

# Acerca del Telescopio Espacial Spitzer

El 25 de agosto de 2003, la NASA lanzó el último de su serie los “Grandes Observatorios”: el Telescopio Espacial Spitzer. Con una órbita poco usual, ya que sigue a la Tierra alrededor del Sol, las dos cámaras y los demás instrumentos del Spitzer están ofreciendo observaciones sin precedentes, de gran sensibilidad y de alta resolución para el estudio del universo infrarrojo.

Dados los logros de los Grandes Observatorios precedentes (Observatorio de Rayos-Gamma Compton, Telescopio Espacial Hubble, Observatorio de Rayos-X Chandra), ¿qué aporta a nuestros conocimientos astronómicos otro telescopio? En el espacio, los objetos emiten radiación en longitudes de onda diferentes. Para tener una imagen completa de cómo se comporta en el espacio un objeto determinado, los astrónomos tienen que estudiar toda la radiación que emite. Para detectar la radiación en distintas longitudes de onda se requieren diferentes tecnologías y telescopios especializados. Compton estudió los rayos-gamma, los de longitud de onda más corta, y Chandra estudió los rayos-X, con longitudes de onda ligeramente más largas. Hubble estudió la luz visible, de longitud de onda más larga, y Spitzer estudiará el infrarrojo, longitudes de onda aún más largas.

El estudio del infrarrojo promete facilitar el entendimiento de todo tipo de procesos en el cielo; desde la formación de estrellas y planetas, a la estructura de nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, y de otras galaxias, pasando por la formación de la estructura más primitiva de todo el universo.

Muchos de los proyectos científicos del Spitzer están relacionados con mediciones del polvo y sus propiedades en nubes moleculares, la formación de planetas y estrellas, o galaxias.

## Un Legado de Nuevos Conocimientos del Telescopio Espacial Spitzer

El Programa de Legado Científico del Spitzer permitirá dedicar mucho tiempo a seis grandes proyectos que impulsarán la investigación de un gran número de astrónomos. Uno de los proyectos está dirigido por Neal Evans, astrónomo del Observatorio McDonald de la Universidad de Tejas en Austin. Su proyecto se llama “De Núcleos Moleculares a Discos de Formación de Planetas,” y se conoce como “de núcleos a discos” o “c2d” (por sus siglas en inglés). El equipo del c2d usa el Spitzer para observar estrellas en formación. La idea base del proyecto, según Evans, “es conseguir una muestra lo más completa posible de las regiones que están formando estrellas como el Sol.”

“Vamos a estudiar grandes áreas de nubes moleculares para hallar todo lo que vaya a formar una estrella, o algo más pequeño,” comenta Evans. En ese grupo se encuentran las estrellas fallidas (llamadas enanas marrones). El equipo estudiará el proceso desde la formación más primitiva a las estrellas jóvenes rodeadas de discos que pueden estar formando planetas.

## Otros Programas de Legado Científico son:

FEPS (Formation and Evolution of Planetary Systems): Michael Meyer, de la Universidad de Arizona, usará el Spitzer para tomar fotos y estudiar la luz de unas 330 estrellas del mismo tipo que el Sol que tienen discos, y cuyas edades van de unos pocos millones a miles de millones de años. Meyer explica que “vamos a estudiar la evolución de los discos, que son remanentes de la formación de estrellas.”

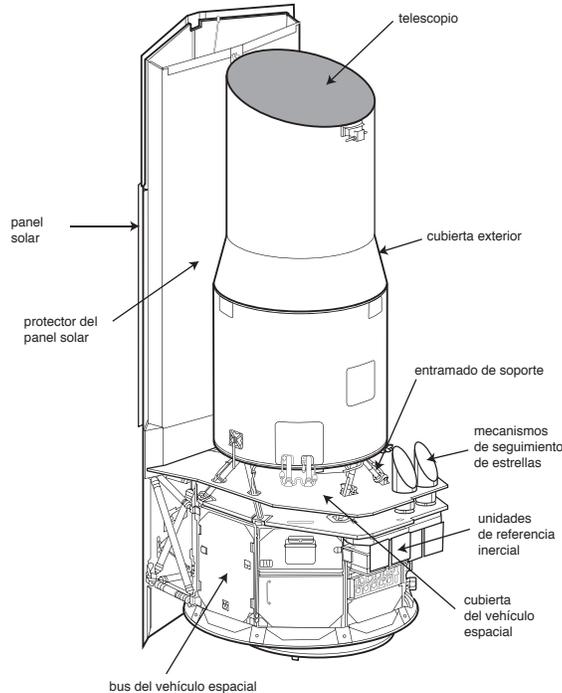
GLIMPSE (Galactic Legacy Infrared Mid-Plane Survey Extraordinaire): Ed Churchwell, de la Universidad de Wisconsin, usará el Spitzer para rastrear la estructura interna de la Vía Láctea, sondeando áreas polvorrientas de formación estelar. Churchwell indica que, “con el infrarrojo podemos penetrar secciones de la Vía Láctea que sin él nos están vedadas.” El sondeo GLIMPSE observará básicamente todo lo que haya que ver en el infrarrojo de la galaxia.”

