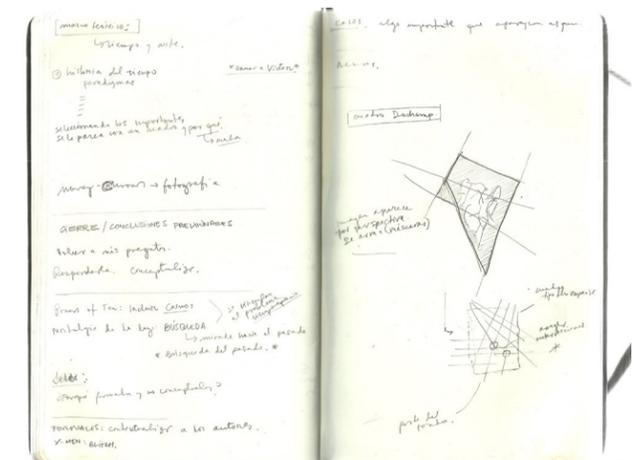
### 9.2.2 Segunda Escena

A diferencia de la secuencia anterior, la segunda escena, que explica el experimento del Reloj de Luz fue bastante fluida ya que todo lo que se había diseñado en el storyboard podía ser fácilmente interpretado de forma animada. El único problema con el que tuve que enfrentarme fue cómo hacer el movimiento tridimensional de los espejos reflectantes en el espacio bidimensional de *After Effects*. En la misma suite de *Trapcode Particular* se encuentra también un efecto llamado *3D Stroke*, que tiene por objetivo la creación de trazos que puedan ser animados simulando tridimensionalidad. Al transformar los trazos del espejo a *3D Stroke* fue rápido lograr animar el movimiento sin perder la forma en el plano (figura 68.4).

### 9.2.3 Tercera Escena

Originalmente en el storyboard se proponía que las siluetas del cuadro de Duchamp comenzaran a aparecer a partir de la unificación de las partículas. Sin embargo, de la misma forma que ocurrió en el primer video *Tiempo Lineal*, las partículas eran complejas de manejar y no se pudo llegar a un resultado pertinente. De esta forma se optó por transformar las partículas a trazos sólidos, formado de igual forma las siluetas del cuadro (figura 68.7,8). Si bien las formas eran dinámicas y hacían calzar el cuadro como se había pensado originalmente, la escena se volvió completamente figurativa, a diferencia del tratamiento abstracto que estaba llevando a cabo el proyecto. Es por esto que se volvió a definir la tercera escena, esta vez, a partir de las líneas de perspectiva que se formaban en el cuadro, sin generar así figuras, si no rupturas en la pintura misma (Figura 68. 9,10)

Figura 69. Bocetos del rediseño de la Tercera Escena



### 9.3 Tiempo Cuántico

Al ser el tercer video animado, al momento de realizarlo ya tenía una técnica mucho más avanzada que con los casos anteriores. De este modo fue más sencillo completar la animación, lo que dio paso también a una búsqueda más profunda y utilización de recursos más complejos. En este caso la paleta de colores quedó completamente en blanco y negro, y al igual que en el caso anterior *Tiempo Relativo*, se trabajó con una grilla simple para el fondo. De todas las animaciones, este video contaba con las secuencias más complejas, ya que requería movimientos de cámara y cambios de ángulos, que originalmente fueron pensados en un espacio 3D que no sería posible realizar en el espacio de trabajo que ofrece *After Effects*.

#### 9.3.1 Primera Escena

Durante la fase de *storyboard*, las secuencias diseñadas para la primera escena resultaron ser muy dispersas para una animación. No había continuidad y era difícil unirlos con el resto del guion. De esta forma la primera escena cambió completamente desde los bosquejos de diseño, sin embargo, el resultado final logró quedar mucho más compacto, claro y coherente con el resto de la animación (figura 71.1).

Una parte importante del desarrollo de la animación era la producción de ondas, las cuales fueron muy complejas de trabajar de forma manual debido a su forma y sincronización. Es por esto que logré llegar a un efecto nativo de *After Effects* que permitía generar ondas radiales a partir de un punto, lo que solucionó el problema de la sincronización entre ondas expansivas (figura 71.2).

Figura 70. Bocetos originales video "Tiempo Cuántico"

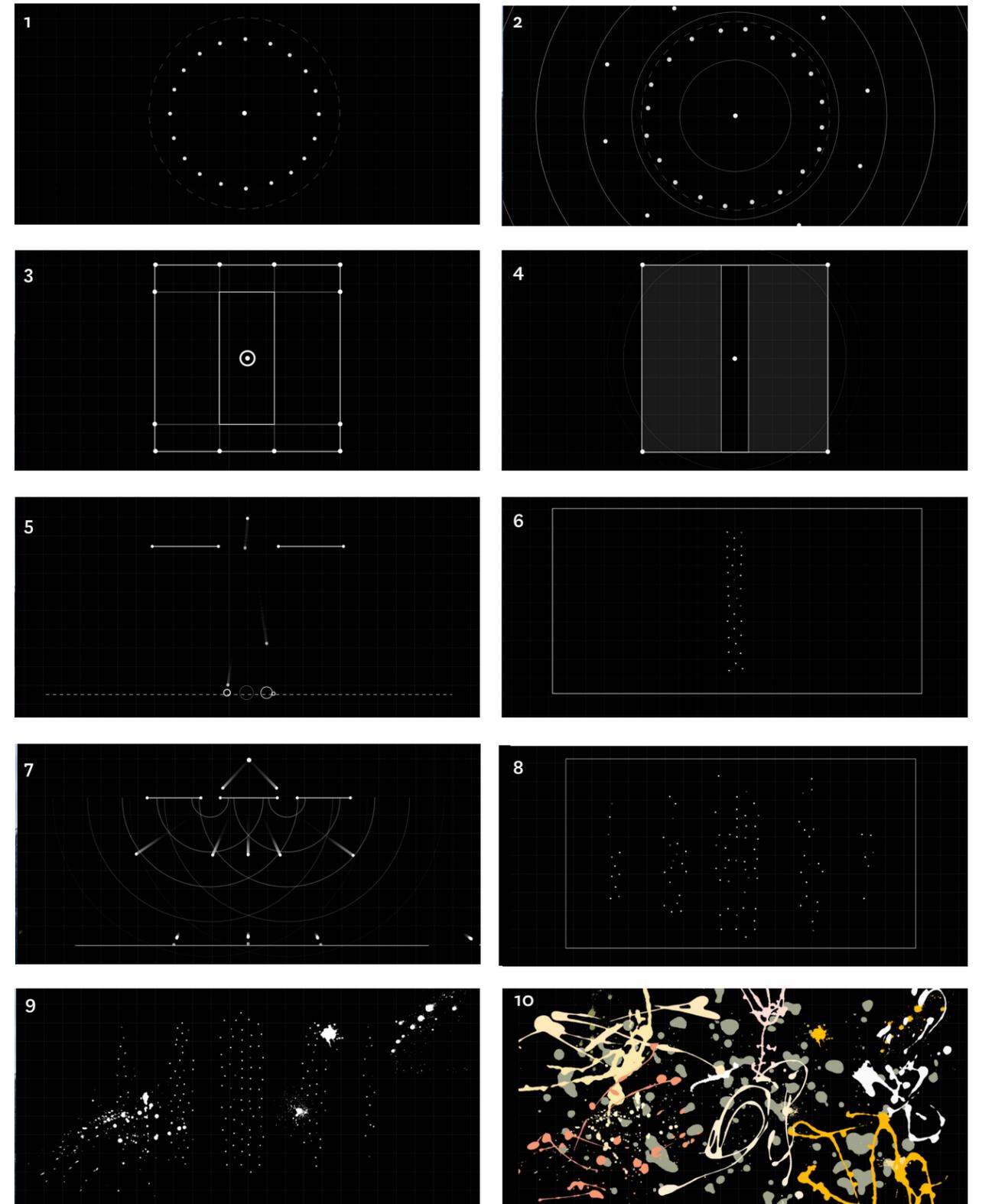
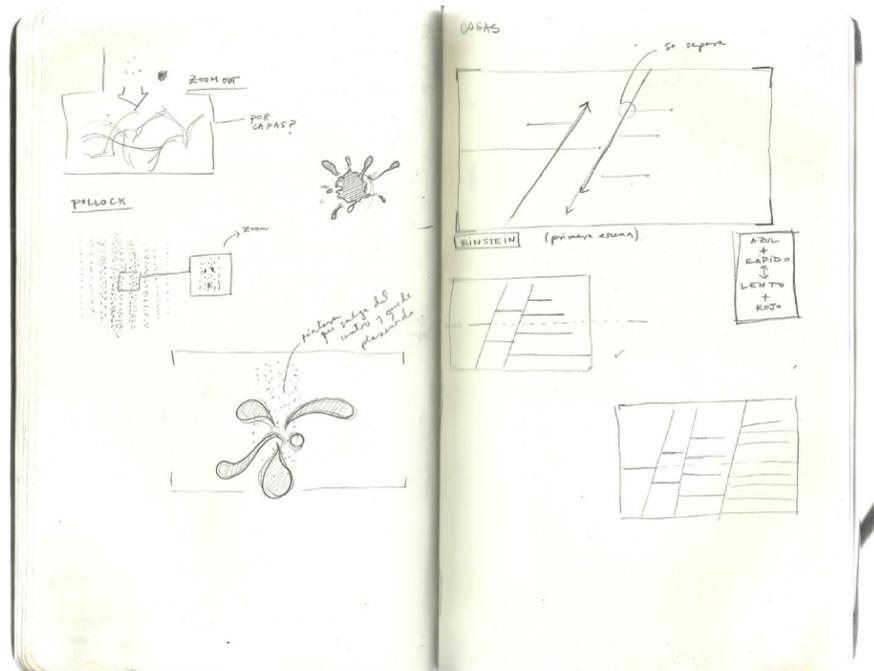


