

The background of the image is a deep blue, almost black, cosmic field. It features several large, glowing galaxy clusters. One prominent cluster in the lower right shows a clear honeycomb-like structure of interconnected filaments and nodes, likely representing a galaxy cluster or a large-scale structure in the universe. Other clusters are visible in the upper left and middle, appearing as bright, irregular patches of light against the dark background. The overall effect is one of vastness and ancient cosmic history.

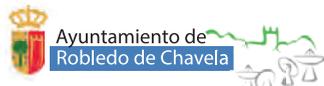
# ECOS DEL COSMOS

galaxias ancestrales reveladas

# ECOS DEL COSMOS

galaxias ancestrales reveladas

Una visión artística de la astrofísica



Catálogo de la exposición.

Del 8 al 13 de julio 2024.

Casa de la Cultura. San Lorenzo de El Escorial

Del 15 de julio al 31 de agosto de 2024.

Centro Cultural "El Lisadero". Robledo de Chavela

Comisariado:

Marta de Cambra y José Carlos Espinel

Organiza:

Ayuntamiento de Robledo de Chavela.

Área de Desarrollo Local. Carmen García.

Grupo de Investigación Complutense nº 971036 Sostenibilidad, Ciencia y Arte (SCIART-UCM).

Imagen de Portada: Cambra&Espinel "Reionización I" (2024)

Diseño y maquetación: José Carlos Espinel

Textos científicos: Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

Línea del tiempo: Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu, Marta de Cambra, Mónica Cerrada y José Carlos Espinel

ISBN: 978-84-09-62875-9

## **Artistas Participantes**

Pablo de Arriba  
Marta De Cambra  
Mónica Cerrada  
José Carlos Espinel  
Gema Goig  
María De Iracheta  
Mónica Oliva  
Jennifer Parker  
Santiago Tena

## **Asesoramiento Científico**

Cristina Cabello González  
Luca Costantin  
Jairo Méndez Abreu

# PRÓLOGO

Seis años llevamos ya organizando uno de los cursos de verano de los que la Universidad Complutense de Madrid realiza, desde hace 37 años en San Lorenzo de El Escorial. Seis años de trabajo, esfuerzo y, como no, seis años de ilusión y buen hacer que nos han llevado a tener la consideración de “Sede Oficial de los cursos”, junto a instituciones de reconocido prestigio como el Museo del Prado, el Museo del Traje, el Teatro Real, el Jardín Botánico, la Ciudad Financiera del Banco Santander o cualquiera de las sedes utilizadas en los edificios históricos y emblemáticos del municipio de San Lorenzo de El Escorial.

Decía en el primer catálogo de estas características, que prologué como alcalde en el año 2019, lo siguiente: *“El municipio de Robledo de Chavela está ligado de por vida al desarrollo de la ciencia y la carrera espacial. Es por esto que desde el Ayuntamiento estamos y estaremos comprometidos con cuantas iniciativas pongan en valor esta vinculación”*.

Precisamente eso es lo que seguimos haciendo año tras año, en este caso, un magnífico trabajo realizado por el *Grupo de Investigación Complutense Sostenibilidad, Ciencia y Arte (SCIART-UCM)*, alguno de cuyos componentes participaron ya en 2019 en nuestro primer curso que hicimos coincidir con el 50 aniversario de la llegada del ser humano a la Luna.

Esta vez, el citado Grupo de Investigación nos presenta una exposición que, bajo el título *“Ecos del Cosmos: galaxias ancestrales reveladas”*, se entrelaza con el contenido de las ponencias que Carmen García, directora del curso, ha considerado oportuno presentar a la Comisión Académica de la Universidad Complutense de Madrid, y que lo ha orientado en una doble vertiente, la primera, para profundizar en el “Cambio de paradigma en la evolución de las galaxias” y, la segunda, para debatir sobre “La colaboración entre las distintas Agencias Espaciales”.

La exposición se centra sobre la primera parte, fusionando ciencia y arte, en la exploración de la belleza y misterio del universo, como una vía diferente para la divulgación del conocimiento. Ha sido promovida desde el Área de Desarrollo Local y comisariada por José Carlos Espinel, Director del Grupo de Investigación SCIART-UCM y profesor de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense de Madrid, junto con Marta de Cambra, profesora honorífica de esa misma facultad.

Este catálogo es el resultado de la colaboración entre artistas y científicos. Por un lado, los artistas han llevado a cabo su interpretación de ciertos hitos y conceptos sobre astrofísica, la evolución de las galaxias y la formación del universo, y por otro lado, miembros del grupo de investigación científica que descubrieron en 2023 la galaxia ceers-2112, y que serán ponentes en la primera jornada del curso. Concretamente, Luca Costantin, doctor en astronomía por la Universidad de Padova e investigador en el Centro de Astrobiología de Madrid (CAB) CSIC-INTA, Cristina Cabello González, doctora en astrofísica por la UCM y Jairo Méndez Abreu, astrofísico por la Universidad de La Laguna e investigador principal del proyecto BEARD.

Los descubrimientos científicos inspiran la creatividad, conectando ciencia y arte a través de la interpretación artística de la astronomía, es por esto que la exposición invita a reflexionar sobre la maravilla del universo y la importancia de explorar lo desconocido. *“Ecos del Cosmos”* invitará a los visitantes a sumergirse en la belleza del cosmos y a cuestionar las percepciones convencionales del espacio y el tiempo, propiciando el diálogo y el debate.

No me voy a extender en algo que ustedes mismos podrán comprobar ojeando este catálogo y, realizando la correspondiente visita en la Casa de la Cultura de San Lorenzo de El Escorial, en el Ayuntamiento de Robledo de Chavela o, en distintos lugares que, aunque todavía no están determinados, porque no

me cabe ninguna duda de que serán al menos, tan extensos y emblemáticos como los de los años anteriores.

La verdad es que es un orgullo para mí, como regidor del Ayuntamiento de Robledo de Chavela, presentar este catálogo, consciente y agradecido a cuantas personas han participado en él, lo han hecho posible.

Debo concluir con un agradecimiento expreso a la directora del curso Carmen García, responsable del Área de Desarrollo Local de este ayuntamiento por mantener el curso y darle sentido a los contenidos, a Carlos González Pintado por su asesoramiento, al Ateneo de Robledo de Chavela Antoniorrobles, por su desinteresado apoyo, así como a todos los ponentes, moderador, a la Comisión Académica de la Universidad Complutense de Madrid, a la dirección del Complejo de Comunicaciones del Espacio Profundo de NASA en Robledo de Chavela y, como no, al *Grupo de Investigación Complutense Sostenibilidad, Ciencia y Arte (SCIART-UCM)*.

Me despido con el deseo sincero de tener que repetir en la trigésima octava edición de los cursos de verano y en la séptima que se celebrará con toda seguridad en Robledo de Chavela en 2025.

Fernando Casado Quijada  
Alcalde de Robledo de Chavela

## LA METÁFORA ARTÍSTICA Y LA CIENCIA ESPECULANDO SOBRE LA VIDA

*“Ecos del Cosmos: Galaxias Ancestrales Reveladas”* es una muestra que busca la relación entre Ciencia y Arte, donde el lenguaje gráfico describe, reflexiona e interpreta conceptos como: la luz como mensajera, la reionización del universo, la morfología de las galaxias, la Vía Láctea o la galaxia ceers-2112.

Las obras presentadas recrean la inmensidad temporal del universo, descifrando su constante movimiento de expansión y contracción, asomándose al espacio de hace 13 800 millones de años buscando la leve luz, las estrellas o las galaxias del universo.

*“Ecos del Cosmos”* es una reflexión visual abierta al diálogo de la ciencia y el arte donde la interpretación personal de cada artista da a la muestra una amplia variedad interpretativa, desde la metáfora del universo como conjunto de melodías galácticas que fluyen en el pentagrama espacial, a la creación de un universo existencial poblado de hombres estrellas o de elementos esenciales como el punto, la línea, la oscuridad y la luz.

Una mirada que desde la cueva, metáfora del espacio vacío, nos acerca y abre paso al misterio de lo desconocido y lo oscuro, la materia de la luz se convertirá desde el juego artístico en una travesura que nos desvela su velocidad y movimiento.

Una reflexión sobre el delicado equilibrio entre lo conocido y lo desconocido que se mueve entre átomos flotantes geométricos y que desde los espejos del telescopio James Webb nos desvelan la profundidad temporal de la galaxia similar a la Vía Láctea más lejana observada hasta la fecha: ceers-2112, revelando la existencia de galaxias antes de la Vía Láctea hace 11 700 millones de años.

Estas obras abarcan técnicas y disciplinas diversas, desarrolladas mediante el uso de herramientas tanto tradicionales como contemporáneas, permitiendo la libertad expresiva que desde el dibujo, la fotografía o el collage digital, el modelado 3D, los acrílicos, las acuarelas, los rotuladores o las tintas dan riqueza, textura y diversidad a esta exposición donde la creación se mueve entre los descubrimientos científicos.

Tanto las obras artísticas como el diseño expositivo corren a cargo del *Grupo de Investigación Complutense Sostenibilidad, Ciencia y Arte* (SCIART-UCM) en colaboración con otros profesores de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Complutense e investigadores de reconocido prestigio en el ámbito de la astrofísica que, desde una perspectiva didáctica y con gran generosidad, dotan de contenido científico a este proyecto.