SINGS (Spitzer Nearby Galaxies Survey): Robert Kennicutt, de la Universidad de Arizona, apuntará la mirada infrarroja del Spitzer a 75 de las galaxias más cercanas a nosotros. Comparará las imágenes de infrarrojo con observaciones de esas galaxias a diferentes longitudes de onda, para determinar qué efecto tienen en la evolución de las galaxias factores como el contenido de gas

y polvo y la cantidad de algunos elementos.

GOODS (Great Observatories Origins Deep Survey): Mark Dickinson, del Instituto Científico de Telescopios Espaciales, realizará un sondeo infrarrojo de una región de cielo muy famosa, llamada Campo Profundo del Hubble, una área en apariencia vacía cerca de la Gran Cacerola. Una imagen profunda de este “campo” tomada por el Telescopio Espacial Hubble reveló que está llena de las galaxias más distantes jamás vistas a través de luz óptica. Desde entonces, este mismo campo ha sido estudiado con todo tipo de telescopios, terrestres y espaciales, en muchas longitudes de onda. Según Dickinson, “esta investigación tiene muchas implicaciones para los estudios de evolución galáctica y de cosmología.”

SWIRE (Spitzer Wide-area Infrared Extragalactic Survey): Carol Lonsdale, del Instituto de Tecnología de California, usará el Spitzer para realizar un extenso sondeo del cielo y catalogar unos dos millones de objetos (principalmente galaxias distantes). Lonsdale espera llegar a comprender las conexiones entre tres tipos de galaxias distintos: galaxias de explosión estelar, que emiten mucha radiación en la región infrarroja lejana; unas galaxias viejas llamadas *esferoides*, que no están formando estrellas; y galaxias con masivos agujeros negros en sus núcleos.



# El polvo en el hogar y en el espacio

Tipo de polvo	Tamaño	Composición	Ubicación. <i>Hay polvo en todas partes</i>	Proceso de formación
Polvo casero	De 00 a 0.01 micrómetros En un metro hay un millón de micrómetros; en un milímetro hay 1,000 micrómetros	Componentes orgánicos (cabello, piel, caspa, harina). Pelusas de la ropa, alfombras, y vegetación. Polen, gérmenes, trozos de insectos e insectos (como los ácaridos).	Aire, filtros de aire, suelos, alfombras, chimeneas, alféizares de la ventana, pantallas de televisión	La gente suelta células de la piel y el cabello y pelusas y fibras de la ropa. Los animales de compañía sueltan caspa y pelo. Cocinar alimentos produce humo.
Polvo de la Tierra		Humo de centrales térmicas y eléctricas, incendios y automóviles. Escamas de sal del océano, ceniza volcánica, arena	Aire, agua, glaciares	Erupciones volcánicas, erosión, impactos de meteoritos, combustión, polvo del espacio
Polvo interestelar (el polvo entre las estrellas)	Entre un micrómetro y nanómetros En un micrómetro hay 1,000 nanómetros	Silicatos (SiO <sub>2</sub> ) como la sal y el cuarzo. Moléculas de carbono e hidrógeno: algunas moléculas están bien estructuradas, como el grafito, pero la mayoría probablemente son amorfas o con forma de largas cadenas.	En nuestro sistema solar y entre las estrellas en nubes grandes	Fusión nuclear en estrellas gigantes, novas, supernovas.

Sugerencia: Saque una fotocopia de esta tabla en una hoja de transparencias.

# Recursos

## Recursos en Internet

### Polvo

Modelos de granos de polvo interestelar  
<http://www.antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/ap961119.html>

### Luz infrarroja

Excelentes recursos y actividades sobre la luz infrarroja  
<http://www.spitzer.caltech.edu/EPO/>

### Telescopio Espacial Spitzer

<http://www.spitzer.caltech.edu/>

### Información sobre el sistema métrico y conversiones

Instituto Nacional de Estándares y Tecnología  
<http://ts.nist.gov/ts/htdocs/200/202/metrstry3.htm>

## Libros

Hanna Colmes, *The Secret Life of Dust: From Cosmos to the Kitchen Counter, the Big Consequences of Little Things*, ISBN: 0471377430

### Cursos K-2

Franklyn Branley, *The Planets in Our Solar System (Let's Read and Find out About Science, stage 2)*, ASIN: 006027770X

Gail Gibbons, *The Planets*, ISBN: 0823410404

Kathellen Weidner Zoehfeld, *What is the World Made Of?: All About Solids, Liquids and Gases*, ISBN: 0060271442