Figura 71. Cuadros de evolución de estilo y forma en la maqueta "Tiempo Cuántico"

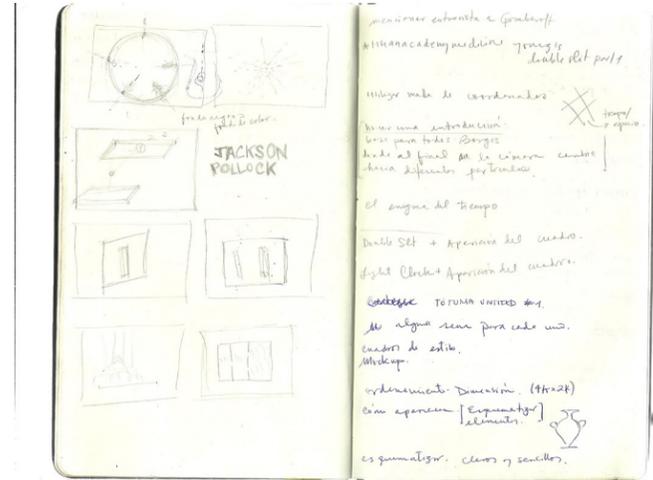


Figura 72. Bocetos originales video "Tiempo Cuántico"

### 9.3.2 Segunda Escena

Desde el desarrollo de los códigos visuales, se había optado por generar cada forma a partir de trazos que se forman a partir de partículas que viajan entre los vértices y las aristas de ciertas figuras (figura 71.3). Sin embargo, al animar el experimento de la pared con una ranura, la existencia de tantas rectas y tantas partículas dificultaba la identificación de dicha ranura, por lo que se optó por simplificar la forma y opacar las paredes para mayor comprensión de la figura (figura 71.4). Para lograr el efecto de partículas siendo lanzadas en dirección al espectador, se utilizó una cámara de desenfoque, de modo que las partículas fueran aumentando su tamaño y desenfocándose a medida que se acercaban al centro de "la cámara", logrando así el efecto de acercamiento.

El storyboard en esta sección sugería girar la cámara de vista frontal a vista cenital, sin embargo, como se ha explicado antes, esto no es posible de realizar en *After Effects*, solo simularlo. De esta forma, para girar la pared con la ranura, se giró en 90 grados cada uno de los trazos, pero antes de que éstos desaparecieran por completo, aparecía una recta simulada haciéndose pasar por la pared girada (figura 71.5). La precisión de este proceso era fundamental, ya que la línea recta debía estar perfectamente sincronizada con la recta en movimiento para que no pareciera falso. Por otro lado, las partículas que eran lanzadas desde el punto central habían sido creadas manualmente, que si bien no era el ideal, funcionaba a forma de maqueta. Se le aplicó un efecto de "estela" para que éstas parecieran que seguían una ruta determinada (figura 71.6).

### 9.3.3 Tercera Escena

La tercera escena de este video se iniciaba de la misma forma que la segunda escena, es decir, se presentaba la pared con la ranura (en este caso dos ranuras) y luego había un giro de cámara para ver las partículas siendo disparadas a través de ambas ranuras. Se procedió a tratar el movimiento tridimensional de la misma forma que en el caso anterior. Sin embargo, esta segunda demostración de experimento requería que hubiesen ondas expansivas al mismo tiempo que se lanzaban las partículas desde un punto común. Ya que las ondas habían sido creadas con el efecto nativo del programa, no era posible limitarlas a sólo mitad de onda, por lo que se utilizó una máscara que eliminara la mitad de ellas hacia arriba, logrando así el efecto deseado (figura 71.7).

Para la demostración de la Interferencia Cuántica, se trabajó de forma manual cada una de las partículas, por lo cual no fue posible trabajar con la cantidad deseada, debido a que *After Effects* no trabajaba de forma sencilla con partículas pequeñas (figura 71.8). Para la revelación del cuadro, originalmente las partículas explotarían convirtiéndose en manchas de color, la cual revelaría el cuadro electo de Pollock. Sin embargo, ya que no fue posible explotar todas las partículas, se utilizaron vectores de manchas de pintura que fueron llenando la pantalla a medida de que las partículas avanzaban hasta finalmente completar el cuadro deseado (figura 71.9, 10)

# 10. Capítulo Piloto

## 10.1 Selección Capítulo Piloto

Si bien como fin último de este proyecto se tiene pensado llevar las tres maquetas a un formato definitivo y además poder ser proyectados en el Planetario de la Universidad de Santiago, para esta etapa era necesario escoger uno de los tres prototipos alfa y desarrollarlo para el formato *Full Dome* del Planetario.

Los tres micro documentales relatan de manera clara la relación que se ha querido poner en evidencia en este proyecto de título, demostrando, en cada momento de la historia, la relación entre la teoría y su proyección artística. Sin embargo, al ser tres teorías muy distantes entre sí, es interesante analizar cual de éstas tiene más repercusiones hoy en día. Bajo ese análisis podríamos establecer que el tercer micro documental, *Tiempo Cuántico* trabaja con el paradigma que rige hoy en día a la comunidad científica, ya que hasta el momento, no ha sido posible encontrar una razón para este fenómeno descrito, lo que presenta una interrogante tanto para los físicos como para los artistas y diseñadores.