Dra. Marta de Cambra y Dr. José Carlos Espinel  
Comisarios de la exposición

## **VIAJE AL ORIGEN DEL UNIVERSO: RECONSTRUYENDO LA EVOLUCIÓN DE LA VÍA LÁCTEA**

Las galaxias representan los ladrillos fundamentales que forman la estructura del Universo. Desde el descubrimiento de las galaxias como sistemas extragalácticos, a principios del siglo XX, el estudio de su forma aparente ha resultado clave para desvelar los misterios de su formación y evolución. En particular, la presencia de estructuras estelares alargadas (denominadas barras) que cruzan el centro galáctico, como la que presenta nuestra propia Vía Láctea, ha proporcionado pistas importantes para comprender los procesos físicos que han guiado la evolución de las galaxias.

El reciente descubrimiento de la galaxia espiral barrada más lejana observada hasta la fecha (ceers-2112), ha cambiado para siempre nuestra comprensión del cosmos, y en consecuencia de la formación de nuestra Vía Láctea. Gracias a las observaciones obtenidas con el telescopio espacial James Webb, se ha determinado que ceers-2112 se formó cuando el Universo tenía solo un 15% de su edad actual. Este hallazgo desafía las teorías previas que sugerían que las estructuras complejas, como las galaxias espirales barradas, no se consolidaron hasta que el Universo tenía al menos la mitad de su edad actual.

En el Universo, la inmensidad de las distancias y los tiempos no nos permite realizar experimentos en un laboratorio con condiciones ambientales controladas. La luz ha sido siempre nuestra aliada para entender la física del cosmos: hemos aprendido a medirla y a modificarla, a crear telescopios e instrumentos cada vez más precisos, pero hubo un tiempo en el que el Universo no era transparente a la luz. La reionización del Universo marcó el final de esta "Edad Oscura" y permitió la formación de las primeras estructuras com-

plejas. Estas estructuras, como las barras galácticas, facilitan la mezcla de gas y elementos necesarios para la formación de nuevas estrellas. La presencia de una barra en una galaxia tan antigua como ceers-2112 indica que estos procesos de mezcla y formación estelar ya estaban en marcha en las etapas tempranas del Universo.

**Cristina Cabello González**

Investigadora Postdoctoral  
Instituto de Física de Partículas y del Cosmos  
Universidad Complutense de Madrid (IPARCOS-UCM).

**Luca Costantin**

Investigador Junior Leader  
Centro de Astrobiología (CAB), CSIC-INTA

**Jairo Méndez Abreu**

Investigador Viera y Clavijo  
Instituto de Astrofísica de Canarias  
Universidad de la Laguna

# LÍNEA DEL TIEMPO DEL UNIVERSO

## Cronología de algunos eventos

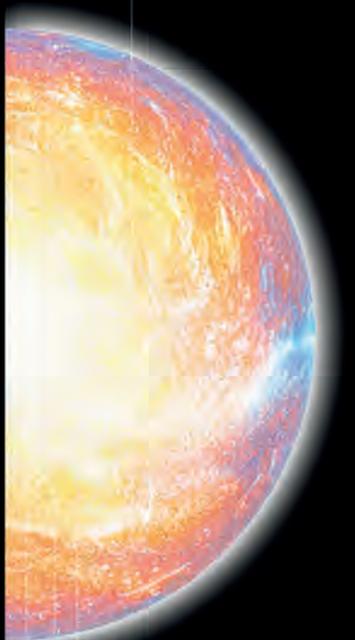
AÑOS DESDE EL BIG BANG

0

370 000

400 000

180 Ma



### RECOMBINACIÓN

*370 000 años después del Big Bang.*  
Las temperaturas bajaron hasta los 3000 K y los protones y electrones se combinaron para formar átomos de hidrógeno y helio. El Universo se vuelve transparente a la radiación electromagnética.

### INFLACIÓN

*Entre  $10^{-43}$  a  $10^{-36}$  segundos después del Big Bang.*  
El Universo era opaco a la radiación electromagnética. Se produce una expansión exponencial del Universo.

### BIG BANG

*Hace 13 800 millones de años.*  
Instante desde el cual se empieza a contar el tiempo cósmico. Aunque la teoría del Big Bang es conocida popularmente con ese nombre, no hubo ninguna explosión inicial.

### EDAD OSCURA

*Largo periodo de tiempo desde 400 000 años hasta 180 millones de años después del Big Bang.*  
Se llama Edad Oscura porque no había fuentes que emitieran luz.

### REIONIZACIÓN

*Entre 180 millones de años y hasta los 1000 millones de años después del Big Bang.*  
Formación de primeras estrellas y galaxias. Proceso en el que el hidrógeno neutro se va transformando en hidrógeno ionizado debido a la radiación ionizante que producen las primeras estrellas y galaxias que se forman. La primera generación de estrellas transformaron los pocos elementos que se formaron tras el Big Bang (mayormente hidrógeno, helio, y pequeñas cantidades de litio) en elementos químicos complejos.



2 100 Ma

3 000 Ma y 6 000 Ma

9 200 Ma

10 300 Ma

Presente  
13 800 Ma



#### ETAPA DE EVOLUCIÓN DE GALAXIAS

*2 100 millones de años después del Big Bang.*

- Formación de ceers-2112, una galaxia espiral barrada similar a La Vía Láctea (la más lejana observada hasta la fecha) en el Universo temprano.

*Entre 3000 y 6000 millones de años después del Big Bang.*

- Formación de la Vía Láctea así como la conocemos (espiral barrada), después de la fusión con la galaxia Gaia Enceladus/Sausage.

#### FORMACIÓN DEL SISTEMA SOLAR

*9 200 millones de años después del Big Bang.*

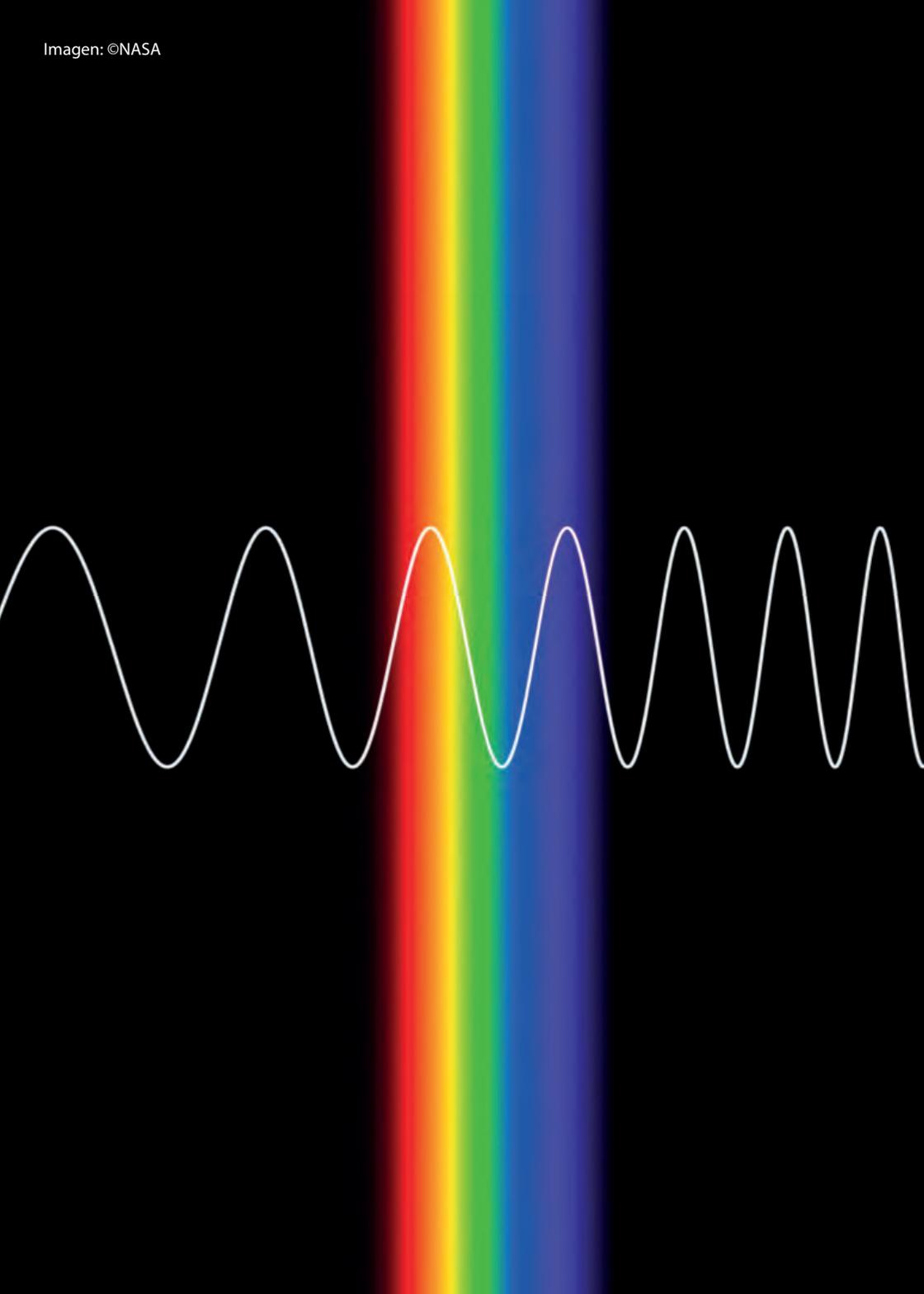
#### VIDA EN LA TIERRA

10300 millones de años después del Big Bang.

