



**“¿Qué pasaría si...?”: Una serie para domo como herramienta para la
divulgación de la astronomía a público familiar**

Malory Agudelo Vásquez

Trabajo de grado para optar al título de Astrónoma

Asesora

Lauren Melissa Flor Torres, PhD

Universidad de Antioquia
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Instituto de Física
Pregrado de Astronomía
Medellín
2026

Cita	(Agudelo-Vásquez, 2025)
Referencia	Agudelo-Vásquez, M. (2026). <i>“¿Qué pasaría si...?": Una serie para domo como herramienta para la divulgación de la astronomía a público familiar</i> [Pregrado de Astronomía]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Biblioteca Central Carlos Gaviria Díaz.

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Héctor Iván García García.

Decano/Director Dra. Adriana Echavarría Isaza.

Coordinador de pregrado - Programas de Física y Astronomía: John Jairo Zuluaga Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo se lo dedico a *Pepita*, la cana más sobresaliente que me creció durante estos meses. Ella refleja el esfuerzo y la dedicación con la que he luchado para poder llamarme a mi misma, finalmente, Astrónoma.

Agradecimientos

Le agradezco a la Luna y a las estrellas por alumbrarme el camino que me ha llevado al estudio del mundo a través de la Astronomía.

Han sido tantos los tropiezos, tan grandes los aprendizajes y tan gratos los éxitos, que he cosechado durante estos años de pregrado. Indudablemente, debo darle las gracias a los profesores Jorge Zuluaga y Pablo Cuartas por fundar el pregrado. También agradezco a los demás docentes que han dado sostén y rigor a la carrera, aprendí mucho de ustedes y disfruté muchísimo las clases, en especial tuve muchos momentos de goce intelectual en *Astrofísica Galáctica y Extragaláctica* donde terminé de enamorarme de las galaxias, y en *Comunicación y Didáctica de la Astronomía*, donde reafirmé mi gusto por la divulgación de la astronomía y fue en este curso donde pude compartir con la profe Lauren quien terminó siendo la asesora de este trabajo de grado. Muchas gracias profe.

Agradezco a mis amigas y amigos que me han acompañado a lo largo de la carrera, en los picos más intensos y en los momentos más tranquilos. Gracias Mónica por siempre saber cuando darme un murrápito sin tener que pedírtelo. Gracias Mate, las conversaciones, el tinto y el apoyo incondicional que me has brindado todos estos años son invaluableles. Gracias Maria del Pilar por ser guía y fuente de fortaleza e inspiración. Gracias Mariana por la compañía, por el aire de Santa Elena, por los consejos, por los golpes de realidad. Gracias Vero, has estado en mi vida más años de los que puedo contar con los dedos de mis manos y mis pies y aprecio muchísimo tu presencia en mi vida, hemos crecido juntas y amo compartir mis logros contigo. Gracias Julián Esteban, eres ese amigo que da calidez y cariño de forma potente e incondicional, que bella la coincidencia que nos cruzó en el instituto de Física y que ahora nos tiene siendo grandes amigos.

Estos son solo algunos de los nombres de tantas personas gentiles, amables, solidarias y, muy talentosas, que han acompañado mi camino hacia este grado (Jorge, Jeni, Adri, Nata, Sebas, Steve, Ubaldo, Mauricio, Sara...).

Gracias a Lucía, Johann, Juliana y mis demás compañeras y compañeros del Parque Explora y el Planetario quienes me han apoyado fuertemente para poder llevar a cabo este proyecto.

Le agradezco a la comunidad de AstroGnomos (niñas, niños, mamás, papás, acudientes y maestras y maestros) por compartir sus ideas tan generosamente durante la prueba. Los aplausos al final de la proyección del piloto me hincharon el corazón y me mostraron que este sí es el camino a seguir transitando.

Gracias papá, por haberme apoyado a tu manera.

Mami, Chili, este grado lo logramos juntas. Gracias por todo. Somos un triángulo, fuerte, sólido y amoroso. No habría llegado hasta aquí sin su paciencia, cuidados, desvelos compartidos, abrazos de madrugada, sin que me ayudaran a llevar las cargas acumuladas en mi mente y hombros. Por último, gracias Juli, tu amor, tu paciencia, tu forma tranquila de asumir la adversidad y la forma en la que siempre estás de mi lado me dan fuerza para continuar construyendo quien soy y hacia dónde voy, esperando que ese avance sea contigo.

Índice

Resumen	12
Abstract	13
1 Introducción	14
1.1 Comunicación de la ciencia	16
1.1.1 Enfoques de comunicación de la ciencia	17
1.2 Visualización astronómica	20
1.2.1 Datos y gráficos	21
1.2.2 Simulaciones	22
1.2.3 Realidad expandida: RA y VR	23
1.2.4 Domo	24
1.3 Planteamiento del problema	32
2 Hilo conductor	37
2.1 Planteamiento de la serie	37
2.2 Sinopsis general	40
2.3 Guiones	40
2.3.1 Episodio 1: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?	41
2.3.1.1 Sinopsis del episodio	41
2.3.1.2 Guion técnico-narrativo	42
2.3.2 Episodio 2: ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar?	46
2.3.2.1 Sinopsis del episodio	46
2.3.2.2 Guion técnico-narrativo	47

2.3.3	Episodio 3: ¿Qué pasaría si la Luna desapareciera?	50
2.3.3.1	Sinopsis del episodio	50
2.3.3.2	Guion técnico-narrativo	50
2.3.4	Episodio 4: ¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de Ricitos de Oro?	52
2.3.4.1	Sinopsis del episodio	52
2.3.4.2	Guion técnico-narrativo	53
2.3.5	Episodio 5: ¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene?	57
2.3.5.1	Sinopsis del episodio	57
2.3.5.2	Guion técnico-narrativo	57
3	Metodología	62
3.1	Objetivo y enfoque	62
3.2	Desarrollo de guiones y estructura narrativa	63
3.2.1	Investigación y conceptualización	63
3.2.2	Estructura narrativa fija	64
3.3	Producción audiovisual	65
3.3.1	Herramientas y recursos	65
3.3.2	Diseño visual para entornos inmersivos	67
3.3.3	Diseño sonoro y recursos musicales	68
3.3.4	Enlace al episodio piloto	69
3.4	Público destinatario: familias	69
3.4.1	Definición y perfil del público familiar	70
3.4.2	Particularidades en el contexto del Planetario de Medellín	70

3.5	Evaluación del impacto	71
3.5.1	Justificación y objetivos de evaluación	71
3.5.2	Definición del grupo focal y adaptación al estudio.	72
3.5.2.1	Muestra y participantes: grupo AstroGnomos	72
3.6	Diseño e instrumento principal: PMM	73
3.6.1	Etapas de la implementación	74
3.6.2	Materiales y formato de hoja	74
3.6.3	Convocatoria y consentimiento	75
3.6.4	Procedimiento y planeación operativa	80
3.7	Criterios del análisis y rúbrica	80
3.7.1	Dimensiones de análisis del PMM	80
3.7.2	Análisis cuantitativo de apoyo	82
3.8	Limitaciones y alcances	84
3.8.1	Limitaciones en la producción y el diseño visual	84
3.8.2	Limitaciones de producción en sonido y música	85
3.8.3	Limitaciones del diseño y de la evaluación (PMM)	85
3.8.4	Alcances	86
3.9	Pertinencia del domo para visualización y comunicación de la astronomía	86
4	Resultados y análisis	88
4.1	Muestra y caracterización de la población	88
4.1.1	Descripción de la muestra	88
4.1.2	Características de la población	88

4.2	Resultados generales	91
4.2.1	Resultados PMM - niñas y niños (8-12)	93
4.2.2	Resultados PMM - personas adultas	94
4.3	Implementación de análisis cuantitativo de apoyo: t-Student y correlación de Pearson	95
4.4	Coherencias y matices entre PMM y discusión grupal	97
4.5	Interpretación respecto a los objetivos	99
5	Conclusiones	100
6	Perspectivas futuras y recomendaciones	102
	Referencias	103
	Anexos	109
	Anexo 1. Registro fotográfico	109
	Anexo 2. Escaleta: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?	118

Lista de tablas

1	Características generales de los planetarios fijos en Colombia	30
2	Formulario de caracterización y participación en la actividad	79
3	Cronograma de la sesión de evaluación	80
4	Parámetros numéricos usados en la prueba	81
5	Categorías definidas para la sesión de evaluación.	83
6	Ejemplos de mapas de significados personales elaborados durante la sesión de evaluación	92
7	Resultados generales agrupados	93
8	Resumen cuantitativo de la t-Student y del parámetro de Pearson para niñas y niños.	96
9	Resumen cuantitativo de la t-Student y del parámetro de Pearson para adultos acompañantes.	97

Lista de figuras

1	El primer proyector planetario del mundo.	24
2	Planetario de proyección universal ZEISS UPP 23/6 al 23/8 lanzado en 1967.	26
3	Distribución de planetarios en el territorio colombiano para el cierre del 2024.	28
4	Mapa de renderizado de imágenes para domo.	35
5	Software de montaje de video.	68
6	Registro fotográfico de la implementación del PMM.	73
7	Diseño de PMM para niñas y niños	75
8	Diseño de PMM para adultos acompañantes	76
9	Pieza de invitación a la evaluación del piloto.	77
10	Descripción de la muestra de participantes	89
11	Distribución por sexo.	90
12	La media por categoría para niñas y niños	94
13	La media por categoría para acompañantes	95

Siglas, acrónimos y abreviaturas

APA	American Psychological Association
AstroMAE	Comunidad de Maestros Amigos de Explora que comparten didácticas y proyectos de astronomía.
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment
ESA	European Space Agency
ESO	European Southern Observatory
IA	Inteligencia Artificial
IAU	International Astronomical Union
IPS	International Planetarium Society
MAE	Maestros Amigos de Explora
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASE	Network for Astronomy School Education
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
PhD	Philosophiae Doctor
PMM	Personal Meaning Mapping
RA	Realidad Aumentada
RAC	Red de Astronomía de Colombia
RV	Realidad Virtual
SOS	Science On a Sphere
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
NASA	National Aeronautics and Space Administration
UdeA	Universidad de Antioquia

Resumen

Este trabajo diseña y guioniza la serie “¿Qué pasaría si...?”, una herramienta de divulgación de astronomía a público familiar en entornos inmersivos como domo, con lo que se realiza la producción audiovisual y la posterior evaluación del impacto del piloto titulado “¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?”, primer episodio de la serie en un grupo de niñas y niños y sus adultos acompañantes, pertenecientes al grupo AstroGnomos (comunidad del Planetario de Medellín); además, incluye la elaboración de los guiones de todos los episodios que constituyen la serie. Para la evaluación se implementó un enfoque mixto con Personal Meaning Mapping (PMM) para medir cambios pre-post en extensión, amplitud y profundidad del significado personal, complementado con t de Student apareada y correlación de Pearson para medir el impacto generado en el público. Los resultados muestran incrementos en extensión y amplitud en las niñas y niños y en personas adultas, con avances iniciales en profundidad (más marcados en adultos), coherentes con la discusión grupal sobre conceptos que se tratan en el piloto como la *conservación de masa/estabilidad orbital*, la *pérdida de luz/energía* y sus *implicaciones para la habitabilidad en la Tierra*. Por restricciones técnicas, la evaluación del piloto se realizó en el domo del Planetario de Medellín, pero con la proyección en formato plano con una relación de aspecto de 16:9 y resolución de 4K, no fulldome. En esta fase se priorizaron la coherencia visual y el enfoque conceptual planteado en el guion por encima de la sensación inmersiva propia de una proyección en domo. En conjunto, se notó que la serie se comporta como un amplificador de conceptos de astronomía y curiosidad en el público familiar. Al final, se traza una ruta de mejora: la implementación de masterización fulldome y diseño sonoro multicanal de los guiones de toda la serie para completar la obra audiovisual como fue concebida; además de realizar futuras evaluaciones con muestras mayores de público familiar y estudiar la complementación de andamiajes discursivos más sólidos.

Palabras clave: fulldome; planetario; guionización; divulgación de la astronomía; público familiar; Personal Meaning Mapping (PMM); evaluación pre-post; narrativa inmersiva

Abstract

This work designs and scripts the series “What if...?”, a science communication tool aimed at family audiences in immersive environments such as domes. It includes the audiovisual production and subsequent evaluation of the pilot episode titled “What if the Sun turned into a black hole?”, which was presented to a group of children and their accompanying adults from AstroGnomos, a community of the Planetarium of Medellin. In addition, the complete set of episode scripts for the series was developed. For the evaluation, a mixed-methods approach was implemented using Personal Meaning Mapping (PMM) to measure pre- and post-experience changes in extension, breadth, and depth of personal meaning. This was complemented by paired Student’s t-tests and Pearson correlations to assess the impact on the audience. Results show increases in extension and breadth among children and adults, as well as initial progress in depth (more noticeable among adults). These outcomes are consistent with the group discussion around concepts addressed in the pilot, such as mass *conservation/orbital stability*, *loss of light/energy*, and *implications for Earth’s habitability*. Due to technical constraints, the pilot evaluation was conducted in the Planetarium of Medellin’s dome but projected in a flat format (16:9 aspect ratio, 4K resolution) rather than fulldome. In this phase, visual coherence and the conceptual focus of the script were prioritized over the immersive sensation inherent to dome projection. Overall, the series functions as an amplifier of astronomical concepts and curiosity in family audiences. Finally, a path for improvement is outlined: fulldome mastering and multichannel sound design for all scripts to complete the audiovisual work as originally conceived, along with future evaluations with larger family audiences and the incorporation of more robust discursive scaffolding.

Keywords: fulldome; planetarium; science scripting; astronomy outreach; family audiences; Personal Meaning Mapping (PMM); pre-post evaluation; immersive narrative

1 Introducción

Desde hace años, he encontrado en la divulgación de la astronomía una forma de acercar la ciencia a las personas, especialmente a las familias, que llegan a un planetario con la ilusión de mirar el cielo juntas y comprender los fenómenos que atraviesan su cotidianidad. En cada conversación, en cada actividad, en cada evento, he comprobado que una idea abstracta se vuelve clara cuando se acompaña de imágenes, relatos y un lenguaje accesible, lo que permite que la curiosidad florezca y deje de ser un gesto pasivo. Según la [Federación Mundial de Periodistas Científicos and Red de Ciencia y Desarrollo \(2011\)](#), este conjunto de acciones se denomina “ejercer curiosidad”, lo que conlleva la producción de conocimiento y favorece la emergencia de nuevas preguntas.

Esta convicción ha guiado mi interés por la creación audiovisual como herramienta para comunicar el conocimiento astronómico de manera clara y pertinente a todos los públicos con los que tengo contacto. En la práctica, en el Planetario de Medellín he podido apreciar a diario cómo la astronomía cobra sentido ante la mirada atónita de las y los visitantes que, al observar un fenómeno en un escenario como el domo, logran relacionarlo con su vida cotidiana. He visto cómo un niño reconoce en el domo el mismo planeta que dibujó en clase, cómo una madre formula una pregunta que nunca se había atrevido a hacer, o cómo una familia sale comentando lo que acaba de descubrir después de un show inmersivo. Esos momentos son recordatorios de que la divulgación no es solo transmitir datos, sino generar experiencias que despierten la curiosidad y el asombro compartido.

Con frecuencia, el primer enganche con la astronomía son las fotografías y visualizaciones que condensan conceptos en composiciones de color, formas y encuadres ([Rector et al., 2017](#)) generando un atractivo estético que cautiva y abre una puerta para empezar a entender el universo, lo que da un peso importante a la creación audiovisual como herramienta para acercar al público familiar a la astronomía ([Plummer et al., 2014](#); [Yu, 2005](#)). Un ejemplo de esto son las producciones de instituciones científicas y culturales, como los grandes museos de ciencia y observatorios, las cuales han generado un impacto positivo en sus comunidades al integrar narrativas visuales cautivadoras con contenidos rigurosos. Estas entidades han utilizado herramientas que han evolucionado con el tiempo: desde las transparencias y diapositivas empleadas en las primeras proyecciones de planetario, pasando por la fotografía astronómica y las animaciones clásicas, hasta llegar a las simulaciones por computadora y los videos inmersivos de la era digital ([ZEISS Group, 2023](#)). Este recorrido por distintas técnicas de creación audiovisual demuestra cómo cada nuevo avance tecnológico ha sido aprovechado para despertar el interés por el universo en el público de forma cada vez más vívida y comprensible ([Lantz, 2011](#)).

En el estudio de [Yu et al. \(2016\)](#), los autores encontraron que estudiantes universitarios que asistieron a una clase sobre el sistema solar en un domo digital inmersivo (fulldome) mostraron una retención significativamente mayor de los conceptos, en comparación con aquellos que recibieron la misma clase en un aula tradicional con pantalla plana. Esto sugiere que elementos propios del formato inmersivo, como la gran pantalla envolvente y el amplio campo de visión sobre la superficie interna de un domo o cúpula, capturan más la atención y facilitan la comprensión al presentar los fenómenos “como si uno estuviera ahí” ([Yu et al., 2016](#)).

Vemos que en un contexto donde los medios digitales son dominantes, es crucial explorar formatos que combinen la precisión científica con el entretenimiento, facilitando la comprensión de fenómenos astronómicos a personas de todas las edades. Esto se evidencia en los 40 años de trabajo del Planetario de Medellín, el cual ha innovado con shows en vivo y proyecciones 360° para públicos escolares y familiares; o en el caso del Planetario de Bogotá que, desde su apertura en 1969, ha ofrecido un espacio de encuentro para miles de ciudadanos en torno a la astronomía y otros eventos culturales. La experiencia muestra que cuando la ciencia se comunica de forma interactiva y narrativa, el público no solo entiende mejor, sino que siente la astronomía como algo cercano al haber tenido una inmersión emocionante que despierta nuevos intereses y refuerza los existentes. En esa misma línea, [Yu \(2005\)](#) resalta cómo los entornos inmersivos permiten que los visitantes construyan significados desde sus propias experiencias, integrando emoción, narrativa y ciencia. En su análisis, Yu explica que la experiencia multisensorial y narrativa dentro de estos escenarios con sistemas digitales fulldome pueden tender puentes sobre las brechas de comprensión de conceptos al situar al público dentro de un contexto espacial envolvente, donde las imágenes panorámicas y los efectos visuales provocan reacciones emocionales que refuerzan el recuerdo de la información. Así pues, la curiosidad y el asombro pasan a ser parte activa del proceso de comprender ([Yu, 2005](#)). Del mismo modo, [Sumners et al. \(2008\)](#) muestran que las visualizaciones astronómicas bien diseñadas no solo favorecen la comprensión de conceptos (por ejemplo, las fases de la Luna o la escala del sistema solar), sino que también estimulan un interés sostenido en el tema al involucrar al espectador en una experiencia dinámica.

En el contexto colombiano, los planetarios se proyectan como escenarios idóneos para la divulgación de la astronomía y la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación (ASCTI) ([Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación \(MinCiencias\), 2025](#)), si se aprovechan adecuadamente los medios audiovisuales y se vinculan con narrativas cercanas a los públicos. En la publicación *Planetarios en Colombia: Un país cautivado por el cielo y sus maravillas* ([Red de Astronomía de Colombia \(RAC\), 2024](#)) se menciona el caso de la ciudad de Ibagué, en el departamento de Tolima, sobre el proyecto “APROCIENCIA”, en el que:

[...] se buscó fortalecer la apropiación social del conocimiento en la ciencia, tecnología e innovación en nuestros niños, niñas y jóvenes de nuestro departamento del Tolima, a través de estrategias que comprendieron 308 aulas interactivas entregadas en instituciones educativas del departamento del Tolima, 16 maletas didácticas viajeras y finalmente el Parque Interactivo Innovamente, donde encontramos el planetario. Los visitantes pueden disfrutar de una experiencia enriquecedora en diferentes temáticas, que son presentadas en diferentes etapas del año, a los visitantes del parque. (Red de Astronomía de Colombia (RAC), 2024, pp. 47–48).

Todo lo anterior constituye evidencia del papel de las experiencias audiovisuales inmersivas para domos como herramientas para la divulgación de la astronomía ante diferentes públicos. (Yu et al., 2016; Sumners et al., 2008; Türk and Kalkan, 2015). No obstante, es preciso apuntar que para lograr todo su potencial se necesita diseñar contenidos que conecten con las vivencias y preguntas de las audiencias y que, además de mostrar datos científicos, cuenten historias cercanas que inviten a la reflexión (Yu, 2023). En la propuesta de este trabajo de grado convergen la visualización astronómica, la narrativa accesible y la participación activa con el propósito de aprovechar las herramientas audiovisuales inmersivas y responder interrogantes astronómicos que las familias pueden plantearse.

1.1 Comunicación de la ciencia

Desde los comienzos del quehacer científico, el cielo ha despertado preguntas profundas en quienes lo observan y estudian, preguntas sobre nuestro origen, sobre los fenómenos que ocurren en el firmamento y sobre el futuro de nuestro planeta. La astronomía, al ocuparse del estudio de los cuerpos celestes y del universo en su conjunto, no solo amplía nuestra comprensión del cosmos, sino que también transforma la forma en la que nos relacionamos con el mundo que habitamos, dando respuesta a interrogantes primordiales de la humanidad. Divulgar este conocimiento de forma accesible y significativa se ha convertido en un reto fundamental, especialmente en un mundo atravesado por flujos constantes de información y formatos de comunicación en evolución.

Numerosas científicas, científicos y personas dedicadas a la divulgación de la ciencia han comprendido la importancia de compartir los descubrimientos astronómicos con el público general. Un ejemplo temprano es Galileo Galilei, quien en 1610 publicó *Sidereus Nuncius* para dar a conocer sus observaciones telescópicas del firmamento, combinando un lenguaje cercano con grabados detallados que cautivaron al público, incluso hoy, e ilustraron maravi-

llas de la naturaleza nunca antes vistas (Galilei, 1610). Siglos después, en plena era industrial, surgieron publicaciones como la revista *Popular Science* (fundada en 1872), que se convirtieron en referentes al presentar los avances científicos, incluidos los astronómicos, con un estilo ameno, comprensible y confiable (Lewenstein, 2022) para audiencias no especializadas. Estos hitos históricos ilustran la vocación permanente del quehacer científico por comunicarse con los públicos: desde los tratados pioneros hasta las revistas y los programas de divulgación, el propósito ha sido acercar la ciencia a las personas. Con el tiempo, los medios y formatos para lograrlo se han diversificado enormemente, abarcando libros, periódicos y revistas, así como radio, televisión, internet y experiencias inmersivas. Esta evolución ha dado lugar a distintos enfoques y estrategias dentro de la comunicación científica.

1.1.1 *Enfoques de comunicación de la ciencia*

La comunicación de la ciencia comprende un amplio abanico de modalidades que varían según sus propósitos, públicos y estrategias de mediación (Lewenstein, 2003). Tradicionalmente, se han diferenciado tres grandes enfoques: divulgación científica, educación en ciencias y periodismo científico.

Divulgación científica. Busca acercar los conocimientos producidos por la investigación a públicos no especializados, usando lenguajes accesibles y estrategias que despierten curiosidad y emoción (Plummer et al., 2014). Se caracteriza por adaptar el contenido científico al marco cultural y emocional de sus audiencias, combinando rigor con creatividad narrativa. Formatos como documentales, charlas abiertas, exposiciones interactivas y, más recientemente, productos audiovisuales inmersivos en planetarios, museos y centros de ciencia, representan modalidades efectivas de divulgación (Yu, 2005). Dentro de este contexto, el uso de tecnologías de proyección inmersiva, como los domos de los planetarios, surgidos hace ya cerca de 100 años, ofrece una oportunidad única para explorar el cosmos de una manera envolvente y contundente (ZEISS Group, 2023).

La divulgación científica, sin embargo, también enfrenta desafíos. Entre sus ventajas está la capacidad de inspirar e informar a amplias audiencias, traduciendo conceptos complejos a historias comprensibles según sea el modelo de acercamiento al público que se esté implementando (Lewenstein, 2003). Pero sus limitaciones incluyen el riesgo de caer en la simplificación excesiva o el sensacionalismo, así como la dificultad para evaluar el impacto real en el conocimiento del público (Trench, 2008). Pese a ello, existen iniciativas exitosas que evidencian el poder de este tipo de comunicación: por ejemplo, la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, que combina un museo

interactivo, un cine IMAX/planetario (L'Hemisfèric) y un acuario, ha logrado atraer a millones de visitantes ofreciendo experiencias educativas inmersivas junto con entretenimiento. Sus espectáculos astronómicos y exposiciones han incrementado el interés del público por el cosmos, mostrando cómo la arquitectura futurista y la ciencia pueden fusionarse para divulgar conocimiento. En el ámbito local, el Planetario de Medellín se destaca por sus programas familiares, como el show en vivo *El Cielo Esta Noche*, y por sus producciones audiovisuales propias; integrando historias cercanas a la comunidad con fenómenos astronómicos, han logrado conectar emocionalmente con la audiencia y fomentar la curiosidad científica en niños y adultos por igual ([Planetario de Medellín, 2025](#)). Estos casos demuestran que, con creatividad e inversión, la divulgación científica puede superar obstáculos y lograr una comunicación astronómica efectiva, inspirando a nuevas generaciones de entusiastas de la ciencia.

Educación en ciencias. Por su parte, suele situarse en entornos más estructurados como escuelas, colegios, universidades o programas de formación continua. Su objetivo principal es el aprendizaje sistemático de conceptos, métodos y actitudes científicas. Sin embargo, como plantea [Slater \(2015\)](#), la línea entre educación y divulgación es cada vez más difusa, especialmente en espacios informales como los modernos planetarios digitales, donde la experiencia estética y la adquisición de conocimientos pueden coexistir. De hecho, muchos educadores están incorporando estrategias propias de la divulgación en sus aulas. Por ejemplo, algunos docentes innovadores utilizan simuladores de cielo y aplicaciones de realidad aumentada para enseñar astronomía en clase, creando experiencias semejantes a las de un planetario pero adaptadas al currículo escolar.

Un caso notable es el de NASE ([International Astronomical Union \(IAU\) - Network for Astronomy School Education \(NASE\), 2025](#)), que trabaja con docentes de todo el mundo, incluyendo Colombia, en la implementación de metodologías prácticas y recursos astronómicos para el aula, desde la observación con instrumentos simples hasta la interpretación de fenómenos celestes. Asimismo, la experiencia de AstroMAE, una de las filiales de MAE-Maestros Amigos de Explora ([Planetario de Medellín, 2025](#)), muestra cómo los planetarios pueden convertirse en espacios de encuentro y actualización docente. Esta comunidad está constituida por maestros de distintas áreas que acuden regularmente al Parque Explora y al Planetario de Medellín para conversar sobre estrategias de enseñanza de la astronomía, participar en talleres prácticos y llevar nuevos enfoques a sus clases, enriqueciendo así la educación formal con elementos propios de la mediación y la divulgación científica.

Periodismo científico. Cumple un rol diferente: busca informar de manera oportuna sobre descubrimientos, debates y avances científicos relevantes para la sociedad. Se rige por

criterios periodísticos como la actualidad, la verificación de hechos y el interés público, aunque enfrenta el desafío constante de traducir la complejidad técnica en narrativas breves y comprensibles (Lewenstein, 2003). En muchos casos, el periodismo científico actúa como puente entre la comunidad académica y el público general, contribuyendo a formar una ciudadanía científicamente informada. En Colombia, por ejemplo, destacan periodistas como Ángela Posada-Swafford y Pablo Correa. Posada-Swafford ha logrado llevar temas de astrofísica (Posada-Swafford, 2018), exploración espacial y ciencias naturales a un amplio público hispanohablante a través de crónicas, podcasts y libros que combinan rigor con un estilo cercano, aprovechando su experiencia como corresponsal científica en medios internacionales (léase el artículo *A scientific mission to save the sharks* publicado en 2024). Pablo Correa, por su parte, desde su posición como editor de ciencia del diario El Espectador (Espectador, 2025), ha publicado reportajes e historias que conectan la investigación científica con contextos sociales y culturales, haciendo accesibles asuntos complejos como la astronomía exoplanetaria o el cambio climático para el lector común. Gracias a sus trabajos y a los de otros periodistas especializados, la ciencia ha ganado visibilidad en la prensa nacional, generando debate público y despertando vocaciones en jóvenes lectores.

No obstante, el periodismo científico enfrenta retos importantes. Uno de ellos es mantener el equilibrio entre precisión y divulgación atractiva: simplificar sin distorsionar. Otro reto es la escasez de espacios dedicados en los grandes medios, lo que a veces obliga a competir con noticias de farándula o política por la atención de las audiencias. También está la presión del ciclo noticioso acelerado, que choca con los tiempos más lentos de la ciencia, por ejemplo, explicar un hallazgo astronómico complejo en pocas horas puede ser difícil sin incurrir en errores o exageraciones como hemos visto en repetidas ocasiones en la prensa (como cuando se confunde el término astrología por astronomía o el titular de prensa que anunciaba que “La Luna estuvo 357.497 kilómetros más cerca para referirse al fenómeno de la Superluna de diciembre de 2017”). Pese a estos desafíos, el periodismo de ciencia sigue siendo fundamental para una sociedad informada escrutando y analizando críticamente tanto los anuncios científicos (dando contexto y matices) como las políticas relacionadas con la ciencia, además de inspirar a la población con los grandes descubrimientos. Fortalecer este campo implica, entre otras cosas, capacitar a más periodistas en temas científicos y promover colaboraciones más cercanas entre científicos y comunicadores.

Ahora bien, reconocer la diversidad de contextos formales e informales en que tiene lugar la comunicación astronómica nos lleva a reflexionar sobre estrategias integrales. La enseñanza y divulgación de la astronomía requieren enfoques que favorezcan el pensamien-

to espacial, el razonamiento a partir de modelos y la interpretación de fenómenos dinámicos (Bailey and Slater, 2005). En esta tarea, los planetarios, clubes de astronomía, talleres prácticos y cursos de producción audiovisual se convierten en espacios privilegiados para promover aprendizajes significativos que trasciendan la memorización de datos. Además, la inclusión de simulaciones, experiencias interactivas y narrativas accesibles puede fomentar la participación activa del público y su conexión emocional con los contenidos (Red de Astronomía de Colombia (RAC), 2024).