De esta forma, se decidió que el tercer micro documental será escogido para continuar con su desarrollo y finalmente ser proyectado al público, ya que presenta, además del diálogo entre ambas disciplinas, un espacio que se abre a una discusión que todavía no ha sido resuelta, potenciando el alcance de la conversación entre las distintas áreas del saber.

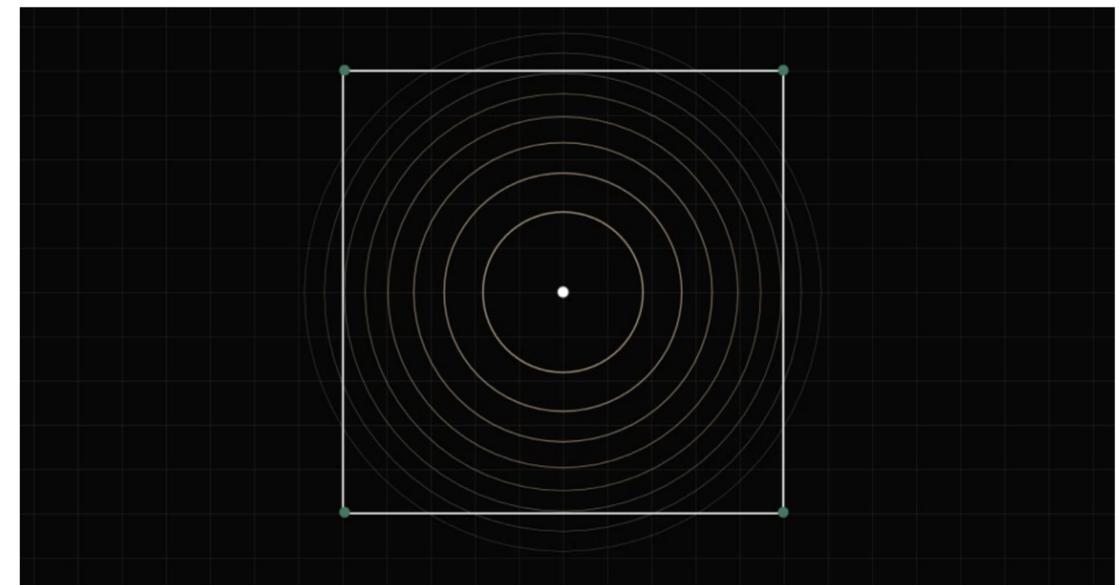


Figura 73. Cuadro Video Piloto

## 10.2 Animación final Capítulo Piloto

### 10.2.1 Títulos

Si bien la secuencia del video documental *Tiempo Cuántico* estaba terminada en relación al esqueleto de animación, era necesario perfeccionar y pulir ciertos detalles para alcanzar un nivel óptimo para su proyección. Esta etapa fue particularmente compleja, ya que los efectos y las animaciones que debían ser retocadas requerían un mayor manejo del *software* en comparación con el nivel de los prototipos maqueta. En esta etapa piloto se incluye la creación de los títulos iniciales y de término. Se optó por trabajar de forma simple, con un título en blanco que presentara el proyecto con su nombre *Matices Temporales* seguido de la presentación del capítulo, en este caso, *Tiempo Cuántico*. Para seguir con la línea conceptual del proyecto, se trabajó con el interletrado y la opacidad de cada carácter (figura 74).

### 10.2.2 Visualidad

Encontrar un estilo visual para el tratamiento de la pantalla fue el primer problema con el cual se tuvo que trabajar. De pasar por diferentes pruebas a lo largo de las tres maquetas, en esta etapa era necesario encontrar una visualidad final que fuera a su vez simple pero que diera la suficiente atmósfera para englobar toda la secuencia. De esta forma, se optó por trabajar con un fondo de color sólido simple y oscuro junto con una grilla base, e incluir un efecto nativo del programa llamado *Venetian Blinds* para simular un monitor de computador antiguo (figura 75, 76). Además, se incluyeron algunos elementos propios de la visualidad digital que acompañaban la secuencia, por ejemplo marcas, guías y rectángulos delimitadores en momentos específicos del video (figura 77).

Figura 74. Secuencia de Títulos de Inicio "Matices Temporales"