### Grados 3-6

Heather Couper y Nigel Henbest, *How the Universe Works*, ISBN: 089577576X

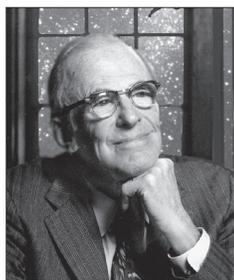
Robin Kerrod, *Universe*, (Eyewitness Books), ISBN: 078949549X

Gregory Vogt, *Nebulae*, ISBN: 0739831089

## Acerca de Lyman Spitzer, Jr.

Lyman Spitzer, Jr. (1914-1997) fue uno de los grandes científicos del siglo veinte. Además de ser un astrofísico muy reconocido, contribuyó de manera fundamental en las áreas de la dinámica estelar, la física de plasmas, la fusión termonuclear y la astronomía espacial. Fue el primero en proponer la idea de colocar un gran telescopio en el espacio y fue uno de los impulsores del desarrollo del Telescopio Espacial Hubble.

Nacido el 26 de junio de 1914 en Toledo, Ohio, Spitzer estudió en la Universidad de Yale. Recibió su doctorado en astrofísica de la Universidad de Princeton en 1938 y entró como profesor en Yale en 1939. En 1946, más de una década antes de que se lanzara el primer satélite al espacio, y 12 años antes de que se formara la NASA, Spitzer propuso colocar un telescopio en el espacio para poder detectar una gran variedad de longitudes de onda y evitar los efectos distorsionadores de nuestra atmósfera. Indicó que un telescopio



en el espacio revelaría imágenes mucho más claras, incluso de objetos muy lejanos, que cualquier telescopio desde la Tierra. Tras 50 años de trabajo, consiguió llevar a cabo su idea.

Con el desarrollo del programa espacial de Estados Unidos en los años 60, la idea de Spitzer empezaba a parecer más plausible. En 1962, dirigió un programa para diseñar un observatorio que orbitara la Tierra y estudiara la luz ultravioleta del espacio, que normalmente es bloqueada por nuestra atmósfera. Este observatorio sería el primer exitoso satélite Copérnico de la NASA.

En 1965, la Academia Nacional de las Ciencias estableció un comité para definir los objetivos científicos de un posible gran telescopio espacial. Spitzer fue elegido director del comité. Había muchos astrónomos que no apoyaban la idea de un telescopio espacial, y a quienes preocupaba además que el telescopio espacial redujera fondos para proyectos de astronomía en la Tierra. Spitzer dedicó un gran esfuerzo a convencer a la comunidad científica y al Congreso del gran valor de colocar un gran telescopio en el espacio. En 1968, el sueño de Spitzer empezó a hacerse realidad, con el lanzamiento del Observatorio Astronómico Orbital, que constituyó un gran éxito.

El Telescopio Espacial Hubble fue lanzado al espacio en 1990, 54 años después de que Spitzer propusiera por primera vez la idea de un telescopio espacial. Lyman Spitzer Jr. falleció el 31 de marzo de 1997, a los 82 años. El 25 de agosto de 2003, la NASA lanzó el Telescopio Espacial Spitzer.

## Acerca de la imagen del póster

Algunas de las estrellas más masivas de la galaxia se están formando en este vivero estelar, llamado DR21 y situado a 6,200 años luz, en la constelación de Cignus, el cisne. Estas jóvenes estrellas están ocultas detrás de un manto de nubes, y no son observables en luz visible. Las imágenes del Telescopio Espacial Spitzer de la NASA, nos permiten mirar por detrás de ese velo cósmico y distinguir una de las estrellas recién formadas más masivas vistas hasta ahora en nuestra galaxia, la Vía Láctea. Esta estrella es 100,000 veces más masiva que el Sol. Por primera vez pudo apreciarse también un potente flujo de gas caliente que sale de la estrella atravesando una nube gigantesca de gas y polvo.

La imagen fue generada a partir de información recogida a distintas longitudes de onda. Las tomas a longitudes de onda visible (del Digital Sky Survey) se ven de color azul, la luz en el cercano infrarrojo aparece en verde (del Two-Micron All-Sky Survey), y los datos de la Cámara Infrarroja a bordo del Telescopio Espacial Spitzer aparecen en color rojo. El resultado es un contraste entre las estructuras que se perciben con luz visible (azul) y las observadas en infrarrojo (amarillo y rojo). Una mirada rápida muestra que en esta imagen la parte de más actividad es la recogida por la mirada única de Spitzer.

**Créditos de la Imagen:** NASA/JPL-Caltech/A. Marston (ESTEC/ESA). **Fechas de exposición:** 11 de octubre y 22 de noviembre, 2003.