En la actualidad, todos estos formatos (divulgación, educación, periodismo) han adoptado estrategias visuales y experienciales que combinan texto, imagen, sonido y simulación digital para crear entornos de comunicación más efectivos. Así pues, vemos como la creación audiovisual inmersiva en planetarios es un claro ejemplo de esta convergencia, donde divulgación, educación y periodismo pueden entrelazarse para construir experiencias que no solo transmiten información, sino que también generan asombro, reflexión y un sentido de pertenencia frente al conocimiento astronómico. Los distintos enfoques de comunicación de la ciencia no son compartimentos aislados, sino piezas complementarias de un ecosistema común para acercar la ciencia a la sociedad. Cada uno aporta perspectivas únicas, pero todos comparten el objetivo de conectar el conocimiento con las personas. La astronomía, en particular, se ha beneficiado de la convergencia de estos enfoques en escenarios innovadores. A continuación, se explorará cómo ha evolucionado la visualización astronómica como herramienta central en dichos esfuerzos de comunicación, permitiendo que el público literalmente “vea” y experimente el universo de nuevas maneras.

1.2 Visualización astronómica

La visualización astronómica ha evolucionado significativamente con la mejora de las tecnologías de procesamiento de imágenes y gráficos, permitiendo que los astrónomos representen fenómenos complejos de manera comprensible y accesible. Tradicionalmente, los científicos dependían de representaciones bidimensionales de los datos como gráficas (Tufte, 2001), fotografías y mapas estelares en papel (Hoskin, 1997); pero con el avance de la computación se han generado visualizaciones tridimensionales e interactivas que posibilitan experimentar de forma más intuitiva fenómenos que, de otra forma, serían imposibles de observar directamente. La creación de modelos 3D de galaxias, por ejemplo, ha mejorado la comprensión de su estructura y evolución, al permitirnos navegar por ellas virtualmente. Según Naiman et al. (2017), herramientas provenientes de la industria de los gráficos por computadora, como Houdini o Blender, se han vuelto fundamentales en la creación de visualizaciones de simulaciones astrofísicas complejas, permitiendo representar con gran precisión

la dinámica de procesos como la formación estelar o la interacción de materia oscura en el universo.

En este trabajo de grado aprovecharemos precisamente estas capacidades modernas de visualización para la comunicación astronómica. Utilizando datos científicos reales y simulaciones hipotéticas, se desarrollarán contenidos audiovisuales inmersivos en formato domo que traduzcan conceptos astronómicos complejos a imágenes y narrativas comprensibles para el público familiar, combinando storytelling, arte digital y rigor científico (Hurt et al., 2019). De esta forma, buscamos contribuir a cerrar la brecha entre la investigación astronómica de frontera y la experiencia cotidiana del espectador, literalmente acercando los fenómenos del cosmos a sus ojos y oídos en una experiencia memorable.

1.2.1 Datos y gráficos

Las primeras formas de visualizar la información astronómica se apoyaron en datos observacionales representados mediante gráficos, diagramas y fotografías. Desde clásicos diagramas como el de Hertzsprung-Russell (que organiza las estrellas según su luminosidad y temperatura) hasta el mapa de la distribución de cúmulos estelares dibujado por los hermanos Herschell, la astronomía ha utilizado durante siglos imágenes 2D para analizar y comunicar sus hallazgos. Un hito en la visualización de datos fue la fotografía astronómica en el siglo XIX, que permitió captar detalles de la Luna, el Sol y los planetas que a simple vista eran difíciles de apreciar. Ya en el siglo XX, la popularización de fotografías de galaxias y nebulosas, obtenidas con grandes telescopios, no sólo impulsó la investigación científica sino que también deslumbró al público general, revelando la belleza del universo. En nuestros días, los avances tecnológicos permiten obtener imágenes digitales de altísima resolución en múltiples longitudes de onda (radio, infrarrojo, visible, rayos X, etc.), y representarlas en falsos colores o combinaciones que resaltan diferentes aspectos físicos. Estas imágenes (como las difundidas por el Telescopio Espacial Hubble o, más recientemente, por el James Webb y el Vera Rubin) se han convertido en potentes herramientas narrativas en divulgación: cada fotografía de un campo profundo con miles de galaxias o de un pilar de gas interestelar sirve de punto de partida para explicar procesos cosmológicos complejos al público, a la vez que genera asombro y admiración (Rector et al., 2017). Un ejemplo destacado de tecnología para la visualización científica de datos es Science On a Sphere (SOS), desarrollado por la **National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)** (2025). Este sistema utiliza una esfera de gran formato sobre la que se proyectan imágenes y animaciones generadas a partir de datos científicos reales, permitiendo mostrar de manera dinámica fenómenos como el clima terrestre, corrientes oceánicas, actividad solar, órbitas planetarias y eventos astronómicos. Aunque no es una

experiencia de realidad virtual o aumentada, SOS ofrece un entorno inmersivo y tridimensional que facilita la comprensión de patrones globales y su relación con procesos astronómicos y geofísicos. Su uso en museos de ciencia y planetarios ha demostrado ser una herramienta poderosa para la educación y divulgación, ya que fomenta la interacción, la exploración autónoma y el aprendizaje basado en datos ([National Oceanic and Atmospheric Administration \(NOAA\), 2025](#)). Así, los datos astronómicos convertidos en gráficos e imágenes actúan como puentes visuales entre los números fríos de los catálogos estelares y la comprensión humana, facilitando que tanto expertos como aficionados exploren y entiendan la información que el universo nos proporciona.

1.2.2 Simulaciones

La visualización de simulaciones por computadora es otro pilar de la astronomía moderna. Muchos fenómenos astronómicos (colisiones galácticas, evolución estelar, dinámica del clima espacial, entre otros) ocurren en escalas de tiempo y espacio que no podemos recrear ni observar directamente. Para estudiarlos, los científicos construyen modelos matemáticos y simulaciones numéricas, y luego emplean técnicas de visualización para ver los resultados de esos cálculos. Estas visualizaciones dinámicas ayudan a comunicar procesos complejos de forma intuitiva. Por ejemplo, mediante simulaciones de N cuerpos (que calculan las trayectorias de millones de partículas bajo la gravedad), se han generado animaciones que muestran la formación de estructuras a gran escala del universo a lo largo de miles de millones de años, comprimidos en segundos de video, como ilustra una de las simulaciones del proyecto Illustris ([Illustris Collaboration, 2013](#)), [disponible en línea](#). Del mismo modo, modelos de supercomputadora sobre la evolución de supernovas o agujeros negros se traducen en secuencias visuales que permiten al público presenciar explosiones estelares o la deformación del espacio-tiempo, fenómenos que de otra forma serían abstractos. Gracias a software especializado en visualización científica, hoy es posible integrar datos reales en estas simulaciones: por ejemplo, incorporar catálogos de estrellas observadas en una recreación 3D de la Vía Láctea, logrando una mezcla de realidad y modelo teórico que enriquece tanto la investigación como la divulgación ([Naiman et al., 2017](#)). De aquí que las visualizaciones de simulaciones sean consideradas como un puente entre el lenguaje matemático de la ciencia y la comprensión visual del público; convirtiendo ecuaciones y datos en historias animadas que nuestros sentidos pueden seguir para facilitar la construcción de conocimiento.

1.2.3 Realidad expandida: RA y VR

Tecnologías emergentes como la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV) están cambiando la forma en que las personas interactúan con conceptos astronómicos. A través de estas herramientas, los usuarios pueden experimentar de manera directa y envolvente diversos fenómenos cósmicos: desde recorrer el Sistema Solar a escala caminando por una plaza (con RA superponiendo planetas digitales en el entorno real), hasta sumergirse en un entorno virtual que simula la superficie de Marte o el interior de una nebulosa. Estas experiencias inmersivas no solo hacen que la ciencia resulte más atractiva, sino que también permiten visualizar conceptos complejos en tres dimensiones, lo que facilita su comprensión. Según Yu (2005), la RA y la RV tienen el potencial de transformar la enseñanza y la divulgación de la astronomía al proporcionar experiencias interactivas que conectan a los usuarios con los fenómenos cósmicos de manera directa y personal. Por ejemplo, aplicaciones de RA en teléfonos inteligentes permiten apuntar al cielo nocturno y ver etiquetas e información sobre las estrellas y constelaciones en tiempo real (*Stellarium*, *Star Walk*, *Sky Tonight*, entre otros), convirtiendo una simple observación a ojo desnudo en una lección interactiva de astronomía. La RV, por su parte, hace posible asistir a un “viaje” por el universo: varios planetarios y museos de ciencia han desarrollado simulaciones de RV donde el usuario, con un visor, puede orbitar la Tierra junto a satélites artificiales, atravesar los anillos de Saturno o contemplar la Vía Láctea desde afuera.

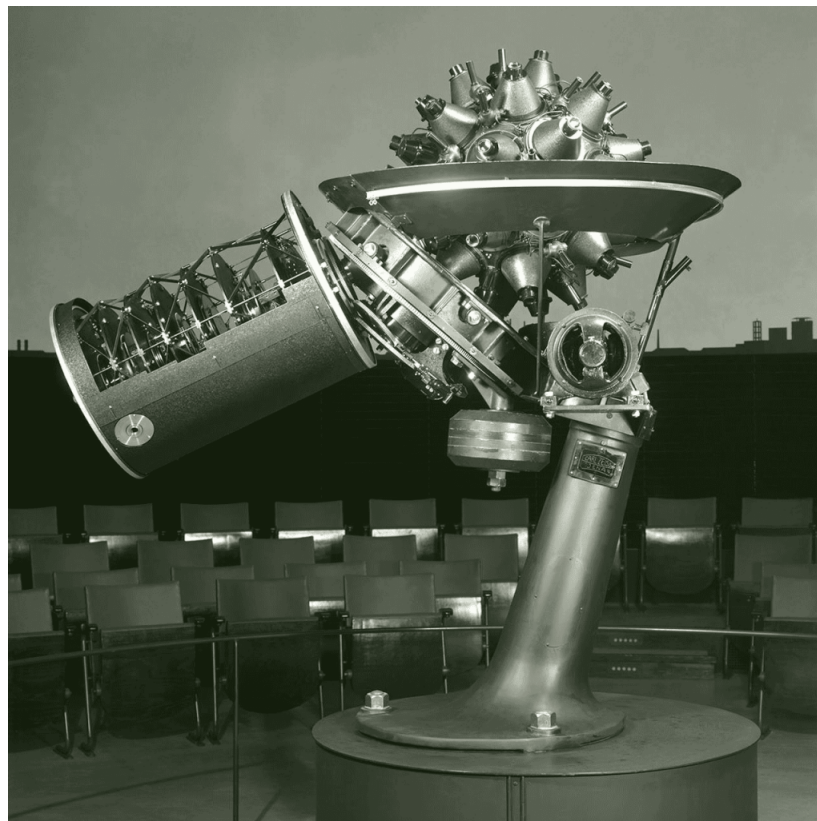
Se espera que con estas innovaciones, el usuario mejore su comprensión e interés por la ciencia, ya que convierten al aprendizaje en un proceso activo en lugar de pasivo. El estímulo viene de explorar y descubrir por sí mismo en RA/RV, transformando el papel del usuario de receptor pasivo de información a participante inmerso en la experiencia. De todas formas, para nadie es un secreto que estas estrategias presentan barreras para la implementación y uso amplio, especialmente en contextos educativos con recursos limitados. La creación de experiencias de alta calidad en RA/RV requiere un considerable esfuerzo en desarrollo técnico y diseño, además de la disponibilidad de infraestructura tecnológica (dispositivos, computadoras potentes, conectividad). No todas las escuelas o centros culturales disponen de visores de RV o tabletas para RA, lo que podría ampliar brechas si no se maneja con políticas de acceso adecuado. También existe el reto de diseñar contenidos realmente pedagógicos y no solo deslumbrantes: la tecnología por sí sola no garantiza aprendizaje si no está acompañada de un buen guion científico-didáctico. Superar estas barreras implica, en los próximos años, abaratar costos, formar a educadores en el uso de estas herramientas y desarrollar contenidos de código abierto que puedan ser adoptados ampliamente.

1.2.4 Domo

Un hito fundamental en la historia de los domos planetarios ocurrió en 1923 con la presentación del primer planetario de proyección en el Deutsches Museum de Múnich, Alemania ([ZEISS Group, 2023](#)). Este dispositivo, desarrollado por la empresa Carl Zeiss Jena, respondió a la visión de recrear el movimiento del cielo estrellado en un espacio cerrado. El resultado fue una innovadora máquina (Figura 1) capaz de proyectar una imagen precisa del firmamento sobre una cúpula interior de 8 metros de diámetro, utilizando una esfera central con decenas de lentes para simular el movimiento aparente de más de 4.000 estrellas. Esta innovación no sólo reemplazó a los antiguos planetarios mecánicos que dependían de engranajes, esferas armilares y modelos estáticos, sino que marcó el nacimiento del planetario moderno tal como lo conocemos: un espacio inmersivo donde el cielo se despliega con precisión, dinamismo y belleza ante los ojos del público.

Figura 1

El primer proyector planetario del mundo.



Zeiss Planetarium (Modelo I) en el Museo Alemán de Munich (1925). [Sitio web: ZEISS Planetariums.](#) [ZEISS Group \(2023\)](#).

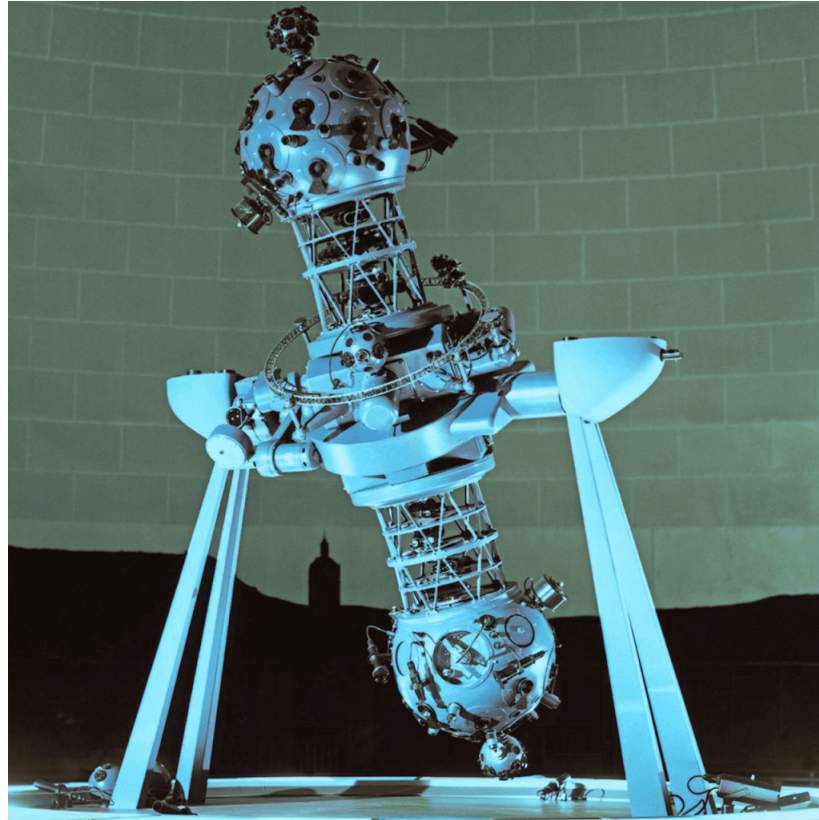
El planetario Zeiss de Múnich inició sus presentaciones al público el 7 de mayo de 1925, y pronto capturó la imaginación de científicos, docentes y espectadores por igual. Su éxito llevó a la creación de nuevas instalaciones en otras ciudades alemanas, como Jena y Düsseldorf, y posteriormente en otros países de Europa. En 1930 se inauguró el Adler Planetarium en Chicago, convirtiéndose en el primer planetario del continente americano ([Adler Planetarium, 2025](#)). Para 1970, ya operaban más de 700 planetarios alrededor del mundo ([Lantz, 2011](#)). La fundación de estos museos planetarios consolidó un modelo de divulgación científica que combinaba rigor astronómico con una experiencia estética y pedagógica sin precedentes. La demanda del público por estas experiencias impulsó avances rápidos en la tecnología optomecánica, con el desarrollo de proyectores más complejos como el Zeiss Mark II en los años 30 y sucesivos modelos hasta el Zeiss Mark IX en décadas posteriores, que incorporaban mejoras ópticas, un mayor número de estrellas proyectadas, e incluían planetas, galaxias y otros objetos celestes. Estas mejoras expandieron las posibilidades narrativas y educativas de los espectáculos, dando lugar a la exploración de temáticas cada vez más diversas: desde viajes interplanetarios y vistas desde otros mundos, hasta la historia del universo y las fronteras de la cosmología contemporánea. Con ello, el planetario se consolidó no solo como herramienta educativa, sino también como un espacio cultural y simbólico en el que convergen ciencia, arte y experiencia sensorial.

Este fenómeno, además de darse en Europa y Estados Unidos, rápidamente alcanzó a otras regiones. De acuerdo con la [Worldwide Planetariums Database \(2025\)](#), en América Latina el primer planetario abrió el 11 de febrero de 1955 en Montevideo, Uruguay, convirtiéndose también en el primero del hemisferio sur. A este le siguieron, en enero de 1957, el Planetario de Ibirapuera en São Paulo, Brasil; luego, el 23 de abril de 1960, el Planetario del Morro Solar en Lima, Perú; el Planetario Humboldt en Caracas, Venezuela, en julio de 1961; y en Ciudad de México, el Planetario Luis Enrique Erro en enero de 1967. En Buenos Aires, Argentina, el Planetario Galileo Galilei realizó su primera función en diciembre de 1966 y abrió oficialmente al público el 5 de abril de 1968. Finalmente, el Planetario de Bogotá ([Figura 2](#)), en Colombia, abrió sus puertas el 22 de diciembre de 1969 ([Red de Astronomía de Colombia \(RAC\), 2024](#)). Todos estos hitos marcaron el inicio de una sólida tradición de planetarios en la región, ofreciendo a los públicos latinoamericanos nuevas formas de acercarse de manera directa y didáctica a los fenómenos astronómicos.

Si bien la historia de los planetarios en América Latina es amplia y diversa, centraremos la atención brevemente en el caso colombiano. A lo largo del territorio de Colombia es posible encontrar múltiples museos y domos que han potenciado e inspirado el gusto por la astronomía. Estos espacios tienen diferentes naturalezas: algunos surgieron en escuelas militares para entrenamiento en navegación celeste, otros como museos de ciencia para la

Figura 2

Planetario de proyección universal ZEISS UPP 23/6 al 23/8 lanzado en 1967.



"La hormiga". Este ejemplar en el planetario de Jena es el mismo que fue instalado en el domo del Planetario de Bogotá. [Sitio web: ZEISS Planetariums](#). [ZEISS Group \(2023\)](#).

educación pública, e incluso los hay portátiles para divulgación itinerante. El primer planetario del país se inauguró en 1967 en la Escuela Militar de Aviación de Cali, inicialmente orientado al entrenamiento de los pilotos de la Fuerza Aérea en orientación y navegación nocturna. Si bien este planetario militar ocasionalmente abría sus puertas a instituciones educativas locales, no fue sino hasta 1969 que se inauguró el primer planetario concebido plenamente para la ciudadanía general, el Planetario de Bogotá. Este último cuenta con el domo más grande del país y de Latinoamérica (23 metros de diámetro), lo que desde entonces le ha permitido albergar proyecciones de gran formato para audiencias numerosas ([Red de Astronomía de Colombia \(RAC\), 2024](#)). En la Figura 3 se aprecia la distribución actual de planetarios en Colombia. Estos abarcan desde escenarios urbanos consolidados, como el Planetario de Medellín Jesús Emilio Ramírez González, inaugurado en 1984 y equipado hoy con un domo digital de 15 m, hasta iniciativas en zonas rurales como el Planetario Municipal de Quinchía, Risaralda (inaugurado en 2017). Cada uno de ellos contribuye a la apropiación

del conocimiento astronómico en distintos contextos, adaptándose a sus comunidades.

En la década de 1980, la revolución digital llegó a los domos planetarios, abriendo un nuevo capítulo en su historia. La compañía Sky-Skan desarrolló el primer sistema de control multimedia digital para domos, marcando un punto de inflexión en la forma de presentar contenido astronómico. Este sistema permitió la integración de imágenes generadas por ordenador, videos de alta resolución, efectos especiales y narraciones multimediales sincronizadas, creando una experiencia mucho más dinámica y envolvente para el público que la que ofrecían los antiguos proyectores de estrellas mecánicos. Con los sistemas digitales, los espectáculos de planetario dejaron de estar limitados al cielo nocturno estático y pasaron a convertirse en verdaderas “películas inmersivas” que podían transportar a la audiencia no solo a través del cielo terrestre, sino a cualquier rincón del universo. Este salto tecnológico de los años 80 supuso también un reto para muchas instituciones, que tuvieron que actualizar sus equipos y capacitar personal, pero a la vez democratizó la producción de contenidos: ya no se dependía exclusivamente de las grandes empresas ópticas, sino que cualquier planetario con un computador potente podía, en teoría, crear sus propias visualizaciones. Así comenzó la era de los planetarios digitales, que poco a poco fue desplazando (o hibridando) a la tecnología optomecánica tradicional.

En la actualidad, los domos planetarios se encuentran a la vanguardia de la tecnología de comunicación científica, transformándose en centros de educación y entretenimiento de última generación. Los sistemas de proyección digital fulldome alcanzan resoluciones altísimas (4K, 8K e incluso superiores), con capacidad 3D estereoscópica en algunos casos, lo que permite mostrar simulaciones espaciales inmersivas que transportan al público a las maravillas del universo de una manera inédita. Además, muchos planetarios modernos incorporan elementos interactivos: por ejemplo, mandos o dispositivos que permiten a los visitantes influir en tiempo real en la proyección (eligiendo qué ruta tomar en un viaje espacial simulado, o respondiendo preguntas que cambian el curso de la narración), así como exhibiciones táctiles y realidad aumentada complementaria. Hoy se estima que existen más de 4.000 planetarios en funcionamiento en el mundo ([Worldwide Planetariums Database, 2025](#)), y una fracción creciente de ellos cuentan con tecnología digital de alta gama. En Colombia, al menos una decena de instituciones poseen domos de proyección, de los cuales varios, como el Planetario de Bogotá, el Planetario de Medellín y el Planetario YAWA en Cali, han adoptado sistemas digitales fulldome de última generación, a la par de las tendencias internacionales ([Red de Astronomía de Colombia \(RAC\), 2024](#)). Esto posiciona al país en sintonía con la evolución global de los planetarios como plataformas avanzadas de divulgación.

Figura 3

Distribución de planetarios en el territorio colombiano para el cierre del 2024.



Datos recopilados por la Red de Astronomía Colombiana (RAC) a partir de entrevistas a la comunidad de astronomía que trabaja o está relacionada con centros de ciencia, museos y planetarios fijos y móviles. (Red de Astronomía de Colombia (RAC), 2024, pp. 2).

Los domos planetarios han desempeñado un papel fundamental en la difusión del conocimiento astronómico y la inspiración de generaciones enteras. Han sido testigos de los avances científicos y de los grandes descubrimientos espaciales de los últimos cien años, al tiempo que han cultivado la fascinación por el cosmos en personas de todas las edades. A través de sus espectáculos inmersivos y programas educativos, los planetarios han contribuido a fomentar el interés por las ciencias del espacio e incluso por vocaciones STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) en muchos jóvenes. Ejemplo de esto son las iniciativas recientes de planetarios latinoamericanos que llevan espectáculos itinerantes a comunidades alejadas. El show de proyección fulldome *Ruta Leyenda El Dorado*, desarrollado y lanzado por el Planetario de Bogotá en 2023, además de ser presentado a las personas que visitan el museo, se ha proyectado en distintos municipios de Cundinamarca mediante la estrategia de domo portátil, logrando llevar el conocimiento astronómico a escuelas rurales que nunca antes habían visitado un planetario. De manera similar, el Planetario de Medellín y el Parque Explora, con el proyecto Explora Antioquia (por mencionar uno de los tantos proyectos de la Corporación Parque Explora que llevan planetarios móviles fuera del museo), entre 2022 y 2023 llevaron shows de navegaciones astronómicas dirigidas en vivo a 60 de los 125 municipios del departamento de Antioquia, impactando a 51600 personas, quienes pudieron, además de acercarse a temas de astronomía, conectar estos contenidos con el patrimonio inmaterial que tienen sobre sus cabezas: los cielos oscuros de la región. (Parque Explora, 2023).

A partir de estos casos, se evidencia que la función social y educativa de los planetarios no puede limitarse al espacio físico de museos y centros de ciencia con instalaciones permanentes. Existe una transformación que trasciende el sentido “portátil” de la proyección, e involucra también nuevas narrativas y usos del planetario. Tal como plantea Yu (2005), las investigaciones sobre la efectividad educativa de los planetarios tradicionales frente a la enseñanza en aula han arrojado resultados mixtos: algunos estudios reportan mejores aprendizajes en el planetario, otros no muestran diferencias y algunos favorecen la enseñanza en aula. Yu subraya que estas evaluaciones se realizaron con planetarios analógicos y máquinas estelares mecánicas, sin las ventajas visuales de los entornos virtuales inmersivos actuales. Este matiz es clave, pues abre la posibilidad de que los planetarios digitales fulldome superen las limitaciones de sus antecesores y ofrezcan experiencias de aprendizaje tridimensional más efectivas para la comprensión de conceptos espaciales complejos. En este contexto, los planetarios y sus domos se encuentran en constante evolución, con un horizonte en el que la RV, la inteligencia artificial (IA) y otras tecnologías emergentes se integran no solo a propuestas científicas, sino también a creaciones con un marcado componente artístico. Así, el público podría emplear visores sincronizados con la proyección para acceder a información personalizada como se ilustra en el Proyecto Aurora (sf) (ver recurso audiovisual en línea), o interactuar con narradores virtuales que respondan en tiempo real. A diferencia de sistemas de RV individual

o de entornos CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) que son sistemas inmersivos compuestos por una habitación o cubo con tres a seis superficies internas de proyección este-reoscópica en 3D (Cruz-Neira et al., 1992), los planetarios digitales permiten acoger grandes audiencias, favoreciendo el aprendizaje colaborativo y social. A cien años de su invención, el planetario moderno mantiene su esencia (compartir el asombro por el cielo estrellado), pero reinventa constantemente las formas en que ese asombro se genera y transmite, adaptándose al ritmo de la creatividad humana y los avances técnicos. En Colombia, esta evolución se inscribe en una red diversa de planetarios que, aunque heterogéneos en infraestructura y recursos, comparten el propósito de acercar la astronomía a sus comunidades. Tal como se presenta en la Tabla 1, que reúne datos sobre ubicación, equipamiento, capacidad y tipo de proyección de los planetarios del país, este panorama plantea tanto oportunidades como retos para la adopción de tecnologías inmersivas y el diseño de experiencias educativas de vanguardia. Este es, precisamente, el punto de partida que inspira y sustenta la propuesta desarrollada en este trabajo de grado.

Tabla 1

Características generales de los planetarios fijos en Colombia

LISTADO DE LOS PLANETARIOS CON INSTALACIÓN FIJA EN COLOMBIA			
Nombre del plane-tario	Ciudad / Ins-titución	Año de apertura	Características generales
Planetario Escuela Militar de Aviación	Cali / Fuerza Aérea Colombia-na	Fundado en 1967	Primer planetario del país. Uso ini-cial para pilotos. Domo de 8 m. Pro-yector Carl Zeiss.
Planetario Escuela Naval de Cadetes	Cartagena / Ar-mada Nacional	Inaugurado en 1968	Formación de cadetes. Posterior-mente actividades abiertas al públi-co.
Planetario de Bogotá	Bogotá / Secre-taría de Cultura	Inaugurado en 1969	El más grande del país (23 m). Oferta permanente. Programación cultu-ral, museografía, biblioteca.
Planetario de Mede-llín - Jesús Emilio Ra-mírez González	Medellín / Par-que Explora	Actualizado y activo desde 1984	Domo 15m, proyector digital. Activi-dades familiares, ciencia ciudadana, biblioteca especializada, sesiones co-mo El Cielo Esta Noche.

Continúa en la siguiente página

Nombre del planetario	Ciudad / Institución	Año de apertura	Características generales
Planetario Universidad Tecnológica de Pereira	Pereira / UTP	Desde los 60s-70s	Centro cultural regional. Enlace entre ciencia y comunidad.
Planetario de Combarranquilla	Barranquilla / Caja de Compensación Familiar	Inaugurado oficialmente el 2 de mayo de 1995	Enfocado en la primera infancia. Actividades lúdicas. Espacio de encuentro familiar.
Planetario de Maloka	Bogotá / Maloka	1998	Integrado a museo interactivo. Énfasis en ciencia, arte y tecnología.
Planetario y Observatorio Universidad Sergio Arboleda	Bogotá / Universidad Sergio Arboleda	2000	Enfocado en formación universitaria. Domo pequeño, capacidad de 30 personas. Actividades de observación y educación superior.
Planetario UIS – Grupo Halley	Bucaramanga / Universidad Industrial de Santander	Construcción del planetario en 2010	Grupo Halley lidera docencia, divulgación e investigación en astronomía. También cuenta con un observatorio astronómico equipado con un telescopio profesional.
Planetario Municipal de Quinchía - Jesús María Arias	Quinchía (Risaralda) / Alcaldía	Julio de 2019	Municipal, en zona rural. Apropiación del conocimiento en contextos rurales. Divulgación en el Eje Cafetero.
Planetario de Ibagué en El Parque Interactivo Innovamente	Ibagué / Universidad del Tolima	28 de septiembre de 2021	Integrado al Parque Interactivo Innovamente. Abierto a todo tipo de público, niños, adolescentes, adultos y adultos mayores.
Planetarium La Enseñanza	Medellín / Colegio de la Compañía de María, La Enseñanza-Medellín	22 de marzo de 2023	Planetario integrado a la institución educativa. El ingreso a público externo está sujeto a cursos y eventos.

Continúa en la siguiente página

Nombre del planetario	Ciudad / Institución	Año de apertura	Características generales
Planetario de Cali, YAWA	Cali / YAWA: Centro de Ciencia, Arte y Tecnología	2 de octubre de 2024	El Planetario de Cali hace parte de Yawa: el Centro de Ciencia, Arte y Tecnología de Cali. Domo 360° de 15 metros de diámetro, equipado con 120 sillas removibles y apilables.

Características de los planetarios en Colombia hasta la fecha. Se desglosan características como fechas de inauguración, instituciones que los administran y especificaciones de los domos. (Red de Astronomía de Colombia (RAC), 2024).

