



Misiones duraderas Visiones audaces

Astrofísica de la NASA en las próximas tres décadas



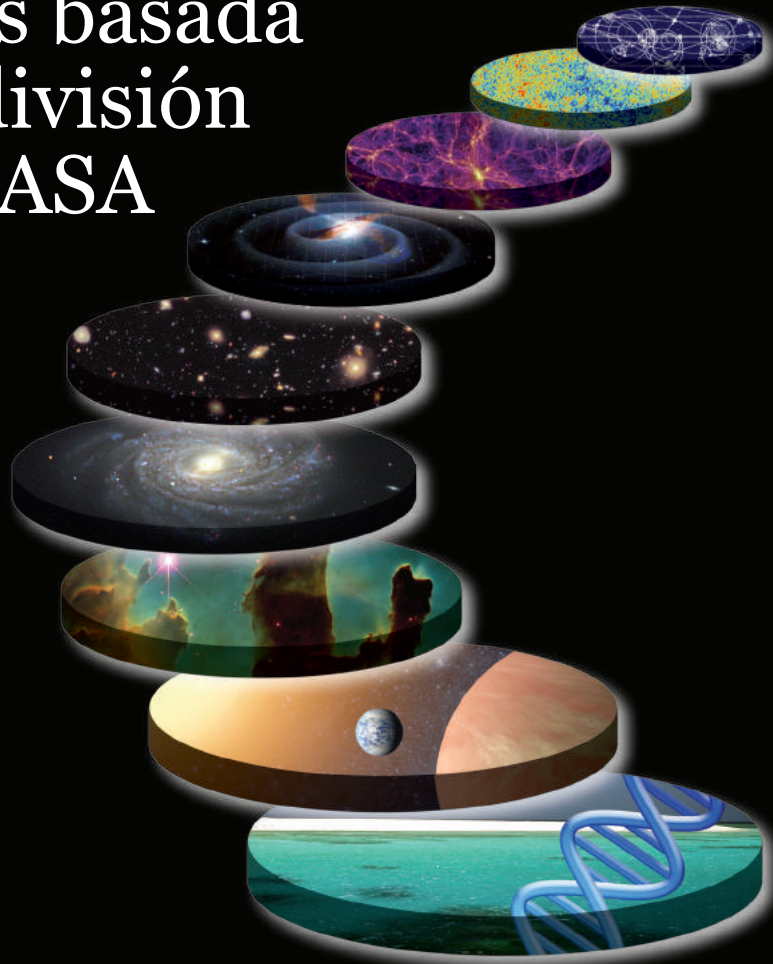
Una visión de 30 años basada en la ciencia para la división de Astrofísica de la NASA

Las últimas tres décadas han experimentado avances prodigiosos en astronomía y astrofísica. Pero, ¿a dónde vamos desde aquí? Esta hoja de ruta presenta una visión de 30 años basada en la ciencia para el futuro de la Astrofísica de la NASA que se basa en nuestro notable avance al abordar tres preguntas definitorias:

- ¿Estamos solos?
- ¿Cómo llegamos aquí?
- ¿Cómo funciona el universo?

La búsqueda de respuestas a estas preguntas ancestrales son las Misiones duraderas de la humanidad. Las próximas décadas verán grandes avances en la búsqueda de mundos habitables como la Tierra (exotierras), en la comprensión de la historia de la formación y evolución de las estrellas y las galaxias, y en la dilucidación de la física fundamental del cosmos.

Los diferentes fenómenos astronómicos suelen ser más prominentes en distintas regiones del espectro electromagnético: estrellas jóvenes, envueltas en polvo en el infrarrojo lejano; estrellas y galaxias más antiguas en longitudes de onda visibles y casi ópticas; regiones formadoras de estrellas en el ultravioleta; y el gas de millones de grados de los grupos de galaxias y los discos de acreción de agujeros negros en los rayos X. Además de abarcar el espectro electromagnético, las misiones de hojas de ruta abrirán una nueva ventana revolucionaria en el cosmos mediante la detección de ondas gravitacionales, ondulaciones de espacio-tiempo que emanan de eventos colosales como la fusión de dos agujeros negros y se irradian a todo el universo observable.