**El póster fue producido en conjunción con el contrato de JPL # 1249231**

DISEÑO DEL PÓSTER: TIM JONES.

# En busca de polvo

## Grados K-2

### Estándares nacionales para la enseñanza de las ciencias (K-4)

- Estándar de contenido A: La ciencia como investigación  
Habilidades necesarias para investigar científicamente  
Comprensión de la investigación científica
- Estándar de contenido B: Ciencias físicas  
Propiedades de objetos y materiales
- Estándar de contenido D: Ciencias de la Tierra y el espacio  
Propiedades de los materiales de la Tierra

## Materiales:

- Cinta adhesiva transparente (dos tiras por estudiante)
- Papel blanco (una hoja por grupo)
- Lente de aumento (una por estudiante)

## Preparación

**Preparación de las dos tiras de cinta adhesiva:** cortar dos tiras de 5 centímetros (de 2 pulgadas) por cada estudiante.

**Distribución de las tiras de cinta adhesiva:** pegue las tiras en el borde de platos de plástico, un plato por grupo, como si fueran pétalos de flor en el plato, así los estudiantes podrán cogerlas fácilmente.

Para esta actividad puede usarse papel normal (de 8.5x11 pulgadas), pero con hojas de papel más grandes, los estudiantes tendrán más sitio para organizar y describir las muestras. Además, con hojas más grandes, las muestras de los estudiantes se verán mejor (ver Explicación- Hacer una Demostración-Presentación).

## Actividad:

Pida a los estudiantes que hablen de lo que saben acerca del polvo.

- ¿Cómo se ve?
- ¿Dónde se encuentra?
- ¿De qué tamaño es?

Díales a los estudiantes que van a buscar polvo en la clase. Explique y demuestre el procedimiento para recolectar polvo:

- Tome una tira de cinta adhesiva y muestre a los estudiantes cómo recoger muestras de polvo.
- Pegue la tira a una superficie, el suelo, o ropa, y luego arránquela suavemente.
- Pegue la tira a una hoja de papel blanco.

Pregunte a los estudiantes cómo creen que deben examinar las muestras de polvo.

## Exploración-En busca de polvo:

Recolección de muestras de polvo.

Asigne a cada grupo una parte del salón de clase para recolectar polvo, y luego reparta a los grupos los platos con las tiras de cinta adhesiva, el papel blanco y las lentes de aumento. Dé a los estudiantes 10 minutos para recolectar muestras y pegarlas en el papel.

¿Qué han encontrado? Dé a los estudiantes 20 minutos para examinar sus muestras y prepararse para la demostración. Anime a los estudiantes a que examinen sus muestras en grupo. Los estudiantes de segundo grado pueden escribir descripciones simples y breves junto a sus muestras. Vaya de un grupo a otro, para guiarles mientras examinan sus muestras de polvo. Si es necesario, haga a los estudiantes preguntas sobre las propiedades del polvo (tamaño, forma, color, etc.) y cómo creen que el polvo llegó a la clase. Algunos grupos pueden organizar sus muestras según el lugar donde las recogieron.

## Explicación, Ampliación: hacer la demostración:

Pida a cada grupo que presente los resultados de su investigación en demostraciones breves. Cada grupo debe:

- Describir las tres características más importantes del polvo que han encontrado.
- Explicar cómo creen que el polvo llegó a la clase, basándose en sus características y otras indicaciones.
- Hablar de cómo podrían recoger polvo en el aire o en el espacio exterior.

Cuando terminen las demostraciones, explíqueles que los astrónomos están buscando polvo en el espacio con un nuevo telescopio espacial. Los astrónomos quieren saber cómo las diminutas partículas de polvo del espacio pueden llegar a convertirse en planetas como la Tierra.

## Evaluación

**50 puntos:** los estudiantes describen sus muestras de polvo según propiedades como el tamaño, la forma y el color.

**25 puntos:** los estudiantes explican de dónde procede el polvo deduciéndolo a partir de pistas: las propiedades del polvo, dónde recogieron las muestras, y objetos grandes que podrían formarse a partir de partículas de polvo. Por ejemplo, los estudiantes pueden explicar que el polvo de yeso recogido cerca de la pizarra procede del yeso de la tiza, o que la pelusa de color recogida del suelo procede de ropa, o que el polvo marrón recogido cerca de una puerta viene de la tierra del patio de fuera.

**25 puntos:** basándose en su propia búsqueda de polvo, los estudiantes inventan maneras creativas de recoger polvo en el aire o el espacio exterior. Por ejemplo, hacer una red con tiras de cinta adhesiva o dejar la cinta boca arriba para que atrape polvo.