1.3 Planteamiento del problema

La creación audiovisual inmersiva se ha consolidado como una herramienta poderosa para la divulgación y comunicación científica, especialmente en astronomía, al combinar narrativas científicas, incluido el uso del storytelling como recurso para estructurar y guiar la experiencia del espectador (Yu, 2023; Zak, 2014; Bailey and Slater, 2005), con arte y datos obtenidos de la investigación científica. Esta convergencia de lenguajes permite generar experiencias sensoriales que no solo transmiten información, sino que también provocan emociones, favoreciendo así una comprensión más profunda y memorable de los fenómenos astronómicos (Plummer, 2009; Yu, 2005). La proyección fulldome, en particular, ofrece una visualización de gran campo de visión y naturaleza envolvente que potencia la representación de conceptos espaciales complejos, ampliando la capacidad del público para construir modelos mentales precisos (Yu, 2005; Lantz, 2011). Sin embargo, este tipo de comunicación plantea retos significativos, especialmente en relación con la transposición didáctica (Gómez Mendoza, 2005), es decir, el proceso de transformar el conocimiento científico en un contenido comprensible y estructurado para audiencias no expertas. A esto se suma la necesidad de garantizar la precisión conceptual, pues las decisiones narrativas, estéticas y visuales, como la elección de colores o metáforas visuales, pueden influir en la interpretación y comprensión del público (Buck, 2013; Rector et al., 2017).

Una de las principales limitaciones en la comunicación de la astronomía radica en la dificultad para representar fenómenos que no son observables directamente a simple vista,

que ocurren en escalas de tiempo y espacio ajenas a la experiencia cotidiana o que requieren para su comprensión de deducciones matemáticas, procesamiento de datos y visualización científica especializada (Plummer, 2009; Plummer et al., 2014). Estos desafíos son particularmente visibles en entornos educativos y museísticos cuando se utilizan formatos expositivos unidireccionales o poco participativos, que limitan la interacción del público con el contenido (Yu, 2005). Además, el uso de metáforas inadecuadas o representaciones visuales poco precisas puede distorsionar la comprensión de conceptos astronómicos clave (Buck, 2013), generando barreras en la apropiación social del conocimiento.

De ahí que aprovechar el potencial del medio fulldome implica ir más allá del impacto visual para concebirlo como un entorno narrativo y sensorialmente inmersivo, en el que la estética, el rigor científico y la interactividad se combinen de manera estratégica para superar las limitaciones tradicionales en la comunicación de la astronomía. Bajo esta perspectiva, la propuesta de este trabajo no busca desarrollar estrategias de enseñanza formal ni evaluar aprendizajes en términos curriculares, sino diseñar una experiencia divulgativa que, partiendo de la curiosidad y el asombro, propicie un acercamiento significativo a fenómenos astronómicos tanto sencillos como complejos. El aprendizaje, en este caso, se entiende como un beneficio colateral valioso, derivado de una vivencia inmersiva en un ambiente de educación informal que estimula la comprensión y la reflexión.

Es así como surge la propuesta de la serie *¿Qué pasaría si...?*, como herramienta divulgativa concebida como un conjunto de cinco obras audiovisuales en formato fulldome y de cinco minutos de duración, aproximadamente, que plantean escenarios hipotéticos inspirados en preguntas comunes, curiosas o inusuales sobre astronomía. La serie busca responder interrogantes como: *¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?*, *¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar sobre su eje?*, *¿Qué pasaría si la Luna desaparece?*, *¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de “Ricitos de Oro”?* o *¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene?* Estas preguntas funcionan como detonantes narrativos para conducir al público familiar por un recorrido que mezcla rigor científico, visualizaciones inmersivas y un guion pensado para conectar emocionalmente con la audiencia. El hilo conductor que une los episodios es la dependencia de la vida terrestre respecto a los equilibrios astronómicos y ambientales, y cómo estos podrían alterarse ante eventos extraordinarios.

Uno de los referentes contemporáneos más reconocidos en la divulgación científica audiovisual es la serie *What If*, producida por la compañía canadiense [Underknown Inc.](#) (2025). Este proyecto ha alcanzado una audiencia global gracias a su habilidad para transformar preguntas hipotéticas del estilo “¿Qué pasaría si la Tierra fuera absorbida por un agujero negro?” en relatos visualmente atractivos que combinan explicaciones científicas claras con una

narrativa especulativa clara, respaldada por datos, que permite al público familiar acercarse a conceptos complejos desde la curiosidad. El éxito de *What If*, con millones de visualizaciones mensuales y presencia en plataformas como YouTube, Facebook y TikTok, redes sociales y televisión, demuestra el potencial de este enfoque para captar la atención de públicos diversos y generar interés en temas científicos (Underknown Inc., 2025).

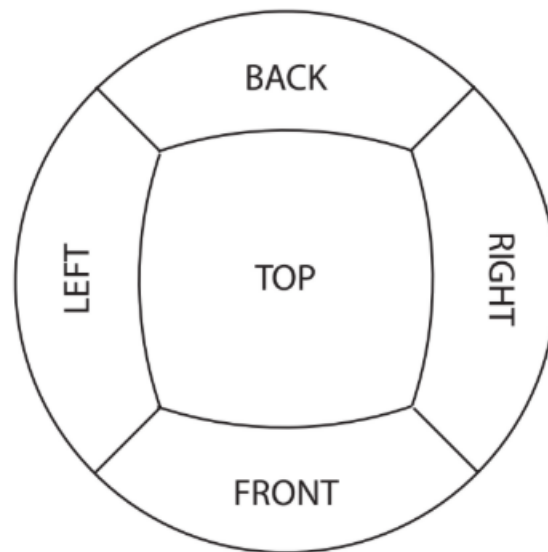
La filosofía de Underknown se basa en la creatividad, el pensamiento crítico y el uso de herramientas tecnológicas para analizar el impacto de sus contenidos, lo que les permite adaptar sus narrativas a múltiples medios. Esta capacidad de adaptación, junto con su énfasis en la diversidad de temas y la curiosidad como motor de aprendizaje, los convierte en un referente clave para pensar la divulgación científica en entornos accesibles. No obstante, a diferencia del consumo individual que caracteriza a las producciones de *What If*, la serie *¿Qué pasaría si...?* sitúa sus relatos en el contexto inmersivo de un domo digital, lo que transforma la experiencia en un acto colectivo, envolvente y sensorial, donde el asombro y la comprensión se potencian mutuamente.

El domo planetario en el que se proyectará el piloto del primer episodio de *¿Qué pasaría si...?* corresponde al del Planetario de Medellín Jesús Emilio Ramírez González. Inaugurado el 10 de octubre de 1984, este museo-planetario ha sido un lugar de encuentro para miles de visitantes, entre los que se cuentan familias, instituciones educativas y turistas nacionales e internacionales. Actualmente, el planetario tiene un aforo de 110 personas y cuenta con domo digital de resolución 6K, que ofrece un campo de visión hemisférico completo de 180 x 360 grados, tal como se define en el mapeo digital que se muestra en la Figura 4. Este mapeo (Lantz, 2011) se ajusta a la cúpula de 15 metros de diámetro, inclinada 27°, lo que potencia la sensación de inmersión durante las proyecciones. Esta inclinación, sin embargo, también implica que la experiencia visual sea unidireccional: aunque el efecto envolvente es mayor, la mayoría de las imágenes se concentran en el front, una zona ubicada por debajo del centro de la cúpula donde la proyección alcanza su punto óptimo de visibilidad. El diseño de esta propuesta se apoya, además, en la experiencia directa de la autora como parte del equipo del planetario, lo que ha permitido comprender de primera mano las dinámicas de interacción del público familiar con el formato fulldome. Estas observaciones son clave para adaptar el contenido no solo a las características técnicas del domo, sino también a las expectativas, ritmos y modos de atención de la audiencia, asegurando que la experiencia divulgativa sea significativa.

Para evaluar el alcance e impacto de esta vivencia, se propone un enfoque cualitativo que identifique cómo el público familiar interpreta y resignifica los contenidos después de la proyección del piloto de la serie. Se empleará la técnica de Personal Meaning Mapping

Figura 4

Mapa de renderizado de imágenes para domo.



Mapa de renderizado de imágenes adoptado por la International Planetarium Society (IPS) (Lantz, 2011). Para garantizar que la distribución de las imagen sobre la pantalla de los domos es adecuada y óptima, se requiere, como lo mencionan Wyatt and Lantz (2005), de un el mapeo tipo “ojo de pez” que recorra la pantalla de forma azimutal equidistante para representar una esfera completa que se ajusta a la pantalla del domo. Reconociendo esto, “la parte inferior del marco representa la parte frontal-inferior de la pantalla del domo. Los lados derecho e izquierdo del máster se corresponden con los lados derecho e izquierdo respectivos del domo, vistos desde el centro del domo en el teatro. La parte superior y los lados de la imagen polar son tangentes a los bordes del marco de la pantalla” como indican (Wyatt and Lantz, 2005, pp. 2). Este formato es usado para renderizado de imágenes para domos como el del Planetario de Bogotá o el Planetario de Medellín pero no es nativo únicamente para entornos de museos y planetarios, sino que también ha sido adoptado por festivales y eventos culturales que exploran artes visuales.

(PMM) que es una metodología cualitativa desarrollada por Falk et al. (1998) para evaluar aprendizajes y cambios en la comprensión después de experiencias educativas en contextos no formales como museos, acuarios, zoológicos o planetarios. Esta herramienta permitirá analizar los cambios en la estructura y riqueza conceptual antes y después de la experiencia inmersiva que se plantea en este trabajo. En el caso de niñas y niños, se recurrirá a la producción de dibujos como medio de expresión no verbal, lo que facilitará evidenciar elementos de comprensión, atención y apropiación emocional del contenido. Por otro lado, a las personas adultas acompañantes se les solicitará consignar por escrito sus ideas y percepciones.

Este tipo de evaluación no busca medir aprendizajes en términos curriculares ni esta-

blecer indicadores de desempeño académico, sino comprender de manera más profunda cómo una experiencia inmersiva y colectiva en formato fulldome puede despertar la curiosidad, generar preguntas y estimular reflexiones en torno a fenómenos astronómicos complejos. Con ello, se espera aportar elementos valiosos para el diseño de futuras iniciativas de divulgación científica en planetarios, reafirmando su potencial como espacios que, más allá de enseñar, inspiran y conectan a las personas con el conocimiento y la belleza del universo.

Este trabajo estará dividido en las siguientes secciones: **Capítulo 1** - Introducción, donde se presenta el contexto, la justificación y los objetivos generales y específicos del proyecto. **Capítulo 2** - Hilo conductor, donde se desarrollan las ideas centrales de los cinco episodios de la serie, incluyendo la sinopsis y los guiones literarios. **Capítulo 3** - Metodología, en donde se describe el enfoque de trabajo, las fases de desarrollo, las herramientas técnicas y los criterios empleados para el diseño y la evaluación de la experiencia inmersiva. **Capítulo 4** - Resultados, que expone los productos obtenidos y los hallazgos derivados de la evaluación cualitativa. **Capítulo 5** - Conclusiones, en el que se sintetizan los aprendizajes y aportes del trabajo. **Capítulo 6** - Perspectivas futuras, donde se proponen posibles líneas de continuidad y mejora para proyectos similares. Finalmente, **Referencias bibliográficas** y los **Anexos**, que reúne las consideraciones narrativas y visuales que guiaron la construcción de los guiones, plantillas e ilustraciones.

2 Hilo conductor

La propuesta de una serie para domo como herramienta para la divulgación de la astronomía a público familiar se articula a partir de cinco preguntas clave que funcionan como detonantes narrativos, cada una de ellas planteada en forma de un “¿Qué pasaría si...?”. Estas preguntas exploran la fragilidad de los equilibrios astronómicos que sostienen la vida en la Tierra, combinando el rigor científico, los alcances del storytelling (Joubert et al., 2019) y el potencial evocador del formato fulldome. Los escenarios planteados no son predicciones, sino simulaciones hipotéticas que, al subvertir las condiciones actuales, permiten entender mejor por qué la vida existe tal como la conocemos y qué tan dependiente es de ciertos factores cósmicos y planetarios. “¿Qué pasaría si...?” no busca alarmar, sino incentivar la curiosidad y la reflexión. La narrativa inmersiva propia del fulldome, con imágenes y sonido envolvente, amplifica la experiencia, facilitando que el público comprenda y sienta estos conceptos de forma más profunda.

Las cinco preguntas son:

1. ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?
2. ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar sobre su eje?
3. ¿Qué pasaría si la Luna desaparece?
4. ¿Qué pasaría si la Tierra se sale de la zona de “Ricitos de Oro”?
5. ¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene?

Aunque las situaciones hipotéticas son muy diferentes entre sí, todas comparten un hilo temático común: la interdependencia entre la Tierra y su entorno cósmico, y cómo alteraciones extremas, aunque improbables, pueden modificar radicalmente la viabilidad de la vida. Cada episodio desarrolla una historia autocontenida que puede verse de forma independiente y en cualquier orden, pero viendo en la generalidad, cada episodio resulta ser un fragmento de una historia que puede ser contada a partir de incontables “¿Qué pasaría si...?”.

2.1 Planteamiento de la serie

La serie *¿Qué pasaría si...?* tiene como protagonista al universo porque, aunque hablamos de escenarios hipotéticos, los procesos astrofísicos que se describen ocurren ampliamente en la vastedad del universo, sin asegurar con esto que la vida como la conocemos

pueda ser testigo de dichos procesos. La voz que narra la historia es femenina, porque se busca aumentar la representatividad de estas voces en los contenidos de ciencia y para sentar la propia voz creativa de la autora. La idea central o sustancia de las historias que se cuentan en ¿Qué pasaría si...? es aquello con lo que buscaremos emocionar al público familiar, no solo con el despliegue visual inmersivo del domo, sino también con el tono y la fluidez del contenido expuesto. Como lo indica McKee (2002) en *El guion*:

¿Con qué material creamos las escenas que un día cobrarán vida en la pantalla?
¿Qué arcilla modelamos y retorremos, guardamos o desechamos? ¿Cuál es la
«sustancia» de la historia?

En todas las demás artes la respuesta es evidente. El compositor tiene sus instrumentos y las notas que éstos producen. Los bailarines llaman instrumentos a sus cuerpos. Los escultores esculpen piedra. Los pintores mezclan pintura. Todos los artistas pueden tocar la materia prima de su arte, excepto el escritor. Porque en el núcleo de toda historia se encuentra la «sustancia», como la energía arremolinada de un átomo, que nunca se ve, se oye o se toca directamente, pero que conocemos y sentimos. La masa de las historias está viva, pero resulta intangible. (McKee, 2002, pp. 102).

Así pues, la sustancia de cada episodio de la serie “¿Qué pasaría si...?” está escrita como:

Episodio 1- El Sol como agujero negro: Si el Sol, manteniendo su masa actual, se convirtiera repentinamente en un agujero negro, el efecto gravitacional sobre la órbita terrestre sería prácticamente el mismo (Carroll and Ostlie, 2017). Sin embargo, la ausencia de radiación electromagnética haría colapsar la fotosíntesis en poco tiempo, desencadenando un colapso en cadena en los ecosistemas. Las temperaturas globales caerían drásticamente, y la vida superficial se extinguiría rápidamente. Este episodio ilustra el papel crítico del Sol como estrella de tipo G2V, estable durante miles de millones de años, y cómo la energía que emite es la base para mantener el balance térmico y biológico del planeta (NASA, 2019, 2023a,b).

Episodio 2 - La Tierra sin rotación: Al dejar de girar, la Tierra experimentaría cambios extremos en su clima y geografía, como violentos vientos y la redistribución de los océanos. Los patrones de circulación atmosférica cambiarían radicalmente (Lutgens and Tarbuck, 2019), con vientos huracanados que intentarían equilibrar la diferencia de presión entre ambos hemisferios. Además, los océanos tenderían a redistribuirse hacia los

polos debido a la pérdida del abultamiento ecuatorial causado por la fuerza centrífuga (European Southern Observatory (ESO), 2021). Esto se relaciona con la importancia de la rotación planetaria no sólo para mantener los ciclos día-noche, sino también para la regulación de procesos como los patrones de sueño, migración, alimentación y la regulación de las fuentes de energía para el sustento de vida en diferentes ambientes. Este escenario permite explorar conceptos como momento angular, conservación de energía y el papel de la rotación en la dinámica climática.

Episodio 3 - La desaparición de la Luna: La Luna estabiliza el eje de rotación de la Tierra y genera las mareas que han sido clave en procesos biológicos y climáticos (Williams, 2000; European Space Agency (ESA), 2019). Sin ella, la inclinación terrestre podría variar de manera caótica, alterando drásticamente las estaciones y potencialmente desencadenando cambios climáticos prolongados. La desaparición de las mareas reduciría el intercambio de nutrientes en zonas costeras, afectando gravemente la biodiversidad marina. Además, fenómenos culturales y biológicos relacionados con los ciclos lunares, desde la sincronización reproductiva de especies hasta prácticas agrícolas, se verían profundamente modificados. Este episodio permite reflexionar sobre cómo un cuerpo aparentemente distante ejerce una influencia fundamental en la estabilidad de la vida.

Episodio 4 - La Tierra fuera de la zona de “Ricitos de Oro”: La llamada “zona habitable” o “zona Ricitos de Oro” es el rango de distancias alrededor de una estrella en el que un planeta puede mantener agua líquida en su superficie (Kasting et al., 1993; NASA Exoplanet Science Institute, 2025). Si la Tierra se desplazara fuera de este rango, hacia el interior, se produciría un efecto invernadero descontrolado similar al de Venus, elevando las temperaturas hasta niveles incompatibles con la vida tal como la conocemos. Si, por el contrario, se moviera hacia el exterior, la temperatura media global descendería drásticamente, congelando los océanos y desencadenando una “glaciación global” (Hoffman and Schrag, 2002). Este episodio permite introducir conceptos de balance energético planetario, luminosidad estelar y un guiño a la realidad en cuanto al cambio climático y la responsabilidad humana.

Episodio 5 - La Vía Láctea se detiene: Aunque físicamente imposible en términos absolutos (la inercia de la rotación galáctica no podría anularse instantáneamente ni en la totalidad de los componentes de la galaxia), plantear este escenario sirve para imaginar las implicaciones de alterar escalas de tiempo y fuerzas gravitacionales a nivel galáctico (Binney and Merrifield, 1998; Binney and Tremaine, 2008). La rotación de la Vía Láctea mantiene la estructura espiral y la distribución de materia estelar y de gas interestelar. Si esta se detuviera, los equilibrios dinámicos de las estrellas y el gas

se verían alterados, con posibles colapsos gravitacionales hacia el centro galáctico y modificaciones en la interacción con galaxias cercanas, como las Nubes de Magallanes o Andrómeda (Sawala et al., 2025). Este episodio se plantea como un ejercicio extremo para reflexionar sobre la estabilidad estructural de la galaxia y el papel que juegan sus movimientos en la evolución estelar y planetaria.

2.2 Sinopsis general

¿Qué pasaría si...? es una serie de cinco episodios de 5 minutos en formato fulldome que combina imaginación y ciencia para invitar al público familiar a explorar escenarios astronómicos extremos. Cada episodio parte de una pregunta provocadora, desde la desaparición de la Luna hasta el súbito colapso del movimiento de nuestra galaxia, y, a partir de allí, despliega un relato que combina conocimientos científicos actualizados, visualizaciones inmersivas de alta calidad y un guion accesible para audiencias diversas, en especial familias, conectando con la curiosidad natural de las personas, desde quienes buscan ampliar sus conocimientos hasta quienes desean encontrar respuestas a las preguntas que niñas y niños formulan mientras descubren el mundo.

La serie recorre fenómenos de astrofísica, mecánica celeste y ciencias planetarias, presentando conceptos complejos de forma clara y accesible. A través de recreaciones de alta calidad, transporta al espectador a mundos posibles y a condiciones límite que, aunque improbables, permiten comprender mejor procesos reales del universo: la influencia del Sol y la Luna en la vida terrestre, la estabilidad orbital de nuestro planeta, o el papel de la materia oscura en las galaxias.

Más que ofrecer respuestas cerradas, *¿Qué pasaría si...?* invita a reflexionar sobre nuestro lugar en el cosmos y a establecer vínculos entre los escenarios imaginarios y los retos actuales, como el cambio climático y la conservación de la Tierra. Es una experiencia diseñada para estimular la curiosidad, promover el diálogo intergeneracional y dejar una huella visual y emocional que perdure más allá de la proyección en un domo que permite apreciar mejor la complejidad y la belleza del mundo que habitamos.

2.3 Guiones

El paso de las ideas iniciales a una experiencia audiovisual completa implica un proceso de traducción narrativa del concepto abstracto al guion que definirá cada escena, cada sonido y cada interacción con el público. Como señalan McKee (2002) y Guarinos and Gordillo (2010)

en *El microrrelato audiovisual como narrativa digital necesaria*, el guion no es solo un plan técnico, es el mapa emocional e intelectual que guiará la producción indicando el ritmo de la narración y lo que debería estar viéndose y escuchándose en pantalla. En el contexto del formato fulldome, este mapa debe adaptarse a un medio envolvente que condiciona la puesta en escena, el ritmo y la manera en que se dirigen las miradas y emociones de la audiencia.

En este apartado, nos adentramos en el corazón narrativo del proyecto: los guiones y sinopsis de cada uno de los cinco episodios que conforman la serie *¿Qué pasaría si...?* Cada pieza ha sido concebida como un relato independiente que, como ya indicamos, guarda un vínculo temático y conceptual con las demás. La propuesta busca conectar con las emociones y la curiosidad del público, estimulando preguntas que surgen tanto por el interés personal como por la necesidad de responder a los cuestionamientos que las niñas y los niños formulan a sus adultos acompañantes. Desde el simple acto de descubrir el mundo que les rodea hasta la confirmación de ideas ya conocidas, la serie se convierte en un puente entre el conocimiento y la experiencia compartida.

A continuación, se presenta la sinopsis general y el desarrollo de cada episodio.

2.3.1 Episodio 1: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?

2.3.1.1 Sinopsis del episodio El Sol es una estrella de tamaño mediano, ubicada en la secuencia principal de su evolución estelar. Su energía sostiene la vida en la Tierra y su gravedad mantiene unidos a los planetas, asteroides y cometas que forman el sistema solar. Como todas las estrellas, algún día agotará su combustible nuclear... pero, ¿y si en lugar de convertirse en una gigante roja y luego en una enana blanca, su destino fuera otro?

Este episodio hace parte de la serie *¿Qué pasaría si...?*, una colección de cinco historias que, a partir de preguntas imaginativas, nos invitan a adentrarnos en conceptos fundamentales de la astronomía. En esta entrega nos preguntaremos: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?

Aunque el Sol no tiene la masa suficiente para colapsar como un agujero negro, imaginar este escenario extremo nos ayuda a comprender procesos como la evolución estelar, la gravedad, la producción de luz, y el delicado equilibrio que permite la vida en nuestro planeta. ¿Qué pasaría con la luz? ¿Seguirían los planetas orbitando como antes? ¿La Tierra quedaría atrapada en la oscuridad? ¿Seríamos absorbidos por el agujero negro?

Una historia para mirar al cielo con nuevas preguntas, pensada para compartir en fami-

lia y despertar la curiosidad desde escenarios imposibles, poco probables o que nos inquietan por su proximidad a la realidad.

2.3.1.2 Guion técnico-narrativo :

FADE IN Y APARECE EL TÍTULO DEL EPISODIO.

¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?

Sonidos de inicio: Música suave y espacial, efectos sonoros de inicio.

Imagen del título del episodio aparece en el centro. Fondo estrellado

NARRADORA

Bienvenidas y bienvenidos al fascinante viaje a través de nuestro cosmos. En esta entrega de la serie ¿Qué pasaría si...?!, exploraremos una pregunta que conecta la vida de nuestra estrella, el Sol, con uno de los misterios más grandes del universo: los agujeros negros. Nos preguntaremos, ¿qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?

Animación: Vista del Sistema Solar completo con sus planetas orbitando alrededor del Sol.

NARRADORA

Para comprenderlo, empecemos por recordar la estructura de nuestro sistema solar.

(Pausa)

En el centro, encontramos al Sol, la estrella que lo gobierna todo en el sistema planetario. Los planetas, lunas, asteroides y cometas orbitan a su alrededor, atraídos por su inmensa gravedad. El Sol proporciona la energía que hace posible la vida en la Tierra.

Animación del Sol brillando intensamente.

Imagen del Sol con animación de su núcleo.

NARRADORA

Pero, ¿qué es exactamente el Sol?

(Pausa)

El Sol es una estrella de color amarillo y tamaño mediano. De hecho, si la comparamos con las gigantes azules resulta ser pequeña. Pero para el tamaño del planeta Tierra y de sus habitantes, el Sol es una gigantesca esfera de plasma, es decir de gas muy caliente que produce una fusión nuclear constante. Esto significa que en el centro del Sol enormes cantidades de átomos de Hidrógeno se están chocando a altísimas velocidades, para formar un nuevo elemento químico llamado Helio, liberando muchísima energía en forma de luz y calor.

Transición a la animación de el Sol empezando a expandirse para convertirse en una estrella gigante roja.

NARRADORA

Las estrellas no viven para siempre. Como cualquier estrella, el Sol está destinado a morir. En aproximadamente 5 mil millones de años, agotará su combustible de hidrógeno y se expandirá hasta convertirse en una gigante roja. [pausa] Después de esta fase, perderá sus capas exteriores, dejando atrás solo un núcleo denso y brillante conocido como enana blanca. El tamaño final no podría superar el tamaño del planeta Tierra. Con el paso de muchísimos años, esta enana blanca se terminaría apagando. [pausa] Entonces, usemos nuestra imaginación para responder... ¿qué tendría que pasar para que el Sol no siguiera este destino natural y, en su lugar, se convirtiera en un agujero negro?

Imagen del Sol colapsando.

NARRADORA

Un agujero negro de origen estelar se forma cuando una estrella extremadamente masiva colapsa bajo su propia gravedad, lo que produce una región en el espacio con una atracción gravitacional tan fuerte que ni siquiera la luz puede escapar. Es como una "aspiradora" gigante que absorbe todo lo que se acerca demasiado. Pero aquí está el detalle importante: ¡El Sol no tiene suficiente masa para convertirse en un agujero negro! Para que eso ocurriera, el Sol necesitaría ser al menos 10 veces más masivo de lo que es.

Animación mostrando cómo se comprimiría el Sol si tuviera suficiente masa.

Animación de cómo se desaparece o es atrapada en un agujero negro.

NARRADORA

Si, hipotéticamente, el Sol se convirtiera en un agujero negro, ¿qué pasaría con la luz?

(Pausa)

Una vez que todo el material del que está hecho el Sol se compactara hasta llegar a ocupar casi tres veces el tamaño del centro de Medellín, la luz ya no podría escapar de su atracción gravitacional. Y nosotros, desde la Tierra notaríamos que el cielo se oscurecería por completo y, así, todo el sistema solar se sumiría en una noche eterna.

Animación de los planetas siguiendo su órbita alrededor del agujero negro.

NARRADORA

Curiosamente, los planetas seguirían orbitando el agujero negro, de la misma manera que orbitaban al Sol, siempre y cuando la masa del agujero negro sea la misma que la del Sol. A la distancia a la que se encuentra nuestro planeta, la gravedad funcionaría igual.

Animación de cómo se vería el agujero negro desde la Tierra.

NARRADORA

En este escenario, no podemos dejar de preguntarnos ¿será que el agujero negro nos absorbería? La respuesta es, no. Si el agujero negro tuviera la misma masa que el Sol, su atracción gravitacional sería la misma que la del Sol actual. Por lo tanto, a la distancia que se encuentra la Tierra no tendríamos el riesgo de ser arrastrados y caer en el agujero negro. Perderíamos luz y calor, no la estabilidad de nuestra órbita.

Animación de la Tierra congelándose lentamente.

Imagen de la Tierra cubierta de hielo.

NARRADORA

Pero sin luz ni calor, la vida en la Tierra cambiaría drásticamente.

(Pausa)

La Tierra se convertiría en un planeta frío y oscuro. Sin la energía del Sol, las temperaturas descenderían tanto que la vida en la superficie, tal como la conocemos, no sobreviviría mucho tiempo. Las pocas formas de vida que podrían adaptarse, quizás en lo profundo del océano o bajo la corteza terrestre, enfrentarían una lucha extrema para sobrevivir.

Transición de la Tierra congelada apagándose.

Transición a una imagen brillante del Sol.

NARRADORA

Afortunadamente, este escenario es pura especulación. En realidad, nuestro Sol seguirá tranquilamente sus días, y nosotros tenemos otros 5 mil millones de años, para seguir disfrutando de su luz.

(Pausa)

Los agujeros negros seguirán siendo un fenómeno fascinante, pero no tendremos que preocuparnos por uno en el centro de nuestro sistema solar.

Animación del Sol brillando sobre la Tierra.

Música espacial tranquila, la pantalla se desvanece y aparece un fondo de estrellas.

NARRADORA

Sigamos explorando y descubriendo los secretos del universo. Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos. ¡Hasta la próxima entrega de ¿Qué pasaría si...?

Créditos finales sobre un fondo estrellado.

Créditos escritos en forma de lista.

FADE OUT A NEGRO.

2.3.2 Episodio 2: ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar?

2.3.2.1 Sinopsis del episodio La Tierra gira sobre su eje a una velocidad impresionante, un movimiento constante que marca el ritmo de nuestros días y noches, regula el clima y sostiene el equilibrio de la vida. Este giro comenzó hace miles de millones de años, tras el nacimiento del sistema solar y un choque colosal con un protoplaneta llamado Theia, y se mantiene gracias a un principio físico fundamental: la conservación del momento angular. Pero, ¿qué sucedería si, de repente, nuestro planeta dejara de rotar?

Este episodio de la serie ¿Qué pasaría si...? propone un viaje inmersivo que combina imágenes fullframe de alto impacto, narración clara y fundamentos científicos para explorar uno de los escenarios más dramáticos que podamos imaginar. Partiremos de la historia de la formación planetaria, repasaremos por qué la Tierra sigue girando y nos adentraremos en las consecuencias inmediatas y a largo plazo de una detención repentina: vientos capaces de arrasar continentes, océanos desplazándose con fuerza incontrolable, un hemisferio abrasado por un Sol perpetuo y otro congelado en una noche sin fin.

Aunque es un evento extremadamente improbable, imaginarlo nos lleva a mirar nuestro planeta con mayor aprecio y a comprender cómo procesos invisibles a simple vista sostienen la vida. Un relato que despierta la curiosidad, abre preguntas y ofrece un espacio para la conversación en familia sobre la física que gobierna nuestro mundo y los delicados equilibrios que lo mantienen habitable.

2.3.2.2 Guion técnico-narrativo :

FADE IN Y APARECE EL TÍTULO DEL EPISODIO.

¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar?

Sonidos de inicio: música suave y espacial, efectos futuristas.

