

# ACTIVIDAD 1 INDAGATORIA

¿Por qué cambia de  
forma la Luna?

LA LUNA, EL SATÉLITE NATURAL DE LA TIERRA

ORIGEN Y FORMACIÓN DE LA LUNA

OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA DE LA LUNA O SISTEMA TIERRA-LUNA

VARIACIÓN DE LA POSICIÓN DE LA LUNA EN EL CIELO LOCAL



## 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?



### La Luna

El satélite natural de la Tierra

#### ORIGEN Y FORMACIÓN DE LA LUNA

La teoría más aceptada sobre el origen de la luna es que hace unos 4.500 millones de años, se cree que la Tierra chocó con un planeta gemelo del tamaño de Marte llamado "Theia". Como resultado, parte de su masa se habría fundido con la de la Tierra, aumentando su tamaño y su gravedad, mientras que el resto de los fragmentos salieron despedidos al espacio formando un anillo de asteroides que orbitó alrededor de nuestro planeta. La gravedad ejercida por la Tierra sobre ellos los atrajo, creando una Luna conocida actualmente como la más grande del Sistema Solar en relación con su planeta anfitrión. Este tipo de formación explicaría por qué la Luna está compuesta predominantemente por elementos más ligeros, lo que la hace menos densa que la Tierra, ya que el material que la formó provendría de la corteza, dejando el núcleo rocoso del planeta intacto.

Los estudios más recientes de las rocas lunares, indican que la Luna se solidificó entre 50 y 150 millones de años después del origen del Sistema Solar. Según esto, la Luna se formó mucho más tarde de lo que siempre se había creído.

#### INFOGRAFÍA ORIGEN DE LA LUNA TERRESTRE



#### 1 IMPACTO

THEIA, PROTOPLANETA DEL TAMAÑO DE MARTE, IMPACTA LA TIERRA





**2 ESCOMBROS**

SE ESPARCE UNA GRAN CANTIDAD DE  
ESCOMBROS



**3 UNIÓN DE  
ESCOMBROS**

LOS ESCOMBROS FORMAN UN DISCO



**4 FORMACIÓN DE  
LA LUNA**

DEBIDO A LA GRAVEDAD DEL SOL Y LA  
TIERRA, LOS ESCOMBROS SE AGRUPARON  
FORMANDO LA LUNA

# 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

## CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DE LA LUNA

La Luna es pequeña, con un diámetro que es tan sólo  $\frac{1}{4}$  del de la Tierra. Basta extender el brazo y taparla con un dedo. Las partes oscuras de la Luna se llaman “mares” porque el primero en observarla usando un telescopio fue Galileo Galilei en 1609, quien creyó que esas zonas eran grandes océanos. En la Luna no hay agua, es un mundo árido y sin aire, inhóspito para cualquier forma de vida conocida. Los “mares” son en realidad llanuras grandes y lisas de lava solidificada.

Las zonas más claras son regiones rocosas, cubiertas por cráteres excavados por impactos de meteoritos de distintos tamaños que cayeron hace miles de millones de años. La Tierra también sufrió un bombardeo similar pero la erosión, causada por el viento y el agua, y el movimiento de la corteza terrestre, han borrado casi todos los cráteres en la superficie de nuestro planeta. En la Luna no hay viento ni lluvia y tampoco actividad tectónica para borrar sus cráteres.



**Las partes oscuras de la Luna se llaman “mares”, porque el primero en observarla usando un telescopio fue Galileo Galilei en 1609, quien creyó que esas zonas eran grandes océanos.**



## OBSERVACIÓN SISTEMÁTICA DE LA LUNA O SISTEMA TIERRA-LUNA

Al realizar el seguimiento de la luna hora tras hora, verá que se mueve lentamente hacia el horizonte occidental, donde al final se pone. Este movimiento diario se debe a que la Tierra gira constantemente sobre su eje. La Tierra tarda 24 horas, un día en completar su rotación; el efecto resultante es que la Luna parece desplazarse dentro y fuera de nuestra vista. Si observa la Luna en el hemisferio Sur verá que ésta cruza el cielo del Norte desde Este a Oeste.

En el hemisferio sur, la Luna Creciente crece de izquierda a derecha, como una barra de “loading” o “cargando” que aparece en el computador, y decrece también en esa dirección. Por eso en el sur decimos que la Luna Creciente es una C, y la Decreciente parece una D cada vez más delgada hasta que comienza la fase de la Luna Nueva.



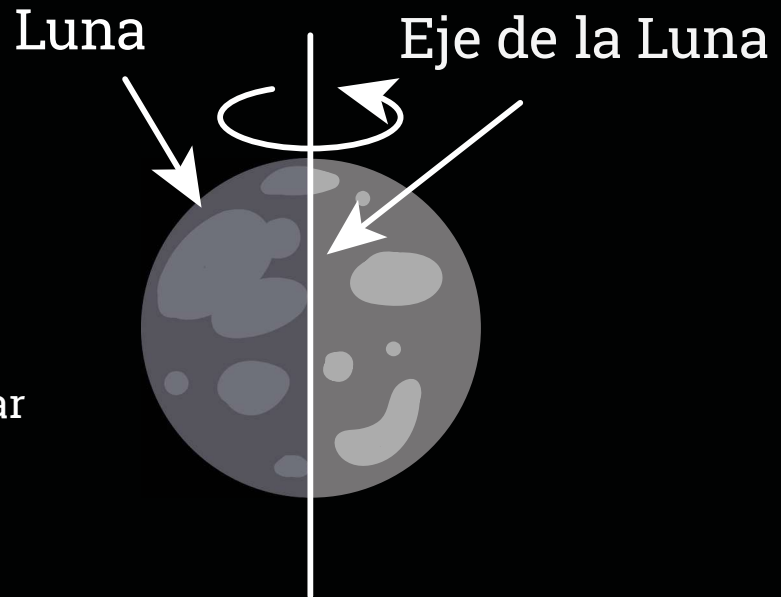
## 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

La Luna es el único satélite natural de la Tierra y presenta dos tipos de movimiento: uno de rotación sobre su propio eje y otro de traslación alrededor de la Tierra. Dado que la duración de los dos movimientos es la misma, la Luna presenta a la Tierra constantemente la misma cara. Algunas personas llaman a la cara que nunca vemos desde la Tierra como el "lado oscuro", pero eso está errado. A medida que la luna orbita la Tierra, diferentes partes de ésta son iluminadas por el Sol. La iluminación cambiante es la razón por la cual, desde nuestra perspectiva, la luna pasa por diferentes fases. Durante una "Luna llena", la cara de la luna que podemos ver desde la Tierra está completamente iluminada por el Sol. Y una "Luna nueva" ocurre cuando la cara de la Luna opuesta a la Tierra tiene luz solar plena, y el lado que está frente a nosotros está teniendo su "noche".