**Total: 100 points.**

# ¿En qué se parece la sustancia misteriosa al polvo interestelar?

Página 1

## Grados 3-5

### Estándares nacionales para la enseñanza de las ciencias (K-8)

- Estándar de contenido A: La ciencia como investigación.  
Habilidades necesarias para la investigación científica.  
Comprensión de la investigación científica.
- Estándar de contenido B: Ciencias físicas.  
Propiedades de objetos y materiales.  
Propiedades y cambios en las propiedades de la materia.

## Materiales

- Paquetes de avena instantánea diversos (incluyendo los que tienen fruta seca).
- Bolsas de plástico con cierre.
- Papel de carnicería (de 36 pulgadas de ancho).

Materiales para las tiras de muestra

- Muestras de los ingredientes principales de avena instantánea (sal, azúcar, canela, avena y fruta seca).
- Muestras de ingredientes principales NO incluidos en avena instantánea (harina, maíz, caramelos M&M, paquete de cereal seco de sabores variados, etc.)
- Cinta adhesiva transparente, de dos pulgadas de ancho.

## Herramientas

Para cada grupo:

Pinzas, lentes de aumento, colador de metal (de rejilla ancha), pincel para acuarela, regla métrica transparente con marcas para milímetros, una hoja grande de papel de carnicería y cinta adhesiva transparente (los estudiantes pueden pegar con cinta muestras de los ingredientes para identificarlas y estudiarlas posteriormente).

## Justificación

Esta práctica de investigación con avena instantánea muestra el modo en que los científicos determinan la composición y propiedades del polvo interestelar (el polvo entre las estrellas) usando el Telescopio Espacial Spitzer. Los estudiantes separan la muestra en sus componentes, y los comparan con muestras conocidas para determinar sus ingredientes. A partir de estas observaciones y comparaciones de las propiedades conocidas de gas y polvo, los astrónomos pueden determinar los componentes de las nubes de polvo interestelar. De esa manera, pueden comprender mejor algunos de los ingredientes que forman las estrellas y los sistemas planetarios.

## Preparación

Preparación de la bolsa de avena:

El paquete de avena debe tener varios sabores, como manzana, durazno, fresa, arándano, avena simple, maple y azúcar morena. Prepare una bolsa cerrada para cada grupo de estudiantes y numere las bolsas. Haga una lista

para usted con los números y el contenido de cada bolsa.

### Preparación de las tiras con muestras

La tira con muestra contiene pequeñas cantidades de cada ingrediente con una etiqueta, pegadas entre dos tiras de cinta adhesiva transparente. Cada tira lleva entre 10 y 20 minutos de preparación. Con estas tiras los estudiantes pueden comparar los ingredientes desconocidos con las muestras conocidas sin tener que probarlas.

Sal	Azúcar	Canela	Avena

(En este ejemplo se utilizan sólo cuatro ingredientes. La tira puede tener hasta siete muestras.)

### Para hacer la tira de muestra:

1. Ponga una tira de cinta adhesiva con la parte con pegamento hacia arriba.
2. Para cada ingrediente, ponga la etiqueta y después ponga los ingredientes sobre la parte con pegamento de la cinta.
3. Coloque una segunda tira de cinta adhesiva encima para sellar las etiquetas y las muestras.

### Preparación del salón de clase:

Coloque las mesas y los pupitres para que los estudiantes puedan trabajar en grupos de entre 3 y 5. En cada estación de trabajo ponga las hojas de papel de carnicería (de por lo menos 3x3 pies). En las etapas posteriores de la investigación (exploración, explicación), los estudiantes marcan el papel y ordenan y describen los ingredientes; cuanto más grande sea el papel, más sitio tendrán para organizar y describir los ingredientes. Además, con el papel, se ensucia menos la clase.

### Preparación de los materiales:

Coloque los materiales en la estación de cada grupo, o póngalos en un lugar central común, para que un miembro de cada grupo pueda ir a buscarlos. Ponga aparte las tiras de cinta adhesiva para usar en la fase de exploración.

### Preparación de la información previa:

Repase "Acerca del Telescopio Espacial Spitzer," al reverso de este póster y el artículo "Polvo en el Universo," que acompaña este póster en la edición de octubre de 2004 de la revista *Science and Children*.

## Actividad

Antes de que recojan los materiales y las bolsas, pregunte a los estudiantes qué saben sobre el polvo espacial. Puede que hayan visto programas de televisión, leído algún libro, consultado el internet, o que hayan estudiado el polvo espacial en clase. Dígalos que a los astrónomos les interesa el polvo espacial y están estudiándolo con un nuevo telescopio, el Telescopio Espacial Spitzer. Muestre una de las bolsas de plástico y pregúnteles qué hay dentro. La mayoría de los estudiantes dirán que contiene avena. Recuérdeles las normas de seguridad del laboratorio, especialmente que no prueben sustancias desconocidas aunque estén bastantes seguros de que las bolsas contienen sólo avena. Ayude a los estudiantes a formular preguntas

# ¿En qué se parece la sustancia misteriosa al polvo interestelar?

## Página 2

para guiar su investigación y enséñeles las herramientas que pueden usar. Relacione las preguntas de los estudiantes con las de los astrónomos acerca del polvo en el espacio: ¿De qué está hecho el polvo? ¿Qué tamaño tiene el polvo? Use la tabla de la página de “Recursos” para generar discusión.