Imagen del título del episodio aparece en el centro. Fondo estrellado

NARRADORA

Bienvenidas y bienvenidos al fascinante viaje a través de nuestro cosmos. En esta entrega de la serie ¿Qué pasaría si...?!, nos enfrentaremos a una pregunta tan intrigante como inquietante: ¿qué pasaría si la Tierra dejara de girar sobre su eje? Para descubrirlo, exploraremos cómo se originó el movimiento de nuestro planeta, por qué sigue girando y qué consecuencias tendría detenerlo de forma repentina o gradual.

Animación: vista del planeta Tierra girando sobre su eje.

NARRADORA

Para comprenderlo, empecemos por el principio: la formación de los planetas. Todo comienza con una nube de gas y polvo cósmico que, bajo la fuerza de la gravedad, colapsa y comienza a girar. Este movimiento da lugar a un disco protoplanetario del que nace una estrella en su centro y, a su alrededor, los planetas. Los pequeños fragmentos de roca y hielo, llamados planetesimales, chocan y se fusionan, formando cuerpos cada vez más grandes. Con el tiempo, estas colisiones terminan dando forma a mundos como el nuestro.

Animación: fragmentos de material chocando y formando planetas.

NARRADORA

En el caso de la Tierra, se cree que un impacto colosal con un protoplaneta llamado Theia dio origen a nuestra Luna. Este evento también inclinó el eje terrestre unos 23 grados, un detalle crucial para que existan las estaciones del año.

Animación: recreación de la colisión entre Theia y la Tierra primitiva.

NARRADORA

Desde entonces, la Tierra ha mantenido su rotación gracias a un principio básico de la física: la conservación del momento angular. Este principio explica que un objeto en rotación tiende a mantener su velocidad de giro, igual que ocurre con una patinadora que gira más rápido al juntar los brazos. Actualmente, nuestro planeta rota a unos 1.670 kilómetros por hora en el ecuador, creando el ciclo de día y noche y regulando procesos vitales para la vida.

Animación: rotación de la Tierra y cambio del día a la noche.

NARRADORA

Pero imaginemos lo impensable: ¿qué ocurriría si la Tierra se detuviera de forma repentina? La atmósfera seguiría moviéndose a la misma velocidad que llevaba el planeta, generando vientos de más de mil kilómetros por hora capaces de arrasar con todo a su paso. Los océanos, impulsados por esa inercia, se desplazarían violentamente hacia los continentes, causando mega-tsunamis de escala global.

Animación: océanos y atmósfera desplazándose con violencia.

NARRADORA

A largo plazo, la situación sería igual de dramática. Con el planeta inmóvil, un hemisferio quedaría siempre iluminado y el otro en oscuridad perpetua. El lado expuesto al Sol alcanzaría temperaturas abrasadoras, mientras que el lado nocturno caería en un frío extremo. La vida que conocemos, dependiente de los ciclos alternantes de luz y oscuridad, lo que científicamente llamamos ciclos circadianos, se vería gravemente afectada.

Animación: un lado de la Tierra brillante y otro sumido en la oscuridad.

NARRADORA

La falta de rotación también alteraría los patrones de vientos, corrientes oceánicas y la relación gravitacional con la Luna, lo que podría modificar su órbita con el tiempo.

Animación: la Luna alejándose lentamente de la Tierra.

NARRADORA

Por suerte, este escenario es extremadamente improbable. La Tierra no tiene ninguna razón física para dejar de girar en un futuro cercano. Nuestra rotación, constante y silenciosa, es uno de los mecanismos que mantiene el equilibrio que hace posible la vida. Imaginar su ausencia nos ayuda a comprender la importancia de los procesos que damos por sentado.

Animación final: Tierra girando con sus estaciones y ciclo día-noche.

Música tranquila de cierre. La pantalla se desvanece hacia un fondo estrellado.

NARRADORA

Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos.
¡Nos vemos en la próxima entrega de ¿Qué pasaría si...?

Créditos finales sobre un fondo estrellado.

Créditos escritos en forma de lista.

FADE OUT A NEGRO.

2.3.3 Episodio 3: ¿Qué pasaría si la Luna desapareciera?

2.3.3.1 Sinopsis del episodio La Luna es el único satélite natural de la Tierra y ha acompañado a nuestro planeta durante 4.500 millones de años. Su presencia regula las mareas, estabiliza la inclinación del eje terrestre y ha guiado calendarios, mitos y exploraciones científicas. Pero, ¿y si un día dejara de estar en el cielo?

Este episodio hace parte de la serie ¿Qué pasaría si...?, una colección de cinco historias que, a partir de preguntas imaginativas, nos invitan a adentrarnos en conceptos fundamentales de la astronomía. En esta entrega nos preguntaremos: ¿Qué pasaría si la Luna desapareciera?

Aunque en realidad nuestro satélite se aleja de la Tierra apenas unos centímetros cada año, imaginar su ausencia repentina nos permite comprender fenómenos como la formación de las mareas, la estabilidad climática, la rotación terrestre y la importancia de la luz lunar para los ecosistemas y la vida cotidiana. ¿Cómo cambiarían los días y las noches? ¿Qué consecuencias tendría para los mares, las estaciones y la biodiversidad? ¿Podría la Tierra mantener su equilibrio sin la Luna?

Una historia para redescubrir el papel esencial de nuestro satélite, pensada para compartir en familia y despertar la curiosidad desde escenarios extremos, improbables e inquietantes por su cercanía con procesos reales.

2.3.3.2 Guion técnico-narrativo :

FADE IN Y APARECE EL TÍTULO DEL EPISODIO.

¿Qué pasaría si la Luna desapareciera?

Sonidos de inicio: música suave y envolvente, con un leve eco espacial

Imagen del título del episodio aparece en el centro. Fondo estrellado

NARRADORA

Bienvenidas y bienvenidos a un nuevo capítulo de nuestra serie ¿Qué pasaría si...? Hoy levantaremos la vista hacia nuestra compañera más fiel: la Luna. Presente desde el amanecer de la historia, inspiró mitos, calendarios, ciencia y arte. Pero, ¿alguna vez te has preguntado... qué pasaría si, de pronto, la Luna desapareciera del cielo?

Animación: Vista de la Luna sobre la Tierra, con transiciones entre paisajes nocturnos iluminados por su luz.

NARRADORA

Nuestra Luna no es solo un adorno en la noche. Su historia comenzó hace 4.500 millones de años, cuando un protoplaneta del tamaño de Marte, llamado Theia, chocó con la Tierra primitiva. El material expulsado formó el disco de escombros que, con el tiempo, se convirtió en nuestro satélite. Este impacto también inclinó el eje terrestre, haciendo posibles las estaciones tal como las conocemos.

Animación: Recreación de la colisión y formación de la Luna.

NARRADORA

Desde entonces, la Luna ha sido una arquitecta silenciosa del equilibrio terrestre. Su gravedad provoca mareas que moldean nuestras costas, mantienen la salud de los ecosistemas marinos y han guiado actividades humanas por milenios. Además, su influencia estabiliza la inclinación de la Tierra, evitando variaciones extremas en el clima.

Animación: Mareas y ecosistemas costeros.

NARRADORA

También es un freno natural: muy lentamente, reduce la velocidad de rotación de nuestro planeta, alargando los días con el paso de millones de años. Sin ella, la Tierra giraría más rápido, los días serían más cortos y el ritmo de la vida (incluidos nuestros relojes biológicos) se vería alterado.

Animación: Rotación terrestre y efecto de frenado gravitacional.

NARRADORA

Ahora imaginemos que la Luna desaparece. Las mareas se reducirían a un tercio de su tamaño, impulsadas solo por el Sol. Muchas especies costeras, dependientes de los ciclos de marea, podrían extinguirse. La inclinación de la Tierra se volvería inestable, alternando entre climas extremos: veranos abrasadores y glaciaciones intensas. Con el tiempo, las noches serían más oscuras, y el cielo, más vacío.

Animación: Comparación de mareas con y sin Luna, cambio en la inclinación terrestre.

NARRADORA

Aunque nuestra Luna, en realidad, se está alejando a un ritmo de unos 4 centímetros cada año, esta seguirá siendo parte de nuestro cielo por miles de millones de años. Saberlo nos recuerda que su presencia, constante y silenciosa, es uno de los equilibrios más valiosos de nuestro planeta.

Animación final: Tierra y Luna en armonía, con transición a un cielo estrellado.

NARRADORA

Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos.
Nos vemos en el próximo capítulo de ¿Qué pasaría si...?

Créditos finales sobre un fondo estrellado.

Créditos escritos en forma de lista.

FADE OUT A NEGRO.

2.3.4 Episodio 4: ¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de Ricitos de Oro?

2.3.4.1 Sinopsis del episodio La “zona de Ricitos de Oro” es la franja alrededor de una estrella donde las condiciones permiten la existencia de agua líquida en la superficie

de un planeta, y con ella, la posibilidad de vida. La Tierra ha habitado este lugar privilegiado durante miles de millones de años, pero... ¿qué pasaría si saliera de él?

Este episodio hace parte de la serie ¿Qué pasaría si...?, una colección de cinco historias que, a partir de preguntas imaginativas, nos invitan a adentrarnos en conceptos fundamentales de la astronomía. En esta entrega nos preguntaremos: ¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona Ricitos de Oro?

A través de este escenario imaginario exploraremos las consecuencias de un planeta que se aleja o se acerca demasiado a su estrella: desde océanos congelados y climas extremos, hasta atmósferas sofocantes y mares en ebullición. También nos asomaremos al destino inevitable que, dentro de miles de millones de años, nos impondrá la evolución del Sol.

Pero más allá de la ficción, este episodio conecta con nuestra realidad: un cambio climático que ya está alterando el delicado equilibrio que sustenta la vida. Un llamado a reflexionar sobre nuestro papel como cuidadores de este hogar único y a actuar para mantenerlo habitable.

Una historia para mirar al cielo y a la Tierra con nuevas preguntas, pensada para compartir en familia y despertar la curiosidad a partir de escenarios extremos, improbables o inquietantemente cercanos a nuestra realidad.

2.3.4.2 Guion técnico-narrativo :

FADE IN Y APARECE EL TÍTULO DEL EPISODIO.

¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de Ricitos de Oro?

Sonidos de inicio: música envolvente y suave, con un pulso lento que evoca el paso del tiempo. Efectos sutiles de viento y ecos cósmicos.

Imagen del título del episodio aparece en el centro. Fondo estrellado

NARRADORA

Bienvenidas y bienvenidos a un nuevo capítulo de nuestra serie ¿Qué pasaría si...? En esta ocasión nos adentraremos en una pregunta que nos lleva al corazón mismo de la vida en nuestro planeta: ¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de Ricitos de Oro? Ese lugar privilegiado en torno a nuestra estrella, donde la temperatura y las condiciones permiten que exista agua líquida en la superficie...

(Pausa)

Y, con ella, la posibilidad de vida tal como la conocemos.

Animación: visualización del sistema solar, resaltando la franja habitable alrededor del Sol.

NARRADORA

Imaginemos que la Tierra comienza a alejarse del Sol. La luz llegaría más débil y la temperatura global caería rápidamente. Los océanos se congelarían desde la superficie, atrapando la vida marina bajo capas cada vez más gruesas de hielo. Las zonas habitables se reducirían a refugios subterráneos o a las profundidades del mar, donde el calor interno del planeta podría mantener entornos líquidos. La agricultura sería inviable, y la biosfera tal como la conocemos colapsaría.

Animación: la Tierra alejándose, océanos congelándose, capas de hielo cubriendo los continentes.

NARRADORA

Ahora pensemos lo contrario: la Tierra acercándose al Sol. Lo primero que se nos viene a la mente es que las temperaturas aumentarían drásticamente, en consecuencia los casquetes polares se derretirían, el nivel del mar subiría y las zonas costeras desaparecerían bajo el agua. Las olas de calor extremo arrasaría con ecosistemas y cultivos, y la evaporación acelerada del agua provocaría una atmósfera más densa y húmeda, intensificando el efecto invernadero. En pocas generaciones, el planeta podría convertirse en un desierto abrasador.

Animación: la Tierra acercándose al Sol, mares en ebullición, cielos saturados de nubes espesas.

NARRADORA

Aunque estos cambios de órbita son imaginarios, hay un hecho inevitable: el Sol, en unos 5.000 millones de años, se convertirá en una gigante roja. Su radio se expandirá tanto que la zona Ricitos de Oro se desplazará hacia afuera. Para entonces, la Tierra quedará dentro de una región demasiado cálida para albergar océanos o atmósfera estable. La vida, tal como la conocemos, no sobreviviría en estas condiciones y tendrías que buscar un nuevo hogar.

Animación: transición del Sol actual a su fase de gigante roja, mostrando el desplazamiento de la zona habitable.

NARRADORA

Lo que acabamos de imaginar con la Tierra saliendo de su zona Ricitos de Oro nos recuerda lo delicado que es el equilibrio que permite la vida. No necesitamos viajar millones de kilómetros hacia adentro o hacia afuera de la órbita para enfrentar cambios drásticos: hoy, aquí y ahora, estamos viendo cómo nuestro propio clima está cambiando.

Animación: transición desde una Tierra imaginaria fuera de la zona habitable hacia imágenes reales de fenómenos climáticos extremos como tormentas, sequías, incendios, inundaciones.

NARRADORA

El cambio climático actual no solo significa un aumento progresivo de la temperatura global. Significa también variaciones más intensas y repentinas: inviernos menos predecibles, olas de calor extremas, lluvias torrenciales, huracanes más potentes. Cambios que afectan a ecosistemas, economías y comunidades enteras.

Animación: comunidades humanas adaptándose, se muestra agricultura sostenible, energías renovables, restauración de bosques.

NARRADORA

Pero, a diferencia de un planeta que pierde su lugar en la zona habitable, nosotros tenemos la capacidad de actuar. La ciencia nos ha dado herramientas para comprender el problema y también para enfrentarlo: tecnologías limpias, prácticas sostenibles, políticas y, sobre todo, una conciencia cada vez mayor sobre nuestro papel como guardianes de este hogar compartido.

Animación: vista de la Tierra desde el espacio, iluminada por la luz del Sol.

NARRADORA

Cuidar la Tierra es mucho más que conservar un planeta “en el rango correcto” de temperatura. Es mantener el equilibrio de los mares, de los bosques, de las especies... y de las historias que todavía no hemos contado.

Animación: cámara alejándose lentamente de la Tierra, mostrando su silueta brillante en el vasto espacio.

NARRADORA

Cuando nos preguntemos ¿qué pasaría si la Tierra saliera de la zona de Ricitos de Oro?, también recordemos que hoy tenemos la oportunidad de mantener los ecosistemas justo como están.

(Pausa)

La Tierra nos ha dado todo lo necesario para vivir; ahora es nuestro turno de devolverle el favor.

Animación final: la Tierra girando lentamente, rodeada de una tenue luz azul.

NARRADORA

Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos.

Nos vemos en el próximo capítulo de ¿Qué pasaría si...?

Créditos finales sobre un fondo estrellado.

Créditos escritos en forma de lista.

FADE OUT A NEGRO.

2.3.5 Episodio 5: ¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene?

2.3.5.1 Sinopsis del episodio La Vía Láctea es nuestra galaxia hogar: un disco de cientos de miles de millones de estrellas, gas, polvo y una misteriosa sustancia invisible llamada materia oscura, que mantiene unido este vasto sistema estelar. Todo gira en un delicado equilibrio: la gravedad que atrae hacia el centro y el movimiento de rotación que evita el colapso. Pero... ¿qué pasaría si, de repente, la Vía Láctea se detuviera?

Este episodio hace parte de la serie ¿Qué pasaría si...?, una colección de cinco historias que, a partir de preguntas imaginativas, nos invitan a adentrarnos en conceptos fundamentales de la astronomía. En esta entrega exploraremos qué sostiene el movimiento de la galaxia, cómo la materia visible e invisible intervienen en su estabilidad, y qué consecuencias tendría que todo su contenido, desde las estrellas más lejanas hasta nuestro propio Sol, empezara a caer hacia el centro.

Aunque un escenario así no ocurrirá en la realidad, imaginarlo nos ayuda a comprender la interacción entre la gravedad, la materia y el movimiento en escalas galácticas. También nos recuerda que, incluso a las mayores distancias, el universo es dinámico y está en constante transformación. Una historia para mirar al cielo nocturno y entender que vivimos en un viaje cósmico que nunca se detiene.

2.3.5.2 Guion técnico-narrativo :

FADE IN Y APARECE EL TÍTULO DEL EPISODIO.

¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene?

Sonidos de inicio: un murmullo grave y profundo, como un eco lejano que se expande en el espacio, acompañado por un pulso rítmico que evoca el giro de una rueda cósmica.

Imagen del título del episodio aparece en el centro. Fondo estrellado que se va transformando en una vista panorámica de la Vía Láctea.

NARRADORA

Bienvenidas y bienvenidos a un nuevo capítulo de nuestra serie ¿Qué pasaría si...? Hoy nos detendremos, literalmente, a pensar en un escenario casi imposible: ¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detiene? Nuestra galaxia, hogar de más de 100 mil millones de estrellas, gira lentamente, completando una vuelta en unos 200 millones de años. Es un baile cósmico que mantiene el equilibrio entre la gravedad que intenta reunir toda la materia y el movimiento que evita que colapse sobre sí misma.

Animación: vista lateral de la Vía Láctea girando, con flechas que muestran la rotación de sus brazos espirales.

NARRADORA

Para imaginar lo que ocurriría, pensemos en una patinadora girando: mientras gira, sus brazos se extienden, equilibrando fuerzas; si se detiene bruscamente, pierde ese equilibrio y su cuerpo se inclina hacia adentro. En la Vía Láctea, el “cuerpo” son cientos de miles de millones de estrellas, nubes de gas, polvo interestelar y algo aún más misterioso: la materia oscura. Esta materia invisible no emite luz, pero su gravedad, a gran escala, es tan relevante que representa la mayor parte de la masa de la galaxia.

Animación: ilustración conceptual de materia oscura como una malla invisible que envuelve la galaxia.

NARRADORA

Si el giro se detuviera, nada podría contrarrestar el tirón gravitatorio colectivo de toda esa materia. No es el agujero negro supermasivo del centro galáctico el que nos atraería directamente (aunque su masa abarca casi 4 millones de masas solares), sino la suma del “peso” de todo lo que compone la galaxia lo que equivale a tener casi 2 billones de masas solares. Como si todas sus partes decidieran reunirse en el centro, las estrellas y el gas comenzarían a caer hacia el núcleo en una espiral lenta pero implacable.

Animación: puntos de luz representando estrellas desplazándose hacia el centro galáctico.

NARRADORA

En este colapso, las nubes de gas se comprimirían, provocando estallidos de formación estelar, mientras otras regiones quedarían vacías y oscuras. La densidad aumentaría tanto que las órbitas planetarias de sistemas como el nuestro se volverían caóticas, expulsando mundos al espacio intergaláctico o arrojándolos a nuevas y violentas vecindades.

Animación: recreación de nuevas estrellas formándose, otras siendo expulsadas hacia el halo galáctico.

NARRADORA

Aunque suene dramático, podemos respirar tranquilas y tranquilos: la Vía Láctea no va a detenerse.

(Pausa)

Su rotación está sostenida por miles de millones de años de historia cósmica y la danza de sus estrellas seguirá por muchísimo tiempo. Sin embargo, se especula que en unos 4 mil millones de años, nuestra galaxia se fusionará con la vecina Andrómeda, creando una nueva y colosal estructura estelar. Gracias a observaciones recientes del telescopio espacial Gaia, hoy sabemos que no será una colisión frontal catastrófica, sino más bien una fusión galáctica que podría tomar mucho más tiempo, posiblemente 10 mil millones de años, o incluso no ocurrir.

Animación: proyección del choque entre la Vía Láctea y Andrómeda.

NARRADORA

Imaginar una galaxia que se detiene es un ejercicio para entender el papel de la gravedad y el movimiento a gran escala en el universo, y para recordarnos que vivimos en un lugar dinámico y en constante transformación. Aunque a escalas humanas parezca inmóvil, la Vía Láctea es un océano de materia en movimiento, y nuestro planeta es solo una pequeña nave viajando en esa corriente estelar.

Animación final: la cámara se aleja desde el Sistema Solar, atravesando la galaxia hasta mostrarla completa.

NARRADORA

Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos.
Nos vemos en el próximo capítulo de ¿Qué pasaría si...?

Créditos finales sobre un fondo estrellado.

Créditos escritos en forma de lista.

FADE OUT A NEGRO.

Acabamos de presentar la serie desde su esencia: una propuesta que combina el rigor científico con el potencial narrativo y visual del formato fulldome, diseñada para emocionar, despertar preguntas y generar un impacto que, con el tiempo, pueda traducirse en la apropiación y comprensión de conceptos clave de la astronomía.

Este marco conceptual abre la puerta al siguiente capítulo, dedicado a la metodología que hizo posible este trabajo. Allí nos adentraremos en los procesos de investigación que sustentaron cada idea, en la escritura de guiones que equilibran precisión científica y cercanía con el público familiar, y en la producción audiovisual que llevó estas historias al formato fulldome. También presentaremos la metodología de evaluación cualitativa diseñada para medir su impacto: cómo estas narrativas estimulan la conversación intergeneracional, fortalecen la apropiación de conceptos astronómicos y fomentan el vínculo con la ciencia y el espacio.

En este capítulo, además, definiremos las características del público familiar al que se dirige la serie, un grupo diverso que reúne personas de distintas edades, experiencias y conocimientos, unidas por el deseo de compartir tiempo, aprender juntas y encontrar, en el cielo, un punto de encuentro.

3 Metodología

3.1 Objetivo y enfoque

El propósito inicial de este trabajo era diseñar, producir y evaluar una serie de cinco videos fulldome titulada *¿Qué pasaría si...?*, dirigida al público familiar que visita habitualmente el Planetario de Medellín. Cada episodio plantea un escenario hipotético que sirve como punto de partida para explorar conceptos fundamentales de la astronomía, manteniendo un equilibrio entre rigor científico, narrativa atractiva y visualización inmersiva. El alcance del trabajo permitió llegar hasta la producción y evaluación del primer episodio de la serie titulado *¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?*, presentado como piloto de la serie a un grupo focal conformado por integrantes de una de las comunidades del Planetario de Medellín. Los títulos de los cinco episodios fueron elegidos para evocar situaciones imaginarias que suelen despertar la curiosidad del público que comienza a interesarse por la astronomía, ya sea por motivaciones personales o como adultos acompañantes de niñas y niños que están explorando nuevas pasiones. La formulación en forma de pregunta, con la expresión “¿qué pasaría?”, invita a la imaginación y la especulación. Los títulos finales fueron, entonces:

- ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?
- ¿Qué pasaría si la Tierra dejara de girar?
- ¿Qué pasaría si Júpiter no existiera?
- ¿Qué pasaría si la Tierra saliera de la zona Ricitos de Oro?
- ¿Qué pasaría si la Vía Láctea se detuviera?

La escritura de las narraciones se estructuró sobre tres ejes principales:

1. Rigor científico, con base en textos de referencia en astrofísica (Binney and Merrifield, 1998; Binney and Tremaine, 2008; Carroll and Ostlie, 2017), artículos académicos (Kwasnitschka, 2017) y fuentes oficiales (NASA, ESO, ESA).
2. Narrativas inmersivas, aplicando recursos del storytelling científico (Yu, 2023; Zak, 2014; Kwasnitschka, 2017) que facilitan la conexión emocional y cognitiva con la audiencia.

3. Accesibilidad conceptual y consistencia visual, priorizando un vocabulario claro y progresivo, metáforas controladas, andamiajes desde lo cotidiano hacia lo astronómico y una paleta cromática/semiótica coherente con los datos para evitar interpretaciones erróneas; esto incluye decisiones de encuadre, escala y ritmo que favorezcan la comprensión en público familiar (Yu, 2005; Buck, 2013; Kwasnitschka, 2017).

Este planteamiento responde a la premisa de que, en entornos no formales de aprendizaje como los planetarios, la adquisición de conocimientos está profundamente mediada por la experiencia sensorial, emocional y social (Falk et al., 1998; Buck, 2013). En coherencia con ello, la evaluación del impacto se realizará mediante una aproximación cualitativa centrada en la construcción de significado, utilizando el Personal Meaning Mapping (PMM) en esquema pre-post para observar variaciones en extensión, amplitud y profundidad del lenguaje y las ideas del público familiar (Falk et al., 1998; Suh, 2010).

3.2 Desarrollo de guiones y estructura narrativa

3.2.1 Investigación y conceptualización

Antes de redactar los guiones, se realizó una fase de documentación y exploración conceptual que incluyó la revisión de literatura científica y divulgativa sobre cada fenómeno tratado, así como un análisis del lenguaje y de los recursos visuales más efectivos para audiencias diversas (Arcand et al., 2013). Con base en ello, se decantó por el público familiar, constituido por niñas y niños entre 8 y 12 años y sus personas adultas acompañantes (13 años en adelante).

Se estudió la importancia de interpretar adecuadamente la información, tanto en el estilo verbal como en las visualizaciones que acompañan la narración, revisando trabajos donde el lenguaje visual es determinante para la divulgación de la astronomía. En particular, se adoptaron criterios del análisis de Buck (2013) sobre el uso del color en la representación de cúmulos de materia oscura y su impacto en la comprensión de conceptos cosmológicos, evitando mapas cromáticos ambiguos o engañosos. También se revisó la importancia del uso de las imágenes astronómicas, ya sean ilustradas o generadas por medios digitales para apoyar la explicación de conceptos de astronomía que, por las escalas de tamaño, distancia y duración, suelen escaparse de nuestra interpretación directa del mundo, cuidando la mezcla de colores y texturas, para representarlos (Arcand et al., 2013). Esta fase permitió definir objetivos narrativos claros: que cada episodio pudiera comprenderse sin conocimientos previos, a la vez que aporte datos nuevos a quienes ya poseen nociones básicas, y que emplee

metáforas y analogías cuidadosamente seleccionadas para no reforzar ideas erróneas.

3.2.2 Estructura narrativa fija

Para cada guion se adoptó una estructura de cuatro momentos que se repite a lo largo de la serie con el fin de sostener la coherencia interna, facilitar la anticipación por parte del público familiar y optimizar la comprensión. Este patrón ofrece un andamiaje claro: activa conocimientos previos, presenta y desarrolla ideas nuevas con apoyo visual, las ancla en evidencias observacionales y, finalmente, dirige la experiencia hacia el fortalecimiento de la curiosidad informada.

En primer lugar, el planteamiento de la pregunta funciona como detonante narrativo y marco de exploración. A partir de una formulación tipo “¿Qué pasaría si...?”, se explicita el escenario hipotético y se delimitan los límites de la especulación. El lenguaje es accesible y directo, con definiciones breves que preparan el terreno para términos más técnicos que aparecerán después y allanando estas barreras al usar metáforas y figuras literarias que permiten reducir el temor al uso de terminología o conceptos complejos propios de la jerga astronómica. Este inicio busca activar experiencias e ideas previas en niñas, niños y acompañantes adultos, orientando su atención hacia la relación entre el fenómeno astronómico y la vida cotidiana.

El segundo momento corresponde a la exploración visual y conceptual. Aquí se despliega el corazón explicativo del episodio mediante visualizaciones fulldome, comparaciones de escala, esquemas en movimiento y analogías cuidadosamente controladas. La progresión va de lo simple a lo complejo, evitando la sobrecarga conceptual: se introduce un concepto por vez, se lo ejemplifica visualmente y se verifica su comprensión con micro recapitulaciones. Las decisiones de color, ritmo y encuadre se alinean con la semántica del contenido para evitar ambigüedades interpretativas y favorecer el seguimiento de ideas clave a través de la cúpula. En tercer lugar, la conexión con hechos reales y observaciones astronómicas ancla la narrativa en evidencias y referencias verificables. Se establecen vínculos explícitos con fenómenos observables (por ejemplo, movimientos aparentes del cielo, cambios de luz y temperatura, registros de misiones y observatorios), distinguiendo entre lo hipotético y lo sustentado por datos. Este anclaje no solo refuerza el rigor del contenido, sino que también ofrece puertas de entrada para continuar la exploración fuera del domo, ya sea mirando el cielo, visitando recursos educativos o conversando en familia sobre lo visto.

Finalmente, el cierre motivador reencuadra la experiencia desde una perspectiva esperanzadora. Tras recorrer escenarios que podrían generar inquietud, el desenlace resume las ideas esenciales, destaca qué aprendimos del universo y propone preguntas abiertas que invi-

tan a seguir indagando. El objetivo es transformar la emoción inicial en curiosidad sostenida, propiciando conversaciones entre generaciones y preparando el terreno para futuros episodios sin clausurar el interés.

Esta estructura común se acompaña de una voz narradora femenina cálida y clara, y de un diseño sonoro que refuerza la inmersión sin competir con la comprensión. El resultado es una identidad reconocible a lo largo de la serie, mayor fluidez en la escritura y una guía narrativa que ayuda a las audiencias familiares a orientarse, comprender y disfrutar cada episodio.

3.3 Producción audiovisual

3.3.1 *Herramientas y recursos*

El proceso de producción implicó una mezcla entre calidad visual y sonora, curvas de aprendizaje y tiempos, tanto de exposición a los programas, como de implementación para la creación del episodio piloto de la serie. A continuación se describen los programas y recursos explorados y/o utilizados, así como su propósito dentro del flujo de trabajo:

Blender (modelado y animación 3D). Suite libre para modelado, animación, sombras/luces y render. Se consideró para construir escenas astronómicas sintéticas (órbitas, escalas, transformaciones) y generar secuencias listas para proyección como lo son las exportaciones domemaster/ojodepez requeridas para la cúpula o pantalla semiesférica de domo (Lantz, 2011). Su fortaleza es la flexibilidad y la comunidad; su reto, la curva de aprendizaje, especialmente para sombreado físico, simulaciones y pipeline específico de fulldome.

After Effects (composición y transformación a ojodepez). Usado como herramienta de composición y postproducción para integrar capas, rótulos discretos y transformar material plano al formato ojodepez, mediante efectos de distorsión y/o plugins, por ejemplo, con el fin de preparar clips compatibles con cúpula antes de las pruebas en el domo (Adobe Inc., 2025).

Clipchamp (edición y montaje final). Editor no lineal para montaje, sincronía y acabado del episodio piloto (Clipchamp Pty Ltd., 2025). Se aprovechó su biblioteca de material de archivo (stock de alta resolución con licencias para uso) para completar las secuencias cuando la generación propia no era viable por tiempo/cómputo. La mezcla

final audio/visual, incluyendo la integración voz-música-ambiente, se realizó en Clipchamp tras la preedición en Audacity ([Audacity Team, 2025](#)), con atenuación manual y sincronización con los ritmos musicales en pasajes explicativos y verificación de audibilidad en distintos niveles de reproducción.