Estas investigaciones científicas y sus misiones espaciales instrumentales se describen aquí en tres grandes categorías de tiempo: la Era a mediano plazo, definida por las misiones que están actualmente en vuelo o se planifican para la próxima década; la Era formativa, con misiones teóricas (denominadas aquí "Surveyors") que podrían diseñarse y construirse en la década de 2020; y la Era visionaria de misiones tecnológicamente avanzadas (denominadas "Mappers") para la década de 2030 y con posterioridad.



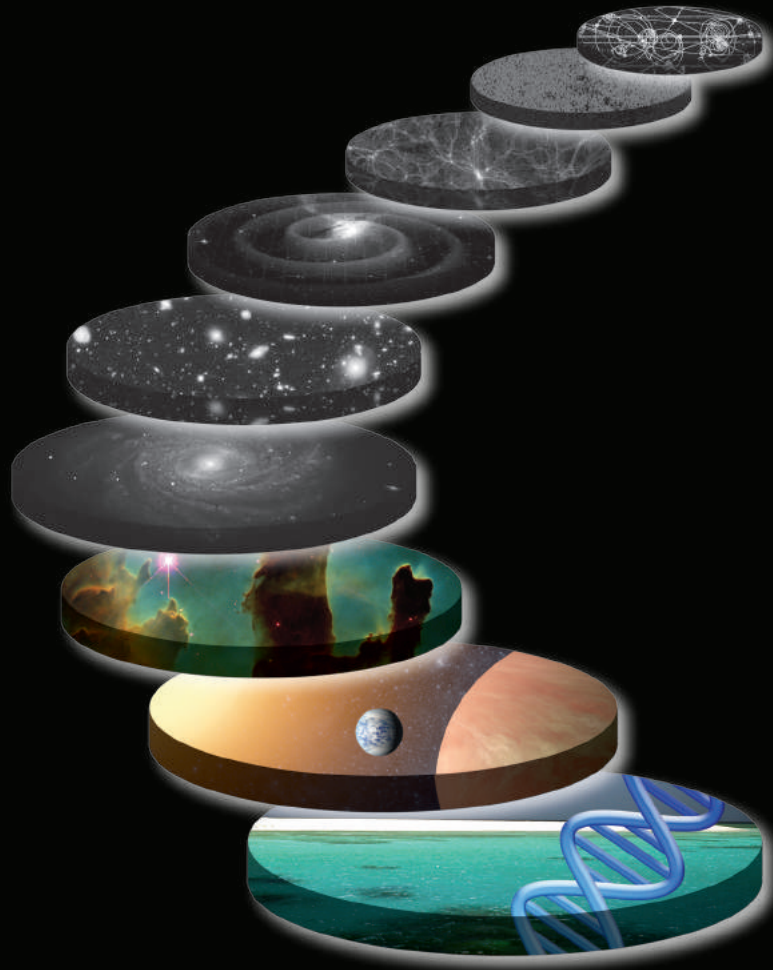
¿Estamos solos?

A lo largo de la historia humana, hemos anhelado comprender nuestro universo y entender nuestro lugar dentro de él. La etapa siguiente de esta Búsqueda (y posiblemente la más emocionante) se inició con el descubrimiento de planetas alrededor de otras estrellas a mediados de la década de 1990 y continúa hoy con el trabajo de la misión Kepler de la NASA, que ha descubierto miles de exoplanetas candidatos.

En la Era a mediano plazo, determinaremos la prevalencia de exoplanetas rocosos en zonas habitables con Kepler y misiones de seguimiento. Estudiaremos la diversidad y las características de una amplia variedad de exoplanetas con el telescopio espacial insignia James Webb. Las investigaciones de astrobiología nos ayudarán a comprender mejor las posibles señales de vida en otros mundos.

En la Era formativa, un gran telescopio espacial ultravioleta-óptico-infrarrojo, el LUVOIR Surveyor, confirmará si los exoplanetas rocosos en las zonas habitables de las estrellas cercanas tienen realmente condiciones en la superficie aptas para la vida. Esta misión podría incluso encontrar signos atmosféricos indirectos de vida en la superficie.