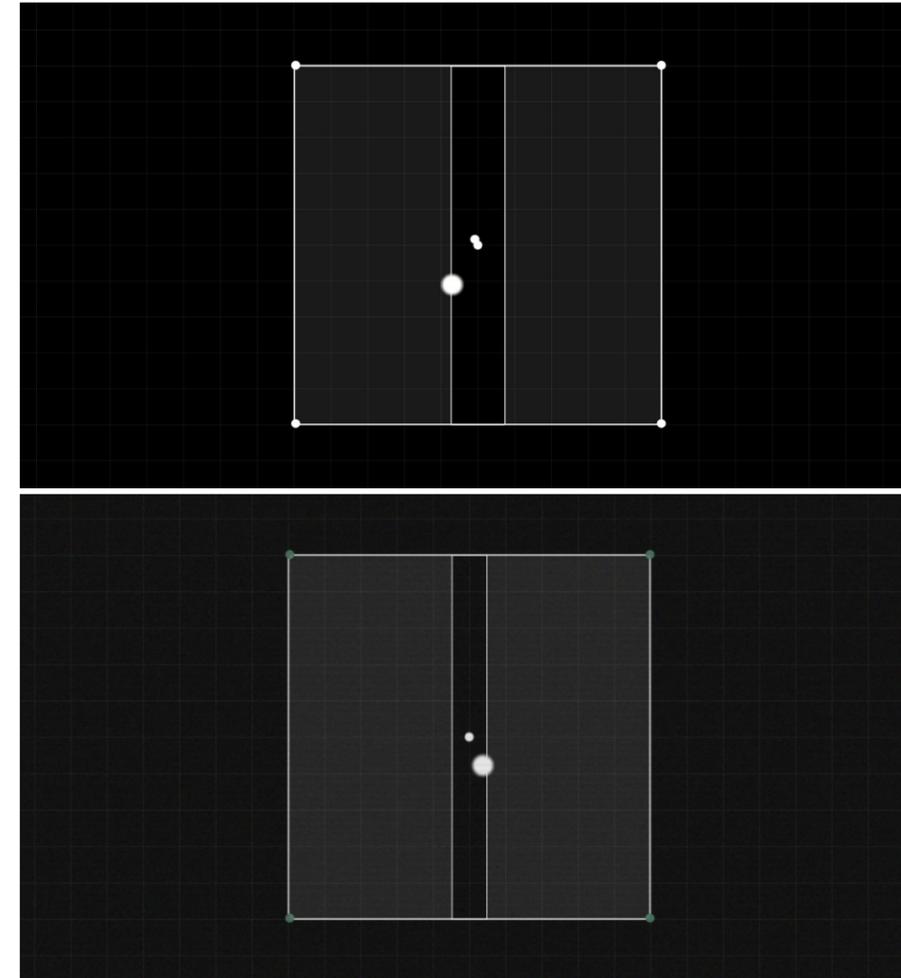
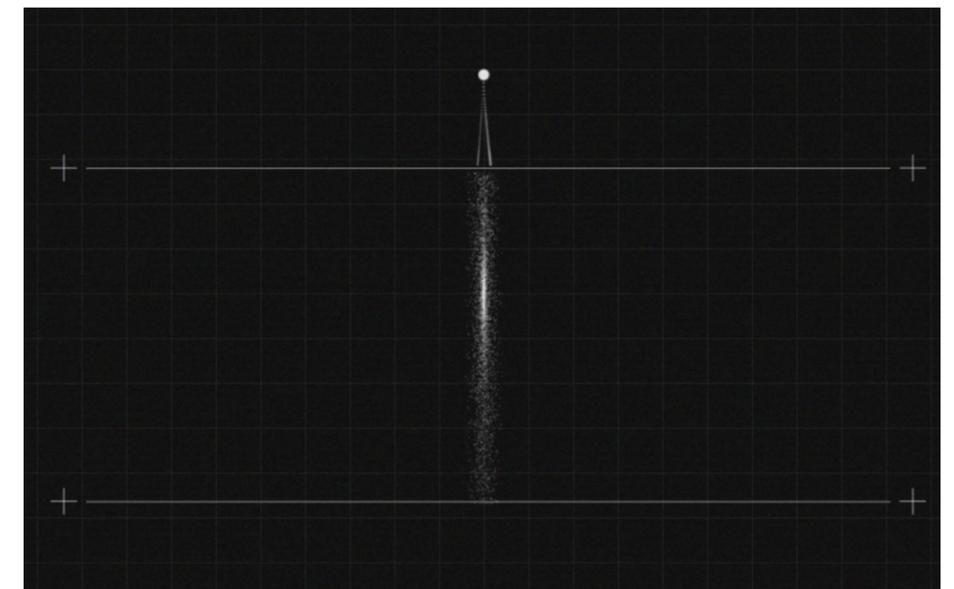
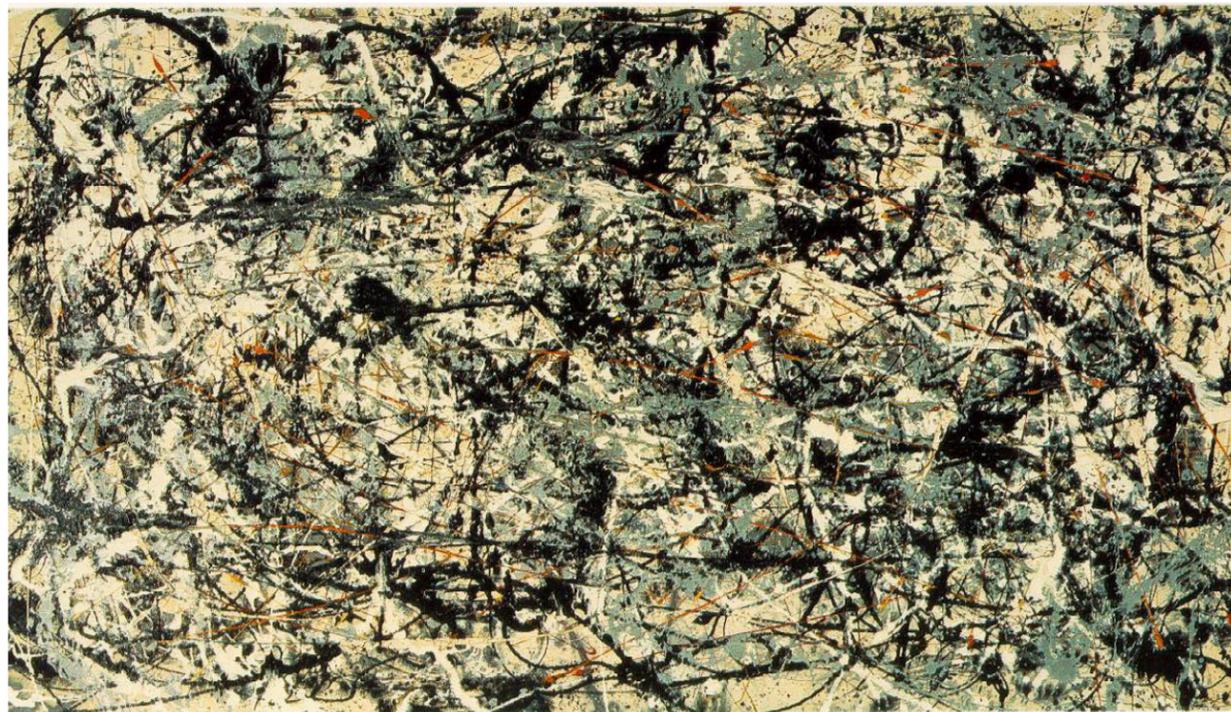


Figura 75. Cuadro previo a las texturas utilizadas para la visualidad final

Figura 76. Cuadro que incluye las texturas finales del capítulo piloto

Figura 77. Utilización de marcas digitales como guías delimitadoras





Otro punto a tratar acerca de la visualidad final fue la paleta cromática. Para la maqueta se trabajó únicamente con un fondo negro y elementos en blanco, donde la pintura revelada como parte de la conclusión del video era el único elemento de color de la secuencia. Originalmente para el desarrollo de la maqueta se trabajó con la pintura *Number 8* (1949) de Jackson Pollock, sin embargo, para el piloto se optó por trabajar con *Cathedral* (1948) ya que ésta contaba con una menor cantidad de colores y respondía a la visualidad que se estaba buscando. De esta forma, se decidió utilizar la misma paleta cromática que el cuadro, es decir, blanco, verde, amarillo y negro (todos los colores con muy baja saturación). Es importante aclarar que ambas pinturas, al ser abstractas, concuerdan con lo que el microdocumental desea expresar y poner en evidencia (figura 80).

### 10.2.3 Efectos

Como ya se mencionó anteriormente, el esqueleto de la animación ya había quedado prácticamente terminado en la etapa de maqueta, por lo que no fue necesario modificar muchos elementos propios de la secuencia, si no más bien optimizar algunos efectos e interpolaciones. El principal problema que se tuvo que solucionar en este ámbito fue la visualización de las partículas. En la etapa de maquetación, se trabajó con partículas simples hechas de forma manual con figuras nativas del programa (ver figura 71.8 en el capítulo 9.3), sin embargo, éstas no eran fieles al verdadero movimiento en la realidad, ya que, si en la maqueta se trabajó con 100 partículas, en un experimento real, deberían ser al menos 100.000 partículas más. La única forma de alcanzar tal cantidad de partículas es utilizando efectos que simulen el resultado deseado. En este caso, se rehicieron todas las escenas de partículas utilizando *Trapcode Particular* (figura 81). Al tener un mayor manejo del programa, este efecto no fue difícil de trabajar para encontrar la forma deseada. Al tener infinitas partículas en el mismo plano, fue más sencillo modificarlas para que, además de lograr un efecto realista, se movieran de forma completamente aleatoria, apoyando de forma conceptual la tesis de este ensayo visual.

A la izquierda  
Figura 78. #Number 8  
(Jackson Pollock, 1949)

Figura 79. Cathedral  
(Jackson Pollock, 1947)

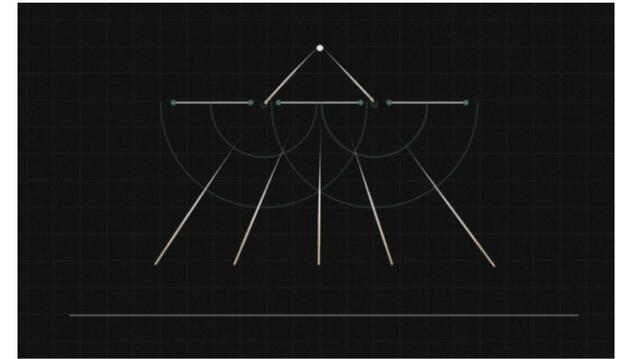


Figura 80. Nuevos efectos de partícula junto con la nueva paleta cromática.