Archivos abiertos (NASA / ESA / ESO). Bancos institucionales de imágenes, videos y datos con licencias de uso abiertas. Se usaron como base de visualización científica (misiones, observatorios y simulaciones) y, cuando fue necesario, se reproyectaron o ajustaron (color, contraste, rótulos) para mantener legibilidad en cúpula o en formato plano. ([NASA, 2025](#); [European Southern Observatory \(ESO\), 2021](#)).

Uniview (visualización astronómica profesional en domo). Plataforma para navegación en tiempo real de datos astronómicos en teatros inmersivos ([Carl Zeiss Jena GmbH, 2024](#)). Ideal para cámaras guiadas, cambios de escala y recorridos didácticos. Su principal limitación en este proyecto fue la falta de acceso continuo a la instalación/licencia, lo que impidió incorporarlo de forma sostenida en el flujo.

OpenSpace (visualización de datos astronómicos de código abierto). Software abierto orientado a navegación científica a gran escala (misiones, catálogos, volúmenes) ([NASA - Science Activation, 2023](#)). Permite trayectorias de cámara y captura de clips; sin embargo, en esta experiencia la obtención y estabilización de secuencias resultó compleja, especialmente para mantener legibilidad y ritmo pedagógico sin dedicar tiempos extensos de configuración.

TouchDesigner (visualización procedural en tiempo real)([Derivative, 2024](#)). Entorno basado en nodos para gráficos y audiovisuales en tiempo real. Potente para generativos y shows inmersivos, pero con un paradigma de producción distinto (programación visual y patching) que demandó un tiempo de adaptación no disponible en este piloto.

Sora (generación de video asistida por IA) ([OpenAI, 2024](#)). Se exploró para prototipar secuencias a partir de prompts detallados. Presentó tiempos prolongados de supervisión y desajustes frecuentes entre el prompt y el resultado (consistencia semántica, continuidad espacial, control de cámara), además de restricciones de cómputo para escalar a formatos de alta resolución/fulldome.

Amateras (previsualización fulldome). Herramienta para previsualizar cómo se proyectarán las imágenes en cúpula antes de pruebas *in situ*; útil para verificar mapeos, zonas de alta distorsión y jerarquía visual (centro/periferia) y así corregir encuadres o rótulos ([ORIHALCON Technologies, Inc., 2014](#))

Audacity (captura y edición de voz) ([Audacity Team, 2025](#)). Se utilizó para la grabación de la narración, limpieza y premezcla: reducción de ruido, control de sibilancias, ecualización suave de presencia, compresión moderada y normalización para una integración estable con música/ambiente.

Micrófono JLab Talk Go (USB). Micrófono USB con dos cápsulas de condensador y dos patrones polares; se empleó el cardioide para priorizar la voz y minimizar captación de la sala. El equipo soporta hasta 96 kHz / 24-bit. La pista narrada se integró a la cadena de edición descrita arriba y se estandarizó en la mezcla maestra para compatibilidad con el flujo y ritmo del video. (Herramienta de uso personal de la autora).

Pixabay y YouTube Audio Library (sonidos/música libres de derechos) Repositorios de audio libres de derechos. La curaduría se priorizó en texturas que reforzaran la atmósfera espacial sin competir con la inteligibilidad de la voz ([Pixabay GmbH, 2010](#); [YouTube, 2013](#)).

3.3.2 Diseño visual para entornos inmersivos

Se siguieron recomendaciones sobre visualización en astronomía expuestas por [Buck \(2013\)](#), buscando imágenes que tuvieran contrastes de color para resaltar elementos clave y evitar ambigüedades semánticas. Se usaron animaciones con velocidades moderadas para favorecer la comprensión del concepto que se estaba exponiendo, de tal forma que refuercen el mensaje en lugar de distraer.

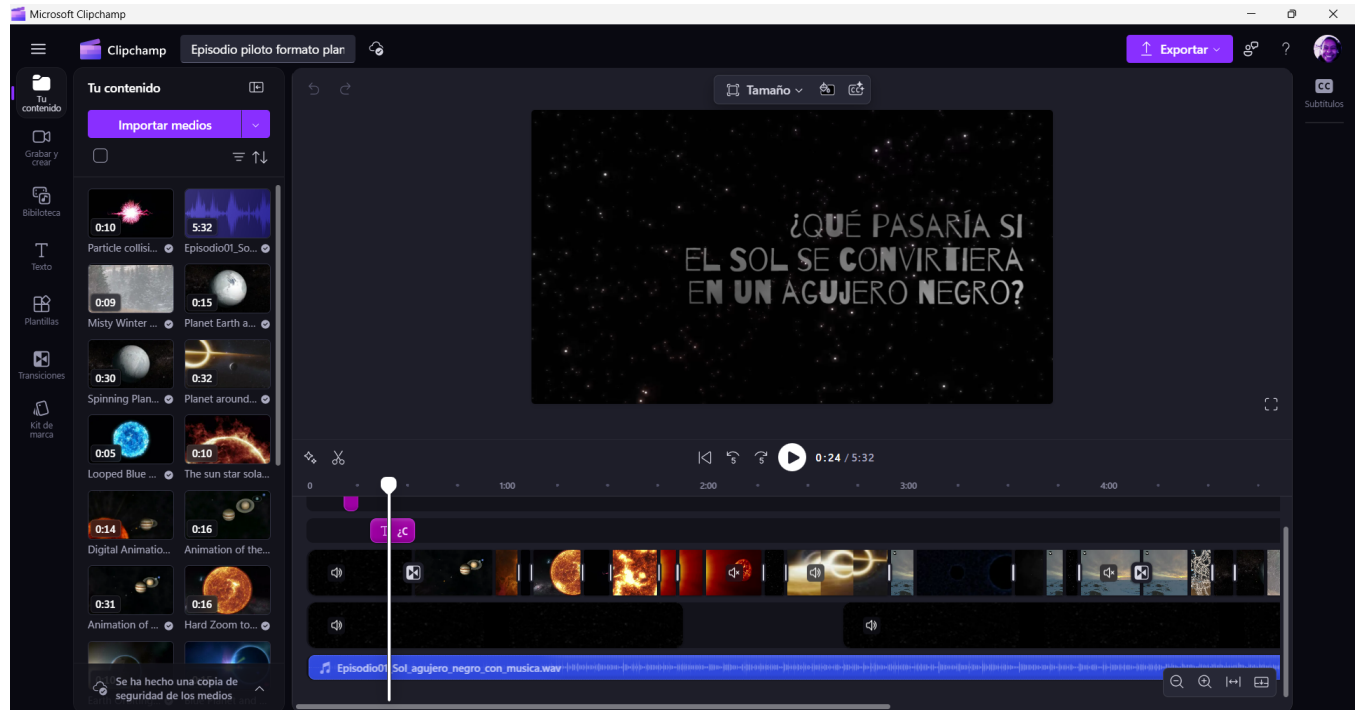
El movimiento (velocidad, aceleración, dirección) se controló para sostener el foco de atención: se prefirieron cámaras estables y barridos limitados, cortes limpios entre planos y transiciones con anclajes (puntos de referencia constantes) que ayuden a la orientación del espectador durante la experiencia en la cúpula. Este control del ritmo se fundamenta en que el domo amplifica el estímulo visual y puede distraer si no se jerarquizan los elementos; regular la dinámica mejora la lectura de procesos y relaciones ([Sumners et al., 2008](#)).

Las comparaciones de escala se diseñaron con referentes cotidianos (como por ejemplo, tamaño del centro de la ciudad de Medellín para comparar el tamaño del agujero negro solar, en el caso del primer episodio de la serie) para ayudar al público familiar a estimar órdenes de magnitud. En escenas de órbita o gravedad, se incorporaron trayectorias simplificadas que explicitan relaciones causales sin tecnicismos excesivos. Asimismo, se evitó el exceso de texto proyectado; cuando fue necesario, se usaron rótulos breves con alto contraste como el título de la serie (Episodio 01 [salto de línea] ¿Qué pasaría si...?), seguido del título del episodio

(¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?) en colores blancos suavizados y desvaneciéndose para no saturar la escena como puede verse en la Figura 5. Los rótulos, además, tuvieron colocación periferia-centro que no compitiera con la acción principal.

Figura 5

Software de montaje de video.



Captura de pantalla de la interfaz de Clipchamp. Se aprecian los recursos visuales y sonoros en el costado izquierdo de la imagen. En la zona central superior se aprecia el producto final en el momento donde se presenta el título del episodio tal como se describió anteriormente en el diseño visual y en la parte central inferior se muestra la mezcla de recursos en la línea de tiempo.

Estas decisiones convergen en un principio general: alinear forma y significado. En un entorno inmersivo, la claridad del mapeo visual, como el color, tamaño, posición, movimiento, es clave para que la audiencia construya explicaciones plausibles sobre fenómenos astronómicos sin generar falsas intuiciones (Buck, 2013; Kwasnitschka, 2017).

3.3.3 *Diseño sonoro y recursos musicales*

Por los alcances del trabajo y mis habilidades técnicas, el diseño sonoro original previsto (y descrito en los guiones técnico-narrativos de la sección 2.3) no pudo implementarse en la producción del episodio piloto.

Para la banda sonora se recurrió al un repositorio de pistas de uso libre Pixabay, seleccionando la pieza musical “*Planck’s Constant (La constante de Planck)*” que tiene una duración de 8:08 minutos, para garantizar la fluidez y cohesión sonora, además de reducir la edición de la pista para integrar a la narración de forma sincronizada y con las atenuaciones necesarias según la escena. Esta pista se eligió por su timbre futurista y atmósfera espacial, coherentes con la estética inmersiva del domo. En futuras versiones se contempla desarrollar un diseño sonoro original y especializado para domo. La pista de audio está disponible en el sitio web: [Planck’s Constant La constante de Planck](#).

3.3.4 Enlace al episodio piloto

Con el fin de garantizar que cualquiera de las personas interesadas puedan acceder al producto audiovisual desarrollado en este trabajo, se ha dispuesto una copia en línea del episodio piloto de la serie *¿Qué pasaría si...?* El video se encuentra alojado en la plataforma Vimeo, con acceso libre al público. Este material corresponde a la versión proyectada durante la sesión de evaluación con el grupo focal descrita en la sección 3.5.2.1 y sirve como referencia directa para comprender el contexto visual y narrativo de los resultados presentados en el Capítulo ???. El episodio piloto se encuentra disponible en este enlace: [Episodio 01: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?](#)

3.4 Público destinatario: familias

La serie *¿Qué pasaría si...?* fue concebida para público familiar que asiste conjuntamente a experiencias científicas como visitas a museos y centros de ciencia, a talleres y cursos y a clubes de ciencia. Se trata, pues de niñas y niños de 8 a 12 años y sus personas adultas acompañantes. Se considera que la edad de los acompañantes va desde los 13 años en adelante, ya que las familias pueden incluir adolescentes. La elección de este público obedece a que, en contextos de aprendizaje no formal, la interacción intergeneracional potencia la interpretación del contenido, el sostén emocional y la conversación posterior a la visita. La literatura sobre públicos de planetario y centros de ciencia describe que las motivaciones combinan curiosidad, disfrute y convivencia, y que el rol mediador de los adultos es clave para activar y consolidar significados durante y después de la experiencia (Trucks et al., 2023; Bandelli and Konijn, 2013).

3.4.1 Definición y perfil del público familiar

Se entiende por público familiar a la unidad de visita conjunta compuesta por al menos una persona adulta y uno o más menores que comparten la actividad y comentan entre sí lo observado. Para esta serie se acota el rango infantil a 8–12 años (etapa en la que puede articularse vocabulario científico básico, comparaciones de escala y relaciones causa–efecto sencillas), mientras que las personas adultas suelen aportar andamiaje lingüístico y afectivo, reformulan preguntas y dan continuidad a la conversación en casa. Estudios en planetarios y centros de ciencia muestran que el interés del público varía desde lo situacional (despertado por el evento) hasta niveles más sostenidos, y que el diseño de la experiencia puede favorecer ese tránsito mediante claridad conceptual, visualizaciones bien mapeadas y oportunidades de diálogo (Trucks et al., 2023; Bandelli and Konijn, 2013). Asimismo, las visitas escolares/familiares en astronomía evidencian ideas previas heterogéneas y la persistencia de concepciones alternativas, lo que justifica un guion que parta de lo cotidiano y avance gradualmente hacia lo astronómico (Lelliott et al., 2005).

La elección de este tipo de público tuvo implicaciones profundas en el diseño de la serie (y del episodio piloto), a saber: lenguaje claro y progresivo, con definiciones breves; metáforas y analogías controladas que eviten reforzar errores comunes; visualizaciones con color y movimiento coherentes semánticamente, reduciendo ambigüedades Buck (2013); tiempos moderados de cámara y transiciones para no sobrecargar la atención en el domo; y anclajes comparativos (escalas, referencias cotidianas) para facilitar la construcción de significado compartido entre generaciones.

3.4.2 Particularidades en el contexto del Planetario de Medellín

En el Planetario de Medellín conviven públicos con trayectorias educativas y culturales diversas que suelen buscar experiencias que integren aprendizaje, entretenimiento y encuentro. Teniendo esto en cuenta esta particularidad de los públicos del planetario, la serie se diseñó para: ofrecer puntos de entrada múltiples (pregunta detonante, ejemplos visuales, conexión con observaciones reales); minimizar texto en pantalla y priorizar explicación visual con rótulos breves, de alto contraste y colocación estratégica en pantalla; favorecer la familiaridad estructural de episodio a episodio (patrón en cuatro momentos descritos en la sección 3.2.2) para que el público anticipe y organice la información; y disponer de material de apoyo (antes/después) que habilite la conversación familiar.

De cara a la evaluación del impacto, el enfoque PMM resulta especialmente pertinente

con familias porque permite captar significados personales de niños y adultos (por separado y en conjunto) antes y después de la proyección. En niñas y niños, los dibujos y palabras claves revelan categorías (se espera que aparezcan, por ejemplo, “sistema solar”, “luz/energía”, “órbitas”, “frío/oscuridad”), mientras que en personas adultas emergen términos y relaciones causales; la comparación pre-post permite observar extensión, amplitud y profundidad de las ideas, así como ajustes de precisión (Suh, 2010; Falk et al., 1998). Esta observación reconoce que el aprendizaje familiar en planetarios es situado, social y emocional, y que la experiencia inmersiva actúa como catalizador cuando la forma visual está alineada con el significado (Summers et al., 2008; Buck, 2013).

En esta fase del trabajo participó el grupo AstroGnomos, un club escolar de astronomía con alta participación y acompañamiento de madres, padres y acudientes, lo que refuerza el enfoque de público familiar y la mediación intergeneracional propia de esta propuesta (véase la caracterización en la sección 3.5.2.1 Muestra y participantes: grupo AstroGnomos).

3.5 Evaluación del impacto

Esta evaluación busca identificar transformaciones en el significado personal que niñas, niños y personas adultas acompañantes atribuyen a la pregunta detonante del episodio piloto (“¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?”) antes y después de la experiencia inmersiva. El enfoque se fundamenta en el PMM por su idoneidad para contextos no formales y públicos heterogéneos, privilegiando la construcción de sentido más que la verificación de respuestas “correctas” (Falk et al., 1998; Suh, 2010).

3.5.1 Justificación y objetivos de evaluación

El PMM permite observar cambios en el lenguaje, la organización conceptual y las asociaciones afectivas provocados por la experiencia en domo. Los objetivos de la aplicación de esta estrategia son:

- a) Documentar variaciones pre-post en extensión, amplitud y profundidad de ideas
- b) Identificar indicios de precisión conceptual (dominio) cuando emerjan;
- c) Explorar cómo la experiencia inmersiva activa la curiosidad y el interés en las familias.

3.5.2 Definición del grupo focal y adaptación al estudio.

Según Bandelli and Konijn (2013), un grupo focal es una técnica de investigación que recopila datos a partir de la interacción grupal entre un número reducido de personas seleccionadas con base en criterios definidos (edad, contexto, etc.), para conversar sobre un tema específico. La calidad del resultado depende de una moderación que mantenga el foco, facilite la participación y promueva un ambiente cómodo para expresar percepciones, emociones y decisiones relacionadas con el tema de estudio.

En este trabajo, el grupo focal se usa para acompañar la medición con PMM con lo que podremos observar cómo dialogan niñas/niños y personas adultas sobre las ideas del episodio piloto y cómo negocian significados de forma individual y en familia, complementando los cambios pre-post que capta el PMM.

3.5.2.1 Muestra y participantes: grupo AstroGnomos En el estudio del impacto del episodio piloto que realizamos participó el grupo AstroGnomos (véase Figura 6), club escolar de astronomía, idóneo para observar interacción intergeneracional y motivaciones familiares. En el capítulo de Resultados se incluye una tabla con la caracterización (edades, parentesco, escolaridad, visitas previas a planetarios, afinidad con astronomía).

Descripción de AstroGnomos. AstroGnomos es un club de astronomía activo desde 2011 en la Institución Educativa Paraíso de Color. Nació como “Confederación Galáctica” y adoptó su nombre actual para reforzar su identidad y capacidad de convocatoria. El término combina “gnomos” (figura simbólica para referirse a las niñas y los niños, “los duendes de la tierra”) y “astro”, aludiendo al espacio; así, el nombre sugiere pequeños exploradores apasionados por la ciencia y la astronomía. Desde su conformación ha desarrollado actividades continuas con población infantil de la ciudad. Actualmente el grupo está conformado por 45 niñas y niños provenientes de 17 instituciones de Medellín, incluidos los corregimientos de San Cristóbal, San Antonio de Prado y Santa Elena. El proceso es liderado por cuatro docentes, con el acompañamiento del responsable de la Biblioteca del Planetario de Medellín, quien facilitó el enlace para la prueba de este proyecto. Las actividades del club cuentan con respaldo jurídico de la Corporación Festival Infantil de Poesía. (Información suministrada por la profesora Diana Lucía Restrepo, docente líder del grupo).

Figura 6

Registro fotográfico de la implementación del PMM.



Asistentes a la evaluación. Registro fotográfico de la implementación del PMM al grupo focal de AstroGnomos. En este mosaico se muestra el trabajo realizado por el público invitado a evaluar el piloto del primer episodio. En todas las escenas, se refleja el mapa de significados en el pre. Para proteger el anonimato de las niñas y niños, se han cubierto sus rostros.

3.6 Diseño e instrumento principal: PMM

El Mapa de Significados Personales (PMM) permite explorar cómo las personas construyen, reorganizan o amplían sus ideas en torno a un concepto después de una experiencia educativa como el estímulo al que se expuso al grupo de niñas y niños y las personas adultas

acompañantes. Es especialmente pertinente aquí porque capta no solo conocimiento que traen de base y que pueden articular en ideas concretas, sino también asociaciones y emociones propias de un entorno inmersivo como el domo.

3.6.1 Etapas de la implementación

Para la implementación de este instrumento se diseñaron 4 etapas:

1. **Definición del concepto.** Se decidió que la pregunta detonante para el antes y el después sería la misma que se plantea en el título del Episodio 01 de la serie: “¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?” (episodio piloto).
2. **PMM inicial (pre-test).** Las niñas y los niños dibujan (también pueden escribir palabras clave); las personas adultas escriben ideas/preguntas en torno a la pregunta detonante.
3. **Intervención. Se realiza la proyección del episodio en domo.** La estancia en el domo puede durar un poco más de lo que dura el episodio, para generar una disposición a la escucha y visualización de lo que se va proyectar.
4. **PMM final (post-test).** Se vuelve al sitio inicial, se devuelven las hojas y se repite el ejercicio para comparar cambios en extensión, amplitud y profundidad.

3.6.2 Materiales y formato de hoja

Se entregó a ambos grupos una hoja tamaño tabloide horizontal con la misma pregunta detonante (véase Figuras 7 y 8); en niñas/niños la pregunta va como título arriba para favorecer el espacio de dibujo; en personas adultas, la pregunta va al centro para organizar asociaciones alrededor. La misma hoja del pre- se devuelve en el post- y se solicita que las modificaciones se hagan con colores distintos, para identificar visualmente los cambios.

En el pre-test se entregaron colores a las niñas y niños y solo lápiz a sus adultos acompañantes. En el post, los adultos hicieron las nuevas observaciones usando colores y las niñas y niños realizaron cambios que fueron respaldados por entrevistas cortas de menos de un minuto, tanto en el pre como en el post.

Figura 7

Diseño de PMM para niñas y niños

¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?

Nombre: _____

Mapa de significado personal aplicado el 06 de agosto de 2025

Diseño de las hojas entregadas para la aplicación del Mapa de Significados Personales para niñas y niños. Se dispuso un mayor espacio en blanco para que las niñas y niños pudieran dibujar ampliamente sus ideas.

3.6.3 Convocatoria y consentimiento

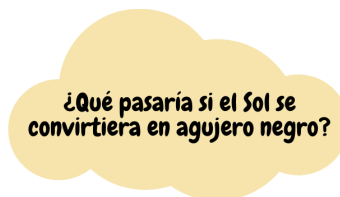
La convocatoria se realizó voz a voz con la profesora Diana Lucía Restrepo, difusión de una pieza gráfica (véase Figura 9) y un formulario digital para inscripción y caracterización preliminar (Véase la Tabla 2). Se aplicó consentimiento informado (en línea y físico) para participación, uso de imagen y tratamiento de datos, conforme a la Ley 1581 de 2012. El formulario de inscripción y caracterización se construyó con dos propósitos centrales: Para garantizar el marco ético y legal de la actividad (mediante el consentimiento informado y las autorizaciones de uso de datos e imagen para personas adultas y para niñas/niños) y para contextualizar la evaluación con PMM a partir de información básica y comparable del público familiar. En un solo instrumento se recogen los datos de contacto para confir-

Figura 8

Diseño de PMM para adultos acompañantes

Nombre: _____

Acompañante de: _____



Mapa de significado personal aplicado el 06 de agosto de 2025

Diseño de las hojas entregadas para la aplicación del Mapa de Significados Personales para adultos acompañantes. Este diseño está más estructurado y guiado hacia la escritura, pero no se descartó que las y los acompañantes adultos pudieran dibujar o hacer diagramas.

mación logística, el parentesco para parear cada niña/niño con su acompañante adulto, y variables de caracterización relevantes para el análisis como edad/grado escolar del NNA, sexo, barrio/vereda, lenguas habladas en casa, experiencia previa en planetarios/shows en domo, intereses declarados y relación/afinidad con la astronomía de ambos. Estos datos actúan como variables que permiten describir la muestra, estratificar resultados y interpretar los cambios pre-post en los mapas de significado (extensión, amplitud y profundidad) con base en la familiaridad previa, los intereses y la mediación intergeneracional, haciendo más válida y robusta la lectura de impacto del episodio piloto. Al final del formulario se le preguntó si deseaban recibir el manuscrito de esta monografía.

Aquí el texto del consentimiento informado que debía ser entregado a las familias:

Figura 9

Pieza de invitación a la evaluación del piloto.



Convocatoria. Pieza gráfica utilizada para la convocatoria de la proyección del piloto ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?, dirigida a niñas, niños y sus familias. Esta imagen se difundió de manera digital junto con un formulario en línea para la inscripción y recolección de información preliminar del público participante.

Consentimiento Informado para la Participación, Uso de Imagen y Tratamiento de Datos.

Yo, _____, identificado(a) con _____ No. _____, en calidad de participante y/o representante legal de la niña, niño o adolescente, declaro que he sido informado(a) sobre la naturaleza, objetivos y características de la actividad académica que hace parte del trabajo de grado de Malory Agudelo Vásquez, estudiante de último año del pregrado en Astronomía de la Universidad de Antioquia, bajo la asesoría de la profesora Lauren Flor Torres.

La actividad consiste en la proyección del episodio piloto de la serie ¿Qué pasaría si...? y la aplicación de una metodología de investigación educativa denominada Mapa de Significados Personales (PMM), con el fin de comprender cómo aprendemos y disfrutamos la ciencia en familia.

Entiendo que mi participación y la de la niña, niño o adolescente a quien represento es voluntaria, y que podemos retirarnos en cualquier momento sin que ello implique perjuicio

alguno. Tanto la niña, niño o adolescente como yo tenemos derecho a solicitar la corrección, actualización o eliminación de los datos personales.

1. **Autorización para el tratamiento de datos de niñas, niños y adolescentes** Yo, en calidad de madre, padre o representante legal de la niña, niño o adolescente identificado(a) como: Nombre: _____ Tipo y número de documento: _____ autorizo el uso de sus datos personales y de las imágenes que puedan ser tomadas durante la actividad (fotografías o videos), exclusivamente con fines académicos, de divulgación científica y para documentar el trabajo de grado. La información será tratada conforme a la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales en Colombia, garantizando la confidencialidad, seguridad y uso responsable de los datos.
2. **Autorización para el tratamiento de datos de personas adultas participantes** Yo, en calidad de participante adulto, identificado(a) como: Nombre: _____ Tipo y número de documento: _____ autorizo el uso de mis datos personales y de las imágenes que puedan ser tomadas durante la actividad (fotografías o videos), exclusivamente con fines académicos, de divulgación científica y para documentar el trabajo de grado. La información será tratada conforme a la Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales en Colombia, garantizando la confidencialidad, seguridad y uso responsable de los datos.

Para cualquier inquietud, puedo contactar a:
Responsable del proyecto: Malory Agudelo Vásquez
Correo electrónico: malory.agudelo@udea.edu.co
Teléfono: 3053549907

Asesora: Prof. Lauren Flor Torres
Universidad de Antioquia - Departamento de Astronomía
Correo electrónico: lauren.flort@udea.edu.co

Nombre del participante: _____
Firma: _____
Fecha: _____

Tabla 2

Formulario de caracterización y participación en la actividad



Grupo focal episodio piloto de la serie ¿Qué pasaría si...?

🌟 ¡Bienvenidas y bienvenidos! 🌟

Te invitamos a participar en la proyección del episodio piloto de la serie ¿Qué pasaría si...? en el domo del planetario de Medellín, una investigación educativa que busca comprender mejor cómo aprendemos y disfrutamos la ciencia en familia.

Convocatoria para niñas, niños (preferiblemente entre los 8 y 12 años) y sus adultos acompañantes.

📅 Fecha: **miércoles 6 de agosto**
🕒 Hora: **5:00 p.m.**
📍 Lugar de encuentro: **Biblioteca del Planetario de Medellín**

Este formulario nos ayudará a confirmar tu participación en la actividad —que tendrá una duración aproximada de 2 horas— y a conocer algunas características del público familiar que nos acompañará.

Tus respuestas, ya seas niña, niño o persona acompañante, son muy valiosas y serán tratadas con total confidencialidad. No hay respuestas correctas o incorrectas: lo importante es que, en familia, expresen lo que piensan libremente.

¡Hola! Mi nombre es Malory Agudelo Vásquez, divulgadora del Planetario de Medellín y actualmente estoy en mi último semestre del pregrado en Astronomía de la Universidad de Antioquia.

Esta actividad hace parte de mi trabajo de grado y busca conocer lo que las niñas y niños y sus acompañantes piensan sobre algunos temas de astronomía, antes y después de ver un show en domo.



Presentación y consentimiento general

Consentimiento informado para la participación, uso de imagen y tratamiento de datos

Declaro que he sido informado(a) sobre la naturaleza, objetivos y características de la actividad académica que hace parte del trabajo de grado de **Malory Agudelo Vásquez**, estudiante de último año del pregrado en Astronomía de la Universidad de Antioquia, bajo la asesoría de la profesora **Lauren Flor Torres**.

La actividad consiste en la proyección del episodio piloto de la serie ¿Qué pasaría si...? y la aplicación de la metodología **Mapa de Significados Personales (PMM)**, con el fin de comprender cómo aprendemos y disfrutamos la ciencia en familia.

La participación es voluntaria y se puede retirar en cualquier momento sin que ello implique perjuicio. Tanto la niña, niño o adolescente como yo tenemos derecho a solicitar la corrección, actualización o eliminación de los datos personales.

Confirmando que he leído y comprendido el consentimiento informado, y que **1 punto** acepto participar en la actividad en las condiciones descritas.

☐ Si, acepto

Datos del representante legal / participante adulto

Nombre completo del adulto participante ***** 1 punto

Tu respuesta

Tipo de documento ***** 1 punto

Elige

Número de documento ***** 1 punto

Tu respuesta

Edad ***** 1 punto

Tu respuesta

Datos de la niña, niño o adolescente participante

Nombre completo de la niña, niño o adolescente ***** 1 punto

Tu respuesta

Edad ***** 1 punto

Tu respuesta

Autorización tratamiento de datos e imagen de la niña, niño o adolescente *** 1 punto**

☐ En calidad de madre, padre o representante legal, autorizo el uso de los datos personales y de las imágenes (fotografías o videos) de la niña, niño o adolescente que participará en la actividad, exclusivamente con fines académicos, de divulgación científica y para documentar el trabajo de grado.

Caracterización de las niñas y niños participantes

En esta sección vamos a registrar algunos datos generales de la niña o niño que participará en la actividad.



Grado escolar que cursa ***** 1 punto

Tu respuesta

Sexo ***** 1 punto

☐ Femenino
☐ Masculino
☐ Prefiero no decirlo
☐ Otro

¿La niña o niño ha visitado antes un planetario? ***** 1 punto

☐ Si
☐ No
☐ No estoy seguro(a)

¿La niña o niño ha visto antes un show en domo? ***** 1 punto

☐ Si
☐ No
☐ No estoy seguro(a)

Actividades o temas que más le gustan a la niña o niño ***** 1 punto

☐ Astronomía / espacio
☐ Dinosaurios
☐ Ciencia en general
☐ Naturaleza / animales
☐ Dibujar / crear
☐ Escribir / contar historias
☐ Leer historias / cómics

Caracterización de la persona adulta participante

En esta sección vamos a registrar algunos datos generales de la persona adulta que acompaña y/o participa en la actividad.



Sexo ***** 1 punto

☐ Femenino
☐ Masculino
☐ Prefiero no decirlo
☐ Otro

Nivel educativo alcanzado ***** 1 punto

☐ Primaria incompleta
☐ Primaria completa
☐ Secundaria
☐ Técnico/Tecnológico
☐ Universitario
☐ Posgrado

Ocupación principal ***** 1 punto

Tu respuesta

Barrio o vereda donde vive ***** 1 punto

Tu respuesta

Lengua(s) que habla en casa. ***** 1 punto

Marque todas las que apliquen.