Una ambiciosa misión espacial de ExoEarth Mapper en la Era visionaria podría proporcionar evidencia directa de continentes, océanos y vida en la superficie en mundos cercanos similares a la Tierra. Para lograr este objetivo se necesitará interferometría espacial, una técnica en la que el poder de varios telescopios más pequeños y ampliamente separados logra la resolución de un único telescopio enorme con un diámetro comparable a las separaciones entre los pequeños telescopios.



Era formativa (2020-2030)

LUVOIR Surveyor

Era visionaria (2030+)

ExoEarth Mapper



¿Cómo llegamos aquí?

En la Era a mediano plazo, aprenderemos nuevos detalles sobre los ciclos de vida de las estrellas y la evolución de los elementos, completaremos un inventario de los eventos de acreción que construyeron nuestra propia galaxia y crearemos imágenes de las primeras galaxias en el universo. Estos esfuerzos utilizarán tanto instalaciones terrestres como espaciales, incluido el telescopio espacial James Webb.

En la Era formativa, mapearemos la evolución química de los ambientes planetarios cercanos con el LUVOIR Surveyor y estudiaremos cómo el agua fluye hacia las regiones interiores de los discos formadores de planetas con un Far-IR Surveyor. El LUVOIR Surveyor también desentrañará la "arqueología" de nuestra propia galaxia, dejándonos rastrear su acreción de galaxias más pequeñas, construiremos una película de cómo gira el disco y los brazos espirales y estableceremos la composición química del gas que formó todos los componentes de la Vía Láctea. También capturaremos información similar sobre otras galaxias. Un X-ray Surveyor nos permitirá medir los giros de los agujeros negros en el universo cercano para exponer el funcionamiento interno de los cúasares y otras galaxias alimentadas por agujeros negros supermasivos. Un Gravitational Wave Surveyor registrará las fusiones de los agujeros negros masivos.

En la Era visionaria, un conjunto paralelo de misiones de Mapper extenderá estos estudios a rebanadas de espacio a través del tiempo cósmico. El ExoEarth Mapper representará directamente el disco de acreción alrededor de los agujeros negros cercanos. Desde el lado oculto de la luna, la matriz de radio del Cosmic Dawn Mapper revelará la estructura presente durante las eras oscuras, antes de que brillaran las primeras estrellas, y la época de reionización.



Era formativa (2020-2030)

Far-IR Surveyor
LUVOIR Surveyor
X-ray Surveyor
Gravitational Wave Surveyor

Era visionaria (2030+)

X-ray Mapper
Gravitational Wave Mapper
ExoEarth Mapper
Cosmic Dawn Mapper



¿Cómo funciona nuestro universo?

Las observaciones cosmológicas modernas han proporcionado una poderosa base empírica para abordar cuestiones sobre los orígenes cósmicos, pero nuestras respuestas siguen lejos de estar completas. En uno de los descubrimientos científicos más contradictorios de las últimas décadas, hemos aprendido que la expansión del universo se está acelerando en lugar de ralentizarse. Todavía no se conoce la fuerza motriz detrás de esto, llamada energía oscura.

El fondo cósmico de microondas (CMB, por sus siglas en inglés) es la posluminiscencia del nacimiento de nuestro universo. En la Era formativa, un CMB Polarization Surveyor proporcionará mediciones detalladas de los "giros" en esta luz causados por la presencia de ondas gravitacionales. El X-ray Surveyor medirá las propiedades de las estrellas de neutrones y probará las predicciones de la relatividad general en la proximidad de los agujeros negros. El Gravitational Wave Surveyor medirá las fusiones de agujeros negros supermasivos en todo el universo y probará las predicciones de su física y de la polarización de las ondas de gravedad.

En la Era visionaria, el Gravitational Wave Mapper medirá la historia de la expansión cósmica con precisión ultra-alta con cientos de miles de estrellas de neutrones y agujeros negros que se fusionan y detectará directamente las ondas gravitacionales del universo primitivo. El Cosmic Dawn Mapper proporcionará mediciones precisas de la agrupación temprana de la materia en la época de reionización. El Black Hole Mapper mapeará las regiones más internas de los discos de acreción en torno a los agujeros negros supermasivos y creará imágenes de la sombra de rayos X de sus horizontes de eventos.