La Luna gira alrededor de la Tierra en 27,32 días. En este lapso de tiempo la Luna es iluminada por los rayos del Sol y a medida que va girando alrededor de la Tierra, el área iluminada por el Sol va cambiando. Cabe mencionar que la posición y el horario en que la Luna se eleva en el horizonte Oriente varía de forma continua todos los días, aproximadamente 50 minutos más tarde cada día que pasa.

### Movimiento de Rotación

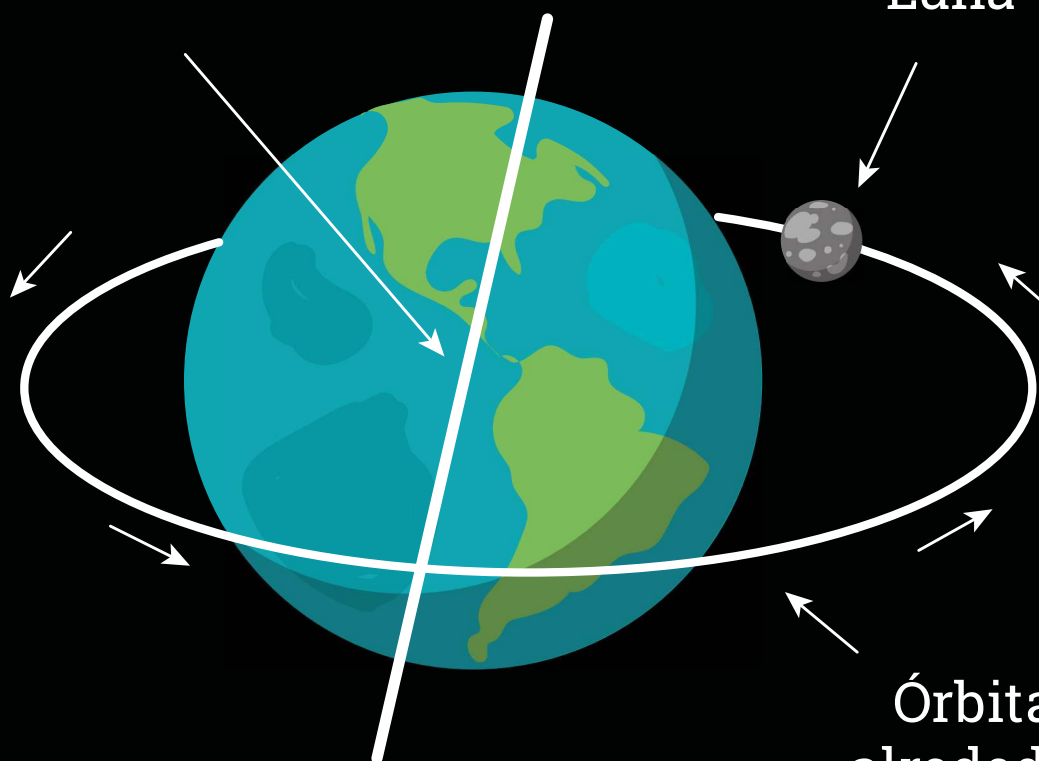


La Luna tarda 27,3 días en dar una vuelta sobre su eje.

## Movimiento de Traslación

Eje de la Tierra

Luna



Órbita  
alrededor  
de la Tierra

# 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

## LA LUNA Y SUS FASES

Las fases de la Luna, se refieren al cambio aparente de la parte visible iluminada del satélite debido a su cambio de posición respecto a la Tierra y el Sol.

### 1- LUNA NUEVA

Es cuando la Luna se encuentra situada entre la Tierra y el Sol, de manera que su cara iluminada no puede ser vista desde nuestro planeta.

### 2-LUNA CRESCIENTE

Es la primera aparición de la Luna en el cielo, 3 o 4 días después de haberse producido la "Luna nueva". En el hemisferio Sur el lado izquierdo de la Luna aparece iluminado, formando la letra "C" en el cielo.

### 3-CUARTO CRESCIENTE

En esta fase de la luna, el 50% de su cara visible es iluminada por el sol, por lo que la luna muestra, en el Hemisferio Sur la mitad izquierda iluminada y la mitad derecha oscura. Esta fase lunar es visible en la mitad del día por lo que tiene su salida aproximadamente a las 12 h.

### 4-LUNA LLENA

Ocurre cuando La Tierra se ubica entre el Sol y la Luna; ésta recibe los rayos del sol en su cara visible, por lo tanto, se ve completa iluminada. La Luna Llena viene a marcar justo la mitad del mes lunar.

### 5-CUARTO MENGUANTE

Exactamente igual que el cuarto creciente, pero en sentido contrario. Esto es, en el Hemisferio Sur la mitad derecha iluminada y la mitad izquierda oscura.

### 6-LUNA MENGUANTE

En el hemisferio Sur toma una forma de letra "D" donde la parte derecha ésta iluminada. La Luna menguante sólo es posible verla de madrugada, hacia el este, justo por encima del alba y antes de que salga el Sol.

LUNA NUEVA

LUNA  
CRESCIENTE CÓNCAVA

CUARTO  
CRESCIENTE

CUARTO  
CRESCIENTE  
CÓNVEXA

LUNA  
LLENA

LUNA  
MENGUANTE  
CÓNVEXA

CUARTO  
MENGUANTE

CUARTO  
MENGUANTE  
CÓNCAVA

LUNA NUEVA

Los ciclos de la naturaleza están regidos por la interdependencia que existe entre el Sol, la Tierra y la Luna, puesto que la disposición de energía y luminosidad son claves en la generación y sustento de la vida. Estos ciclos corresponden a la germinación de las semillas, el apareamiento de los animales, las migraciones de aves y especies marinas. La dependencia entre la Tierra y la Luna se basa en la atracción gravitatoria mutua, siendo mayor la fuerza ejercida por nuestro planeta. La Luna da vueltas en torno a la Tierra en un lapso de 29,5 días y por sí misma da vueltas también sobre su propio eje lunar, línea imaginaria que la atraviesa de un polo a otro. En los 4.500 millones de años de convivencia Tierra-Luna se constata una sincronización en estos giros, puesto que la Luna da una vuelta completa sobre sí misma en ese lapso de 29 días, tiempo en que también da un giro completo sobre la Tierra.