### Exploración:

Distribuya o pida a los estudiantes que recojan los materiales y una bolsa para cada grupo. Mientras los estudiantes inspeccionan y exploran el contenido de las bolsas, ayúdeles a diseñar una estrategia para separar e identificar los ingredientes.

### Organización

El objetivo principal de los estudiantes es separar y ordenar los ingredientes de la avena según sus características físicas.

Con un colador de rejilla ancha, los estudiantes separan los ingredientes de mayor tamaño (avena, fruta) de los más finos (polvo, azúcar, canela...). Para organizar los ingredientes, los estudiantes pueden dibujar círculos en el papel de carnicería, delimitando áreas para cada ingrediente del paquete de avena que identifiquen. Junto a cada círculo, pueden escribir descripciones de las características físicas del material que hay en el círculo.

### Identificación de los ingredientes

Al organizar los ingredientes, los estudiantes los tocan y huelen para identificarlos. No deje que los prueben. Permita que los estudiantes piensen cómo pueden analizar los ingredientes de manera segura. Cuando hayan organizado los ingredientes según sus características físicas, dígales que tiene muestras de varios ingredientes para que los estudiantes las examinen y las comparen con las muestras que están sin identificar.

### Explicación

Cuando terminen de analizar las muestras de avena, pida que cada grupo explique su método:

- *¿Cómo organizaron los ingredientes?*
- *¿Qué propiedades anotaron?*
- *¿Qué ingredientes pueden identificar?*
- *¿Cómo hacen coincidir las muestras sin identificar con las de la cinta adhesiva?*

### Ampliación

Que los estudiantes relacionen su investigación de copos de avena con la investigación de los astrónomos con el Telescopio Espacial Spitzer. Los astrónomos comparan los datos del telescopio con las muestras conocidas. Saben que los objetos del espacio están compuestos de los mismos átomos que en la Tierra, aunque en el espacio las condiciones son diferentes. Los ingredientes de los copos de avena instantáneos son como distintos tipos de polvo. El polvo y el gas se colapsan debido a la fuerza de gravedad y

forman las estrellas y los planetas. Los astrónomos observan “imágenes” del proceso del polvo en la formación de estrellas y planetas, y explican lo que pasa en cada imagen. Los astrónomos no pueden tocar ni oler el polvo interestelar, pero pueden observarlo con el Telescopio Espacial Spitzer para estudiar sus ingredientes y propiedades. Pueden observar cómo el polvo “se cuece” a altas temperaturas y alta presión al formar las estrellas.

### Evaluación

Como los estudiantes trabajan en grupo, esta actividad científica es también una actividad de interacción social. El libro de Karen Ostlund y Cerril Mercier “Rising to the Challenge of the National Science Education Standards” (ISBN: 0965876810) incluye excelentes sugerencias para evaluar la interacción social de los estudiantes en actividades de colaboración.

### Evaluación de la exploración = 50 puntos

#### Organización (25 puntos)

##### CRITERIOS:

- Usa herramientas para separar los ingredientes.
- Usa herramientas para medir las propiedades físicas de los ingredientes.
- Organiza los ingredientes en grupos basándose en características físicas.
- Describe los ingredientes usando medidas y rótulos.

#### Identificación (25 puntos)

##### CRITERIOS

- Crea una estrategia para identificar los ingredientes desconocidos.
- Compara los conocidos y los desconocidos usando herramientas.
- Compara los conocidos y los desconocidos usando los sentidos de manera segura (sin probarlos).

### Evaluación de la explicación = 50 puntos

##### CRITERIOS:

- Explica cómo decidió el grupo organizar los ingredientes refiriéndose a las medidas y descripciones.
- Explica las estrategias del grupo para identificar los ingredientes desconocidos, incluyendo la lógica, las medidas y las observaciones.
- Explica las semejanzas y diferencias entre la sustancia misteriosa y el polvo espacial.

**Total: 100 puntos.**

## Grados 6-8

### Estándares nacionales para la enseñanza de las ciencias (5-8)

- Estándar de contenido A: La ciencia como investigación.  
Comprensión de la investigación científica.  
Habilidades necesarias para la investigación científica.
- Estándar de contenido B: Ciencias físicas.  
Propiedades y cambios en las propiedades de la materia.