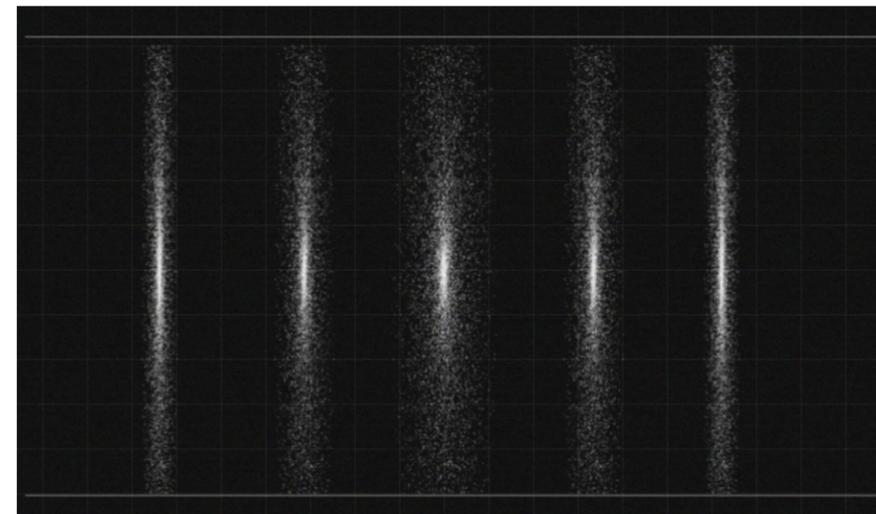


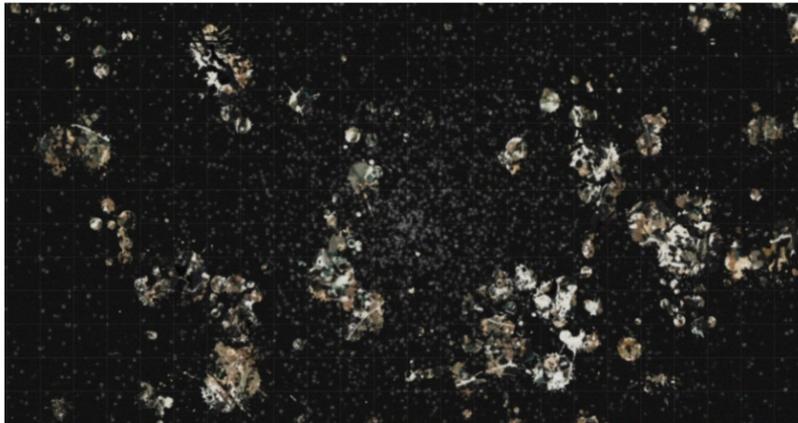
Figura 81. Nuevos efectos de partícula para la Interferencia Cuántica

### 10.2.4 Conclusión

Por último, la revelación de la pintura final presentaba el mayor de los desafíos. Desde el principio se deseaba llegar a la conclusión del micro documental a partir de las mismas manchas que caracterizan la pintura de Pollock. Originalmente, éstas irían manchando la escena, pincelada por pincelada, hasta completar el plano con el cuadro terminado. En la etapa de maquetación se intentó llegar a este resultado sin éxito (Revisar figura 71.9, 10 en el capítulo 9.3). Durante el desarrollo del piloto se intentó buscar el mismo resultado, sin embargo, debido a la falta de recursos (ya que lograr un efecto así requeriría herramientas más completas y un mayor equipo de trabajo) se optó por buscar otra solución que no alterara la integridad de la pintura y que mostrara la misma idea conceptualizada de otra forma. Fue así como se dio con una solución pulcra e interesante. Al lanzar máscaras en forma de mancha, es decir, un plano recortado sobre otro, la imagen del experimento comienza a mancharse del mismo cuadro, revelando al final la pintura de Pollock (figura 82).

*Para la proyección del ensayo visual piloto, se decidió utilizar el formato en 360° que ofrece el Planetario de la Universidad de Santiago de Chile, ya que es un espacio público que se enmarca dentro de la divulgación científica y cultural, siendo un espacio que se abre al diálogo que este proyecto busca implementar.*

Figura 82. Nueva transición para el cuadro a forma de conclusión



## 11. Locución y Musicalización

### 11.1 Locución

Si bien las maquetas contaban con una locución hecha por la autora, para el desarrollo final del proyecto era necesario trabajar con un locutor profesional que tuviese manejo de la dicción y de las entonaciones, que pudiese guiar la narración y lograr enfatizar en los momentos preciosos para tener mayor control sobre la información que se entrega a través de la audición.

Claudio Robledo es un locutor profesional que cuenta con una basta experiencia tanto en publicidad como en documentales, y fue capaz de grabar la locución sin mayor dificultad. Para esto, Robledo grabó dos versiones del guion narrativo del micro documental, una versión donde su voz sonaba más didáctica y entretenida, y otra más seria y solemne. Ya que este no es un proyecto de carácter educativo, se decidió utilizar la segunda versión, la cual si bien era más plana en cuanto a entonaciones, iba más ligada al carácter que se le ha querido dar al proyecto.



Figura 83. Estudio de grabación de Claudio Robledo

## 11.2 Diseño sonoro y Música

Para generar el ambiente del documental, era necesario contar con una propuesta de música y sonidos que acompañaran lo que se iba narrando tanto auditiva como visualmente. Para este proyecto se contó con la ayuda del músico y compositor Camilo Herrera, que siempre se ha caracterizado por tener un estilo de corte experimental, por lo que sería capaz de comprender lo que este documental busca transmitir.

Si bien originalmente el proyecto solo contaría con una musicalización básica, al estudiar la animación, Herrera explicó que ya que existen tantos movimientos tan marcados, era fundamental desarrollar un diseño sonoro complejo, dándole así un sonido a cada movimiento más que una composición melódica tradicional. Teniendo esto en cuenta, Herrera compuso los sonidos a partir de una búsqueda de una paleta de sonidos mediante un sintetizador de frecuencia modulada (FM) en el *software Ableton Live*. La mayoría de los sonidos están contruidos en base a ondas senoidales. Ya que el documental hasta este momento contaba con una capa de narración y otra de sonidos, la música debía ser más bien minimalista para no colapsar el mensaje auditivo. Para lograr esto, se utilizó una máquina de ritmos *Vocal Beats* y un sintetizador de Bajo.

Figura 84. Equipo de trabajo para la realización del diseño sonoro del capítulo piloto por Camilo Herrera



## 12. Planetario de Santiago

Como parte de los alcances de proyección y distribución de este proyecto, se decidió presentarlo en un formato Domo de 360° como el que ofrece el Planetario de la Universidad de Santiago.

El Planetario de la Universidad de Santiago es una fundación sin fines de lucro que, desde sus inicios en 1983, ha buscado acercar las ciencias, el arte y la tecnología al público general, de manera didáctica e interactiva. Planetario de Santiago es un espacio abierto a la difusión tanto científica como cultural, donde proyectan desde documentales sobre astrofísica hasta presentaciones de cultura y música chilena. Este centro de divulgación científica y artística busca de la misma forma que se ha relatado en este proyecto, acercar ambas disciplinas y generar nuevos conocimientos a partir del diálogo entre éstas, logrando así potenciarse mutuamente, a través del desarrollo de nuevas formas de proyectar la información.