#### PRESENTE

13800 millones de años después del Big Bang.

Imagen: ©NASA



# LA LUZ COMO MENSAJERA

Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

La luz es la herramienta principal y más potente que los astrofísicos utilizan para obtener información del cosmos. A partir del análisis de la luz se puede determinar la distancia, edad, velocidad, composición química, y muchas más propiedades físicas de los objetos astronómicos. Para detectar esta luz los astrofísicos utilizan telescopios grandes e instrumentos extremadamente sensibles.

A pesar de que en nuestro día a día nos parezca que la luz se transmite de manera instantánea, la velocidad a la que se propaga la luz es finita. En concreto, la velocidad de la luz en el vacío es de aproximadamente 300 000 km/s. Este hecho tiene un efecto inmediato sobre las relaciones causa-efecto y sobre la transmisión de la información. Las distancias en el espacio son inmensamente grandes, y por ello la luz que emiten los cuerpos celestes tarda tiempo en recorrer esas distancias y llegar hasta la Tierra. De esta forma los años luz son una medida de distancia (y no de tiempo como pudiera parecer), y se corresponden con la distancia que recorre la luz durante un año terrestre.

Los telescopios son considerados máquinas del tiempo, ya que nos permiten observar cómo era el Universo en el pasado. A modo de ejemplo, la luz emitida por el Sol tarda aproximadamente 8 minutos en llegar a la Tierra, por lo que en realidad vemos como era el Sol hace 8 minutos. La luz de la estrella más cercana a nosotros después del Sol, Próxima Centauri, tarda alrededor de 4 años en recorrer la distancia que la separa de la Tierra. De la misma forma, la galaxia barrada más lejana detectada hasta la fecha, conocida como ceers-2112, la observamos tal y como era hace 11 700 millones de años, es decir, su luz tardó más de 21 000 millones de años en llegar hasta nosotros (como consecuencia de la expansión del Universo).



## **Luciérnagas. Lo que se nos escapa.**

Pablo de Arriba del Amo

Fotografía digital

Se plantea un juego donde la forma, el movimiento, la velocidad y la luz establecen un diálogo en el que el orden y el caos fluyen sin solución de continuidad. Una travesura en la que la materia prima, la luz, revela las formas, nos permite percibir sus movimientos y apreciar la velocidad con la que se desplazan en el espacio.

De la oscuridad emerge una imagen imprecisa y azarosa, trémula y efímera. La máquina y su mecánica se hacen visibles ante la fugaz luminiscencia de unos frágiles diodos.

Como en un sueño, la mirada construye estructuras sutiles y complejas que sólo alcanzo a insinuar. Trazos que dibujan y definen un movimiento en el espacio, como una danza insistente que subraya con sus gestos repetitivos las huellas apenas perceptibles de los recorridos. Caligrafías resplandecientes que ansían atrapar la luz con precarios dispositivos que evidencian la singularidad de lo inaccesible, como en un sueño.