## Materiales y herramientas

Papel cuadriculado, lentes de aumento (lentes 2x y 4x), pinzas, paño para limpiar (p.ej. Swiffer o toallitas Grab-it) o toallas de papel, pinceles para acuarela, cinta adhesiva de empaquetar, ancha y transparente, regla métrica transparente con milímetros, copias de las páginas “Acerca del Telescopio Espacial Spitzer” y “Recursos” del reverso de este póster.

## Actividad

El polvo está por todas partes –en el suelo, flotando en el aire, en órbita alrededor del Sol en nuestro sistema solar y en enormes nubes en el espacio, como la Nebulosa del Águila y la Nebulosa de la Tarántula.

Empiece preguntando a los estudiantes:

- ¿Qué es el polvo?
- ¿Cuáles son ejemplos del polvo en la vida diaria?
- ¿Por qué estudian el polvo los astrónomos?

## Preparación de la exploración

Divida a los estudiantes en grupos de 2-4 miembros. Pida que cada grupo elija su propia área de la clase para investigar, o indique a cada grupo dónde trabajar. Dígalos que los objetivos son:

1. Recoger polvo en la zona asignada.
2. Dividir la muestra de polvo en distintos grupos basándose en sus características físicas.
3. Hacer una lista de las características del polvo que descubran.
4. Indicar posibles orígenes del polvo que hayan encontrado.
5. Explicar por qué creen que su investigación del polvo está relacionada con la de un astrónomo que investiga el polvo en el espacio.

## Exploración

Durante varios días, cada grupo usa los paños o las toallas de papel para recoger polvo en su área de la clase. Los estudiantes colocan cada muestra en una bolsita diferente, anotando en ella el lugar donde recogieron el polvo, la hora, la fecha y el nombre del grupo. Un método alternativo de recolección de polvo es con cinta adhesiva transparente. Se pasa el lado adhesivo de la cinta para recoger polvo de distintas superficies. Aunque este método de recolección es más sencillo, limita las posibilidades de

separar y organizar las partículas de polvo de la muestra.

## Ejemplo de investigación:

1. Recoger muestras de polvo con el paño o la cinta adhesiva.
2. Echar con cuidado las partículas del paño (raspando con las pinzas y sacudiendo ligeramente el paño) en el papel cuadriculado. Clasificar en el papel cuadriculado las partículas según sus características (tamaño, color, forma). Para medir el tamaño de las partículas, las muestras se pueden sujetar con la cinta adhesiva, ya que pueden salir volando si se sopla o respira cerca de ellas.
3. Medir el tamaño de las partículas. Con la regla métrica transparente y la lente de aumento 4x, los estudiantes pueden ver partículas de hasta 100 micrómetros (0.1 mm). Sin embargo, el límite de su precisión de medida es la mitad de la unidad de medida más pequeña de la regla (0.5 mm.). Dirija la discusión de los grupos con preguntas como
  - ¿Qué tamaños observan los estudiantes?
  - ¿Cuál es el tamaño más grande de una partícula para considerarla polvo? El polvo interestelar (el que hay entre las estrellas y las nebulosas) tiene aproximadamente 1 micrómetro, o menos, de tamaño. En comparación, un milímetro tiene 1,000 micrómetros. Sigue siendo un misterio cómo un cúmulo masivo de partículas de polvo, de tamaño micrométrico, se condensa y forma un planeta de miles de kilómetros de diámetro. ¿Un planeta es un billón (1,000,000,000,000) de veces más grande que la partícula de polvo!
4. Enumerar las propiedades básicas del polvo para cada lugar. Parte del material puede que no sea “polvo” (pelos, hilos y semillas). Habrá muchas cosas demasiado pequeñas para poder medirlas con precisión, pero los estudiantes podrán verlas con las lentes de aumento.

## Explicación

Los estudiantes explican el origen del polvo basándose en los resultados de su investigación. Para ayudarles a formular sus explicaciones, muestre con el proyector una transparencia del gráfico “El polvo en el hogar y en el espacio” del reverso de este póster. Ayude a los estudiantes a explicarse con preguntas como

- ¿Sugieren las observaciones una relación entre el polvo y el lugar donde fue recogido?
- De ser así, ¿dónde se originará el polvo?
- ¿Cuál es la mejor manera de determinar la fuente del polvo?

Los estudiantes deben explicar también las razones en que basan su organización del polvo y decir en qué evidencia apoyan sus hipótesis sobre el origen del polvo. Posibles preguntas:

- ¿Cómo decidieron organizar las muestras?
- ¿Qué evidencia apoya su hipótesis?

Es posible que los estudiantes encuentren evidencia que no apoya su hipótesis inicial, sino que apunta a otra explicación.

## Ampliación

Pida a los estudiantes que consideren las siguientes preguntas:

1. ¿Qué herramientas usaron para investigar el polvo en la clase?
2. ¿Qué propiedades físicas del polvo que investigaron pueden ayudarnos a saber de dónde procede el polvo?

