

Formación de planetas

Dayan Bernal Mirada

Grupo Quark, Museo de Ciencias, Universidad Autónoma de Zacatecas

Resumen

Al realizar un modelo que representa una nebulosa (con materiales como algodón, piedras, papel aluminio y agua), los participantes podrán hacerse una idea de cómo ocurrió la formación del Sistema Solar. Además, podrán conocer varios factores involucrados en el proceso: gravedad, reacciones nucleares y los materiales que formaron el disco planetario.

Tipo de público (marcar con X los que correspondan)

| Estudiantes | | | | |
|---|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------|
| Preescolar | Primaria | Secundaria | Bachillerato | |
| | X | X | X | |
| Otros sectores | | | | |
| Familias | Jóvenes adultos | Adultos mayores | Madres de familia | Otro (especificar) |
| X | X | X | X | |
| ¿La actividad se diseñó para trabajar con personas con alguna discapacidad? Especificar | | | | |
| No | | | | |

Área de la ciencia: Astronomía

Conceptos clave: Formación del Sistema Solar
Teoría Nebular
Acreción

Objetivo (s)

Representar las condiciones de una nebulosa con el uso de materiales sencillos.

Identificar y discutir las condiciones en las que se formó nuestro sistema solar.

Discutir efectos que podría tener un cambio en la distancia al Sol en nuestro planeta.

Tipo de actividad: Taller.

Duración sugerida: 20 minutos.

| Material | |
|-------------------------|---|
| Grupal | 100 g de colorante azul 100 g de colorante rosa 100 g de colorante violeta 1 bolsa de 50 g de diamantina |
| Por participante | 200 g de algodón 1 lámina de papel aluminio de 20x20 cm 7 rocas o piedras 500 ml de agua 1 bote de plástico transparente con tapa |
| Requerimientos técnicos | |
| Ninguno | |
| Factores de riesgo | |
| Ninguno | |

Marco teórico

Las nebulosas, grandes masas formadas por gas y polvo, son estructuras que se encuentran en muchos lugares del universo, y que se consideran antecedentes para la formación de estrellas y sistemas planetarios. Cuando la masa en la nebulosa está muy dispersa, la atracción de la gravedad no es suficiente para formar algún objeto masivo. Con el paso de cientos o miles de millones de años pueden empezar a aparecer cúmulos que gradualmente van a atraer más y más materia. Aquí empieza a ocurrir una dinámica interesante: cuando la gravedad atrae más átomos, estos empiezan a chocar entre ellos y se genera un aumento de presión; entre mayor sea la presión habrá una resistencia a que el material se junte en un lugar pequeño; conforme llega más material, por la creciente gravedad, se pueden vencer presiones cada vez más altas.

La teoría nebular sostiene que hace aproximadamente 4,600 millones de años el sistema solar se formó por el colapso gravitacional de una nube molecular gigante. Los materiales que formaban la nebulosa ya estaban dando vueltas, por lo que al colapsar la conservación del momento angular, la acción hizo que giraran más rápido. Es un fenómeno semejante a lo que ocurre cuando un patinador que está dando vueltas con los brazos extendidos empieza a acercarlos a su cuerpo: el ritmo de giro aumenta considerablemente.

Esto se entiende mejor si consideramos que el momento angular se obtiene al multiplicar la masa de un objeto por su radio y su velocidad. Como se trata de una cantidad conservativa,

si suponemos que la masa es constante, cuando el radio se achica tiene que haber un aumento de velocidad para que se mantenga el momento angular.

Volvamos al origen del sistema solar. Tan pronto como el material dentro de la nebulosa se condensó, los átomos en su interior comenzaron a colisionar con frecuencia creciente, lo que causó que liberaran energía en forma de calor. El centro, donde la mayor parte de la masa se acumuló, se volvió cada vez más caliente que el disco circundante. Cuando las fuerzas en competencia asociadas con la gravedad, presión del gas, campos magnéticos y la rotación actuaron en ella, la nebulosa en contracción empezó a aplanarse, tomando la forma de un disco protoplanetario con una protoestrella caliente y densa al centro.

Estos discos se extienden por varias unidades astronómicas (UA¹) y son relativamente fríos; en comparación con la temperatura de estrellas, apenas alcanzan 1,000 K en su punto más caliente. Después de 100 millones de años, la temperatura y la presión en el núcleo del Sol se hicieron tan grandes que sus hidrógenos comenzaron a alcanzar procesos de fusión nuclear. Se creó así una fuente interna de energía que contrarrestó la fuerza de la contracción gravitacional hasta que se alcanzó el equilibrio hidrostático (una forma esférica).