## **El Viaje de la Luz**

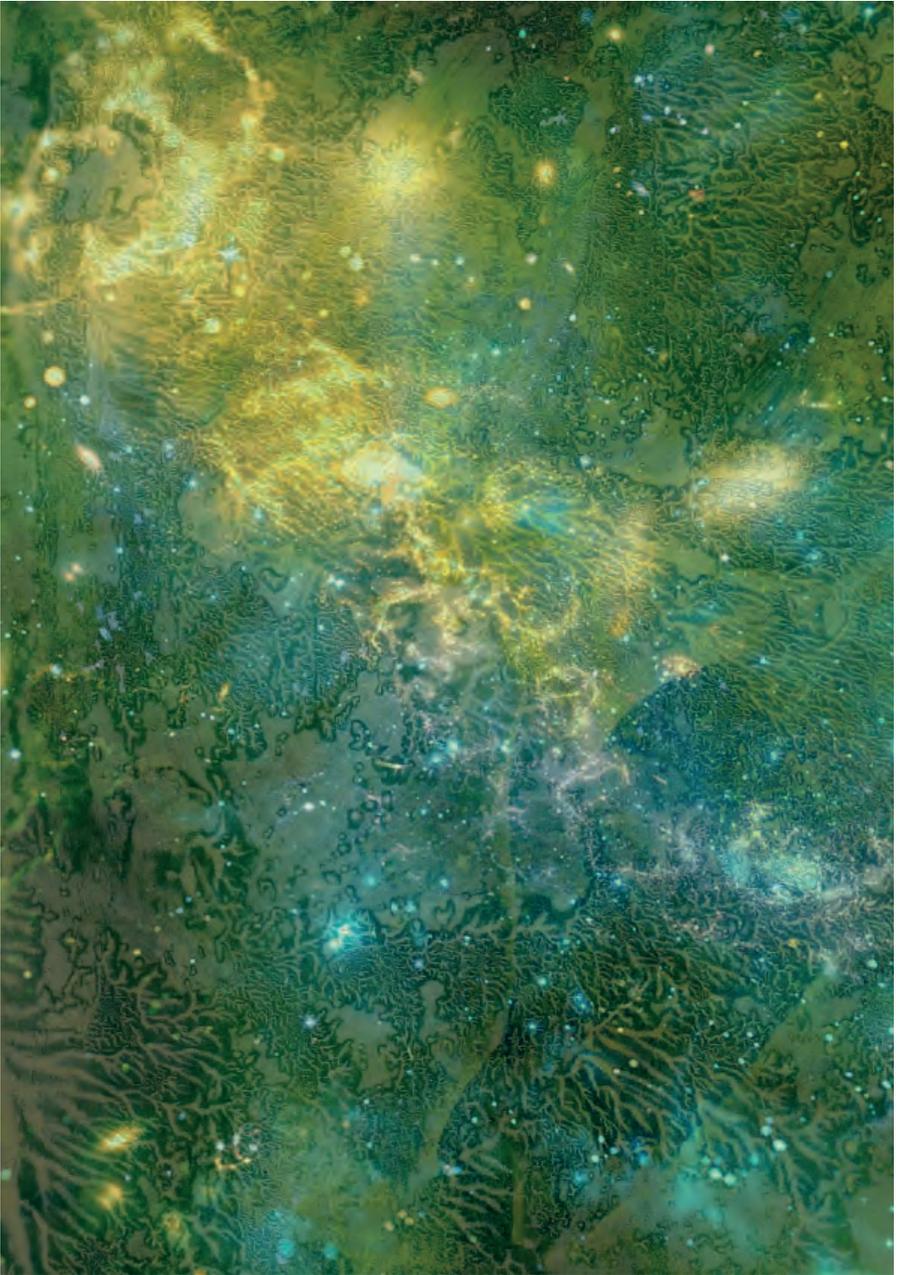
Gema Goig

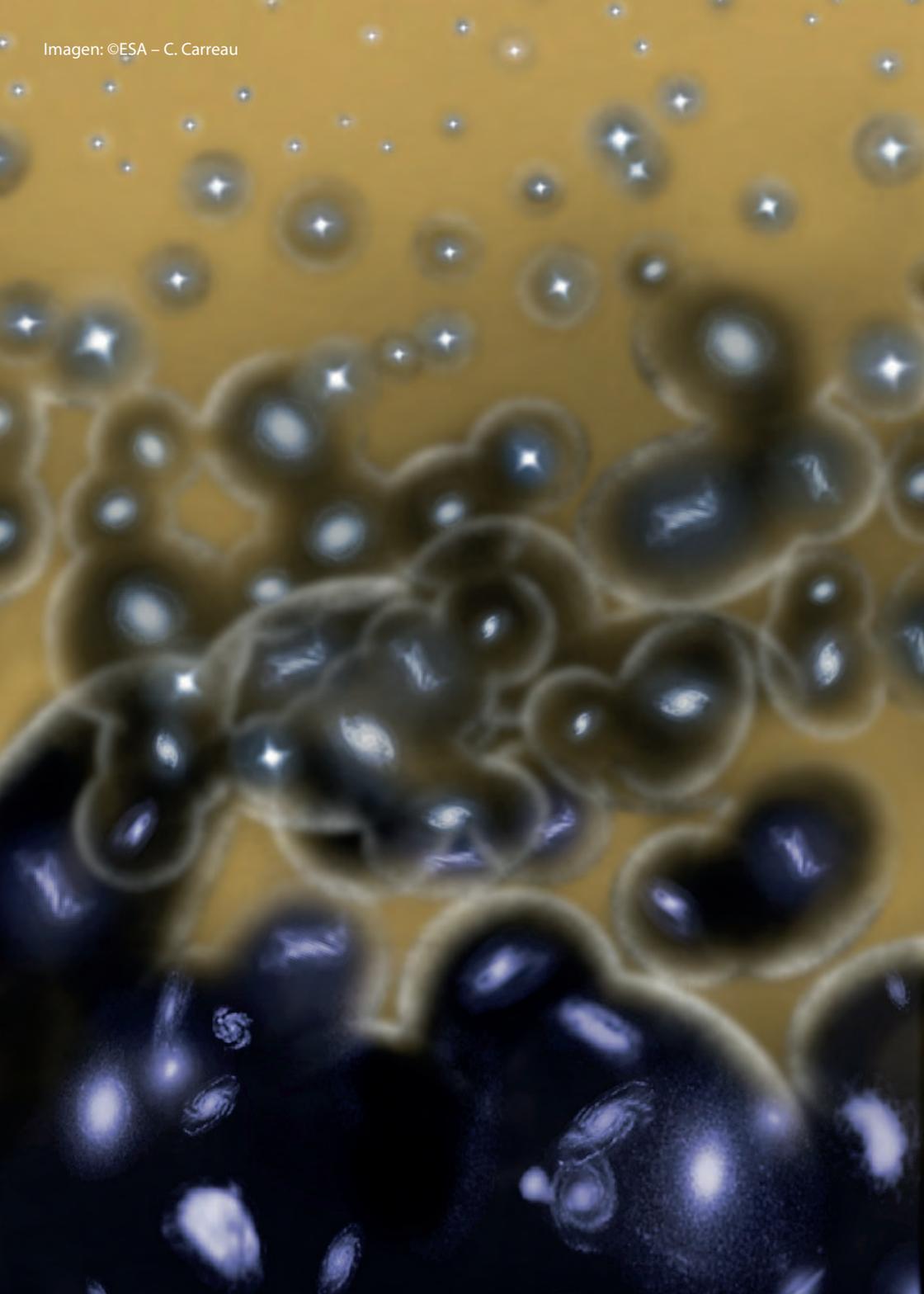
Acrílico e impresión digital

La luz es “la piedra angular” de la astrofísica para la investigación del cosmos. Viaja a través del espacio en forma de radiación electromagnética hasta nuestros telescopios y de este modo podemos estudiarla. La velocidad de la luz en el vacío es una constante universal, cuyo valor se acerca a los 300 000 kilómetros por segundo. La Teoría de la Relatividad de Einstein establece además que es invariable, es decir, es independiente del movimiento del observador. Conocer la velocidad de la luz es esencial en el ámbito de la cosmología para medir las distancias en el universo. Las observaciones astronómicas se basan en la luz que viaja desde objetos distantes hasta los telescopios. Dado que la velocidad de la luz es finita y tarda cierto tiempo en recorrer el espacio, observamos objetos astronómicos en el pasado, lo que nos permite explorar la historia del cosmos.

Como las distancias en el universo son extremadamente grandes, el año luz proporciona una manera adecuada de expresar estas distancias para comprender las escalas cósmicas, calcular distancias entre objetos celestes y entre galaxias. Tenemos ejemplos como Alfa Centauri, la estrella más cercana a nuestro sistema solar, que se encuentra a una distancia aproximada de 4.37 años luz. Esto significa que la luz que emana de la estrella tarda aproximadamente 4.37 años en llegar a la Tierra.

El estudio de la luz que proviene del cosmos nos ha permitido realizar grandes descubrimientos y en el futuro continuará proporcionándonos conocimientos sobre el universo, además de impulsar nuevas tecnologías que podrán ser aplicadas en diversos ámbitos científicos. Algunas de ellas no solo ampliarán la comprensión del universo en el que vivimos, sino que además tendrán aplicación directa en nuestra vida cotidiana.





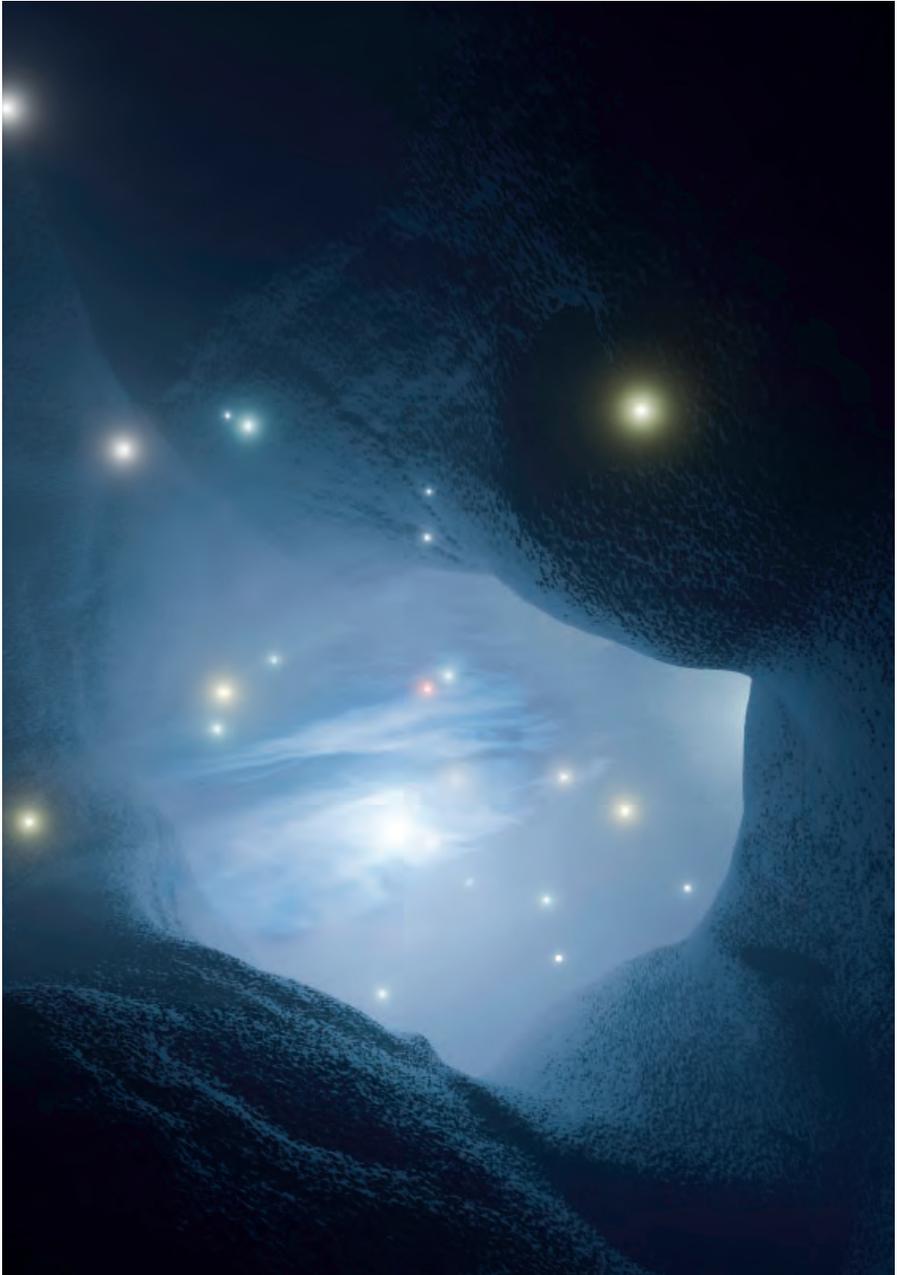
# LA REIONIZACIÓN DEL UNIVERSO

Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

El gas en el Universo se puede encontrar en tres fases: molecular, atómico e ionizado, las cuales dependen principalmente de la temperatura a la que se encuentren. La reionización cósmica es una época temprana del Universo donde se produjo una transición masiva de hidrógeno atómico a hidrógeno ionizado, cambiando para siempre la historia del Universo. El término *reionización* suele referirse a la reionización del hidrógeno, aunque el helio primigenio experimentó el mismo proceso, pero en un momento distinto de la historia del Universo. Después de la Edad Oscura, y una vez que la materia uniformemente distribuida atrajo por gravedad la materia circundante, algunas regiones se volvieron más densas, formando nubes que desencadenaron la formación de la primera generación de estrellas. Con el paso del tiempo, también se formaron las primeras galaxias como resultado de la sobre-densidad de materia. La luz que emitieron estos primeros objetos astronómicos supuso el inicio de la Época de Reionización.

Las observaciones de galaxias lejanas sugieren que el proceso de la reionización fue gradual y heterogéneo. Las primeras estructuras emitieron fotones de alta energía que fueron capaces de escapar de las galaxias e ionizar el hidrógeno a su alrededor, creando pequeñas burbujas ionizadas. Estas burbujas fueron creciendo progresivamente y fusionándose unas con otras, formando burbujas cada vez mayores, hasta alcanzar el medio intergaláctico completamente ionizado que observamos hoy en día.

Sin embargo, aún quedan muchas cuestiones abiertas sobre esta época del Universo, el instante en el que se produjo, la forma en la que tuvo lugar el proceso de la reionización, y las principales fuentes que contribuyeron. Dar respuesta a estas preguntas es uno de los mayores retos científicos de la astrofísica extragaláctica ya que proporciona información clave para entender la formación y evolución de las galaxias a lo largo del tiempo cósmico.



## **El fin de la época oscura**

Santiago Tena

Modelado 3D

La reionización del universo, es el comienzo de todo lo que hoy conocemos. Después del Big Bang, el espacio estaba tan caliente y denso que era imposible ningún tipo de combinación entre partículas. Tras un periodo de expansión, se produce un enfriamiento que da pie a la creación de las primeras uniones entre partículas formando los primeros átomos de hidrógeno. El hidrógeno empezó a acumularse y a formar las primeras estrellas. Hasta ese momento el universo era neutro, su fuente de luz ionizó nuevamente la materia. Antes de la reionización el mundo era oscuro.