Figura 85. Planetario de Santiago USACH

Es por esta razón que Planetario de Santiago es un lugar óptimo para la proyección de los ensayos visuales, ya que éstos buscan expandir los alcances del mismo diálogo con el cual este centro científico cultural trabaja día a día. Como se mencionó anteriormente, la misión de Planetario es hacer llegar el conocimiento a la mayor cantidad de personas posibles, sin importar edad o nivel de educación, lo que concuerda con el fin de este proyecto, que no busca llegar únicamente a artistas o diseñadores, sino más bien mostrar a todo público la importancia de la discusión interdisciplinaria, de una forma simple, atractiva y entretenida. Al ser ensayos visuales de corta duración, éstos se proyectarán previos a cada función de la cartelera de Planetario, llegando así a la mayor cantidad de personas posibles.

Por otro lado, Planetario forma parte de la Universidad de Santiago de Chile, el cual, al igual que la Universidad de Chile, ha tenido un rol histórico en cuanto a construcción de conocimientos y a la preservación de éstos. Esta universidad siempre ha sido un espacio de diálogo en relación a la cultura y lo que podemos recabar de ella. Por lo que apoyar este proyecto en una institución como esta es beneficioso tanto para la fundación en cuanto a generación de material como para el mismo proyecto, dándole a su vez herramientas útiles para llegar a mejores resultados como una difusión sólida en su campo de desarrollo.

## 12.1 Formato Full Dome

Junto con todas las razones que se mencionaron anteriormente, la proyección en el domo le suma un valor agregado al impacto del ensayo visual, ya que, al proyectarse en 360 grados, el espectador se envuelve por completo en la proyección, inmerso en lo que se quiere transmitir. Sin embargo, el formato *Full Dome* es muy particular ya que trabaja específicamente con los equipos ópticos de la empresa Zeiss. Es por esta razón que si bien el capítulo piloto estaba terminado, para trabajar en el domo es necesario transformar varios aspectos del formato para su correcta visibilidad. En primer lugar, *Full Dome* trabaja con un formato cuadrado de 4k, por lo tanto, se tuvo que reajustar el plano del video de 2000 x 1080 px a 4096 x 4096 px en 60 cuadros por segundo.

Ya que el domo es una semiesfera cóncava, éste trabaja de forma concéntrica, por lo que otro tipo de cambios que se tuvo que ajustar en el ensayo piloto fue transformar la grilla, de una retícula cuadrada a una grilla circular, dándole así mayor simetría y profundidad al plano completo. Ya que la sala es completamente oscura, los colores tuvieron que saturarse para que no se perdieran al ser proyectados en el domo.

Teniendo listo los cambios al nuevo formato, la nueva secuencia debe ser exportada como una secuencia de JPG para que posteriormente, a través de un códec de la empresa Zeiss llamado *Encoder PowerDome*, el archivo sea encodeado y deformado para poder ser proyectado a través del *software* de Planetario.

De la misma forma, la música debe ser traspasada a formato AC3, e idealmente ser trabajada en Dobby Digital 5.1 para que las capas de información de audio puedan ser interpretadas a través de los distintos parlantes de la sala.

Figura 86. Nuevo Formato FullDome  
Grilla circular

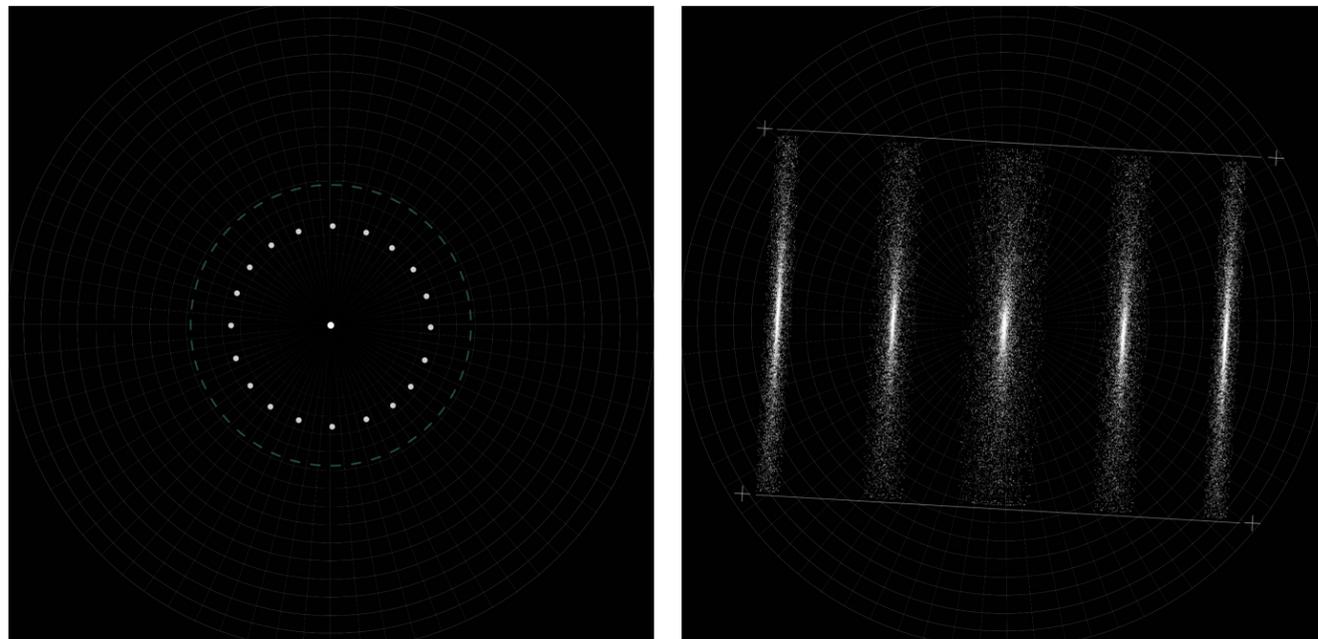


Figura 87. Jorge Godoy en proceso de composición

### 21.1.1 Pruebas finales y problemas sonoros

Una vez terminada la transformación del formato *Full HD* a *Full Dome*, fue necesario hacer varias pruebas en el domo para confirmar que todo había sido transformado de forma correcta y que el capítulo piloto se proyectaba de forma óptima.

Si bien la mayor parte del capítulo funcionaba de forma adecuada, *Full Dome*, al ser un formato extremadamente grande ciertas secuencias que transcurrían con mayor lentitud, se veían aburridas y agotaban la vista, por lo que en varios momentos del micro documental, se agregaron movimientos sutiles como una leve rotación o un pequeño *zoom in*, de forma que la vista estuviese constantemente siendo estimulada en este gran formato. Al solucionar estos detalles, la secuencia quedó dinámica y completa.

Por otro lado, al probar la música que había sido compuesta por Herrera (capítulo 11.2), ésta no envolvía lo suficiente el lugar, ya que si bien contaba con muchos efectos sonoros, su composición era de carácter minimalista, y aunque sonase acorde a lo que se proyectaba, la música no lograba envolver del todo el domo, por lo que sonaba aburrida, lenta y prácticamente imperceptible. Esto se debe a que, una vez más, el formato de Planetario es tan absorbente que la música debe ser de la misma manera, es decir, más explosiva y que sea capaz de crear una impresión de efectos.

Para solucionar este problema, Jorge Godoy, músico de profesión y sonidista del Planetario, llegó a una nueva composición que fuese acorde tanto a la composición visual como al formato, haciendo un diseño sonoro que jugase con los distintos parlantes propios del domo, dándole una característica mucho más envolvente que la anterior.