Se piensa que a partir de esta nube de gas y polvo se formaron varios planetas. El mecanismo actualmente aceptado para este proceso es conocido como acreción: los planetas comenzaron como granos de polvo en órbita alrededor de la protoestrella central, y a su vez colisionaron para formar cuerpos más grandes.

Hacia el centro de la nube, se formaron planetas pequeños con una superficie rocosa y sólida y una alta densidad debido a su composición de silicatos. Estos planetas son Mercurio, Venus, Tierra y Marte.

Por otra parte, los planetas más grandes son esencialmente gaseosos: tienen grandes diámetros y baja densidad. Júpiter es el cuerpo más grande porque acumuló gases por un periodo más largo de tiempo; Saturno es el siguiente. La composición de estos dos está dominada por hidrógeno y helio que forman aproximadamente 97% y 90% de su masa, respectivamente.

¹ La UA equivale a la distancia media de la Tierra al Sol: 149.6 millones de km.

Para finalizar, Urano y Neptuno han sido considerados gigantes helados debido a su estructura que está principalmente compuesta de hielo (ya que presentan mayor distancia del Sol), roca y gas. Estos planetas tienen una proporción de hidrógeno y helio mucho más baja respecto a Júpiter y Saturno.

Flujo de la actividad

Inicia con una pregunta para detonar la discusión con las y los participantes: ¿Qué colores observamos cuando vemos fotos del universo?

1. Agrega agua al bote de plástico y mezcla los colorantes hasta obtener la pigmentación deseada para representar el cosmos.

Platica que la teoría nebular plantea que el sistema solar alcanzó su forma actual a partir de una nebulosa molecular.

2. Pide a los participantes tomar el algodón que deseen para darle forma de nube y agregarlo al agua del bote para simular la nebulosa molecular.

Comenta que la nebulosa fue afectada por algún fenómeno que habría tenido lugar en las cercanías, como la explosión de una supernova o el paso de una estrella que causaría un fuerte impacto gravitacional. Como resultado de este evento, la materia se agrupó en distintos lugares. La alta concentración provocó que la nebulosa colapsara, convirtiéndose en una protoestrella (materia interestelar en proceso de condensación para formar una nueva estrella). O sea, materia gaseosa en la parte más externa y sólida hacia adentro. En el núcleo de esta estructura la temperatura es tan elevada que se producen reacciones nucleares para compensar la fuerza gravitatoria, lo que conduce a un equilibrio hidrostático y a la formación de una estrella fundamental: nuestro Sol. En otras zonas, aglomeraciones de materia comienzan a fundirse, lo que da origen a grandes bloques que, bajo la presión de sus fuerzas de gravedad, adquieren formas esféricas: los planetas. Estos cuerpos comienzan a estabilizarse y ante la ausencia de nuevas colisiones equilibran sus órbitas, las que, debido al momento angular de la nube gaseosa, van en la misma dirección. Dependiendo de la cercanía a la estrella será su formación.

3. Para representar los cuerpos rocosos utiliza piedras o bolitas de aluminio de preferencia compactadas para que puedan hundirse.

En nuestro Sistema Solar tenemos los planetas rocosos (Mercurio, Venus, Tierra y Marte); en estos se ha producido una selección muy alta de la materia, lo que produjo componentes como uranio, torio, y potasio, con núcleos inestables que acompañan fenómenos de fisión radiactiva. Estos planetas tienen una superficie rocosa compacta; también encontramos en ellos atmósferas más o menos significativas. Más allá de Marte se extiende una enorme distancia hasta Júpiter.

En la parte externa del sistema solar encontramos los planetas Jovianos (Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno), que son considerados gigantes de gas, aunque Urano y Neptuno tienen el centro sólido; están constituidos básicamente por hidrógeno y helio, poseen sistemas de satélites, no disponen de fuentes termonucleares de energía, y siguen liberando energía gravitatoria en cantidad superior a la radiación solar que reciben. Otra característica común, es el poseer anillos formados por pequeñas partículas en órbitas más cercanas que las de sus satélites.

4. Utiliza la diamantina para representar el polvo cósmico en el Sistema Solar.

Datos curiosos

Si bien la teoría nebular parece responder la mayor parte de las cuestiones esenciales del sistema solar, existe una interrogante que aún no ha sido respondida. Al observar otros sistemas de la galaxia, se nota una gran variación en sus estructuras; en algunos casos, hay planetas gigantes cerca de los soles, algo que hasta el momento la teoría no es capaz de explicar.

Bibliografía

Wolfson, M.M. (1993). "Solar System – its origin and evolution". *Q. J. R. Astron. Soc.*