☐ Español
☐ Lengua de señas colombiana (LSC)

Formulario de caracterización. Se muestran algunos pantallazos del formulario que diligenciaron las familias antes de participar en la prueba del episodio piloto. Se presentan únicamente algunas de las preguntas utilizadas para caracterizar la población asistente.

3.6.4 Procedimiento y planeación operativa

Para la proyección del episodio piloto en el domo del Planetario de Medellín fue necesario coordinar la reserva del espacio con Lucía Arbeláez, actual coordinadora del Planetario. Gracias a su gestión, se entregó el archivo del episodio al astrónomo y planetarista encargado, Mauricio Arango, quien realizó el montaje y las pruebas técnicas en el domo. Asimismo, se contó con el apoyo de Johann Vivas, bibliotecario del Planetario, para disponer de la biblioteca como espacio para aplicar el pre-test y el post-test del PMM. Johann, además, facilitó el contacto con la profesora Diana Lucía Restrepo, docente de la Institución Educativa Paraíso de Color y coordinadora del grupo AstroGnomos, desde el cual se convocó a las niñas, niños y sus familias para participar en la actividad.

La sesión evaluativa se planificó con una duración total de 2 horas, iniciando a las 5:00 p. m (véase Tabla 3), teniendo lugar en la Biblioteca y en el domo, ambas instalaciones dentro del Planetario de Medellín. Este horario se seleccionó considerando que, al tratarse de público familiar, muchas madres, padres y acudientes solo pueden participar fuera del horario laboral habitual.

Tabla 3

Cronograma de la sesión de evaluación

Momento de la actividad	Duración en minutos	Horarios
Bienvenida	10	5:00 p.m. – 5:10 p.m.
Presentación del trabajo de grado y objetivo de la actividad	5	5:10 p.m. – 5:15 p.m.
Instrucciones y entrega de materiales	5	5:15 p.m. – 5:20 p.m.
PMM inicial (pre-test)	30	5:20 p.m. – 5:50 p.m.
Intervención educativa: proyección en el domo	30	5:50 p.m. – 6:20 p.m.
PMM final (post-test)	30	6:20 p.m. – 6:50 p.m.
Refrigerio y despedida	10	6:50 p.m. – 7:00 p.m.

3.7 Criterios del análisis y rúbrica

3.7.1 Dimensiones de análisis del PMM

Siguiendo a Falk et al. (1998), el análisis del PMM se desarrolla en cuatro dimensiones que arrojan resultados cualitativos, aunque en este trabajo aplicaremos principalmente las

tres primeras (Véase Tabla 4):

Tabla 4

Parámetros numéricos usados en la prueba

Amplitud	Extensión	Profundidad
Número de categorías	1 punto: palabras. 2 puntos: frases incomple- tas. 3 puntos: oración con senti- do.	Por escala de Likert (de 1 a 5)

Escala de valores de los parámetros de la prueba Se muestran los parámetros numéricos con los que se van a cuantificar los test, antes y después de la experiencia en el domo.

- 1. Extensión:** a cantidad total de ideas expresadas, es decir, el número de ítems relevantes (palabras/ideas/dibujos).
- 2. Amplitud:** diversidad de temas o conceptos asociados al tema central, es decir, el número de categorías conceptuales distintas (por ejemplo, objetos celestes; movimientos; escalas/distancias; tecnología/observación; cultura/mitos; emociones/preguntas).
- 3. Profundidad:** nivel de desarrollo o detalle con que se abordan las ideas, es decir, elaboración dentro de cada categoría.
- 4. Dominio/maestría:** coherencia y precisión conceptual, es decir, uso consistente de términos, ausencia de contradicciones, conexiones bien fundamentadas.

En el caso de niñas y niños, se pueden observar estas dimensiones en el uso de colores, formas, escenas representadas o personajes en sus dibujos, mientras que en personas adultas se analizan patrones de escritura, terminología y asociaciones emocionales.

Para asignar puntuación a la dimensión de “profundidad” se emplea una escala de **Likert (1932)** de 5 puntos, siguiendo el formato de respuesta utilizado en instrumentos educativos con población infantil (adaptación referida en **Torres Mora (2016)**):

- 1: palabras sueltas / etiquetas aisladas.
- 2: frases telegráficas o incompletas.

- 3: oración con sentido (idea completa) o relación simple entre dos conceptos.
- 4: explicación causal básica con uso mayormente pertinente del vocabulario.
- 5: explicación articulada con varias conexiones internas y terminología adecuada.

La dimensión “dominio/maestría” puede considerarse de manera exploratoria en un futuro estudio cuando emerjan definiciones más precisas o explicaciones causales.

En la Tabla 5 se consignan las categorías esperadas para el primer episodio (público adulto y público infantil) que guiarán la codificación de amplitud. La selección de categorías fue realizada por la autora, en coherencia con la línea narrativa y las intenciones de diseño audiovisual del episodio.

3.7.2 *Análisis cuantitativo de apoyo*

Para complementar la interpretación cualitativa que arroja el PMM, se implementa este abordaje cuantitativo que es coherente con prácticas habituales en evaluación de aprendizajes en entornos informales como museos, cursos, clubes y, en este caso, experiencias inmersivas para domos. Los dos criterios que se tendrán en cuenta son:

1. La prueba t de Student para muestras apareadas es un análisis de los resultados pre y post en cada dimensión evaluada. La t de Student permite determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas, y no producto del azar. El cálculo de la media, varianza, tamaño muestral, diferencia hipotética de medias ($=0$), grados de libertad, valores de t y p (tanto de una como de dos colas), junto con los valores críticos, ofrece un marco riguroso para respaldar la interpretación de cambios en la estructura de los conceptos usados por el público familiar. Es por esto que resulta crucial usar este análisis en la experiencia inmersiva que se ha planteado para el trabajo, donde la narrativa y los recursos visuales buscan precisamente transformar la forma de pensar y sentir de los espectadores.
2. Correlación de Pearson (pre-post): Este tipo de análisis se aplica para examinar la relación entre las respuestas de los mismos individuos pre y post de la experiencia inmersiva, permitiendo identificar la estabilidad de ciertos conceptos (sin importar si son correctos o no) que son ideas que persisten a pesar de la experiencia que se presenta dando oportunidad de identificar las nuevas ideas que emergen. En el caso del público familiar, que es de naturaleza heterogénea, la correlación que aplicaremos nos permitirá

Tabla 5

Categorías definidas para la sesión de evaluación.

Categorías	
1	Estructura del Sistema Solar: - La organización de los cuerpos celestes: Sol, planetas, lunas, asteroides y cometas - La función de la gravedad del Sol para mantener unidos los cuerpos del sistema solar - El papel del Sol como fuente de energía para la vida en la Tierra
2	El Sol como Estrella: - Características físicas del Sol: tipo (estrella mediana, amarilla), composición (esfera de plasma, gas muy caliente, hidrógeno, helio). - Procesos internos del Sol: fusión nuclear, liberación de luz y calor
3	Evolución y Muerte Estelar: - El concepto de que las estrellas tienen un ciclo de vida y mueren. - Las etapas de la evolución estelar de una estrella como el Sol: gigante roja y enana blanca - El agotamiento del combustible nuclear como causa de la muerte estelar
4	Agujeros Negros (y su formación): - La definición y origen de los agujeros negros estelares (colapso de una estrella masiva). - La intensa atracción gravitacional de un agujero negro, que impide el escape de la luz. - La masa necesaria para que una estrella se convierta en agujero negro (específicamente, que el Sol no la tiene)
5	Consecuencias Hipotéticas de un Agujero Negro Solar: - Impacto en la Luz y la Oscuridad: La ausencia de luz y calor, resultando en oscuridad eterna para el sistema solar. - Impacto en las Órbitas Planetarias: La noción de que los planetas seguirían orbitando si la masa del agujero negro fuera la misma que la del Sol. - Impacto en la Vida en la Tierra: Los cambios drásticos en la Tierra (frío, oscuridad) y la inviabilidad de la vida tal como la conocemos
6	Conceptos Transversales: - Escala y Distancia: Comprender las proporciones relativas de los cuerpos celestes y las distancias astronómicas. - Vocabulario Astronómico Específico: Identificación y uso de términos como "plasma", "fusión nuclear", "órbita", "gravedad", "Espacio-Tiempo"
7	Actitudes: - Razonamiento Hipotético y Causa-Efecto: La capacidad de imaginar escenarios extremos para comprender principios científicos. - Actitudes y Creencias: Explorar las percepciones como el asombro, la curiosidad o las posibles preocupaciones de los participantes sobre estos fenómenos del cosmos

Conceptos en engloban las ideas expresadas en la prueba. Lista de categorías específicas para el episodio ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro? Se detalla en qué consiste cada una de las categorías según la narrativa diseñada para la experiencia del público familiar.

aportar evidencia sobre cómo las niñas, los niños y las personas adultas acompañantes reorganizar su conocimiento, emociones y discursos a partir de un estímulo común, que en este caso es el episodio piloto, a pesar de que sus trayectorias de aprendizaje sean muy diferentes entre sí.

3.8 Limitaciones y alcances

Es inevitable que se presenten limitaciones dentro de la metodología del trabajo y que, por lo tanto, el alcance proyectado cambie. Es por esto que en esta sección presentaremos, por un lado, las limitaciones encontradas durante la producción del episodio piloto y la implementación del PMM; y por otro, los alcances reales del estudio en su condición de piloto evaluativo.

3.8.1 *Limitaciones en la producción y el diseño visual*

Durante la fase de producción se identificaron las siguientes restricciones técnicas y de flujo de trabajo:

Curva de aprendizaje en Blender. La complejidad del pipeline 3D (materiales PBR, iluminación/sombras y cámara domemaster) ralentizó la producción.

Cambio de paradigma en TouchDesigner. El enfoque basado en nodos exigía un tiempo de práctica que excedía el cronograma disponible.

OpenSpace. Resultó complejo obtener clips consistentes (trayectorias de cámara, superposición de capas de datos y renderizados) por el poco tiempo para la adquisición de experiencia en los movimientos de cámara exigidos para el piloto, sumado a poca capacidad de alojamiento de los clips.

Uniview. El acceso discontinuo a licencia/equipo impidió su integración estable en el flujo de trabajo.

Sora. Requirió largos tiempos de supervisión y mostró baja fidelidad al prompt para contenidos científicos (consistencia física y causal), por lo que no fue eficiente para los objetivos del piloto.

Limitaciones de cómputo local. La capacidad de procesamiento fue insuficiente para renderizar videos en fulldome y/o para aplicar transformaciones de ojodepez a 4K sin degradación, lo que impactó la calidad final e incumplió parcialmente los lineamientos previstos de inmersión.

A partir de las limitaciones antes enunciadas, se tomaron las siguientes decisiones técnicas para el piloto:

- Construcción con material de archivo de alta resolución y licencia de uso (Clipchamp y archivos abiertos de NASA/ESA/ESO), priorizando coherencia semántica (color, escala, movimiento) y legibilidad para público familiar.
- Adopción de formato plano para la versión evaluativa (16:9, 1080p y 4K), posponiendo la masterización fulldome. Con ello se aseguró una calidad visual estable y un flujo de producción acorde con tiempos/recursos, a costa de diferir la salida específica para domo.

En futuras iteraciones (con acceso estable a Uniview/OpenSpace y mayor potencia de cómputo) se retomará la masterización domemaster, reintroduciendo secuencias 3D propias (Blender) y/o recorridos de datos, y consolidando un protocolo de previsualización con Amateras previo a las pruebas en el domo.

3.8.2 Limitaciones de producción en sonido y música

Por los alcances del trabajo y las habilidades técnicas disponibles, el diseño sonoro original previsto (descrito en los guiones técnico-narrativos de la sección 2.3) no pudo implementarse en el piloto. Para la banda sonora se utilizó una pista de uso libre del repositorio Pixabay: [Planck's Constant La constante de Planck](#).

Esta decisión reduce la espacialización y el grado de inmersión auditiva frente a un diseño multicanal específico para domo (sin foley dedicado ni mezcla por zonas de la cúpula), lo que podría modular la respuesta emocional del público. Como mitigación, se estandarizó el audio para todas las personas participantes y el análisis se enfocó en cambios conceptuales y de significado personal capturados por el PMM, más que en la apreciación estética del sonido.

3.8.3 Limitaciones del diseño y de la evaluación (PMM)

- La muestra de individuos con los que se realizó la prueba fue muy pequeña, contando con una población de 7 niñas y niños y 9 personas adultas acompañantes. Eso puede introducir sesgo en los resultados, pero se respalda con que el tratamiento del grupo fue como grupo focal.
- Efecto novedad del domo. El entorno inmersivo puede incrementar el interés situacional, afectando marcadores afectivos independientes del contenido.

- Heterogeneidad expresiva. En niñas y niños predomina el dibujo (con palabras sueltas), mientras que en personas adultas predomina el texto; esto demanda criterios diferenciados de codificación y puede introducir sesgos de interpretación.
- Fiabilidad de la codificación. Aunque se emplean rúbricas y doble codificación en submuestra, pueden persistir discrepancias en la lectura de elementos gráficos (especialmente en producciones infantiles).
- Recursos y formato de salida. La decisión de trabajar el piloto en formato plano 16:9 (1080p/4K), en lugar de masterización fulldome, pudo reducir la potencia inmersiva visual, con efectos indirectos sobre marcadores afectivos; se controló mediante consistencia visual e instrucciones estandarizadas.

3.8.4 Alcances

La evaluación permite medir cambios inmediatos en extensión, amplitud y profundidad del significado personal (PMM pre-post) y registrar indicadores de interés situacional en público familiar. No pretende aún medir retención a mediano/largo plazo ni transferencia a contextos escolares, pero sí ofrece insumos para ajustar diseño narrativo/visual y mejorar la mediación en futuras iteraciones.

3.9 Pertinencia del domo para visualización y comunicación de la astronomía

Los domos digitales son entornos de visualización inmersiva capaces de representar fenómenos a escalas no cotidianas (órbitas, campos gravitatorios, cambios de perspectiva) y de articular datos científicos en recorridos comprensibles para público general mediante plataformas de visualización astronómica (por ejemplo, OpenSpace y Uniview). En este contexto, la elección cromática y el mapeo visual son decisivos: cuando el color funciona como código semántico (y no solo estético) se reduce la ambigüedad y mejora la interpretación del público (Buck, 2013). Los planetarios no son “solo para niños” y se entienden hoy como infraestructura versátil para múltiples públicos y disciplinas, relevantes para la comunicación pública de la ciencia (Kwasnitschka, 2017).

Esta pertinencia respalda la elección metodológica de una intervención inmersiva orientada a la comprensión de “grandes ideas” (gravedad, energía, habitabilidad) mediante visualizaciones coherentes en lo cromático y lo semántico, y un andamiaje narrativo que favorezca la construcción de significado en familias.

Tras este detallado de la metodología en la que se expuso la lógica de diseño narrativo y visual del episodio piloto, las decisiones técnicas adoptadas (incluida la versión evaluativa en formato plano 16:9), la selección y uso de herramientas, y el dispositivo de evaluación centrado en el PMM, pasamos al Capítulo 4: Resultados y análisis, donde se presentará el perfil de la muestra, seguido de los hallazgos pre-post del PMM organizados por dimensiones, ilustrados con ejemplos de mapas de significados de los participantes y respaldados por indicadores cuantitativos. Luego se sintetizarán los temas emergentes del grupo focal (emociones, curiosidad) y se propondrán implicaciones de diseño para episodios futuros. Con ello, el capítulo siguiente transita del procedimiento a la evidencia, y de la evidencia a mejoras concretas en la serie *¿Qué pasaría si...?*

4 Resultados y análisis

4.1 Muestra y caracterización de la población

Participó una muestra compuesta por 7 niñas y niños (8-12 años) y 9 personas adultas acompañantes del grupo AstroGnomos. La caracterización se centra en el vínculo intergeneracional (pareja NNA-adulto) y en los cambios pre-post observados tras el episodio piloto. Es importante enfatizar que esta muestra es pequeña y por lo tanto es tratada como grupo focal en el que la prueba PMM se complementó con breve conversación al finalizar cada momento.

4.1.1 Descripción de la muestra

La muestra analítica empleada en los contrastes pre-post incluye 9 personas adultas y 7 niñas y niños. Tal como muestra la Figura 10, la asistencia fue mayoritariamente acompañada. En el subgrupo de personas adultas (con $n = 7$ casos con edad reportada), la media de edad fue 45,1 años (mediana = 42; rango = 36-61). En niñas y niños (con $n = 7$ casos con edad reportada), la media fue 9,43 años (mediana = 10; rango = 7-11), consistente con el público objetivo. Predominó la participación acompañada (adultos: 6/9; niñas y niños: 7/7), lo que sustenta el análisis en clave familiar e intergeneracional.

Nota sobre la participación: Participaron 3 adultos que no estaban acompañando exclusivamente a una niña o un niño. Además, uno de los adultos inscritos no pudo asistir a la sesión. El niño a su cargo participó acompañado por la docente responsable del grupo, quien actuó como acudiente temporal para los fines de la actividad. Por esta razón, el tamaño muestral de niñas y niños ($n = 7$) no coincide exactamente con el de personas adultas ($n = 9$). En los análisis pre-post se trabajó con los casos disponibles por subgrupo y se reportan los n efectivos en cada prueba.

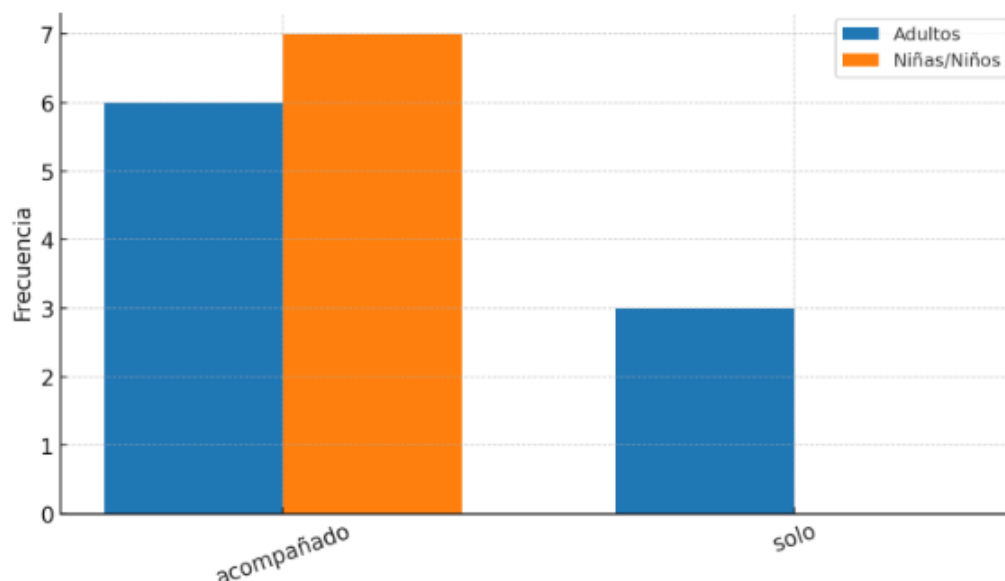
4.1.2 Características de la población

Considerando los niveles de escolaridad, podemos decir que:

Niñas y niños ($n = 7$): todos pertenecen a educación primaria. Por grado escolar, la distribución fue: 2° ($n = 1$), 3° ($n = 1$), 4° ($n = 2$), 5° ($n = 2$) y 6° ($n = 1$). Esta estructura por grados es consistente con el rango etario (8-12 años) y aporta contexto para interpretar diferencias en amplitud y profundidad del PMM según etapa escolar.

Figura 10

Descripción de la muestra de participantes



Acompañamiento por subgrupo. Gráfico de barras agrupadas que muestra la distribución del acompañamiento durante la actividad: en personas adultas ($n = 9$), 6 acompañadas y 3 solas; en niñas/niños ($n = 7$), 7 acompañados/as (sin casos “solo”). Predomina el acompañamiento en ambos subgrupos, lo que refuerza el carácter familiar e intergeneracional de la muestra.

Personas adultas ($n = 9$): se observa heterogeneidad formativa: técnico/tecnológico ($n = 2$), universitario ($n = 1$), posgrado ($n = 2$), secundaria ($n = 1$) y bachillerato ($n = 1$); en 2 casos no se contó con el dato en la base consolidada. Esta diversidad formativa sugiere repertorios conceptuales previos distintos, aspecto relevante al analizar las variaciones de amplitud (número de categorías) y profundidad (organización jerárquica/causal) del PMM.

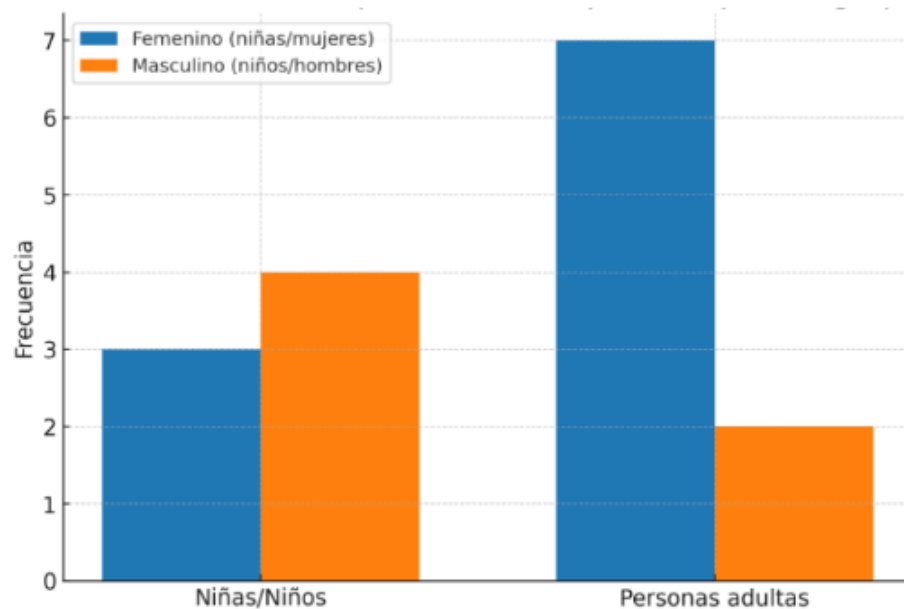
En cuanto a las ocupaciones de las personas adultas se registran perfiles variados: docente ($n = 3$), ama de casa ($n = 3$), diseño de calzado ($n = 1$), abogada ($n = 1$) y empleado/a ($n = 1$). La mezcla ocupacional respalda la lectura de los resultados como representativos de públicos familiares diversos, más que de un nicho profesional específico.

Al revisar los barrios o veredas de procedencias, se identifican múltiples procedencias en ambos subgrupos, lo que asegura variabilidad territorial en el grupo focal. En personas adultas: Caicedo ($n = 2$), Centro Educativo Paraíso de Color ($n = 2$), El Chagualo ($n = 1$), Aranjuez ($n = 1$), La Ladera ($n = 1$), Campo Valdés ($n = 1$) y El Salvador ($n = 1$). En

niñas y niños: Caicedo (n = 2), El Chagualo (n = 1), Moravia (n = 1), Aranjuez (n = 1), La Ladera (n = 1) y Campo Valdés (n = 1). La repetición de Caicedo en ambos subgrupos y la presencia de otros barrios distintos en cada uno confirman la heterogeneidad de contextos desde los cuales se aproxima la audiencia al episodio piloto.

Figura 11

Distribución por sexo.



Distribución por sexo - Comparativa por subgrupo. Conteos por subgrupo de la muestra analítica: niñas y niños (n = 7) → 3 niñas y 4 niños; personas adultas (n = 9) → 7 mujeres y 2 hombres.

En el caso donde el campo “Barrio o vereda” del formulario fue diligenciado con el nombre de una institución educativa Centro Educativo Paraíso de Color, se conserva tal cual en el registro por transparencia y trazabilidad del dato.

Por otro lado, al comparar la distribución por sexo, en el subgrupo de niñas y niños (n = 7) participaron 3 niñas y 4 niños; en el subgrupo de personas adultas (n = 9) participaron 7 mujeres y 2 hombres. Esta composición refuerza el carácter familiar e intergeneracional de la muestra y orienta la lectura de los resultados pre-post desde dinámicas de acompañamiento adulto-NNA. La Figura 11 muestra esta distribución y sugiere una mayor participación de figuras femeninas en el rol de acompañamiento; no obstante, dada la talla muestral reducida, esta observación debe interpretarse con prudencia.

4.2 Resultados generales

Se presentan los mapas de significados trabajados durante la sesión de evaluación por grupos en la Tabla 6. Con fines ilustrativos se incluyen tres ejemplos por subgrupo (niñas/niños y personas adultas) que visibilizan el procedimiento de codificación y las transformaciones observadas. Para garantizar el anonimato, en las imágenes se han retirado los nombres de las y los participantes.

Cabe precisar que, en todos los casos, se devolvió la misma hoja en el post-test y se solicitó registrar los cambios con colores distintos, de modo que las transformaciones en los dibujos y discursos quedaran claramente identificadas.

Tras la experiencia inmersiva con el episodio piloto, ambos subgrupos, niñas y niños ($n = 7$) y personas adultas ($n = 9$), muestran incrementos en las tres dimensiones del PMM (extensión, amplitud y profundidad). De la Tabla 7 vemos que la columna n indica cuántos casos tienen medición pre-post por subgrupo (niñas/niños $n = 7$; personas adultas $n = 9$), y gl muestra sus grados de libertad ($n-1$: 6 y 8, respectivamente). Las Media pre y Media post son los promedios de cada dimensión del PMM antes y después de la experiencia; las columnas Varianza pre y Varianza post expresan la dispersión de esos puntajes (varianzas mayores implican respuestas más heterogéneas). Seguido, vemos que Δ (post-pre) es el cambio promedio: valores positivos señalan incrementos tras la intervención. La t pareada cuantifica cuán distinto de cero es ese Δ considerando la variabilidad intra-sujeto, es decir, cuánto cambia una misma persona entre pre y post; cuanto mayor t , más evidencia de cambio. Las columnas p (dos colas) y p (una cola) dan la significación estadística: la de dos colas prueba cualquier cambio (sin asumir dirección) y es el criterio por defecto ya que no indicamos ninguna tendencia o sesgo inicial; la de una cola es válida sólo si se especificó desde el inicio la dirección (por ejemplo, $\text{post} > \text{pre}$). Con este criterio, **en niñas y niños hay incrementos en las tres dimensiones, con amplitud significativa a dos colas ($t(6)=3.36$, $p=.015$) y extensión/profundidad en tendencia ($p=.059$ y $.078$ a dos colas; significativas a una cola, $.030$ y $.039$). En adultos los aumentos son claros: extensión ($t(8)=4.39$, $p=.0023$) y amplitud ($t(8)=3.59$, $p=.0071$) resultan significativas a dos colas, mientras profundidad muestra tendencia ($p=.0688$; una cola= $.0344$). Para darle más fuerza a estos resultados, es aconsejable contar con un muestreo mayor dado que en este estudio se contó con pocos individuos.**

Ejemplos de mapas de significados personales elaborados durante la sesión de evaluación

Ejemplos de PMM pre-post (tres casos de niñas/niños y tres de personas adultas) correspondientes a la sesión de evaluación del episodio piloto de la serie ¿Qué pasaría si...? Los nombres de los participantes han sido ocultados para asegurar el anonimato y el cumplimiento de la normativa de protección de datos personales.

Tabla 7

Resultados generales agrupados

Grupo	Métrica	n	Media pre	Varianza pre	Media post	Varianza post	Δ (post-pre)	t pareada	gl	p (dos colas)	p (una cola)
Niñas/Niños (8-12)	Extensión (conteo)	7	8.29	7.24	13.86	62.81	5.57	2.32	6	0.059	0.03
Niñas/Niños (8-12)	Amplitud (categorías)	7	3.43	0.62	4.57	2.29	1.14	3.36	6	0.015	0.008
Niñas/Niños (8-12)	Profundidad (Likert 1-5)	7	3.29	0.9	3.71	1.57	0.43	2.12	6	0.078	0.039
Personas adultas	Extensión (conteo)	9	14.67	66.0	23.67	130.25	9.0	4.39	8	0.002	0.001
Personas adultas	Amplitud (categorías)	9	2.89	1.11	4.0	2.75	1.11	3.59	8	0.007	0.004
Personas adultas	Profundidad (Likert 1-5)	9	2.67	1.5	3.56	2.78	0.89	2.1	8	0.069	0.034

Resumen de los resultados del PMM. Se muestran medias, varianzas y contrastes pareados para ambos grupos.

4.2.1 Resultados PMM - niñas y niños (8-12)

Para el subgrupo de niñas y niños, hemos obtenido los siguientes resultados para cada dimensión de la prueba, a saber:

Extensión (conteo de ítems significativos). Se pasó de un promedio de 8,29 a 13,86 ($\Delta = +5,57$; $var_{pre} = 7,24$; $var_{post} = 62,81$).

Amplitud (n.o de categorías distintas). Se pasó de contar un promedio de 3,43 categorías a contar un promedio de 4,57 categorías ($\Delta = +1,14$; $var_{pre} = 0,62$; $var_{post} = 2,29$).

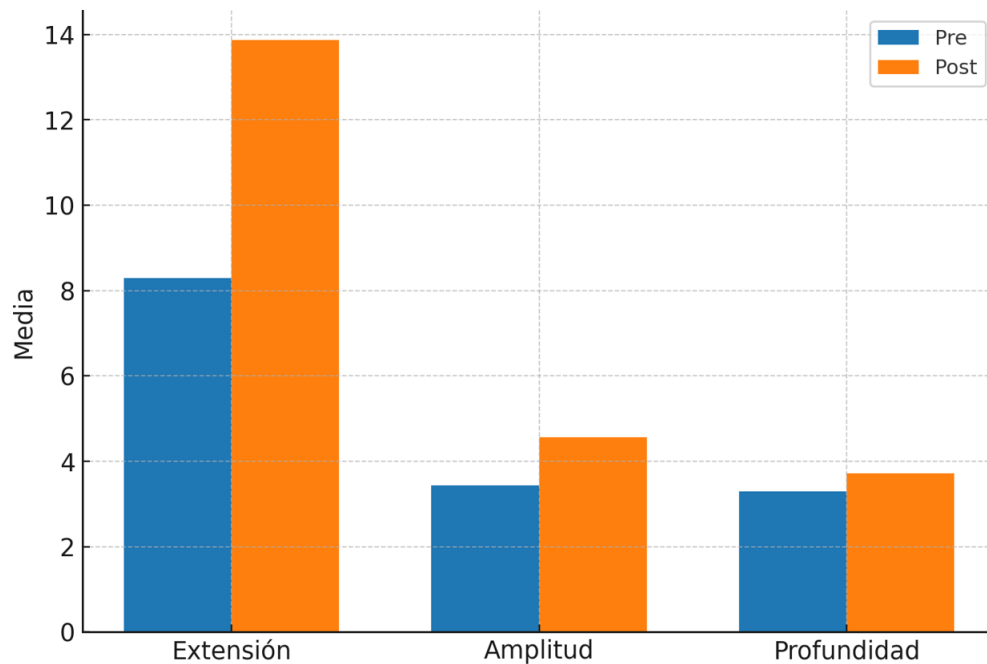
Profundidad (Likert 1–5). Se pasó de una valoración promedio de 3,29 a una de 3,71 ($\Delta = +0,43$; $var_{pre} = 0,90$; $var_{post} = 1,57$).