La Luna gira sobre sí misma en el mismo tiempo en que rota alrededor de la Tierra, lo cual resulta en que el mismo lado de la Luna da hacia la Tierra permanentemente. Los astrónomos llaman a esto rotación sincrónica.

## LAS MAREAS

Las mareas corresponden a un ascenso y descenso de las aguas de la Tierra causadas por la atracción gravitatoria de la Luna y del Sol. La Luna ejerce sobre los océanos terrestres una notable atracción que origina las mareas. La Luna y la Tierra se atraen y como la atracción gravitatoria se debilita con la distancia, la Luna atrae con mayor intensidad la cara de la Tierra que la enfrenta que la cara opuesta. La diferencia, aunque pequeña, es lo suficiente para causar una deformación del océano, el cual se "levantará" hacia la Luna, originando una protuberancia en dirección a la Luna.

La Luna ejerce un efecto sobre las mareas doble al del Sol, porque se encuentra mucho más cerca de la Tierra. En cuarto creciente y menguante las mareas se contrarrestan. La marea alta se da en un lugar cuando la Luna cruza el meridiano (o el Sol cruza el meridiano) y la marea más alta se da en Luna llena o nueva.



# 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

Cuando la Luna y el Sol están alineados (luna llena y luna nueva), se producen las mayores diferencias de mareas. **(Esquemas 1 y 3)**

Cuando la Luna y el Sol están en ángulo recto (lunas crecientes y menguante), se producen las menores diferencias de mareas. **(Esquemas 2 y 4)**





## ¿Por qué cambia de forma la Luna?

**NIVEL EDUCACIONAL:** Primero de Educación Media.

**DURACIÓN:** Ocho a nueve semanas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:  
Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con los movimientos del Sistema Sol-Tierra-luna y los fenómenos de luz y sombra, como las fases lunares y los eclipses.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

Explican los movimientos relativos entre la Tierra y la Luna y la Tierra y el Sol, respectivamente, con modelos de los sistemas Tierra-Luna y Tierra-Sol.

Explican las fases lunares y los eclipses con uso de la óptica geométrica y modelos del sistema Tierra-Luna.

### OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

Explicitar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la apariencia de la Luna, con el fin de descubrir las preconcepciones que tienen sobre los cambios de la Luna.

Motivar la curiosidad de los estudiantes por conocer fenómenos astronómicos como las fases de la Luna, a través de desarrollo de un ciclo de indagación.

### ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

Uno de los aspectos más interesantes de esta actividad - y a

menudo el más difícil para los profesores - es el no proveer las respuestas correctas cuando los estudiantes pregunten sobre la secuencia de las fases. Al no dar las respuesta, motivará la observación y el descubrimiento personal.

### MATERIALES PARA EL GRUPO

- Fotografías lunares de cada fase.
- Tijeras.
- Lápices de colores.
- Cinta adhesiva.
- Bitácora de investigación. (Descargar del sitio: [www.spcyt.com](http://www.spcyt.com)).
- Tabla para documentar las observaciones de la Luna. (Hoja de registro adjunta en sección recursos de aprendizaje).
- Lápiz grafito.
- Tablilla con sujetapapeles u otra superficie firme.
- Esfera de plumavit



## FOCALIZACIÓN

Con el objetivo de explorar las ideas previas de los estudiantes sobre la Luna pida a los estudiantes cerrar los ojos y que construyan una imagen mental que corresponda al siguiente enunciado "Cuando pienso en la Luna la veo de esta forma", o formule la pregunta ¿Cuál es la imagen que viene a mi mente cuando pienso en la Luna? ¿Cuando la vemos cómo la describirás? ¿Conoces alguna característica en particular? Con esta pregunta muchos estudiantes simplemente pensarán la forma familiar de la luna "creciente"; para otros, es la Luna "llena". Algunos estudiantes se imaginarán una serie de imágenes relacionadas con la apariencia cambiante de nuestro satélite, pero su secuencia personal a menudo está incompleta o es incorrecta porque, muy probablemente nunca hayan observado sistemáticamente las diferentes formas de la Luna.

# 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

Pídale que dibujen sus imágenes mentales en sus Bitácoras de investigación, y haga que los estudiantes comparen sus imágenes, y que discutan por qué las imágenes son diferentes. Encontrará un ejemplo de Bitácora en la sección de Recursos de aprendizaje de este mismo capítulo.

Luego, motívelos a escribir hipótesis de trabajo sobre la Luna como por ejemplo: "Ella es alumbrada por el Sol, por lo que vemos sus distintas fases" o "Ella es una fuente de luz propia, por esa razón vemos sus distintas fases"; "Ella gira alrededor de la Tierra de forma regular" o "Ella no se mueve de forma regular"; "La sucesión de fases está determinada por el movimiento del Sistema Sol-Tierra-Luna" o "La sucesión de fases está determinada por el movimiento de la Tierra".

Posterior a la confección de los dibujos, los estudiantes analizarán una serie de fotos de las fases lunares y las ordenarán en una secuencia satisfactoria, basándose en sus experiencias e ideas y contrastan las fotografías con los dibujos que elaboraron previamente. Para ello, divida a los estudiantes del taller en grupos de dos o tres estudiantes. Distribuya las copias de las fotografías lunares, una cinta adhesiva y las tijeras. Pídale a los estudiantes que recorten las fotos. Su meta es colocarlas en sus Bitácoras en el orden que ellos creen que las verían, si observan la Luna por varias semanas. Deles de 5 a 10 minutos para trabajar las fotos. Una vez que cada grupo esté conforme con el orden de las fotos, los estudiantes deberán pegarlas en sus Bitácoras. Pídale que numeren las fotos del uno al seis en el orden en que se verían. Asegúrese de que indiquen donde es arriba y donde es abajo.



## Recomendaciones:

**Si los estudiantes preguntan lo que significa "creciente" y "menguante", mencione que estos conceptos se enseñarán en la siguiente actividad. Una explicación completa revelará los resultados prematuramente.**

**A medida que cada grupo complete su secuencia, pregunte por qué el grupo escogió ese orden específico. No evalúe si cada secuencia es correcta. Use la conversación para alentar a los estudiantes a pensar y para darle a usted una mejor idea sobre lo que saben de las fases de la Luna.**

Foto por: Camila Morales

Cuando todos los grupos hayan completado su secuencia de fotos, pídeles que miren las predicciones de otros grupos. Pídeles a los grupos que expliquen las razones que usaron para escoger cierta secuencia. Motive discusiones sobre si una secuencia es más apropiada que otra. El contrastar la serie de dibujos que confeccionaron con la serie de fotos, permitirá motivar a los estudiantes a formular preguntas que expliquen las diferencias que observan en cada una de las fases, incentivando a formular preguntas que puedan explicar las causas que producen el fenómeno.