Era formativa (2020-2030)

Far-IR Surveyor
X-ray Surveyor
Gravitational Wave Surveyor
CMB Polarization Surveyor


Era visionaria (2030+)

X-ray Mapper
Gravitational Wave Mapper
Black Hole Mapper
Cosmic Dawn Mapper

Los temas de ciencias de la Hoja de ruta de exoplanetas incluyen la búsqueda de signos de mundos habitables en torno a otras estrellas y la obtención de mapas resueltos de las superficies de estas exotierras.

	Presente	Mediano plazo	Formativa	Visionaria
Hoja de ruta de la ciencia		Completar el censo estadístico de exoplanetas		
		Caracterizar las atmósferas planetarias gigantes		Estudiar las atmósferas de una amplia gama de exoplanetas
		Medir la frecuencia de planetas potencialmente habitables		Buscar signos de ambientes habitables Obtener mapas y espectros resueltos de exotierras
¿Estamos solos?				

La Hoja de ruta de los orígenes cósmicos incluye temas de ciencias que tratan sobre el transporte de agua en ambientes planetarios jóvenes, el mapeo de la historia de la fusión de todas las galaxias cercanas, la creación de imágenes de discos de acreción en torno a los agujeros negros y el sondeo de la época de reionización cósmica.


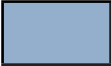
	Presente	Mediano plazo	Formativa	Visionaria
Hoja de ruta de la ciencia		Descubrir viveros planetarios cercanos		Medir la estructura del disco y la ubicación del agua
		Mapa de toda la Vía Láctea		Descubrir la arqueología de todas las galaxias cercanas
		Encontrar los primeros agujeros negros		Caracterizar los primeros agujeros negros y sus respuestas Crear imágenes de discos de acreción de agujeros negros
		Crear imágenes de los primeros agujeros negros		Caracterizar la primera luz estelar espectroscópicamente Mapear la época de reionización
¿Cómo llegamos aquí?				

Los temas de ciencias de la Hoja de ruta de la física del cosmos incluyen la medición de la historia de expansión del universo, la detección directa de ondas gravitacionales desde el nacimiento del cosmos y la creación de imágenes de la sombra de rayos X de un horizonte de eventos de un agujero negro.

	Presente	Mediano plazo	Formativa	Visionaria
Hoja de ruta de la ciencia		Medir la energía oscura y la historia del crecimiento cósmico		Mapear la estructura en la reionización
		Sondear la época inflacionaria		Medir la historia de expansión cósmica con sirenas estándar
		Caracterizar completamente el CMB		
		Restringir la ecuación del estado de las estrellas de neutrones		Mapear los agujeros negros con ondas gravitacionales
		Comprender los motores de los agujeros negros		Medir las masas y los giros de los agujeros negros Crear imágenes de las sombras de los horizontes de eventos de los agujeros negros
		Crear imágenes de las fuentes detectadas por aLIGO		Graficar las fusiones de agujeros negros supermasivos Buscar ondas gravitacionales de la era electrodébil Oír el Big Bang
¿Cómo funciona nuestro universo?				

Resumen de ciencias



	Era formativa					Era visionaria			
	GW Surveyor	CMB-pol Surveyor	FIR Surveyor	LUVOIR Surveyor	X-ray Surveyor	GW Mapper	Cosmic Dawn Mapper	ExoEarth Mapper	Black Hole Mapper
Demografía de los sistemas planetarios			Objetivos secundarios	Objetivos primarios				Objetivos secundarios	
Caracterización de otros mundos			Objetivos secundarios	Objetivos primarios				Objetivos primarios	
Nuestros vecinos más cercanos y la búsqueda de vida				Objetivos primarios				Objetivos primarios	
Los orígenes de las estrellas y los planetas			Objetivos primarios	Objetivos primarios				Objetivos primarios	
La Vía Láctea y sus vecinos	Objetivos secundarios	Objetivos secundarios		Objetivos primarios		Objetivos secundarios		Objetivos secundarios	Objetivos primarios
La historia de las galaxias	Objetivos primarios		Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos secundarios	Objetivos primarios
El origen y destino del universo	Objetivos secundarios	Objetivos primarios		Objetivos secundarios	Objetivos secundarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios		
Extremos de materia y energía	Objetivos primarios	Objetivos secundarios			Objetivos primarios	Objetivos primarios			Objetivos primarios
Ondulaciones de espacio-tiempo	Objetivos primarios	Objetivos secundarios				Objetivos primarios			