Como apoyo visual para la interpretación de los resultados, nos remitimos a la Figura 12 donde se presentan los promedios pre y post por dimensión para el subgrupo de niñas y niños.

En términos descriptivos, se observa más cantidad de elementos y mayor diversidad de categorías en los mapas post (por ejemplo, órbita/estabilidad, luz/energía, aparición de “agujero negro”), junto con primeras relaciones causales simples en textos/rotulaciones (“sin luz, frío”; “sigue girando si tiene la misma masa”). Estos cambios son coherentes con el carácter exploratorio del episodio de la serie y con la internalización inicial de “grandes ideas” (gravedad, luz/energía, órbitas/habitabilidad).

Figura 12

La media por categoría para niñas y niños



Medias pre y post por dimensión del PMM en niñas/niños ($n = 7$). Se observan incrementos en extensión, amplitud y profundidad tras la experiencia inmersiva.

4.2.2 Resultados PMM - personas adultas

Para el subgrupo de personas adultas, hemos obtenido los siguientes resultados para cada dimensión de la prueba, a saber:

Extensión (conteo de ítems significativos). Se pasó de un promedio de 14,67 a 23,67 ($\Delta = +9,00$; $var_{pre} = 66,00$; $var_{post} = 130,25$).

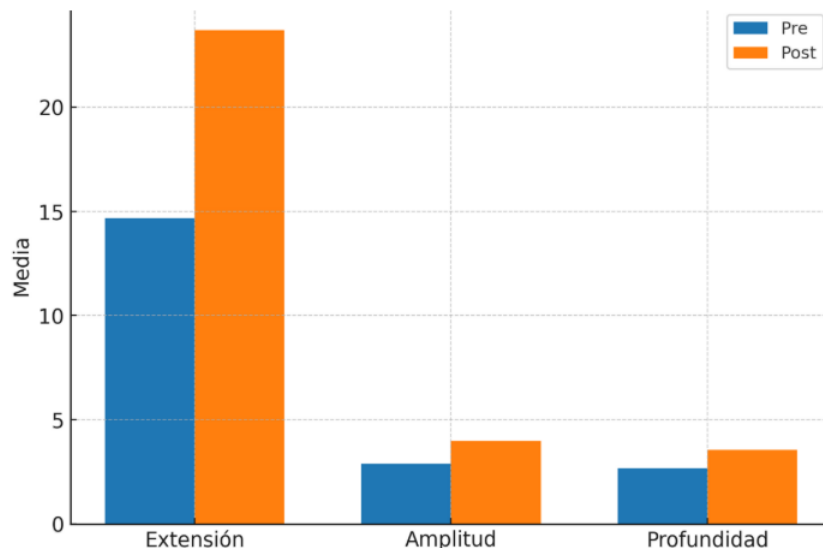
Amplitud (n.o de categorías distintas). Se pasó de contar en promedio 2,89 categorías a contar en promedio 4,00 categorías ($\Delta = +1,11$; $var_{pre} = 1,11$; $var_{post} = 2,75$).

Profundidad (Likert 1–5). Se pasó de una valoración promedio de 2,67 a una valoración 3,56 ($\Delta = +0,89$; $var_{pre} = 1,50$; $var_{post} = 2,78$).

De forma análoga que con los resultados de niñas y niños, usaremos el apoyo visual de la Figura 13 para apoyar la interpretación de los datos obtenidos tras la implementación del PMM en las personas adultas acompañantes.

Figura 13

La media por categoría para acompañantes



Medias pre y post por dimensión del PMM en personas adultas ($n = 9$). Se aprecian aumentos marcados en extensión y amplitud, y una tendencia positiva en profundidad.

En adultos, además del incremento en extensión, se evidencia diversificación categorial y mejor articulación causal por ejemplo, conservación de masa cuando se cambia el Sol por agujero negro implica que las órbitas se mantienen; pérdida de luz/calor implican un impacto en habitabilidad). También emergen preguntas metacognitivas (“¿depende de la distancia...?”, “¿qué pasa con los planetas exteriores?”), indicativas de activación de esquemas previos y de búsqueda de consistencia conceptual.

4.3 Implementación de análisis cuantitativo de apoyo: t-Student y correlación de Pearson

Con el fin de complementar la lectura cualitativa de los PMM y objetivar los cambios pre-post, se aplicaron dos procedimientos: (a) la prueba t de Student para muestras apareadas, adecuada cuando se compara el mismo grupo antes y después de una intervención; y (b) la correlación de Pearson pre-post, que explora la estabilidad intra-sujeto (si quienes puntúan más alto en la fase pre tienden a mantener posiciones relativas altas en la fase post). Para la prueba t se reportan media, varianza, n , t , gl y p (dos colas y, por la hipótesis direccional de mejora, también una cola). Se asumió $\alpha = 0.05$. Dado el diseño apareado, no se

requiere homogeneidad de varianzas entre grupos; el supuesto relevante es la aproximación a normalidad de las diferencias (robusta a leves desviaciones con n pequeños). La correlación de Pearson aporta una medida complementaria: r alto sugiere estabilidad relativa de las diferencias individuales; r bajo indica reorganización del orden relativo (cambio heterogéneo entre participantes).

Los incrementos en amplitud son consistentes en ambos subgrupos ($p < 0.05$, dos colas en niñas y niños y adultos), lo que indica incorporación de nuevas categorías al significado personal tras la experiencia inmersiva. La extensión aumenta de forma marcada (especialmente en adultos), y la profundidad muestra tendencias positivas (significativas a una cola) coherentes con la emergencia de relaciones causales simples.

En las notas del grupo focal se recogieron expresiones de asombro y curiosidad ligadas a dos ideas centrales: (1) la órbita no cambia si la masa se conserva, y (2) desaparece la luz y el calor, con implicaciones para la habitabilidad. Estas verbalizaciones dan más sentido a los cambios observados en los mapas, tanto de niñas y niños como de personas adultas.

La Tabla 8 reúne los valores de los parámetros necesarios para medir el impacto en el subgrupo de niñas y niños.

Tabla 8

Resumen cuantitativo de la t-Student y del parámetro de Pearson para niñas y niños.

Métrica	n (pares)	t (apareada)	gl t	p t (dos colas)	p t (una cola)	r (Pearson pre-post)	t r	gl r	p r (dos colas)
Extensión (conteo)	7	2.3224	6	0.0593	0.0296	0.6979	2.1791	5	0.0812
Amplitud (categorías)	7	3.3607	6	0.0152	0.0076	0.8807	4.1576	5	0.0088
Profundidad (Likert 1-5)	7	2.1213	6	0.0781	0.0391	0.9185	5.1952	5	0.0035

Resumen de los resultados obtenidos para la t (apareada) y r (Pearson) - Niñas/Niños (8-12). Resultados de la prueba t de Student para muestras apareadas y de la correlación de Pearson pre-post por dimensión del PMM en el subgrupo de niñas y niños ($n = 7$; $gl\ t = 6$; $gl\ r = 5$). La tabla reporta, para cada dimensión, el estadístico t , p (dos colas) y p (una cola) de la t apareada (cambio medio $\Delta \neq 0$), y el coeficiente r con su t y p (dos colas) (consistencia intra-sujeto). La significación principal se interpreta con p (dos colas) $< .05$; los p (una cola) son válidos solo si se especificó con antelación la dirección (post $>$ pre).

Por otro lado, la Tabla 9 reúne los valores de los parámetros necesarios para medir el impacto en el subgrupo de personas adultas.

En resumen, la prueba t de Student para muestras apareadas (pre-post) arrojó que en personas adultas ($n = 9$) se observó un incremento marcado en extensión ($t(8) = 4,39$; $p = 0.0023$, dos colas), un aumento significativo en amplitud ($t(8) = 3,59$; $p = 0.0071$, dos colas) y una tendencia positiva en profundidad ($t(8) = 2,10$; $p = 0.0688$, dos colas; significativa a una cola). Mientras que en niñas y niños ($n = 7$), los incrementos fueron consistentes: amplitud

Tabla 9

Resumen cuantitativo de la t-Student y del parámetro de Pearson para adultos acompañantes.

Métrica	n (pares)	t (apareada)	gl t	p t (dos colas)	p t (una cola)	r (Pearson pre-post)	t r	gl r	p r (dos colas)
Extensión (conteo)	9	4.3945	8	0.0023	0.0012	0.8547	4.357	7	0.0033
Amplitud (categorías)	9	3.5921	8	0.0071	0.0035	0.8581	4.4217	7	0.0031
Profundidad (Likert 1-5)	9	2.1009	8	0.0688	0.0344	0.6532	2.2824	7	0.0564

Resumen t (apareada) y r (Pearson)- personas adultas. Resultados de la prueba t de Student para muestras apareadas y de la correlación de Pearson pre-post por dimensión del PMM en el subgrupo infantil (n = 9; gl t = 8; gl r = 7). La tabla reporta, para cada dimensión, el estadístico t, p (dos colas) y p (una cola) de la t apareada (cambio medio $\Delta \neq 0$), y el coeficiente r con su t y p (dos colas) (consistencia intra-sujeto). La significación principal se interpreta con p (dos colas) $< .05$; los p (una cola) son válidos solo si se especificó con antelación la dirección (post $>$ pre).

significativa (p < 0.05 , dos colas) y extensión/profundidad significativas a una cola. **En conjunto, los contrastes apareados respaldan que, tras el episodio piloto, hubo más ideas (extensión), más categorías (amplitud) y primeras mejoras en la estructura causal (profundidad).**

Desde la perspectiva de la correlación de Pearson pre-post, encontramos que en personas adultas (n = 9) hubo alta estabilidad relativa en extensión (r = 0.855, p = 0.0033, dos colas) y en amplitud (r = 0.858, p = 0.0031, dos colas), mientras que en profundidad la estabilidad fue moderada (r = 0.653, p = 0.056, dos colas), lo que sugiere reordenamientos entre participantes en esta dimensión. En niñas y niños (n = 7), la extensión mostró una estabilidad moderada (r = 0.698, p = 0.081, dos colas), en tanto que amplitud (r = 0.881, p = 0.0088, dos colas) y profundidad (r = 0.919, p = 0.0035, dos colas) evidenciaron alta estabilidad relativa. **Entonces, podemos concluir que los cambios fueron bastante uniformes en amplitud (en ambos grupos) y también en profundidad para niñas/niños; en cambio, extensión en niñas/niños y profundidad en adultos reflejan ganancias más desiguales entre personas (r más bajo = variabilidad individual mayor).** De nuevo, se enfatiza en que estos resultados deben tomarse con cautela dado el número pequeño de personas que participaron en la evaluación del episodio piloto de la serie.

4.4 Coherencias y matices entre PMM y discusión grupal

Al término de la aplicación del PMM pre-post y de la proyección del episodio piloto, se realizó una discusión grupal breve (mini grupo focal) con la participación conjunta de niñas y niños y sus personas adultas acompañantes, esto para poder respaldar las ideas expresadas por

la muestra que fue de solo 16 personas sumando ambos rangos etarios del público familiar. De todas formas, es importante poder realizar nuevos estudios con el episodio 1 de la serie para poder dar validez a los datos encontrados en este trabajo. Nos interesaba buscar convergencias (cuando ambos métodos apuntan a lo mismo), complementariedades (cuando cada método ilumina aspectos distintos de un mismo fenómeno) y tensiones (cuando difieren, lo que abre preguntas útiles para iterar el diseño), a partir del diálogo espontáneo y la co-construcción de explicaciones. La autora registró audio, cuidando el anonimato de las y los participantes. Este espacio buscó capturar razonamientos, dudas y conexiones con experiencias previas que, por su naturaleza discursiva, complementan lo consignado gráficamente en los PMM. De este ejercicio, surgieron algunas convergencias clave como que el PMM mostró incrementos consistentes en extensión (más ideas) y amplitud (más categorías), con tendencias positivas en profundidad (mejor encadenamiento causal), especialmente en personas adultas. Esto dialoga directamente con lo observado en el grupo focal donde emergieron y se reforzaron dos “grandes ideas”: (1) conservación de masa asociada a estabilidad orbital (“si la masa no cambia, la órbita se mantiene”) y (2) pérdida de luz/energía con efectos en la habitabilidad de la Tierra (“sin luz hay frío/no hay vida como la conocemos”). Estas verbalizaciones ejemplifican la incorporación de categorías nuevas (amplitud) y los primeros vínculos causales (profundidad) que el PMM detecta cuantitativamente.

También se encontraron complementariedades, ya que mientras la prueba t-Student (t apareada) confirma aumentos medios, la correlación de Pearson pre-post (r) matiza cómo cambian las personas: en amplitud (ambos grupos) y profundidad (niñas y niños) hay cambios relativamente uniformes entre participantes; en profundidad (adultos) y extensión (niñas y niños) se observan ganancias desiguales (heterogeneidad individual). El grupo focal ayudó a explicar esa variabilidad: en adultos aparecen preguntas metacognitivas y razonamientos más complejos por ejemplo, condiciones para que la órbita cambie, efectos diferenciales según distancia o implicaciones en el espacio-tiempo y la vida del universo), lo que sugiere que la reestructuración causal puede requerir más andamiaje o iteraciones.

La convergencia entre PMM y discusión sugiere que la experiencia inmersiva **activa y reorganiza** significados en torno a órbitas, energía/luz y habitabilidad de la Tierra. De cara a nuevas iteraciones, conviene pensar en algunas modificaciones de los instrumentos como:

1. Refinar el soporte sonoro/fulldome para favorecer profundidad en adultos
2. Mantener y/o ampliar las visualizaciones que facilitan la ampliación de categorías en niñas y niños.
3. Indudablemente, aumentar tamaño muestral y registrar sistemáticamente pares pre-

post para seguir monitoreando la estabilidad y la heterogeneidad del cambio en el público familiar.

4.5 Interpretación respecto a los objetivos

Los resultados indican que el episodio piloto **sí promueve**, en público familiar, la activación y reorganización del significado personal sobre el fenómeno planteado. En extensión y amplitud se observan aumentos claros en ambos subgrupos: hay más ideas/elementos y más categorías incorporadas tras la experiencia inmersiva. Esto se refleja en los contrastes pre-post (t apareada significativa en ambas dimensiones) y en la alta estabilidad relativa de los cambios en amplitud (r elevada en niñas y niños y en adultos), lo que sugiere que la ganancia fue generalizada entre participantes. Así, con esta muestra pequeña, notamos que el episodio funciona como un amplificador conceptual que expande repertorios y vocabulario clave pero se hace necesario, para alcances futuros, aumentar el tamaño de la muestra para poder tener más validez de los resultados de este trabajo.

En cuanto a profundidad, los datos muestran primeros refinamientos en la organización causal de las ideas. El incremento medio fue mayor en personas adultas (tendencia significativa a una cola), aunque con heterogeneidad individual (r moderada), lo que es esperable cuando se transita desde descripciones a explicaciones: algunos adultos avanzan más en encadenar principios, mientras otros requieren mayor andamiaje o repetición. En niñas y niños, la profundidad también mejora y lo hace de manera más uniforme (r alta), consistente con la aparición de relaciones causales simples que anclan las “grandes ideas” trabajadas.

En términos de compromiso e indagación, la discusión grupal recogió curiosidad e intención de seguir explorando, evidenciadas en preguntas, hipótesis y conexiones con experiencias previas. Este patrón cualitativo se ajusta con los cambios del PMM: la combinación de visualizaciones consistentes y el formato fulldome parece facilitar tanto la incorporación de categorías (amplitud) como el primer salto hacia estructuras explicativas (profundidad).

En conjunto, estos resultados respaldan el valor de la narrativa inmersiva para activar “grandes ideas” en familias, y al mismo tiempo confirman la necesidad de iterar: mejoras de sonido/fulldome que favorezcan la integración causal, especialmente en adultos; muestras más amplias y registros pre-post sistemáticos por participante para consolidar efectos en profundidad y dominio; y pequeños andamios discursivos (preguntas guía, microsecuencias explicativas) que ayuden a transformar el aumento en extensión/amplitud en explicaciones más robustas.

5 Conclusiones

La serie funciona como herramienta de divulgación. El piloto aporta evidencia de que ¿Qué pasaría si...?, como formato de domo (fulldome), activa y reorganiza el significado personal en público familiar: aumentan extensión y amplitud en niñas y niños y en adultos, y se observan primeros refinamientos de profundidad (más notorios en adultos).

El marco narrativo “¿Qué pasaría si...?” potencia: curiosidad e interacción intergeneracional. La formulación hipotética/contrafáctica dispara asombro, la intriga, el planteamiento de nuevas preguntas y el diálogo entre niñas y niños y sus acompañantes, favoreciendo exploración guiada por los adultos acompañantes (quienes también se entusiasman por los temas que exploran sus niñas y niños) y la construcción compartida de explicaciones. Este planteamiento concentra la historia en relaciones causales y facilita el tránsito de la descripción a la explicación.

Metodología evaluativa replicable en entornos no formales. La implementación de PMM + t apareada + r de Pearson ofrece una lectura robusta del cambio pre-post (promedio y variabilidad individual) adaptable a otros planetarios/museos. Es esperable que con una mayor diversidad de personas, los valores obtenidos durante la implementación de estas tres evaluaciones, se note un impacto positivo en las personas que vayan a ser sometidas al estímulo.

Diseño de pruebas y potencia estadística. La prueba realizada a este grupo contó con una muestra pequeña, lo que podría mejorarse con un muestreo mucho más robusto, donde pueden realizarse pruebas combinando grupos más grandes o una mayor cantidad de aplicaciones a grupos focales (clubes de ciencias y grupos de familias visitantes del Planetario). La estrategia del PMM es la herramienta establecida para hacer estudios sobre el impacto de una visita a museo o una experiencia inmersiva como la que se plantea en este trabajo, por lo que al tener una muestra mayor de individuos participando, se pueden refinar los resultados, que se espera que continúen con la tendencia encontrada en este trabajo.

Resultados a pesar de restricciones técnicas. Aunque el piloto se evaluó en 16:9 (no domemaster), se observaron efectos en significado personal; con masterización fulldome y mezcla multicanal, el potencial divulgativo podría amplificarse. Aunque los métodos de evaluación fueron cuidadosamente aplicados, no es despreciable que la muestra fue muy pequeña, por lo que los resultados deben ser resaltados pero con precaución, esperando la implementación de la metodología de la evaluación, a muchas más personas

y garantizar la fiabilidad y robustez de la estadística aplicada.

Implicaciones de diseño y mediación. Priorizar diseño sonoro y visualizaciones consistentes; añadir andamiajes discursivos, como preguntas guía, para convertir el aumento en ideas/categorías en explicaciones más sólidas; escalar la muestra y registrar pares pre-post de más personas.

Alcance, transferencia y proyección. Se elaboraron los guiones de toda la serie (estructura de temporada y guiones por episodio), quedando lista para producción continua. La propuesta es transferible a otros domos y escalable a formatos complementarios (por ejemplo, cómic de ciencia ficción con personajes que habitan estos escenarios hipotéticos; libros/cartillas que amplíen la explicación de los fenómenos astrofísicos de cada episodio; audio/podcast con expertos para responder nuevas preguntas), extendiendo la herramienta de divulgación más allá del domo.

Limitaciones y resguardos interpretativos. Los resultados provienen de una muestra pequeña y por conveniencia, con post inmediato y algunos faltantes sociodemográficos; la generalización debe ser cauta. Aun así, la consistencia entre métricas y la corroboración cruzada con lo observado en el grupo focal refuerzan la validez de las conclusiones y orientan con claridad la siguiente iteración (más casos, post diferido, control de supuestos y mejoras técnicas).

Entusiasmo e impulso exploratorio en niñas y niños. El piloto evidencia un alto involucramiento afectivo: asombro, disfrute y curiosidad activa que se expresa en preguntas, hipótesis y ganas de “seguir averiguando”. Los PMM muestran más ideas y más categorías tras la experiencia, pero aquí los entendemos sobre todo como huellas de interés donde las niñas y niños quieren saber más y comienzan a buscar explicaciones por iniciativa propia. Este patrón, visible también en la discusión grupal, sugiere un arraigo temprano hacia temas de astronomía y una intención explícita de exploración posterior (volver al planetario, ver videos, leer, preguntar en casa/escuela).

Acompañamiento adulto como catalizador emocional y de búsqueda. El acompañamiento de las personas adultas contagia entusiasmo y habilita búsquedas compartidas mostrando que al seguir la curiosidad de sus niñas y niños, los adultos se emocionan también y empiezan a integrar nociones astronómicas en su conversación cotidiana (no como logro escolar, sino como interés cultural). Este “efecto de arrastre” favorece que en la familia se instauren hábitos de indagación (preguntar, contrastar, consultar fuentes) y planes concretos para profundizar después de una experiencia como la visita a un entorno inmersivo (nuevas proyecciones, lecturas, videos, charlas), fortaleciendo un vínculo afectivo sostenido con la astronomía.

6 Perspectivas futuras y recomendaciones

Este proyecto fue llevado a cabo con mucho cariño y pasión, materializando ideas que como ya vimos en los resultados, pueden llegar a ser muy potentes para el acercamiento de la astronomía al público familiar. Es por esto que planteo algunas recomendaciones para mi yo (como autora) del futuro o para quienes quieran tomar este trabajo y extender sus alcances.

- 1. Producción y calidad final.** Culminar la serie completa con la calidad técnica prevista: masterización fulldome (domemaster) acorde con la cúpula del planetario, estabilización de recorridos 3D y diseño sonoro multicanal específico para cúpula. Realizar pases de control de calidad (proyección técnica + piloto con público) antes del estreno general.
- 2. Evaluación y seguimiento.** Ampliar tamaño muestral, registrar sistemáticamente pares pre-post por participante y considerar una medición diferida para estimar retención/transferencia.
- 3. Mediación y andamiajes.** Mantener/expandir visualizaciones consistentes (favorecen amplitud en niñas y niños) y reforzar andamiajes discursivos (preguntas guía, microsecuencias explicativas) para profundidad en adultos. Integrar miniguías previas y posteriores al visionado y dinámicas de conversación para consolidar relaciones causales y, sobre todo, sostener la curiosidad.
- 4. Operación y transferencia.** Documentar el workflow (guion → storyboard → layout → render → domemaster → mezcla) para facilitar réplica en otros planetarios; explorar alianzas con redes de museos/planetarios para programación y evaluación comparada.
- 5. Estrategia transmedia.** Escalar el proyecto más allá del domo con piezas coherentes con la serie: un cómic de ciencia ficción con personajes que habitan los escenarios hipotéticos de cada episodio (que gatille emoción y relecturas en casa/escuela); libros o cartillas que amplíen las explicaciones de los fenómenos astrofísicos por episodio (con glosario simple y actividades breves); audio/podcast con expertos para responder nuevas preguntas del público tras la proyección.

Referencias

- Adler Planetarium (2025). History of the adler planetarium. <https://www.adlerplanetarium.org/explore/about-us/history/>. Recuperado el 10 de julio de 2025.
- Adobe Inc. (2025). After effects user guide. <https://helpx.adobe.com/after-effects/user-guide.html>. Recuperado el 18 de agosto de 2025.
- Arcand, K. K., M. Watzke, T. Rector, Z. G. Levay, J. DePasquale, and O. Smarr (2013). Processing color in astronomical imagery. <https://arxiv.org/abs/1308.5237>. Preprint arXiv.
- Audacity Team (2025). Audacity. <https://www.audacityteam.org>. The Audacity Project.
- Bailey, J. M. and T. F. Slater (2005). A contemporary review of k–16 astronomy education research. *Highlights of Astronomy* 13, 928–931.
- Bandelli, A. and E. A. Konijn (2013). Science Communication. 35(4), 419–448. DOI: 10.1177/1075547012458910.
- Binney, J. and M. Merrifield (1998). Galactic Astronomy. Princeton University Press.
- Binney, J. and S. Tremaine (2008). Galactic Dynamics. Princeton University Press.
- Buck, Z. (2013). Astronomy Education Review. 12(1), 010107. DOI: 10.3847/AER2012032.
- Carl Zeiss Jena GmbH (2024). Zeiss uniview software suite for planetariums. <https://www.zeiss.com/planetariums/us/products-and-solutions/software-and-applications.html>.
- Carroll, B. W. and D. A. Ostlie (2017). An Introduction to Modern Astrophysics (2 ed.). Cambridge University Press.
- Clipchamp Pty Ltd. (2025). About us. <https://clipchamp.com/en/company/>. Recuperado el 18 de agosto de 2025.
- Cruz-Neira, C., D. J. Sandin, T. A. DeFanti, R. V. Kenyon, and J. C. Hart (1992). Communications of the ACM. 35(6), 64–72. DOI: 10.1145/129888.129892.
- Derivative (2024, mes-nomfebrero). Touchdesigner (version 2023.11510) [software]. <https://derivative.ca>. 7 de febrero.

-
- Espectador, E. (2025). Pablo correa: Noticias de pablo correa [página de autor]. <https://www.elespectador.com/autores/PabloCorrea/>. Recuperado el 18 de agosto de 2025.*
- European Southern Observatory (ESO) (2021). What if the earth stopped spinning? <https://supernova.eso.org/exhibition/what-if/earth-stopped-spinning/>. ESO Supernova.*
- European Space Agency (ESA) (2019). Moon facts. https://www.esa.int/Space_in_Member_States/United_Kingdom/Highlights/Moon_facts. Infografías educativas sobre la Luna.*
- Falk, J. H., T. Moussouri, and D. Coulson (1998). Curator: The Museum Journal. 41(2), 107–120.*
- Federación Mundial de Periodistas Científicos and Red de Ciencia y Desarrollo (2011). Divulgar la Ciencia: Curso de Periodismo Científico. Editorial Universidad de Antioquia. García Sierra, S. (Ed.); Salazar, H. (Trad.).*
- Galilei, G. (1610). Sidereus Nuncius (El Mensajero Sideral). Madrid: Akal. Obra original publicada en 1610. Edición traducida al español por M. T. Infante. Publicada en 2016.*
- Guarinos, V. and I. Gordillo (2010). El microrrelato audiovisual como narrativa digital necesaria. In IX Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2010), (pp.6).*
- Gómez Mendoza, M. (2005). Latinoamericana de Estudios Educativos. 1(1), 83–115. <https://revistasoj.s.ualdas.edu.co/index.php/latinoamericana/article/view/5801>.*
- Hoffman, P. F. and D. P. Schrag (2002). Terra Nova. 14(3), 129–155. DOI: 10.1046/j.1365-3121.2002.00408.x.*
- Hoskin, M. A. (Ed.) (1997). The Cambridge Illustrated History of Astronomy. Cambridge University Press.*
- Hurt, R., R. Wyatt, M. Subbarao, K. Arcand, J. K. Faherty, J. Lee, and B. Lawton (2019). Bulletin of the American Astronomical Society. 51(7), 13. DOI: 10.48550/arXiv.1907.10181.*
- Illustris Collaboration (2013). Illustris project. <https://www.illustris-project.org/>. s.f. Recuperado el 9 de marzo de 2026.*

International Astronomical Union (IAU) - Network for Astronomy School Education (NASE) (2025). *Network for astronomy school education (nase)*. <https://www.naseprogram.org/>.

Joubert, M., L. Davis, and J. Metcalfe (2019). *JCOM*. 18(5), E. DOI: 10.22323/2.18050501.

Kasting, J. F., D. P. Whitmire, and R. T. Reynolds (1993). *Icarus*. 101(1), 108–128. DOI: 10.1006/icar.1993.1010.

Kwasnitschka, T. (2017). *Nature*. 544(7651), 395.

Lantz, E. (2011). *Curator: The Museum Journal*. 54(3), 293–312. DOI: 10.1111/j.2151-6952.2011.00093.x.

Lelliott, A. D., M. Rollnick, and S. Pendlebury (2005). *Investigating learning about astronomy - a school visit to a science centre*. In *Proceedings of the 13th Annual SAARMSTE Conference, Windhoek, Namibia*.

Lewenstein, B. V. (2003). *Asia Pacific Center for Science Technology Studies Newsletter*. 8(2), 1–5.

Lewenstein, B. V. (2022). *Journal of Science Communication*. 21(07), C02. DOI: 10.22323/2.21070302.

Likert, R. (1932). *Archives of Psychology*. 22(140), 1–55.

Lutgens, F. K. and E. J. Tarbuck (2019). *The Atmosphere: An Introduction to Meteorology* (13 ed.). Pearson.

McKee, R. (2002). *El guion: Sustancia, estructura, estilo y principios de la escritura de guiones*. Barcelona: Alba Editorial.

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) (2025). *¿qué es la apropiación social de la ctei?* <https://minciencias.gov.co/cultura-en-ctei/apropiacion-social/definicion>.

Naiman, J. P., K. Borkiewicz, and A. J. Christensen (2017). *Houdini for astrophysical visualization*. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 129, 058008. DOI: 10.1088/1538-3873/aa6d1d.

NASA (2019, mes-nomseptiembre). *Why the sun won't become a black hole*. <https://www.nasa.gov/image-article/why-sun-wont-become-black-hole/>. 26 de septiembre.