### Recomendaciones:

**La discusión sobre la secuencia de las fases lunares no debe conducir a una conclusión sobre que secuencia es la más apropiada. Debe ser usada para establecer el tono para descubrimientos futuros sobre las fases de la Luna. Si uno examina las características de la Luna cuidadosamente en las fotos, es posible determinar la secuencia en la cual fueron tomadas - excepto que el orden puede estar invertido y las imágenes pueden estar al revés-. En este momento, usted no debe indicarles la secuencia correcta, ya que los estudiantes la descubrirán por sí mismos durante la siguiente parte de la actividad.**

Después de formular sus preguntas, se debe incentivar a los estudiantes a formular hipótesis y predicciones que expliquen el orden de la secuencia de fotografías de las fases lunares que proponen. En base a sus preguntas e hipótesis se les pide a los estudiantes que elaboren una estrategia (diseño experimental) que les permita comprobar sus hipótesis y predicciones.

Use esta parte de la actividad como una introducción a las fases de la Luna.



## EXPLORACIÓN

En esta etapa se invitará a los estudiantes a observar la secuencia de los cambios de nuestra Luna, involucrándolos en el proceso de observación científica. La tarea será realizar observaciones y experimentos, registrar y documentar las observaciones diarias sobre la secuencia de las fases de la luna durante un mes calendario como mínimo. Usando este registro, los estudiantes refinarán sus predicciones sobre las fases de la Luna, y determinarán la secuencia correcta de las fases de la Luna.

Distribuya las copias de la Tabla de Registro, la que puede encontrar en la sección de Recursos de aprendizaje de este mismo capítulo. Dígales a los estudiantes que tendrán la oportunidad de determinar la secuencia de las fotos lunares de la actividad anterior, al observar la luna por las próximas 3 a 4 semanas.

Para explicar el uso de la Tabla de Registro lleve la clase afuera y encuentre la Luna (si es que es visible en el día en la fecha que se explica la actividad, en caso contrario utilice una imagen proyectada de la Luna). Anote la fecha, la hora de la observación y la forma de la Luna. Las fotos entregadas previamente y los registros de la ficha ayudará al estudiante a escoger la fase de la luna más apropiada. Pídeles a los estudiantes que observen las características de la superficie de la Luna durante las observaciones consecutivas, para ver cuales están en la parte superior.



### Recomendaciones:

**Este será una buena actividad para a futuro discutir las distintas características de la Luna, tales como cráteres, mares y rayos.**

## 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

Los estudiantes (o grupos) deberán trabajar independientemente durante el mes de observación. Así ofrecerán un reporte final a la clase sobre sus observaciones.

Simultáneamente puede realizar la siguiente demostración: Muéstrelle como simular cada una de las fases con una esfera de plumavit y una vara o palo de brocheta, haciendo la relación con la posición de la luna con respecto al Sol. Puede guiar la actividad realizando algunas preguntas que genere otras inquietudes a sus estudiantes, como por ejemplo: ¿Cuándo vemos la luna? ¿Por qué crees que se forma determinada fase? ¿Qué conclusiones puedes sacar a partir de tus observaciones?

## REFLEXIÓN



Esta etapa provee una oportunidad para examinar las teorías personales de los estudiantes sobre las fases de la Luna. Además,

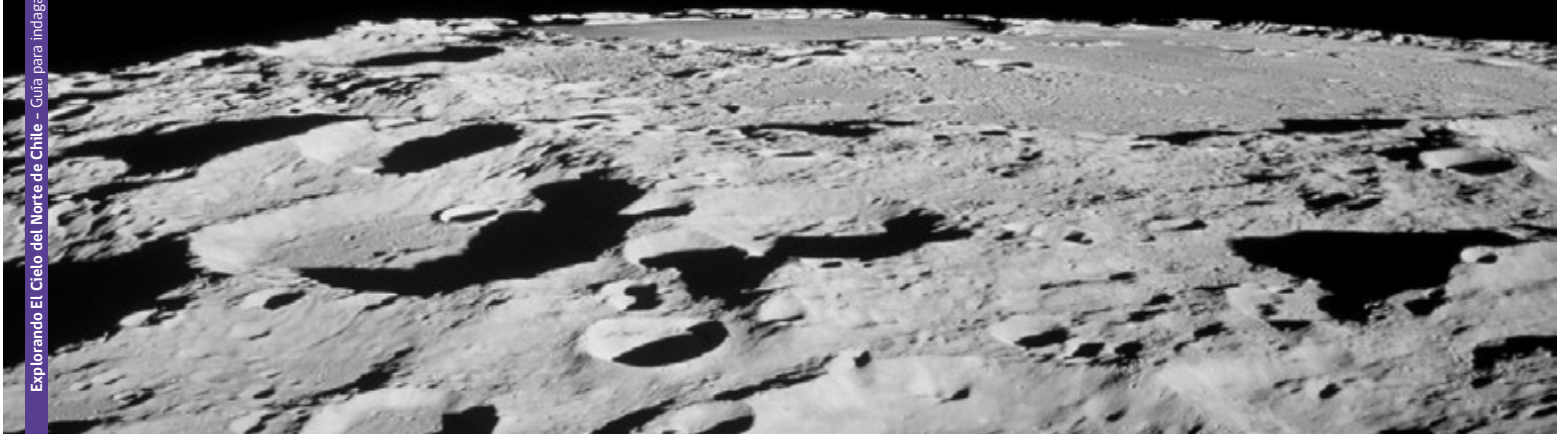
permite estudiar cómo las observaciones pueden ayudar a los científicos a contradecir teorías incorrectas. Muchas personas creen que las fases de la Luna se ven diferentes desde lugares diferentes en la Tierra. Usted, después de haber realizado las observaciones, puede abordar algunos de los conceptos erróneos más comunes a base de la experiencia.

Una vez registrados los datos sobre la observación de las fases de la Luna, se discutirán los resultados de cada grupo de forma general. La idea principal es contrastar los resultados obtenidos de la observación con las predicciones realizadas por cada grupo cuando ordenaron las fotografías de las fases de la Luna, evaluando si las predicciones de los estudiantes estaban correctas. Use los resultados observacionales para determinar cuáles de las secuencias de las fotos de la Luna es la más apropiada. Varias serán posibles, a menos que los estudiantes sepan cuál es la parte superior de la Luna. Si no se dan cuenta que existen varias posibilidades, necesitará indicarlo en clases.