Es difícil imaginar como ser humano la dimensión temporal y espacial de los eventos del cosmos. Parece insignificante la fugacidad de nuestras vidas en comparación con estos eventos (millones de años). El ser humano lucha constantemente por dejar su propia huella, de trascender a su propio tiempo, y, sin embargo, nuestra existencia en el cosmos es nimia. De la misma manera resulta muy complejo representar este concepto intangible de no ser mediante metáforas.

En esta obra empleo una cueva como metáfora del espacio vacío, el misterio de un espacio desconocido y oscuro. Escenifico en él la aparición de las primeras nebulosas de gas y de la luz, metáfora a su vez del conocimiento y de la creación. Casi el 50% del cerebro humano se dedica a procesar estímulos visuales, es por ello la importancia que tiene para nosotros la luz tanto a nivel funcional como a nivel emocional. Intentar comprender como se creó el universo, y su desarrollo posterior, nos ayuda de alguna manera a comprendernos a nosotros mismos.

La creación artística es el medio mediante el cual la sociedad metaboliza todo el conocimiento, esperanzas y emociones... Sirva esta representación como otro puente más entre el arte y el conocimiento científico.

## **Una leve luz**

Marta de Cambra Antón

Acuarela y tinta

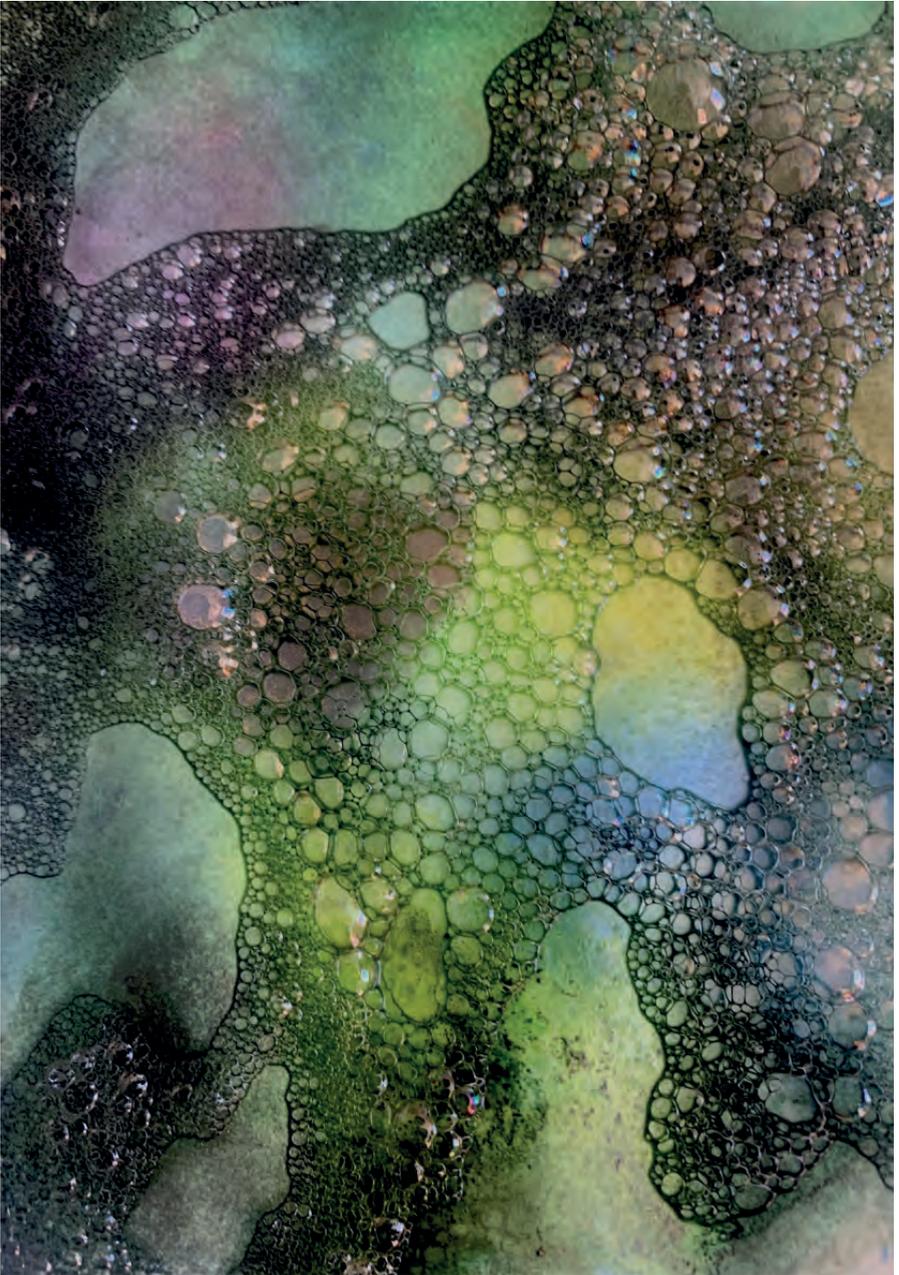
El concepto de la reionización del Universo se muestra en mi obra como un denso plasma de burbujas, imagen metafórica de la neblina densa que se generó después del Big Bang. Esas pequeñas masas se van abriendo en el espacio dejando circular así a la luz en una explosión de colores al igual que sucedió en el Universo profundo, donde la niebla de gas de hidrógeno se fue despejando dando paso a la luz.

Ese hondo sentir de la oscuridad del Universo profundo me lleva a la obra del músico Arvo Part que con sus composiciones complejas de armonías y asonancias nos introduce en un viaje misterioso de calma y luces.

Otro artista que me ha motivado en el proceso de creación de esta obra es Jamie Harris con sus trabajos de vidrio donde construye mundos flotantes de colores etéreos acercándonos al vacío y la ingravidez.

Este artículo científico me ha inspirado para la realización de mi imagen, en él se explica como las burbujas formadas al ionizar el gas de hidrógeno despejan el camino para que la luz viaje. En mi obra las burbujas forman una niebla densa que se abre para dejar camino por primera vez a la luz.

“La luz intensa de las galaxias puede ionizar el gas de hidrógeno circundante, formando burbujas que permiten que la luz estelar viaje libremente”, dijo Vithal Tilvi, miembro del equipo e investigador de la Universidad Estatal de Arizona en Tempe. “EGS77 ha formado una enorme burbuja que permite que su luz viaje hacia la Tierra sin debilitarse. Con el tiempo, se generaron burbujas como ésta en todas las galaxias, llenando el espacio intergaláctico, despejando el camino para que la luz viajara a través del Universo.”



Galaxia espiral NGC 1566

Imagen: © NASA, ESA, CSA, STScI, Janice Lee (STScI), Thomas Williams (Oxford), Rupali Chandar (UToledo), Daniela Calzetti (UMass), PHANGS Team



# MORFOLOGÍA DE LAS GALAXIAS

Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

Las galaxias son en astronomía lo que los átomos son en física: representan los pilares del Universo. Cada galaxia es un sistema complejo compuesto de estrellas, gas, polvo y materia oscura, todos ellos unidos por la gravedad. En términos populares y filosóficos, cada galaxia es un *Universo isla* único en sí mismo. Sin embargo, sabemos que las galaxias no siempre han sido como son hoy y no todas las galaxias aparecen con formas iguales en el cielo.

La secuencia de Hubble es la primera clasificación taxonómica de galaxias. Fue desarrollada por Edwin Hubble en 1926 con el fin de agrupar las galaxias y estudiar sus propiedades como grupo. La estrategia de clasificación es parecida a la que se adopta en otras disciplinas, como la zoología, donde la forma y la dimensión de los animales ha sido muy útil para diferenciar el origen de las diferentes especies.

Esta primera clasificación morfológica reveló que las galaxias en el Universo cercano están divididas en dos tipologías: las galaxias elípticas y las galaxias espirales. Esta separación no es solamente visual, sino que refleja los procesos físicos responsables de dar forma al Universo tal y como lo vemos hoy. Por un lado, las galaxias elípticas son aparentemente redondas, contienen poco gas frío y polvo interestelar, y carecen de un disco estelar extendido. Además, en la mayoría de las galaxias elípticas las estrellas son viejas y apenas muestran rotación, estando su dinámica (las órbitas de sus estrellas) dominada por movimientos aleatorios. Por otro lado, las galaxias espirales se dividen en barradas – como nuestra Vía Láctea – y sistemas sin barra. Estas galaxias contienen un disco prominente de estrellas, gas y polvo, con brazos espirales que se desarrollan alrededor de un bulbo estelar central. Las estrellas de las galaxias espirales son más jóvenes y dinámicamente se mueven de forma ordenada rotando alrededor del centro.