Lea en voz alta el párrafo en el que el científico del Telescopio Espacial Spitzer, el Dr. Neal Evans, describe la naturaleza de su investigación y su relación con el Telescopio Espacial Spitzer:

“La vida puede existir en planetas que giran alrededor de estrellas, las cuales están organizadas en galaxias. ¿Cuál es el origen de las estrellas, los planetas y las galaxias? Ninguno de estos orígenes se puede observar si usamos luz visible. Las estrellas se forman en nubes de moléculas y polvo. El polvo bloquea la luz visible. Los planetas se forman en discos alrededor de las estrellas nacientes; los planetas como la Tierra se forman a partir DEL propio polvo. El origen de las galaxias está íntimamente ligado al de las estrellas que esas galaxias contienen, origen que muchas veces está oculto debido al polvo.

La luz infrarroja es la clave para comprender los orígenes. Pero necesitamos un telescopio frío por encima de la atmósfera de la Tierra para estudiar muchos aspectos de la luz infrarroja. Con un telescopio así, podemos estudiar la luz de las estrellas en galaxias lejanas, el origen de esas estrellas en las nubes de polvo de nuestra galaxia y de otras, y los discos que forman planetas. Podemos incluso rastrear los cambios en la naturaleza del polvo al producir planetas, cometas y asteroides. Podemos saber cómo se formaron en las partículas de polvo las piezas que constituyen la vida, los mantos helados con carbono, nitrógeno y oxígeno. Y podemos estudiar el final de planetas y estrellas cuando forman más polvo. Podemos, en suma, estudiar el ciclo de un polvo a otro polvo.”

Reparta copias de las páginas “Acerca del Telescopio Espacial Spitzer” y “Recursos” del reverso del póster para que las lean los estudiantes. Pida a los estudiantes que contesten las preguntas siguientes:

3. ¿Qué técnicas—sólo posibles con el Telescopio Espacial Spitzer—pueden emplear los astrónomos para investigar el polvo interestelar?
4. Basándose en su propia investigación del polvo en la clase, ¿qué problemas creen que tendrán que superar los astrónomos para investigar el polvo interestelar a cientos de años luz de distancia?

## Evaluación

### Criterio de evaluación

#### Participación: 0-20 puntos

- Los estudiantes participan activamente en la actividad y cada miembro contribuye a los objetivos de la investigación.

#### Metodología: 0-40 puntos

##### Plan (0-10 puntos)

- Plan simple y bien pensado para recoger el polvo y organizar las muestras.

#### Recolección (0-10 puntos)

- Se mantiene el mismo método de recolección y se tiene cuidado para preservar las muestras de polvo en las bolsas.

#### Medición (0-10 puntos)

- Se mantiene el mismo método de medida y se usa un método razonable para calcular el tamaño de las partículas. Muestran comprensión de lo importante que es la precisión.

#### Organización (0-10 puntos)

- Las muestras de polvo están marcadas claramente y organizadas según sus propiedades físicas. La organización ayuda a los estudiantes a ver la relación entre las partículas y su posible origen.

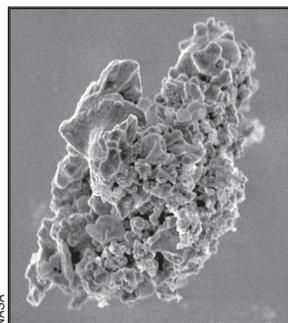
#### Síntesis: 0-40 puntos

- Relación clara entre la investigación del polvo y la investigación del astrónomo. El estudiante basa lo que dice en ejemplos relevantes y en evidencia de la investigación del polvo.

Total: 100 puntos.

## Referencias métricas

Metros	Nombre de la unidad	Ejemplo (s)
$10^0$ (1)	metro	ancho de una puerta, metro
$10^{-1}$ (0.1)	decímetro	mano humana
$10^{-2}$ (0.01)	centímetro	gravilla
$10^{-3}$ (0.001)	milímetro	arena gruesa
$10^{-4}$ (0.0001)	sin nombre	pelo humano, polen, arena, papel de lija, arenilla
$10^{-5}$ (0.00001)	sin nombre	bacterias, polen
$10^{-6}$ (0.000001)	micrometer	polvo interestelar, esporas de hongos, bacterias
$10^{-7}$ (0.0000001)	sin nombre	polvo interestelar, humo, bacterias
$10^{-8}$ (0.00000001)	sin nombre	polvo interestelar, humo
$10^{-9}$ (0.000000001)	nanómetro	polvo interestelar, moléculas



Esta diminuta mota de polvo desprendida de un cometa mide sólo entre 6 y 10 micrómetros, pero es enorme comparada con el polvo interestelar. La mayoría de los granos de polvo interestelar son de un micrómetro o más pequeños.

<http://www.jsc.nasa.gov/jscfeatures/images/hires/IDP.jpg>