Para esta composición Jorge utilizó instrumentos virtuales en Secuenciador *Logic Pro Apple*, utilizando samples MIDI y bibliotecas *Kontakt*. La dirección de la música está en plena relación a la información expuesta, potenciando el resultado final del audiovisual. La mezcla de audio se hizo en *Nuendo 6*, programa especializado para Broadcast y Cine, en formato Dobby Digital 5.1.

## 12.2 Screening

Después de terminar de optimizar el ensayo visual a formato *Full Dome*, se procedió a organizar un *screening* del proyecto en el mismo Planetario, con una diversa lista de invitados que incluían desde el mismo personal de la Fundación hasta estudiantes y diseñadores. El objetivo de esta proyección privada era conocer las impresiones generales del público asistente, esperando oír comentarios, sugerencias, pero por sobre todo, escuchar qué fue lo que comprendieron de la tesis propuesta, es decir, si es que el objetivo del ensayo visual estaba siendo cumplido.

De esta forma, se organizó un evento abierto a todo público para el 17 de noviembre el cual se difundió a través de las redes sociales. El espectro de asistentes comprendió un número de alrededor de 25 personas, dentro de las cuales se encontraban Víctor Pinto, quien ha sido el consultor en física a lo largo del proyecto, y varias personas que también fueron parte de la primera prueba de audiencias descrita en el capítulo 8.

De modo general, las opiniones fueron en su mayoría positivas, según los asistentes, la tesis propuesta a través del documental era clara y concisa. Andrés Samaniego, artista visual declaró que la visualidad propuesta potenciaba el carácter conceptual del proyecto, ya que se generaba una dicotomía entre la técnica científica y la pieza artística. Por otro lado, Romina Samaniego, fonoaudióloga, quién había formado parte de la primera prueba de audiencia, comentó que la locución y la música funcionaban como partes de un todo, ya que en ningún momento el audio se volvía distractor, y era sencillo seguir el hilo de la información. Sin embargo, también comentó que los colores se perdían en una pantalla tan oscura, y que le hubiese gustado ver más saturación en el cuadro.

Figura 88. Algunos de los invitados al Screening ingresando a Planetario previo a la función



Camila Vizueta, animadora digital, declaró que además de que la idea se entendía, las animaciones eran dinámicas y en ningún momento caían en la monotonía, sobre todo en un formato tan atractivo como *Full Dome*. Según la animadora y varios asistentes más, la puesta en escena en el Planetario aportaba muchísimo al proyecto, ya que uno es capaz de involucrarse por completo en el ensayo visual, rodeándose así de la información que se quiere transmitir. Sin embargo, enfatizó en la idea de ser muy metódicos al momento de componer las escenas, ya que en todo momento cada partícula y cada línea debe calzar con la anterior.



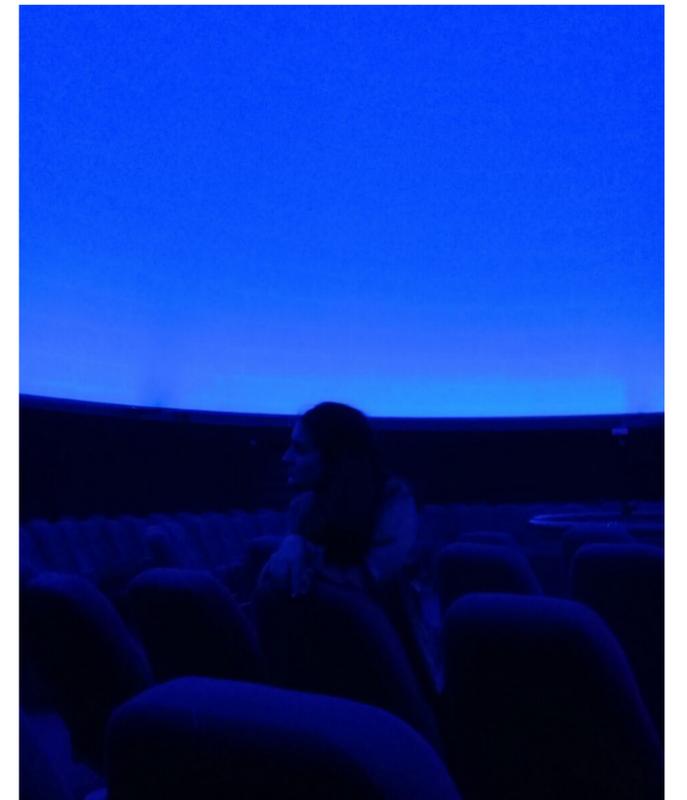
Figura 89. Sebastián Inostroza, animador digital de Planetario, operador del Domo el día de la función

Como ya se mencionó anteriormente, si bien los comentarios fueron en su mayoría positivos, Pinto, consultor en física, declaró que si bien comprendía el mensaje del ensayo visual, sentía que la conclusión de la pintura era apresurada y que le hubiese gustado ver un desenlace más prolongado, en donde pudiese haber conocido más acerca de la pintura abstracta y que la información artística estuviese de alguna forma equilibrada con la información científica. Muchos asistentes concordaron con su opinión.

Por último, muchos asistentes declararon que la primera vez que vieron el ensayo visual les fue difícil comprender toda la información que se les entregaba, ya que es un tema denso que cuenta con muchos conceptos bastante complejos. Sin embargo, al verlo por segunda vez, les fue sencillo seguir el hilo de la explicación de cada uno de los conceptos propuestos, incluida la relación entre el arte abstracto y la Mecánica Cuántica.

A modo de conclusión, la presentación privada en Planetario funcionó mejor de lo que se esperaba ya que la mayor parte de las personas que asistieron comprendió en su totalidad lo que se mostraba. Por otro lado, trabajar en formato *Full Dome* fue un acierto, ya que potenciaba la capacidad de asombro de la audiencia, lo cual forma parte fundamental del trabajo conceptual del proyecto. En general la impresión da pie para creer que el proyecto sigue un buen camino y que hasta este momento ha alcanzado un buen nivel de desarrollo.

Figura 90. Autora del proyecto escuchando comentarios acerca de la presentación recién realizada



## 12. Conclusiones

Después de completar este proyecto, he vuelto a releer las preguntas de investigación planteadas originalmente. La primera de ellas hacía referencia a por qué se debe considerar un problema de diseño la relación que ha existido entre las artes y las ciencias a lo largo de la historia. Si bien la respuesta la podemos encontrar en Flusser y en *Filosofía del Diseño* (1999), me quedó aún más clara luego de haber terminado esta primera fase del proyecto *Matices Temporales*. Como explicaba Flusser, el diseño es la materialización de la cultura, y como vimos en el marco teórico, diversos artistas fueron capaces de materializar dicha cultura a través de su arte, exponiendo la teoría en forma proyectual y pictórica.

Sin embargo, a mí parecer, sobretodo hoy en día, esta materialización debe ir más allá. En el mundo actual existen cientos de herramientas (*softwares*) capaces de proyectar imágenes, y es justamente el rol del diseñador, no como profesión si no como acción, involucrarse con la ciencia y la matemática que hay detrás de estas herramientas, apoderarse de ellas, aprovecharlas y proyectar la información de hoy en día de manera nueva y única, ya que, como yo lo veo, la utilización de la programación para generar imágenes (o arte) es la “vanguardia” que nos rige en estos tiempos.