## **Partitura Celeste**

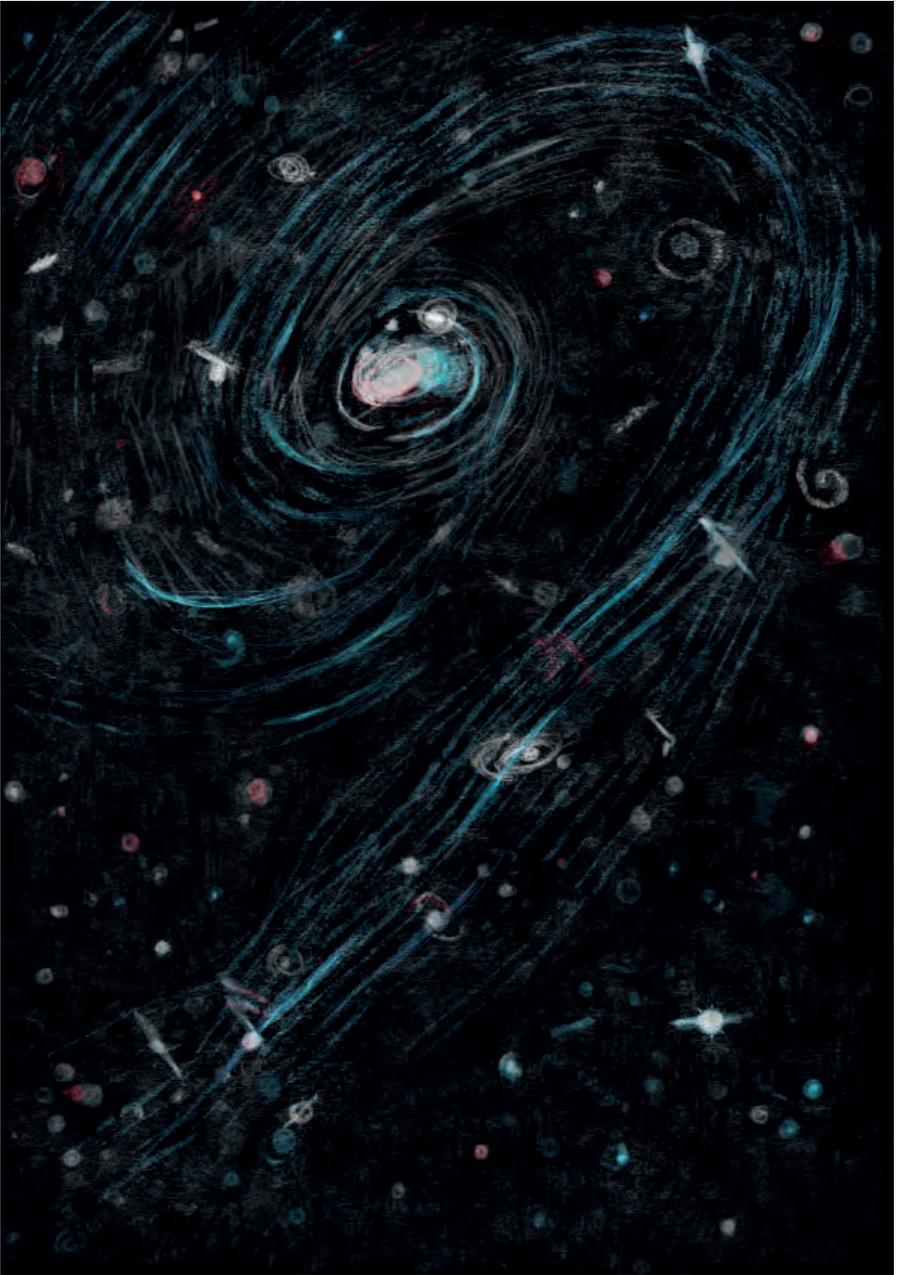
María de Iracheta

Dibujo digital

La imagen de la galaxia espiral NGC 3627 (NASA y Space Telescope Science Institute, 2024) tomada por los telescopios Hubble y Webb ha servido de base para crear esta obra. La composición que ofrecía recordaba a la clave musical de Fa, y a partir de ahí, junto a la creación de trazos, los brazos de la galaxia se fueron convirtiendo en un pentagrama. Sobre ellos flotan una serie de estrellas y galaxias que simulan notas musicales.

También fue importante el concepto del diagrama diapasón de Hubble (1926). Al investigar sobre él, el pensamiento me llevó al aparato con el mismo nombre que sirve para afinar instrumentos musicales, lo que sirvió para respaldar la línea de trabajo que unía universo y música. No en vano, han surgido expresiones populares como “música celestial” referido a melodías muy bellas. La teoría de Hubble y su representación de las galaxias según su morfología, ayudó a trabajar el tipo de trazo de la obra. Del mismo modo fue clave para la elección de los colores conocer que dependiendo de la edad de las estrellas, el azul sería el que representara la espiral de mi galaxia frente a los puntos rojos de las galaxias elípticas.

La fascinación por el universo ha hecho que surjan numerosas representaciones tanto a nivel científico como artístico. Los grabados del astrónomo Thomas Wright (*An Original Theory or New Hypothesis of the Universe*, 1750) han sido una de las referencias visuales en esta investigación. Sus dibujos tienen una base científica pero también un toque surrealista, muy inspiradores. Del mismo modo ha sido clave la simbología de la espiral para los aborígenes australianos cuyo arte representa su existencia ligada al cosmos y al ciclo de la naturaleza.



## **Constelaciones**

Mónica Oliva Lozano

Dibujo con rotuladores, pigmento negro y quemados sobre papel japonés.

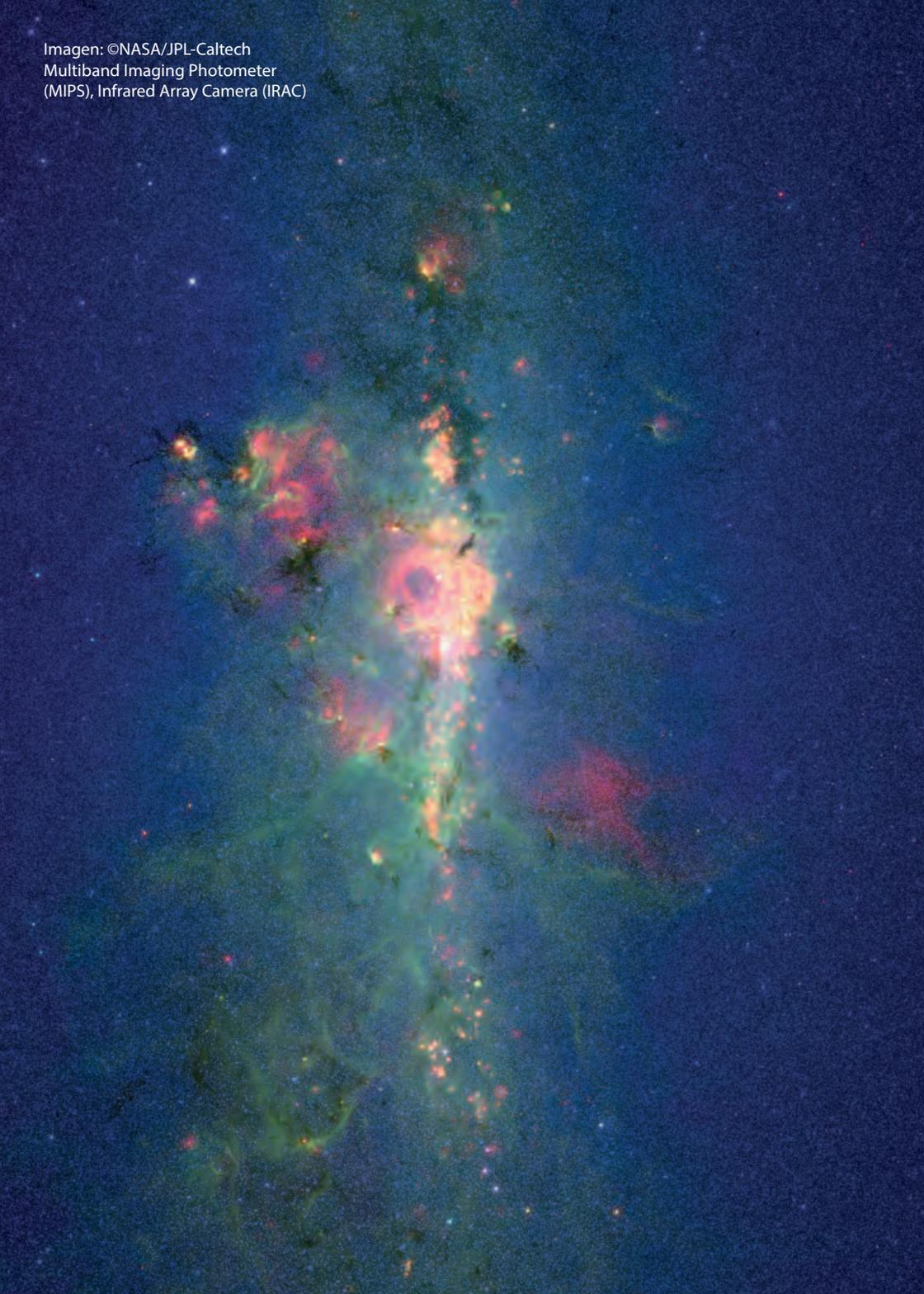
Las imágenes del universo, creadas a través del desarrollo científico y tecnológico, son a la vez paradigma del conocimiento y de sus propios límites. Constituyen, por este motivo, una puerta a la imaginación, no solo para la creación literaria y cinematográfica sino también para las artes plásticas.