## Recomendaciones:

**Motive a los estudiantes a ser lo más preciso posible con sus dibujos, observando realmente cuál lado de la Luna está iluminado, y cómo la parte iluminada está “inclinada” o en ángulo hacia el horizonte. En el caso de estudiantes menores, otros miembros de la familia pueden ayudar a hacer las observaciones. Motive a los estudiantes a buscar la Luna temprano en la mañana; muchos se sorprenderán al saber que a veces es posible verla durante el día.**



Para esto, motive a los estudiantes a representar y comunicar sus resultados de la manera más creativa posible, potenciando sus habilidades artísticas y de comunicación, pero sin dejar de lado la rigurosidad científica. Entre las posibilidades de mostrar los resultados se encuentran: dibujos, fotografías y esquemas. Puede que los estudiantes no haya realizado todas las observaciones diarias (ej. Noches nubladas, olvido o imposibilidad de realizar la observación por parte del investigador), indique que cuando se comuniquen los resultados deben realizar una evaluación del trabajo científico realizado, motíuelos a reflexionar sobre las dificultades que enfrentaron durante el proceso y expliquen cómo las resolvieron.

#### PREGUNTAS QUE PUEDEN GUIAR LA DISCUSIÓN Y REFLEXIÓN:

Las preguntas son la clave y pueden ser de gran utilidad al momento de motivar la reflexión de los estudiantes. A modo de ejemplo, sugerimos algunas: ¿Cuáles son las principales diferencias que pueden observar entre los resultados de los distintos grupos? ¿Se cumplieron las hipótesis planteadas al comienzo de la investigación? De no ser así ¿Que podemos decir sobre la hipótesis planteada? ¿Cuáles podrían ser las posibles explicaciones de los resultados obtenidos? ¿Cómo cambia la idea inicial que tenías sobre las fases de la luna? ¿Que representa para ti la Luna? ¿Cómo podrían variar los resultados si realizamos la misma investigación en el hemisferio norte?



#### Recomendaciones:

En esta etapa, la idea es enfrentar al estudiante ante nuevas situaciones que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. A su vez, permite al docente comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje y generar ideas para nuevas indagaciones.



## APLICACIÓN

En esta etapa se incentiva a llevar a la práctica lo aprendido en el ciclo de indagación, realizar extensiones de la experiencia realizada, las que se pueden convertir en pequeños trabajos de investigación a los estudiantes, en los que ellos apliquen y transfieran lo aprendido a situaciones nuevas. Los estudiantes podrán trabajar con un modelo explicativo de las fases de la Luna para reconocer que las fases de la Luna que se observan está determinada por su posición relativa a la Tierra y al Sol, y comprender cómo esta relación crea las fases de la luna desde el punto de vista de un observador ubicado en la Tierra.

Para esto, los estudiantes trabajarán en equipos, los cuales representarán un modelo que explique las fases de las Luna. Para la construcción del modelo usarán una esfera de plumavit como modelo de la Luna. Esta, será iluminada por una fuente de luz en el salón de clases (modelo del Sol), y representarán la relación entre las fases lunares y las posiciones de la luna en torno a la Tierra y el Sol. Las observaciones realizadas permitirán representar la secuencia de las fases de la Luna y compararlas con los resultados obtenidos de sus observaciones. Con este fin, se necesitará contar con algunos materiales como: una lámpara o linterna de bolsillo, una esfera de plumavit para cada grupo de trabajo, lapiz y papel, y una sala que se pueda oscurecer.



#### Recomendaciones:

Esta actividad funciona mejor en un salón oscuro con una luz brillante. Asegúrese de tener tiempo de prepararse si su salón de clases no se puede oscurecer fácilmente. Las bolsas plásticas negras para basura le pueden servir para cubrir las ventanas.

## 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

# ¿QUÉ HARÁN LOS ESTUDIANTES?

### PROCEDIMIENTO RECOMENDADO:

**1.** Forme grupos de hasta tres integrantes. Revise los resultados de la actividad del mes pasado. Repase el orden de las fases desde la Luna Llena.

**2.** Explique que para entender cómo ocurren las fases de la Luna, los estudiantes pueden utilizar modelos de la Luna, la Tierra y el Sol.

**3.** Entregue a cada grupo una lámpara o linterna de bolsillo, una bola de plumavit y una silla. Cada integrante debe asumir un rol de modelo (Luna, Tierra y Sol). El estudiante que represente la Luna debe tener una bola de plumavit con un lápiz clavado para que sea más fácil sostenerla (o palo de brocheta) y no interfiera con su habilidad de observar el modelo. El estudiante que represente el Sol debe tener una lámpara o linterna de bolsillo, y finalmente, el estudiante que represente a la Tierra, usará su cabeza como modelo de la Tierra y debe sentarse en una silla y mirar frontalmente al estudiante que representa el Sol. Recuerde a los estudiantes las medidas de seguridad que deben considerar al acercarse a una lámpara caliente y al cable eléctrico.

**4.** Recalque a los/las estudiantes que en el modelo que desarrollarán, la lámpara representa el Sol, que la cabeza representa la Tierra y su nariz representa la ciudad o comunidad en la cual se encuentran y que la bola de plumavit representa la Luna.