En los videos documentales quise poner en discusión que tales relaciones, donde el arte se apoderaba de la ciencia y viceversa, han existido a lo largo de la historia, pero además, a través de la ejecución y producción propia de los videos se podría discutir, que estas relaciones siguen existiendo, ya que, por ejemplo, nunca habría podido crear ciertas imágenes (como el fenómeno de la Interferencia Cuántica) si no hubiese sido por una serie de algoritmos creados específicamente para ser modificados a mí parecer a través de herramientas de *After Effects*.

Entonces, si tuviese que volver a responder la primera pregunta, por qué es importante discutir acerca la relación entre las ciencias y las artes, es porque la relación sigue existiendo y lo seguirá haciendo, y nosotros como diseñadores debemos siempre estar inmersos en esta relación, ya que potencia nuestro rol en la sociedad, y en tanto los tiempos vayan cambiando, debemos estar preparados

para estar constantemente experimentando y configurando nuevas formas de acercar cada disciplina, aprovechando lo que cada una de ellas tiene que ofrecer. Incluso, durante mi tiempo trabajando en Planetario, me di cuenta del uso que le dan a las herramientas completamente técnicas para crear proyectos absolutamente artísticos y como a su vez, a través de la valoración del arte, era más sencillo explicar fenómenos tan complejos como lo es la materia oscura y los hoyos negros.

Es por esto que no puedo evitar sentirme feliz al saber que mi corto documental será proyectado como parte de las funciones de Planetario, ya que forma a ser parte de un proyecto aun mayor de cultura y conocimiento. Sin embargo, me gustaría que en un futuro, los documentales de Tiempo Lineal y Tiempo Relativo fuesen también terminados y rediseñados para el formato Domo, ya que para comprender la experiencia completa, debe haber un recorrido histórico que haga dar cuenta de que tales relaciones han estado siempre presentes, y como ya mencioné anteriormente, seguirán estándolo.

Creo que el proyecto *Matices Temporales* logra abrir una discusión y fomentar el diálogo, especialmente para personas que se dediquen a hacer diseño, por lo que también, como parte de las proyecciones para este proyecto, me gustaría que fuese expuesto ante la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, ya que a mí parecer, a veces este rol de puente, de mediador entre distintas disciplinas, se pierde, ya que por diversos motivos, la escuela parecería cargarse a un lado u a otro, olvidando que el fin último es la creatividad a partir de todas las áreas del saber.

Por último, me gustaría agregar que si bien la Escuela de Diseño de la Universidad de Chile podría mejorar en varios aspectos, mi paso por ella me enseñó muchísimo acerca de quienes somos como diseñadores y cual es nuestra cultura. Podría argumentar que la malla que seguí en la carrera de diseño no hacía mucho énfasis en este rol mediático del cual hablaba, más bien, mi percepción fue que se enfocaba en la conservación del patrimonio cultural y el rol social que debe tener un diseñador hoy en día. Sin embargo, no creo que ambos roles se contradigan, o que haya que escoger. A mí parecer, la formación que obtuve de la universidad me hizo aprender acerca de la identidad, de saber reconocer quienes somos, crear a partir de ello y estar en una constante lucha por nuestros ideales y nuestras convicciones. Al tener esta base, teniendo claro de dónde vengo y por qué el diseño que hacemos es así, sé que podré seguir creando y fomentando la transversalidad en todo lo que haga, sin olvidar nunca mi propia identidad como diseñadora de la Universidad de Chile.

## Referencias Bibliográficas

---

Adorno, T. (1984) *Notas sobre la Literatura*  
Paris: Flammarion

Alvira, R. (1987) Sobre el concepto de “espíritu de la época”. *Persona y Derecho*(17), 75-85.

Arnheim, R. (1969). *Visual thinking*  
Los Angeles: University of California Press

Bielke, M. S. (2012) Los sentidos del tiempo en Aristóteles. *Acta coloquio sobre Filosofía*.  
Buenos Aires: Universidad Nacional del Nordeste

Bowra, C.M. (1959) *The Greek Experience*  
Nueva York: World

Cantarutti, G (2009) Eso que llamamos tiempo. *El Tamiz*  
Recuperado de <https://eltamiz.com/elcedazo/2009/01/15/eso-que-llamamos-tiempo/>

Castells, M. (1997) *La era de la información: Economía, sociedad y cultura (Volumen 1)*  
Madrid: Alianza Editorial

Dalrymple, L. (1984) The Fourth Dimension and Non-Euclidean Geometry in Modern Art  
*Leonardo*, 17, No. 3 pp. 205-210

Durant, W & Durant, A. (1953) *The Renaissance*  
Nueva York: Simon & Schuster

Einstein, A. (1916) *The Meaning of Relativity*  
Princeton: Princeton University Press, 1923

Flusser, V. (1999) *Filosofía del Diseño: La forma de las cosas*  
Madrid: Editorial Síntesis

French, K. L (2012) *La Geometría Oculta de la Vida*  
Barcelona: Blume

Gombrich, M. (1972) *The Story of Art*  
Oxford: Phaidon.

Greene, B (1999) *The Elegant Universe*  
Nueva York: W.W. Norton

Hadri, N (2008) *Mecanismo y Dinamismo en las Obras de Marcel Duchamp, Fernand Léger y Umberto Boccioni: Tres Estilos Diferentes*.  
Valencia: Escuela de Bellas Artes de Valencia.

Heisenberg, W (1958) *Física y Filosofía*  
Colección World Perspectives  
Haftman, W. (1965) *On Painting in the Twentieth Century*  
Nueva York: Praeger

Hendricks, G. (1975) *Eadweard Muybridge*  
Londres: Secker & Warburg

Henry, K (2007). The Shape of Things: Vilem Flusser and the Open challenges of Form *IDSA: Columbia College Chicago*.

Jones, R. (1982) *Physics As Metaphor*  
Nueva York: Meridian

Kandinsky, V. (1926) *Punto y Línea sobre el Plano*  
Buenos Aires: Paidós, 2003

Machado, A. (1979) El cine conceptual (Volumen 2)  
Sao Paulo: Brasiliense

Mahin, B. (2007) Non-Linear Temporal Constructs and the Loss of Self in Edgard Varese’s Octandre, Jackson Pollock’s Lavander Mist, and Robert Penn Warren’s Being Here.  
*Current Issues in Music, Vol.1*.

Morales, D. A (2004) Determinismo, Indeterminismo y la Flecha del Tiempo en la Ciencia  
*Boletín de la Asociación Matemática Venezolana, 11, 213-232*

Morales, L. (2009) Serguei Eisentein: Montaje de Atracciones o Atracciones para el Montaje  
*Universidad Autónoma de Barcelona-España*

Newton, I. (1687) *Principios matemáticos de la filosofía Natural (Principia)*  
Digital: CASC

Piaget, J. (1926) *La representación del mundo en el niño*  
Madrid: Espasa Calpe

Rabiger, M. (2001) *Dirección de Documentales*  
Madrid: Instituto Oficial de Radio y Televisión

Rumelhart, D. (1981) *La construcción de bloques cognitivos*  
Newark: IRA

Rotha, P. (1939) *La Cinta Documental*  
Londres: Faber&Faber

Shlain, L. (1991) *Art and Physics: Parallel visions in Space, Time and Light.*  
Nueva York: Harper Collins Publisher

Torrent, R. (2009) Cien Años de Futurismo.  
*Revista de Estética y Arte Contemporáneo*, 1, 27-35.

Vásquez, E. (2008) La ciencia según Hegel  
*Revista Filosofía* (19), 91-109.

## Referencias Pictóricas

---