Mirar el universo nos enfrenta con el infinito. Para el matemático y físico Blaise Pascal, “el universo es un círculo cuyo centro está en todas partes y su circunferencia en ninguna”. El infinito es también forma, materia en movimiento, cuerpos relacionándose entre sí, atrayéndose y repeliéndose, desplazándose a gran velocidad a través del espacio, colisionando unos con otros, recombinándose para crear otros cuerpos. Las imágenes generadas por estos fenómenos, desde una distancia inimaginable, la de nuestra mirada, sugieren la poética de una abstracción basada en el misterio de una realidad inalcanzable.

Constelaciones es una aproximación al universo a través de elementos esenciales: el punto, la oscuridad, la luz. El vacío y la materia, pequeños círculos, como partículas de diferente grosor y densidad, atrayéndose, formando nubes que se convertirán en estrellas y luego en galaxias, sugiriendo expansión, hacia todas partes y hacia ninguna, invitando al caos y a la incertidumbre. La obra se ha realizado en papel japonés de fibra Kozo, utilizando rotuladores de tinta pigmentada de distintos calibres. Al dibujo se le han practicado algunos quemados incisivos, directamente sobre el papel, que aportan textura y profundidad al conjunto. La pieza forma parte de la edición del libro de artista, *Constelaciones*, formado por siete dibujos, que fue presentada tanto en la feria del libro de artista de Berlín, Art Book Berlín, como en la feria del libro Leipziger Buchmesse (Alemania) y que han sido nuevamente reinterpretados para esta muestra en formato digital.



Imagen: ©NASA/JPL-Caltech  
Multiband Imaging Photometer  
(MIPS), Infrared Array Camera (IRAC)



# LA VÍA LÁCTEA

Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

Vivimos en una galaxia espiral barrada, la Vía Láctea, la cual se encuentra dentro de un grupo de galaxias llamado el Grupo Local. El diámetro del disco de la Vía Láctea es de 105 000 años luz, sin embargo, su espesor es de tan solo 1000 años luz, lo que hace que sea prácticamente plana. En su centro alberga un agujero negro supermasivo llamado Sagitario A\*, el cual presenta una masa equivalente a 4 millones de veces la del Sol. Las barras galácticas, como la que presenta nuestra galaxia, desempeñan un papel importante en la vida de las galaxias porque empujan el gas del disco galáctico hacia el núcleo, donde puede alimentar al agujero negro central. Además, favorecen la mezcla de elementos químicos esenciales para la formación de estrellas y planetas y, en consecuencia, de las condiciones adecuadas para la vida.

Todas las estrellas que se observan a simple vista en la noche pertenecen a nuestra galaxia. Nuestro Sol es solo una de los cientos de miles de millones de estrellas que conforman la Vía Láctea. En particular, nuestro sistema solar se encuentra a 27 000 años luz del centro de la galaxia, en uno de los brazos espirales.

En una noche despejada es posible observar la Vía Láctea a simple vista como una franja blanca que cruza la esfera celeste. De hecho, el nombre de la Vía Láctea viene del latín y significa "camino de leche". Este término proviene de la mitología grecorromana, donde el mito cuenta que se trata de la leche materna derramada del pecho de la diosa Hera. El astrónomo Demócrito (460 - 370 a.C.) fue el primero en sugerir que aquella franja blanca en el cielo era en realidad una acumulación de múltiples estrellas. Sin embargo, no fue hasta 1610 cuando, gracias a su telescopio, el astrónomo Galileo Galilei pudo demostrar que la Vía Láctea estaba formada por una inmensa multitud de estrellas individuales.

## **La Vía Láctea: Nuestra Galaxia**

Mónica Cerrada

Acrílico sobre lienzo

La Vía Láctea es nuestra galaxia y en ella se encuentra nuestro sistema solar. Apartados del centro de la galaxia, el Sol, la Tierra y los demás planetas del sistema solar se encuentran en el brazo de Orión. Nosotros, como planeta, somos un punto mínimo dentro de la galaxia alojado en uno de los brazos de su espiral. 225 millones de años terrestres tarda el Sol en dar una vuelta al centro galáctico. Impresionada por los datos al investigar sobre ella, en mi pintura he querido reflejar su grandeza en la inmensidad del Universo.

Al ser nuestra galaxia, no podemos observarla en su totalidad con telescopios desde la Tierra o desde el espacio, pero sí podemos ver parte de ella en el cielo nocturno, a veces como un halo. Sí conocemos el aspecto de otras galaxias gracias al telescopio espacial Hubble y son realmente hermosas, llenas de luz de colores, distintas unas de otras en colores y formas. Inspirada en estas galaxias y en las imágenes de la Vía Láctea creadas por la Nasa según datos de telescopios terrestres y espaciales y recreaciones de Celestia, un programa de simulación de astronomía 3D, he realizado esta pintura para mostrar la belleza y majestuosidad de la Vía Láctea. La he plasmado con un color más blanco y azulado que las demás por ser una de las galaxias más brillantes junto a Andrómeda.

Me ha influenciado observar las preciosas panorámicas nocturnas de la Vía Láctea del telescopio gigante del Observatorio Europeo Austral (Chile) donde el azulado en diferentes grados predomina. Así el azul la define y diferencia de otras.

Llena de luz he mostrado nuestra galaxia, y en movimiento, una espiral con una barra central de estrellas brillantes de la que surgen los brazos medio sueltos. En un lugar del Cosmos... Lo que nos recuerda que formamos parte de algo fantástico y misterioso.



## **Zonas Habitables: Vivimos en la Vía Láctea**

Jennifer Parker

Collage Digital

La obra resultante es un dibujo de imágenes recopiladas tomadas por un Cybot de Flujo de Imágenes (IFCB) de plancton para imaginar una floración espacial en un collage sobre una imagen Panorama de 360° de la Vía Láctea del proyecto ESO GigaGalaxy Zoom 2009.

El IFCB es un citómetro de flujo de imágenes sumergible automatizado in situ que genera imágenes de partículas en flujo desde el entorno acuático. Parker usó el IFCB en el laboratorio del Profesor Kudela en Santa Cruz, California, para crear dibujos basados en el plancton que se encuentra en la región costera del Océano Pacífico Oriental.

La obra genera así una conversación entre lo macro y lo micro, desde nuestros océanos al infinito del universo.

Agradecimiento especial a las contribuciones de la pasante de UCSC, Karina Molina, por los bocetos de plancton.



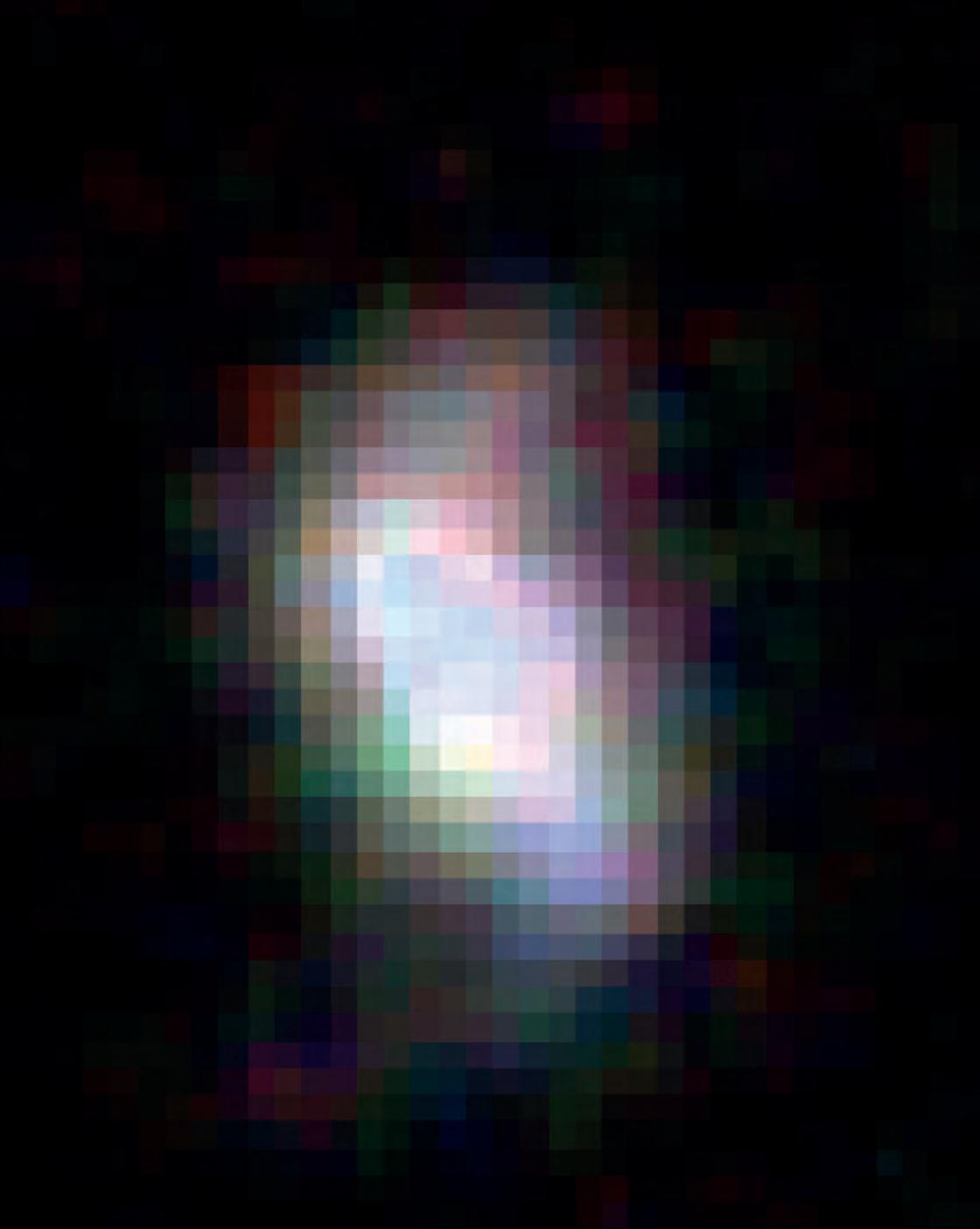


Imagen en falsos colores de la galaxia ceers-2112 obtenida combinando 3 exposiciones en los filtros F200W, F356W y F444W de la camara NIRCam del telescopio espacial James Webb.  
Créditos: Luca Costantin

## **ceers-2112**

Cristina Cabello González, Luca Costantin, Jairo Méndez Abreu

La edad actual del Universo es de alrededor de 13 800 millones de años, y hasta ahora los científicos pensaban que la estructura de las galaxias espirales como nuestra galaxia, la Vía Láctea, no se consolidaba hasta que el Universo tenía la mitad de su edad actual.