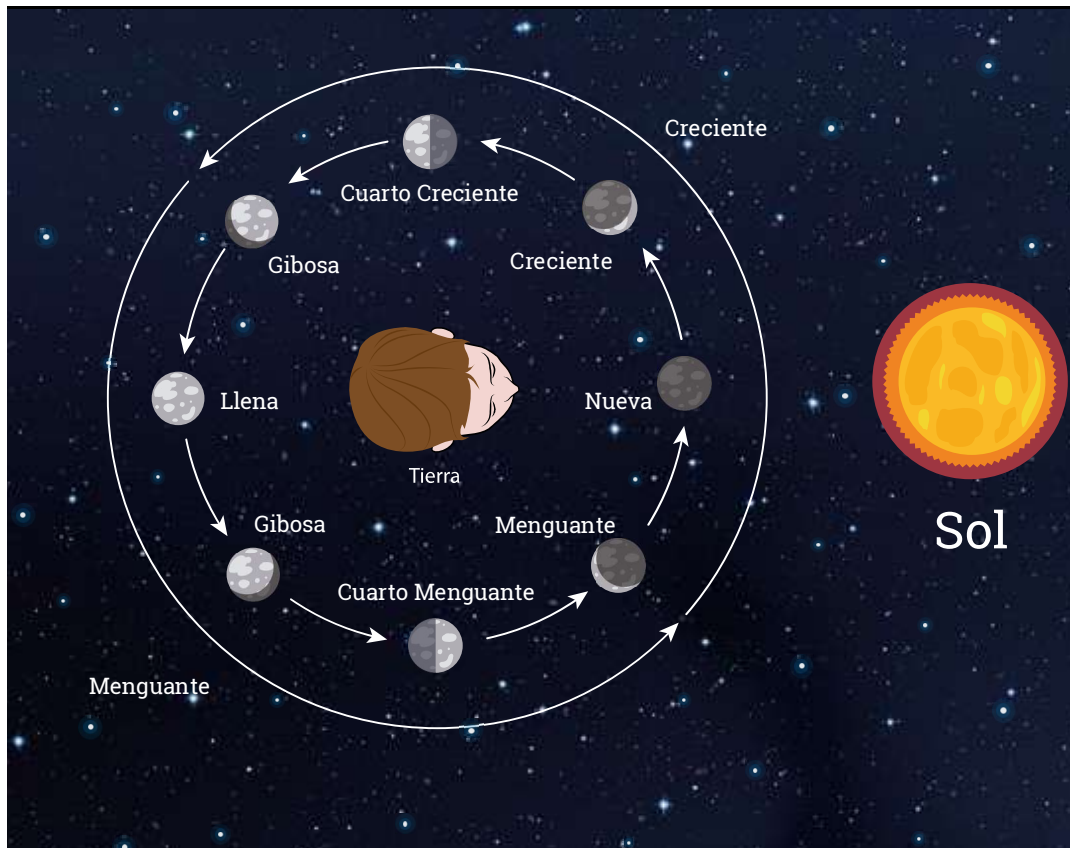
**5.** Pídale al estudiante que representa la Tierra se siente y se ubique como si fuera mediodía en su ciudad (en relación al modelo de Sol). Si ocurre algún desacuerdo, permítale discutir hasta que estén de acuerdo en que el mediodía ocurre cuando su nariz señala o apunta hacia el "Sol". Después, indicarle que se ubique como si fuera la medianoche. (Para ello, deberá voltearse apuntando su nariz en dirección opuesta al Sol). Finalmente, pídale que se ubiquen como si el Sol estuviera saliendo y poniéndose. Para lo cual, deben saber que su cabeza (la "Tierra"), rota de derecha a izquierda, con el hombro derecho moviéndose hacia adelante. Practique las ideas de la salida del Sol, el mediodía, la medianoche y la puesta del Sol, hasta que esté seguro que los estudiantes las entienden.

**6.** Escoja una de las fases lunares y pídale al estudiante que represente a la Luna que encuentren la posición en la órbita de la "Luna", donde la fase será visible. El Cuarto Creciente es una buena fase para empezar. Motive a los estudiantes a comparar sus resultados y a discutir las diferencias. Pregunte al estudiante que se encuentre en la posición correcta, por qué cree que es correcta. Podrá comprobar fácilmente si los estudiantes entienden, viendo si todos tienen sus lunas en la misma posición.

**7.** Haga que los estudiantes demuestren otras fases, como la Luna Llena, el Cuarto Menguante y la Luna Nueva. A medida que aprenden a sostener el modelo de plumavit para cada fase de la Luna, rételos a determinar la dirección en que viaja la Luna alrededor de la Tierra para crear las fases en el orden correcto. La bola debe moverse de derecha a izquierda, en órbita alrededor de la cabeza.

**8.** Dele tiempo a los estudiantes para experimentar con el movimiento de la Luna. Permítales trabajar juntos para dibujar un diagrama de la posición de la Luna para cada una de las fases. Pídale a los estudiantes que establezcan explícitamente qué causa las fases de la Luna. La rotación de la Tierra - tu cabeza - hace que la Luna salga y se ponga cada día, pero no afecta la fase de la Luna. Las fases son causadas por el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra.

**9.** Pida a los estudiantes que comparen sus posiciones para la Luna con las del diagrama de fases que presentamos a continuación:



### ★ Recomendaciones:

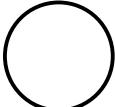
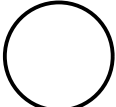
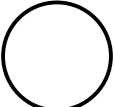
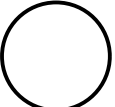
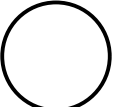
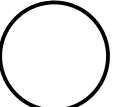
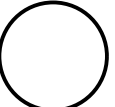
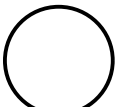
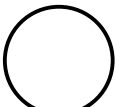
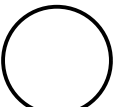
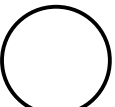
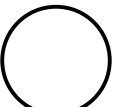
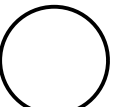
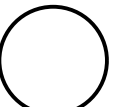
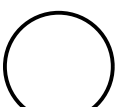
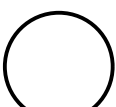
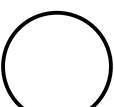
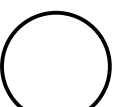
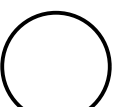
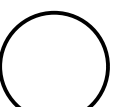
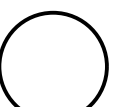
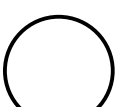
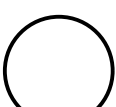
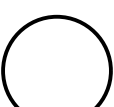
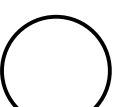
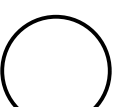
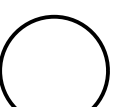
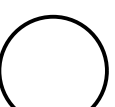
Otra sugerencia de actividad de aplicación podría ser plantear la pregunta: ¿Cómo afecta al planeta Tierra los cambios que experimenta la Luna? Esto con el objetivo de que investiguen o se formulen preguntas asociando las fases de la Luna con los cambios en las mareas y el efecto del aumento de la luminosidad en el comportamiento de los animales. O Si la Tierra, la Luna y el Sol están en línea todos los meses en Luna nueva ¿Por qué no hay Eclipses todos los meses?, pueden incentivar a indagar en otros fenómenos de luz y sombra, como eclipses de de Sol y de Luna.

# 1 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿POR QUÉ CAMBIA DE FORMA LA LUNA?

## FICHA DE REGISTRO DE OBSERVACIÓN LUNAR

Antes de registrar los datos correspondientes, los estudiantes deben primero encontrar la Luna en el cielo. Necesitan anotar la fecha y hora de observación. Deben sombrear el círculo para registrar la apariencia de la luna.