-
- NASA (2023a, mes-nommayo). Nasa animation sizes up the universe's biggest black holes. <https://www.nasa.gov/universe/nasa-animation-sizes-up-the-universes-biggest-black-holes>. 1 de mayo.
- NASA (2023b, mes-nomnoviembre). Todo sobre el sol [episodio de podcast]. <https://www.nasa.gov/podcasts/universo-curioso-de-la-nasa/todo-sobre-el-sol/>. En Universo curioso de la NASA. Recuperado el 7 de noviembre de 2025.
- NASA (2025, mes-nomabril). The moon. <https://science.nasa.gov/moon/>. Recuperado el 12 de abril de 2025.
- NASA - Science Activation (2023). Openspace. <https://www.openspaceproject.com/>.
- NASA Exoplanet Science Institute (2025). Habitable zones and exoplanets. <https://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/>. NASA Exoplanet Archive.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2025). Science on a sphere. <https://sos.noaa.gov/>. Recuperado el 18 de marzo de 2025.
- OpenAI (2024, mes-nomfebrero). Sora: Generating videos from text [modelo de inteligencia artificial]. <https://openai.com/sora>. 15 de febrero.
- ORIHALCON Technologies, Inc. (2014). Amateras dome player. <https://www.orihalcon.co.jp/amateras/domeplayer/en/>. 2014 corresponde al lanzamiento documentado del software.
- Parque Explora (2023). Revista/informe de gestión parque explora 2023: Entre l_s mism_s no será. Informe institucional no publicado.
- Pixabay GmbH (2010). Music [página web]. <https://pixabay.com/music/>. s.f. Recuperado el 18 de agosto de 2025.
- Planetario de Medellín (2025). Astromae: Cómo motivar a mis estudiantes por la astronomía. <https://www.planetariomedellin.org/programate/astromae-como-motivar-a-mis-estudiantes-por-la-astronomia>.
- Plummer, J. D. (2009, mes-nomagosto). *International Journal of Science Education*. 31(12), 1571–1605. 1 de agosto.
- Plummer, J. D., A. Kocareli, and C. Slagle (2014). *International Journal of Science Education*. 36(7), 1083–1106. DOI: 10.1080/09500693.2013.843211.
- Posada-Swofford, (2018). *Al Calor de las Estrellas: Historias de Ciencia para Todos*. Bogotá: Villegas Editores.

-
- Proyecto Aurora (sf.). Proyecto aurora [perfil de instagram]. <https://www.instagram.com/el.proyecto.aurora/>. s.f. Recuperado el 15 de julio de 2025.
- Rector, T. A., Z. G. Levay, L. M. Frattare, K. K. Arcand, and M. Watzke (2017). *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*. 129(975), 058007. DOI: 10.1088/1538-3873/aa5457.
- Red de Astronomía de Colombia (RAC) (2024). *Un País Cautivado por el Cielo y sus Maravillas: Planetarios en Colombia*. RAC. https://rac.net.co/wp-content/uploads/2024/12/Libro-RAC_FINAL-DICIEMBRE-2024.pdf.
- Sawala, T., J. Delhomelle, A. J. Deason, et al. (2025). No certainty of a milky way-andromeda collision. *Nature Astronomy*. <https://www.nature.com/articles/s41550-025-02563-1>.
- Slater, S. J. (2015). *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE)*. 1(1).
Faltan páginas en la referencia fuente.
- Suh, W.-J. (2010). Personal meaning mapping (pmm): A qualitative research method for museum education. *Bagmulgwan Gyo-yug Yeon-gu* 4, 61–82.
- Sumners, C., P. Reiff, and W. Weber (2008). *Advances in Space Research*. 42(11), 1848–1854.
- Torres Mora, N. P. C. (2016). *Adaptación de una escala para evaluar actitudes, empatía y apego hacia los animales en escolares chilenos de 9 a 12 años de edad. Memoria para optar al título profesional de médico veterinario, Universidad de Chile. Repositorio Universidad de Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/141834>.
- Trench, B. (2008). *Towards an analytical framework of science communication models*. In M. Bucchi and B. Trench (Eds.), *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, (pp. 119–130). Routledge. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8598-7_7.
- Trucks, J., S. Schmoll, K. Hinko, and G. Lopez (2023). *Journal of Museum Education*. 47(4), 510–520. DOI: 10.1080/10598650.2022.2087162.
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information (2 ed.)*. Graphics Press.
- Türk, C. and H. Kalkan (2015). *Journal of Science Education and Technology*. 24(1), 1–15. DOI: 10.1007/s10956-014-9516-6.

Underknown Inc. (2025). What if. <https://underknown.com/shows/what-if/>. Serie audiovisual de divulgación científica.

Williams, G. E. (2000). Reviews of Geophysics. 38(1), 37–59.

Worldwide Planetariums Database (2025). Worldwide planetariums database. <https://planetariums-database.org/>.

Wyatt, R. and E. Lantz (2005). Fulldome master show file ips standard adoption, version 0.5. http://fulldome.ryanwyatt.net/fulldome_domemasterSpec_v05.pdf. Accessed Jan. 31, 2011 in the source provided.

YouTube (2013). Youtube audio library. <https://www.youtube.com/audiolibrary>. s.f. Recuperado el 18 de agosto de 2025.

Yu, K. C. (2005). The Planetarian. 34(3), 6–11.

Yu, K. C. (2023). A guide to communicating astronomy with storytelling in planetariums. CAPjournal 33.

Yu, K. C., K. Sahami, G. Denn, V. Sahami, and L. C. Sessions (2016). Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE). 3(2), 85–98.

Zak, P. J. (2014). Why your brain loves good storytelling. <https://hbr.org/2014/10/why-your-brain-loves-good-storytelling>. Harvard Business Review.

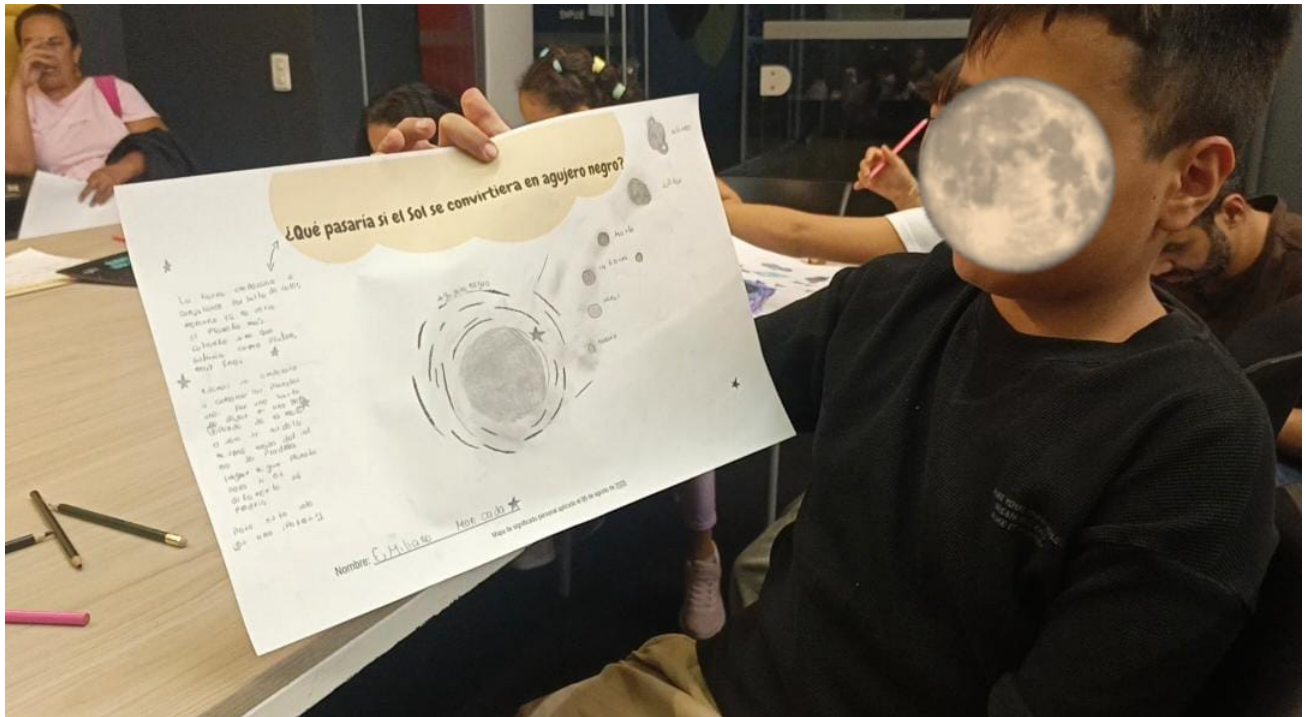
ZEISS Group (2023). Planetarium models. <https://www.zeiss.com/planetariums/en/about-us/planetarium-models.html>. Recuperado el 10 de noviembre de 2024.

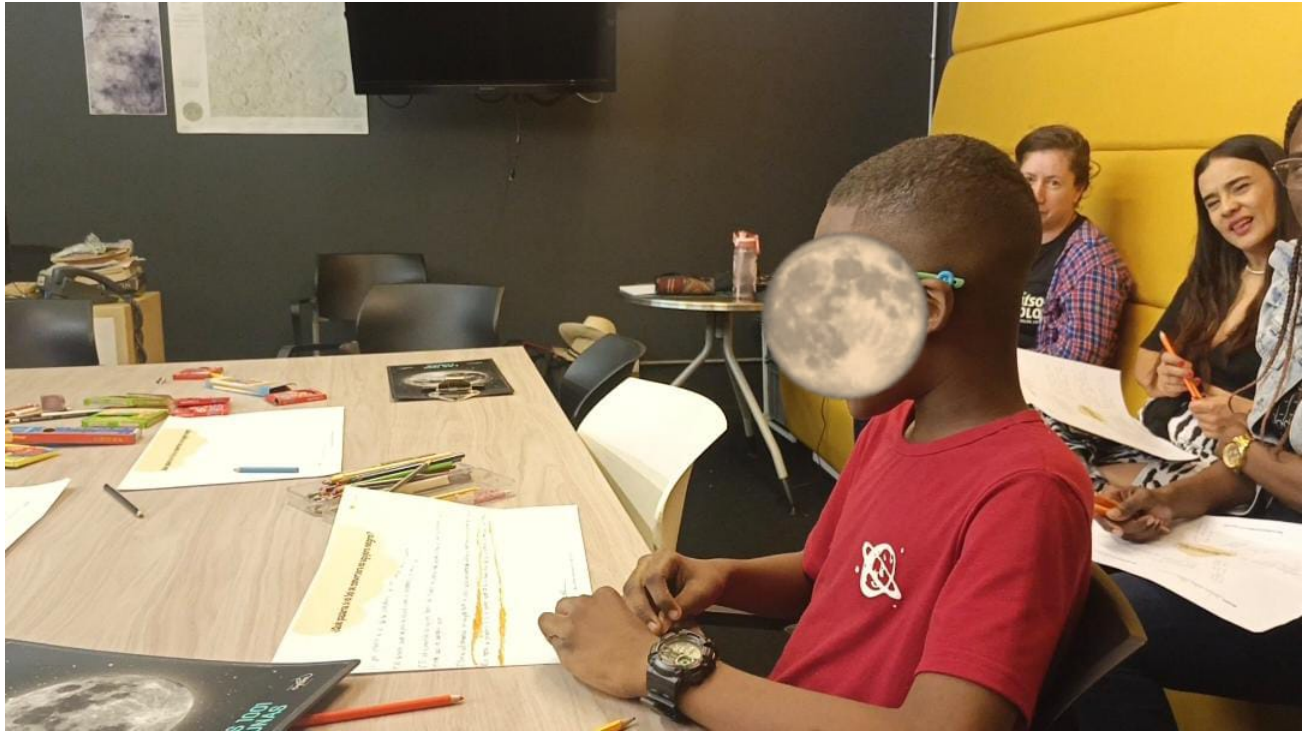
Anexos

Anexo 1. Registro fotográfico

Las fotografías que se presentan en este anexo corresponden a la sesión de aplicación de la estrategia PMM con el público convocado (AstroGnomos). Podemos ver el pre y el post.

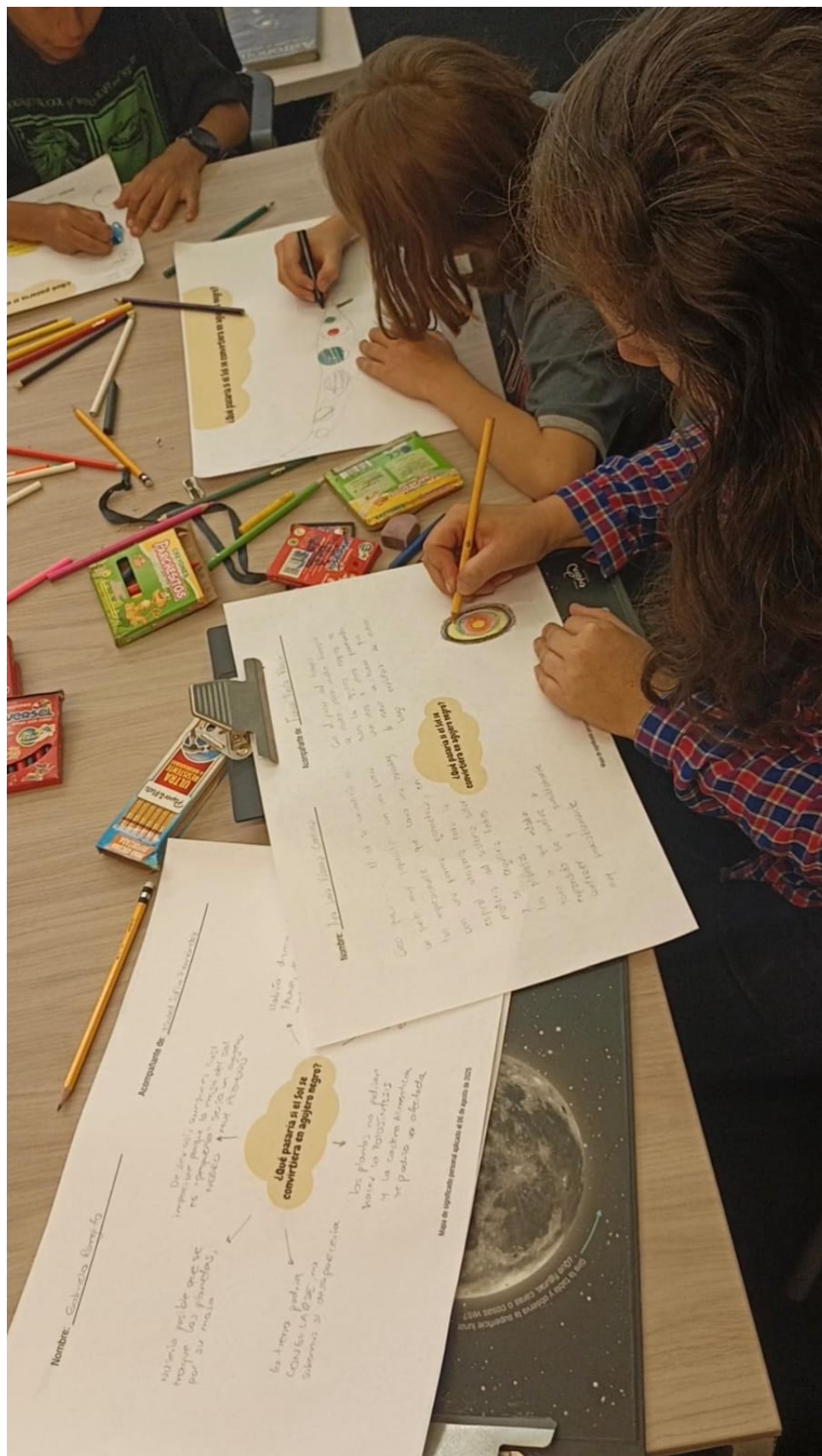












A continuación se muestran algunas fotografías de la proyección del episodio piloto de “¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro” realizada el miércoles 06 de agosto en el domo del Planetario de Medellín.





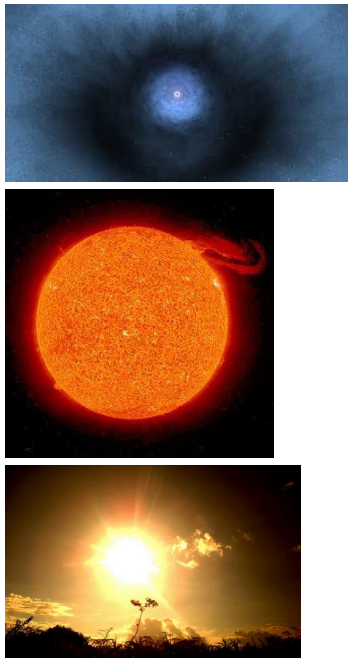


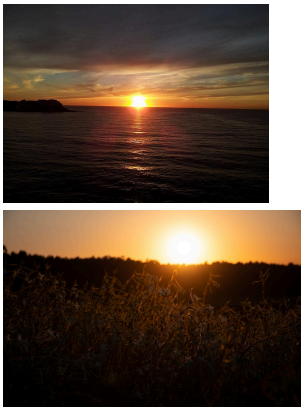
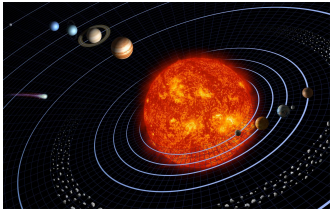
Anexo 2. Escaleta: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?

En este anexo se presenta el formato de escaleta utilizado para la producción del episodio piloto. Esta herramienta permite organizar y consignar los distintos elementos clave del video, como la secuencia de escenas, los tiempos aproximados de duración de cada segmento, el diseño sonoro (musicalización, ambientación sonora, voces), las decisiones gráficas y cromáticas, así como el texto de la narración que acompaña cada momento.

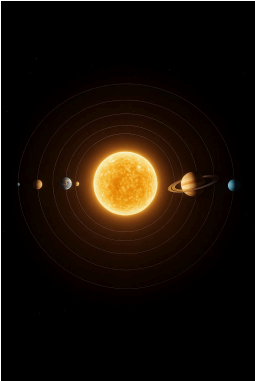
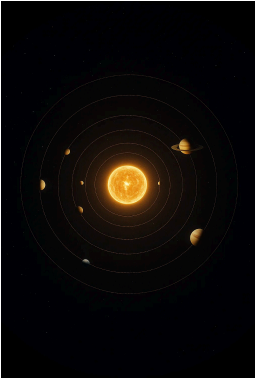
Escaleta: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en agujero negro?

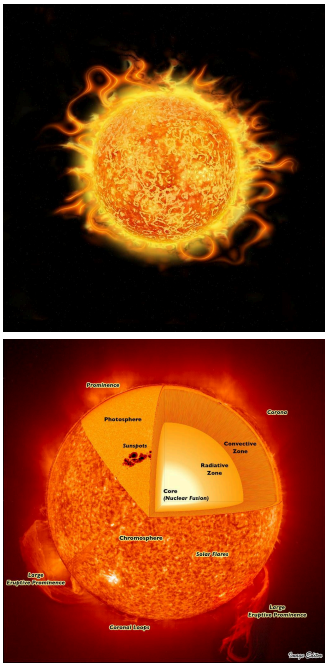
# de escena	Tiempo	En pantalla	Narración	Referente visual y sonoro (Resolución de 2K y 4K. Sweetspot para pantalla de domo elevada 27°)	Prompts de prueba para Sora
1	0:00 - 0:10	Música espacial suave y efectos sonoros de inicio. Pantalla: Texto: ¿Qué pasaría si...? Pantalla: Imágenes astronómicas alusivas a las historias que contaremos en la serie.	<i>[Bienvenida e introducción]</i> Bienvenidas y Bienvenidos al fascinante viaje a través de nuestro cosmos. Hoy, en la primera entrega de la serie ¿Qué pasaría si...?, exploraremos una pregunta intrigante que conecta la vida de nuestra estrella, el Sol, con uno de los misterios más grandes del universo: los agujeros negros.	Referentes sonoros para todo el video: Cosmos, Vangelis	Fondo de estrellas profundo con colores púrpura y azul. Texto brillante: “¿Qué pasaría si...?” flotando suavemente en el centro. Movimiento de cámara muy lento hacia adelante. Composición circular centrada en el hemisferio superior para domo inclinado 27°. Formato full dome. Que la imagen aparezca levemente descentrada en el segundo tercio de la pantalla hacia abajo y sin salirse del margen. El video debe durar 3 segundos.
				Referentes visuales para todo el video: 	Desvanecer el fondo estrellado y el título que

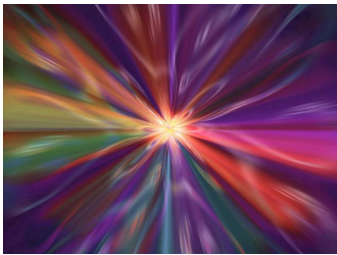
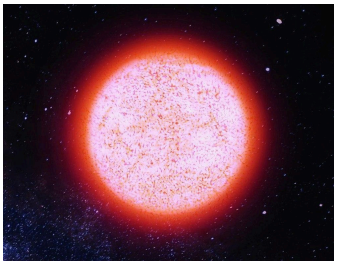
					acabamos de generar y hacer que aparezca lentamente el Sistema Solar con los 8 planetas orbitando a su alrededor. Movimiento de cámara muy lento hacia adelante. Composición circular centrada en el hemisferio superior para domo inclinado. Que la imagen aparezca levemente descentrada en el segundo tercio de la pantalla hacia abajo y sin salirse del margen. El video debe durar 7 segundos.
--	--	--	--	---	---

					
	0:10 - 0:30	Pantalla: Imagen del Sistema Solar completo con planetas orbitando alrededor del Sol. Texto: <i>Capítulo 1: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?.</i> Música: Tonos espaciales suaves.	Nos preguntaremos, ¿qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?		Vista cenital del Sistema Solar con todos los planetas orbitando lentamente alrededor del Sol brillante en el centro. Trayectorias orbitales suaves y visibles, fondo oscuro con estrellas. Aparece el título: Capítulo 1: ¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro? Movimiento panorámico que recorra el sistema de izquierda a derecha. Este

					video debe durar 10 segundos. Que la imagen aparezca levemente descentrada en el segundo tercio de la pantalla hacia abajo y sin salirse del margen. Rota la imagen lentamente para ver el Sistema Solar de canto. Vamos a centrarnos en cada planeta levemente, pasaremos desde Neptuno hacia Urano, luego a Saturno y luego a Júpiter, pasaremos por el cinturón principal de asteroides, luego por el planeta Marte, luego por la Tierra, seguiremos hacia Venus, pasaremos por Mercurio y nos acercaremos al Sol para que quede levemente asomado en la pantalla. Que la imagen aparezca levemente descentrada en el segundo tercio de la pantalla hacia abajo y sin salirse del margen. El video debe durar 10 segundos.
--	--	--	--	---	---

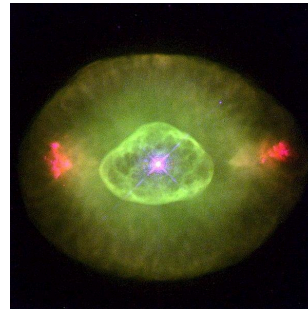
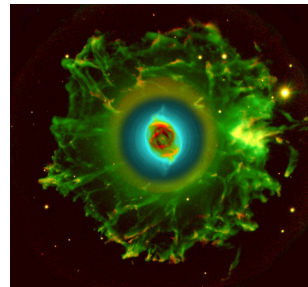
				Imágenes generadas con Sora:  	
--	--	--	--	--	--

2	0:30 - 1:00	Pantalla: Animación del Sol brillando intensamente. Imagen: Detalle del núcleo del Sol, mostrando el proceso de fusión nuclear (animación del hidrógeno convirtiéndose en helio). Efectos sonoros: Tono bajo y energético para resaltar el proceso en el núcleo.	<i>[Estructura del sistema solar y función del Sol]</i> Para comprenderlo, empecemos por recordar la estructura del sistema solar. En el centro, encontramos al Sol, la estrella que lo gobierna todo. Los planetas, lunas, asteroides y cometas orbitan a su alrededor, atraídos por su inmensa gravedad. El Sol proporciona la energía que hace posible la vida en la Tierra, y mantiene a los planetas en sus órbitas.		El Sol sale del costado derecho de la pantalla y se centra en primer plano mostrando movimiento dinámico de plasma y de las celdas convectivas de su superficie. Este plano dura 5 segundos. Se hace transición a corte transversal para ver el interior del Sol El corte debe abrirse como si se abriera un libro y se muestra corte transversal del núcleo donde se observa la emisión de luz y energía en tonos cálidos, efectos visuales internos. Atmósfera educativa, estilo realista. Que la imagen aparezca levemente descentrada en el segundo tercio de la pantalla hacia abajo y sin salirse del margen. Esta animación dura 10 segundos.
					Teniendo un corte transversal del Sol para ver

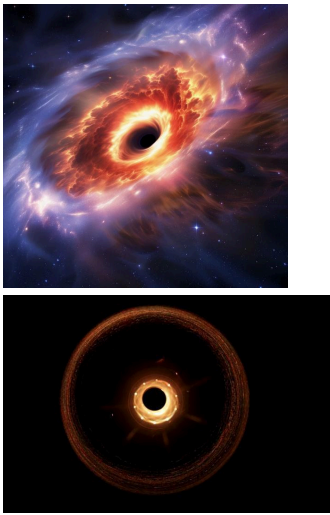
					las capas internas, se hace un zoom al núcleo del Sol y se observa una animación de la fusión de hidrógeno en helio. Es un espacio concurrido, con muchos átomos de hidrógeno circundantes y junto con moléculas de Deuterio. Representar los átomos como esferas de colores fusionadas. Los núcleos de Hidrógeno serán rojos y los neutrones serán blancos. Esta animación dura 10 segundos.
3	1:00 - 1:40	Pantalla: Animación de una estrella gigante roja expandiéndose. Pantalla: Transición de la gigante roja a la enana blanca.	<i>[Ciclo de vida del Sol: Expansión y muerte]</i> Pero, ¿qué es exactamente el Sol? El Sol es una estrella de tipo mediano, una gigantesca esfera de gas caliente donde se produce una fusión nuclear constante. En su núcleo, el hidrógeno se convierte		El Sol expandiéndose en gigante roja, cubriendo planetas cercanos. Transición suave a la expulsión de capas externas y aparición de una enana blanca muy densa. Fondo espacial con detalles de gas interestelar flotando lentamente. Luz tenue.

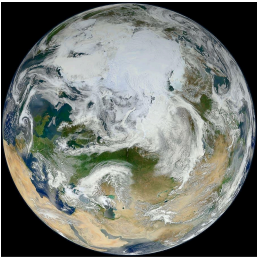
en helio, liberando enormes cantidades de energía en forma de luz y calor. Sin esta reacción, la vida en la Tierra sería imposible.

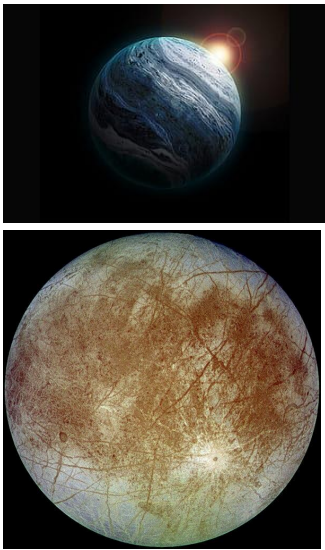
En aproximadamente 5 mil millones de años... se convertirá en una enana blanca...



4	1:40 - 2:10	Pantalla: Imagen del Sol colapsando, efectos visuales dramáticos mostrando el colapso gravitacional. Pantalla: Visualización del Sol comprimiéndose como si fuera más masivo.	<i>[¿Qué pasaría si el Sol se convirtiera en un agujero negro?]</i> Ahora, ¿qué tendría que pasar para que el Sol no siguiera este destino y, en su lugar, se compactara y convirtiera en un agujero negro? Un agujero negro se forma cuando una estrella extremadamente masiva colapsa bajo su propia gravedad...		Secuencia dramática donde el Sol colapsa, formando un punto negro en el centro. Se distorsiona la luz a su alrededor. Disco de acreción girando, con ondas de materia. Transición visual hacia un agujero negro completo, con efecto de lente gravitacional.
---	-------------	---	---	--	---

5	2:10 - 2:40	Pantalla: Animación de cómo la luz desaparece en un agujero negro, mostrando la oscuridad total. Pantalla: Animación de los planetas siguiendo sus órbitas alrededor de un agujero negro.	<i>[Impacto en la luz y el sistema solar]</i> Si, hipotéticamente, el Sol se convirtiera en un agujero negro... el cielo se oscurecería por completo y el sistema solar se sumiría en una noche eterna. Los planetas seguirían orbitando el agujero negro de la misma manera que orbitaban al Sol...		Vista del sistema solar con el Sol ausente (sustituido por un agujero negro). Planetas siguen orbitando normalmente. Luz casi ausente, excepto por estrellas lejanas. Transición sutil que sugiere una noche eterna. Efecto visual impactante.
6	2:40 - 3:20	Pantalla: Animación de la Tierra congelándose lentamente y quedándose sin luz. Música: Tono sombrío y apagado para reflejar el descenso de la temperatura. Efectos	<i>[Efectos en la Tierra: Oscuridad y frío]</i> Sin la luz ni el calor del Sol, la Tierra se convertiría en un planeta frío y oscuro... la vida en la superficie no sobreviviría.		La Tierra vista desde el espacio empieza a apagarse. Animación muestra capas de hielo cubriendo los océanos, nieve sobre los continentes. Los colores azules y grises dominan. Nubes opacas. Transición lenta que enfatiza el enfriamiento.

		sonoros de hielo resquebrajándose.		  	
--	--	---	--	---	--

					
7	3:20 - 3:50	Pantalla: Animación de cómo el agujero negro no afectaría las órbitas de los planetas.	<i>[¿Seríamos absorbidos por el agujero negro?]</i> ¿El agujero negro nos absorbería? La respuesta es no... la		Visualización científica donde la órbita de la Tierra se mantiene estable alrededor del agujero negro. Gravedad simulada con líneas suaves de trayectoria. Planetas alejándose y acercándose levemente. Fondo estrellado estático.

			gravidad seguiría funcionando igual. Lo que perderíamos sería su luz y calor, no la estabilidad de nuestra órbita.		
8	3:50 - 4:20	Pantalla: Animación del Sol brillando sobre la Tierra. Música: Cambio a un tono más optimista y tranquilo.	<i>[El destino real del Sol]</i> Afortunadamente, este escenario es pura especulación... y seguir disfrutando de su luz.		Escena luminosa donde el Sol aparece otra vez sobre la Tierra. Rayos cálidos iluminan nubes y paisajes oceánicos. Transición de la oscuridad a la luz. Sensación de esperanza. Enfoque desde el espacio hacia el planeta.

9	4:20 - 5:00	Pantalla: Créditos finales sobre un fondo de estrellas en movimiento. Música: Melodía tranquila y espacial para finalizar.	<i>[Despedida y créditos]</i> Gracias por acompañarnos en este viaje por el cosmos... ¡Hasta la próxima en ¿Qué pasaría si...?		Fondo negro profundo con estrellas estáticas. Movimiento de estrellas muy leve hacia el hemisferio superior. Texto blanco de créditos sobrepuesto en el centro. Luz suave para no sobrecargar el fondo. Composición estable, sin cámara en movimiento.
---	-------------	--	--	---	---