 Objetivos primarios
  Objetivos secundarios

Este gráfico muestra el resultado esperado de la ciencia a partir de un conjunto de misiones teóricas diseñadas en torno a los requisitos fundamentales de observación para diversos parámetros, tales como longitud de onda, resolución angular o espectral y sensibilidad.

Resumen de tecnología

	Era formativa					Era visionaria			
	GW Surveyor	CMB-pol Surveyor	FIR Surveyor	LUVOIR Surveyor	X-ray Surveyor	GW Mapper	Cosmic Dawn Mapper	ExoEarth Mapper	Black Hole Mapper
Formación en vuelo				Objetivos favorables		Objetivos esenciales		Objetivos esenciales	Objetivos esenciales
Interferometría: metrología de precisión	Objetivos esenciales		Objetivos favorables			Objetivos esenciales	Objetivos esenciales	Objetivos esenciales	Objetivos esenciales
Interferometría de rayos X									Objetivos esenciales
Técnicas de imágenes de alto contraste				Objetivos primarios				Objetivos primarios	
Despliegue y montaje de ópticas			Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos favorables		Objetivos primarios	Objetivos primarios	
Recubrimientos de banda ancha		Objetivos primarios		Objetivos primarios					
Ópticas de rayos X					Objetivos primarios				Objetivos esenciales
Matrices de detectores de gran formato		Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos primarios				Objetivos esenciales
Nuevas capacidades del detector			Objetivos primarios	Objetivos favorables	Objetivos primarios				Objetivos esenciales
Criogenia		Objetivos primarios	Objetivos primarios	Objetivos favorables	Objetivos primarios				

 Objetivos esenciales
  Objetivos favorables

Para lograr los objetivos de estas misiones teóricas, se necesitan avances tecnológicos en muchas áreas clave. Este gráfico ofrece una visión general de estas tecnologías instrumentales.

Durante los últimos 50 años hemos logrado un avance sorprendente para responder a estas eternas preguntas humanas. La división de Astrofísica de la NASA está ahora preparada para embarcarse en su era más emocionante, aprovechando estos notables avances científicos y tecnológicos para expandir ampliamente nuestros conocimientos del cosmos y del lugar de la humanidad dentro de él. Así como las inversiones de la NASA en el pasado provocaron la creación de tecnologías revolucionarias que ahora impregnan la vida cotidiana, es probable que los avances necesarios para lograr estas visiones sean las fuerzas impulsoras de las economías de la Tierra dentro de un siglo.

Dónde nos llevará la división de Astrofísica de la NASA en los próximos 30 años depende de igual manera de nuestra propia ambición y creatividad y de las sorpresas que tiene la naturaleza más allá de las fronteras del conocimiento actual. Las Visiones audaces descritas aquí ofrecen futuros caminos posibles.

Analizaremos la luz de cientos de planetas alrededor de estrellas cercanas, en busca de moléculas trazadoras que sugieran una atmósfera marcada por la vida. Crearemos imágenes de los discos de gas y polvo alrededor de las estrellas jóvenes y trazaremos las estructuras talladas en su interior por los planetas recién nacidos. Observaremos el amanecer cósmico desde antenas de radio en la cara oculta de la luna, donde estarán protegidas del ruido electrónico que es ineludible en la Tierra. Mediremos los giros de cientos de agujeros negros y, finalmente, la imagen de sus horizontes de eventos. Escucharemos la sinfonía cósmica de las ondas gravitatorias con oídos que abarcan cien millones de kilómetros diseñados con sensibilidad subatómica. Todo esto (y más) espera.

Para ver el estudio completo, visite:

<http://go.nasa.gov/1gGVkZY>

"En algún lugar, algo increíble está esperando que se conozca".

– Carl Sagan