<b>LUNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MARTES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MIERCOLES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>JUEVES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>VIERNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>SÁBADO</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>DOMNIGO</b> Fecha: / / Hora: : 
<b>LUNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MARTES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MIERCOLES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>JUEVES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>VIERNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>SÁBADO</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>DOMNIGO</b> Fecha: / / Hora: : 
<b>LUNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MARTES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MIERCOLES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>JUEVES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>VIERNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>SÁBADO</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>DOMNIGO</b> Fecha: / / Hora: : 
<b>LUNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MARTES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>MIERCOLES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>JUEVES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>VIERNES</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>SÁBADO</b> Fecha: / / Hora: : 	<b>DOMNIGO</b> Fecha: / / Hora: : 



Le invitamos a descargar  
la "Bitacora del Joven  
Astrónomo" desde  
el sitio web:

**[www.explora.cl/coquimbo](http://www.explora.cl/coquimbo)**



## Recursos de Aprendizaje:

### A. BITÁCORA DEL JOVÉN ASTRÓNOMO

Actividad:

Investigador:

Fecha:

1.- ¿Cuál es la imagen que viene a mi mente cuando pienso en la Luna? (Dibuja)

2.- ¿Cómo representarías los cambios de la luna que observas en el tiempo?

Hipótesis:

## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

# ACTIVIDAD 2

## INDAGATORIA

### ¿Es la Tierra más pequeña de lo que parece?

NUESTRO SISTEMA SOLAR

COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS DISTINTOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR:

PLANETAS, SATÉLITES NATURALES, ASTEROIDES, METEORITOS Y COMETAS.

DIMENSIONES ASTRONÓMICAS EN EL SISTEMA SOLAR Y DISTANCIAS DE ESTOS CON RESPECTO AL SOL.



## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?



## Nuestro Sistema Solar

### SOL, LA ESTRELLA MÁS CERCANA A LA TIERRA

El Sol es una estrella más entre las miles que vemos por las noches. Es una estrella típica, es decir una esfera enorme de gas ionizado. Es una bola enorme de gas caliente, sin ninguna zona sólida en su interior. Se ve imponente por estar tan cerca de nosotros en comparación con el resto de las estrellas. Debido a su cercanía, podemos ver en él cosas imposibles de detectar en otras estrellas. Estudiando al Sol podemos aprender muchísimo acerca de las estrellas en general.

Aunque los astrónomos saben que el Sol es una estrella relativamente pequeña, éste es gigantesco comparado con la Tierra: el Sol posee una masa de 300 mil veces más que la de la Tierra y un millón trescientas mil Tierras podrían caber dentro de él.

Es tan grande, que más de cien planetas Tierras cabrían a lo largo de su diámetro.

El inmenso peso de las capas exteriores comprime el gas en el centro a temperaturas tan altas (15 millones de grados centígrados) que los átomos de hidrógeno, que componen la mayor parte del gas en el Sol, se “fusionan” y forman helio. Este proceso de fusión del hidrógeno produce tremendas cantidades de energía.

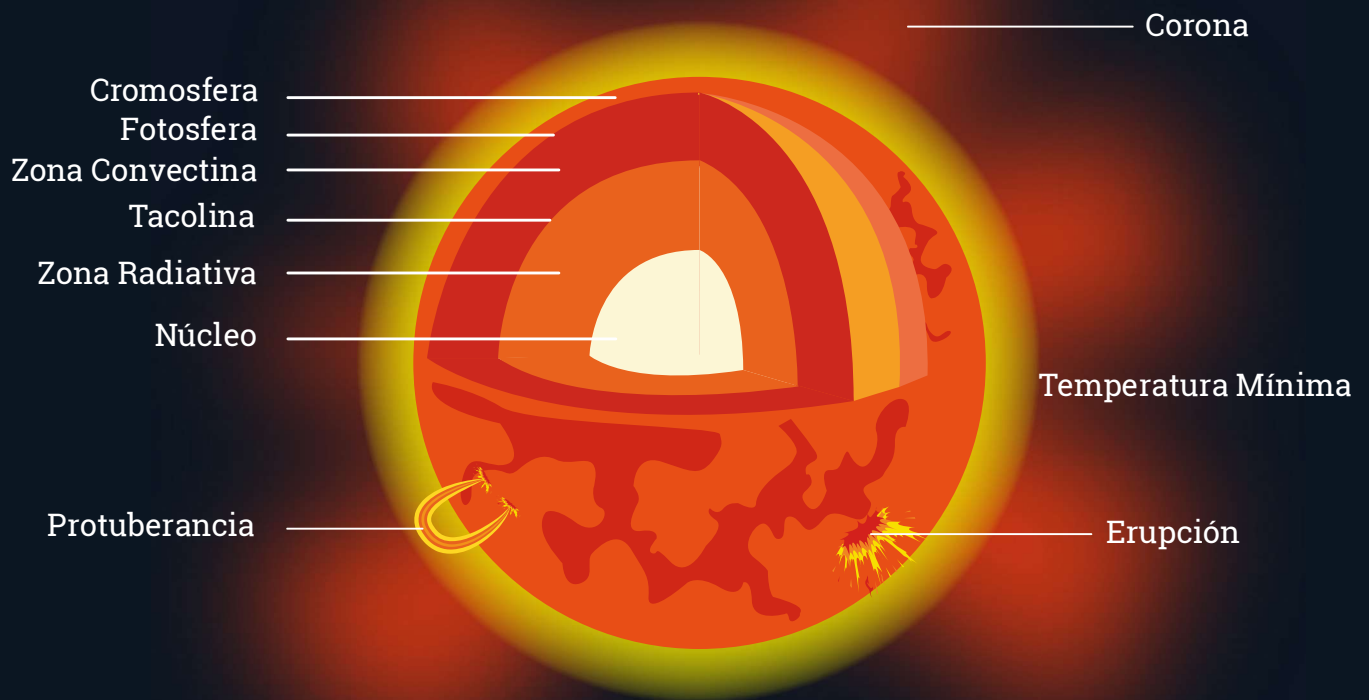
Durante este proceso de fusión se genera energía por un proceso de transformación de masa en energía (1.000 gramos de hidrógeno generan 993 gramos de helio más 7 “gramos” de energía). Esta energía es transportada hacia las capas externas del Sol, primero por radiación y luego por convección. Ello mantiene la fotosfera a una temperatura constante de 5.500 grados Celsius que se irradia

por todo el sistema solar y a la Tierra llega después de recorrer los 150 millones de kilómetros que nos separan del Sol, en algo más de 8 minutos (500 segundos).