Utilizando el telescopio espacial James Webb ha sido posible detectar la galaxia más lejana que cuenta con una de las estructuras más características de la Vía Láctea, la conocida como barra galáctica. La galaxia espiral barrada (denominada ceers-2112) se encuentra a una distancia de más de 21 000 millones de años luz (considerando que el Universo se está expandiendo), es decir, la observamos tal y como era cuando el Universo tenía solo 2 100 millones de años. En contra de lo esperado, el descubrimiento de la galaxia ceers-2112 revela que ya existían galaxias similares a la Vía Láctea cuando el Universo tenía sólo un 15% de la edad actual.

Teniendo en cuenta el conocimiento teórico actual sobre formación de galaxias y las observaciones de las galaxias más cercanas a la nuestra, este hallazgo prueba que cuando el Universo era aún muy joven la evolución de esta galaxia estaba dominada por los bariones (la materia ordinaria de la que estamos compuestos) y no por la materia oscura, a pesar de ser esta última más abundante en el Universo. El descubrimiento tiene múltiples implicaciones de carácter fundamental, abriendo la puerta a numerosas preguntas y escenarios. En particular, la comunidad astrofísica se pregunta ahora: ¿Deben revisarse los tiempos de formación de las galaxias de disco y, en consecuencia, los modelos de formación implementados en las simulaciones cosmológicas actuales? Una nueva revolución astrofísica parece estar a punto de empezar.

## **Baryonic Matter vs. Dark Matter**

Jennifer Parker

Collage digital con IA y una sección de Panorama de 360° de la Vía Láctea de ESO/S. Proyecto Brunier GigaGalaxy Zoom

La materia bariónica se concibe como una forma estructurada de átomos y moléculas que flotan junto con la energía de la materia oscura para resaltar la tensión entre el universo observable y las fuerzas ocultas que le dan forma. Ceers-2112 sugiere que los procesos bariónicos podrían desempeñar un papel más importante de lo que se pensaba anteriormente en la evolución temprana de las galaxias, lo que provocó una reevaluación de los modelos existentes.

Esta obra de arte invita a los espectadores a reflexionar sobre el delicado equilibrio entre lo conocido y lo desconocido, así como las complejas fuerzas que gobiernan el cosmos.



## **Espejo Cósmico**

José Carlos Espinel

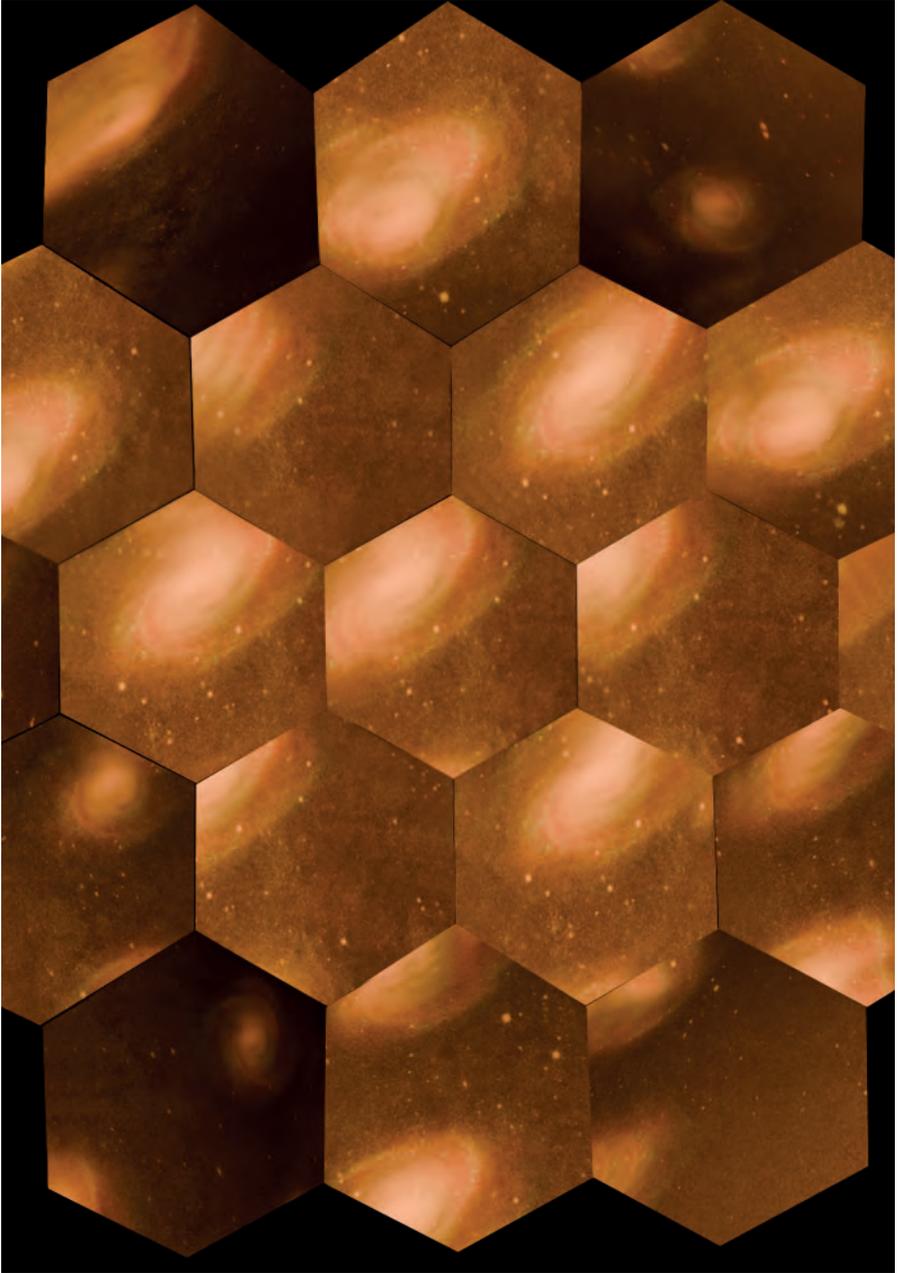
Modelado y Renderizado 3D con edición digital

La imagen digital representa el reflejo de la galaxia ceers-2112 sobre los paneles del telescopio James Webb y nos invita a reflexionar sobre nuestro lugar en el cosmos. Ceers-2112, considerada una gemela de la Vía Láctea por su sorprendente similitud estructural, se presenta como un *espejo cósmico* en el cual podríamos ver nuestro propio reflejo.

El modelado digital captura la esencia de este reflejo, utilizando los paneles del telescopio James Webb como una superficie que no solo refleja luz, sino también la identidad y el destino de nuestra galaxia. La composición de la obra muestra a ceers-2112 con sus espirales brillantes y vastas, creando un paralelismo con la Vía Láctea. Este reflejo nos confronta con la posibilidad de que, en la vastedad del universo, existan otras galaxias similares a la nuestra, con sus propias historias y potenciales formas de vida.

La elección de representar esta galaxia específica sobre los paneles del James Webb no es casual. Este telescopio, una maravilla tecnológica, simboliza nuestra búsqueda constante de conocimiento y nuestra capacidad de mirar más allá de lo visible. Al capturar el reflejo de ceers-2112, la obra también nos recuerda la naturaleza cíclica y reflejante del universo: al observar y estudiar otras galaxias, podríamos estar viendo destellos de nuestro propio pasado o futuro.

En este contexto, la imagen digital se convierte en un puente entre lo conocido y lo desconocido, entre el presente y el infinito. Nos invita a contemplar no solo la belleza del cosmos, sino también a considerar nuestra existencia como parte de un reflejo mayor en el vasto espejo del universo.



## Agradecimientos y Colaboraciones

Cristina Cabello González agradece el apoyo de la Comunidad de Madrid por la ayuda IND2022/TIC-23643.

Luca Costantin agradece el apoyo de la Fundación “la Caixa” por la ayuda Junior Leader (ID 100010434).



Jairo Méndez Abreu agradece el apoyo del programa Viera y Clavijo Senior financiado por ACIISI y ULL, y el apoyo de la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN/AEI/10.13039/501100011033) con los programas PID2021-128131NB-I00 and CNS2022-135482.