Desde su formación que el Sol ha estado produciendo de manera constante la misma cantidad de energía. Esto quiere decir que el proceso de fusión del hidrógeno en helio es un medio muy eficiente de generación de energía puesto que han pasado 4.500 millones de años y nuestra estrella aún lo sigue realizando y aún le queda mucho tiempo por delante para seguir haciéndolo. El Sol vivirá un total de diez mil millones de años transmutando hidrógeno en helio. Hasta ahora, el sol ha vivido un poco menos de la mitad de su vida.



# Estructura del Sol



## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

### LOS PLANETAS, NUESTRO VECINDARIO

Es el sistema planetario donde se encuentra nuestro planeta y la parte central está ocupada por la estrella llamada Sol y se encuentra rodeada por un conjunto de cuerpos de los más diferentes tamaños que orbitan a su alrededor. Forman parte de este sistema el Sol, los planetas con sus satélites, los asteroides, cometas, cuerpos meteóricos, el polvo y el gas interplanetario.

#### PRINCIPALES PARTICULARIDADES DEL SISTEMA PLANETARIO:

- Todos los planetas se mueven en torno al Sol según órbitas casi circulares que descansan aproximadamente en un mismo plano. Este movimiento lo realizan los planetas en sentido directo, al igual que el movimiento de rotación que tiene el Sol.
- El movimiento de rotación de todos los planetas es en torno a sus ejes y el de la mayoría de los satélites, se realiza también en sentido directo (excepto Venus y Urano).
- Los planetas, por sus características físicas fundamentales se dividen en dos grupos: planetas rocosos y planetas gaseosos. Al primer grupo corresponden Mercurio, Venus, la Tierra y Marte; y los segundos son Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.
- A los planetas les corresponde una fracción muy pequeña (0,15%) de la masa del sistema solar; la masa fundamental está concentrada en el Sol (98%).

### PLANETAS ROCOSOS

También conocidos como terrestres por compartir características con la Tierra, poseen un pequeño tamaño en relación a sus masas, por lo que su densidad es de entre 3 y 5 gr/cm<sup>3</sup>. Tienen una estructura diferenciada, es decir, cuentan con capas de diferente densidad: Una atmósfera más o menos tenue, una corteza rocosa delgada, un manto rocoso un tanto viscoso y un núcleo pesado.

### PLANETAS GASEOSOS

Se les conoce también como jovianos por tener características comunes con Júpiter. Tienen grandes tamaños en relación a sus masas, provocando que su densidad sea baja (entre 1 y 2 gr/cm<sup>3</sup>), deben estar conformados por hidrógeno y helio. Presentan cuerpos diferenciados: Una atmósfera gaseosa muy delgada, un manto líquido muy extenso, y un núcleo pesado y relativamente pequeño.

Estos planetas son cuerpos líquidos debido al estado en que se encuentra el hidrógeno, su principal componente. La atmósfera es una cáscara del manto líquido y carecen de corteza, pues sus principales componentes no están en estado sólido en ninguna parte. En definitiva, los planetas gaseosos tienen una composición química similar a la del Sol y no han perdido sus elementos livianos, como sí les pasó a los planetas rocosos. Se debe tener en consideración que nuestro sistema planetario se formó a partir del mismo gas y materia interestelar presente en la nube molecular donde nuestra estrella se originó.

Componente	Diámetro (km)
Sol	1.392.000
Mercurio	4.879
Venus	12.104
Tierra	12.742
Marte	6.794
Júpiter	142.984
Saturno	120.536
Urano	51.118
Neptuno	49.572



### LUNAS O SATÉLITES NATURALES

Se conocen 178 lunas en el Sistema Solar, las que van desde peñascos hasta cuerpos del tamaño de Mercurio que orbitan alrededor de los planetas. Los planetas rocosos cuentan con apenas tres lunas y el resto pertenece a los planetas gaseosos.

### CUERPOS MENORES DEL SISTEMA SOLAR

Corresponden a cuerpos remanentes de la formación del sistema solar:

- Los cometas, que son cuerpos formados por hielo sucio, es decir, una mezcla de hielo de agua y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (combinación de hielo seco y silicatos). En otras palabras, es una bola de hielo sucia, de un tamaño de unos 10 a 15 km que al ir acercándose al Sol se van evaporando y producto de ello se desarrolla una cola y se hacen visibles. Proviene del Cinturón de Objetos Kuiper (KBO), ubicado más allá de la órbita de Neptuno, y de la Nube de Oort, que es la nube que encapsula al Sistema Solar.
- Los Asteroides, objetos rocosos y habitualmente metálicos que orbitan alrededor del Sol, pero que son demasiado pequeños para ser considerados como planetas o planetas enanos. Su tamaño varía entre los 1.000 km de diámetro y el de una piedra pequeña. Se localizan en el Cinturón de Asteroides, franja que gira en torno al Sol entre las órbitas de Marte y Júpiter.
- Los Meteoroides, que son "basura" del sistema solar, constituida por rocas, trozos de hielo y polvo.

### ORBITAS DE LOS OBJETOS ALREDEDOR DEL SOL

Tycho Brake (1546 - 1601), fue un matemático y astrónomo danés que realizó observaciones de planetas por más de 38 años, cuyas observaciones le fueron entregadas al alemán Johannes Kepler (1571 -1630), quien finalmente postuló que los planetas

viajan alrededor del Sol en Órbitas elípticas, ubicándose el Sol no exactamente en el centro de la elipse sino en uno de sus focos. Si la órbita fuera exactamente circular el Sol estaría en el centro de la órbita pero ese no es el caso, de la mayoría de los objetos del Sistema Solar.

La mayoría de las órbitas de los objetos del Sistema Solar tienen forma de elipse (círculo alargado). Sin embargo, en casi todos los planetas estas elipses son casi circulares. Sólo las de Mercurio y la de los planetas enanos se alejan notablemente del círculo. El período orbital (el tiempo que tarda un planeta en recorrer su órbita en torno al Sol) se acrecienta a medida que aumenta la distancia al Sol, desde los 88 días terrestres de Mercurio a los casi 250 años del planeta enano Plutón, siguiendo la regla matemática descubierta Kepler a comienzos del siglo XVII. Los planetas más alejados del Sol, además de tener que completar órbitas más largas, se mueven mucho más despacio.

La distancia del planeta al Sol es variable, es decir hay una distancia mínima y una distancia máxima al Sol. La distancia más cercana al Sol es llamada Perihelio (P) y la distancia más lejana es llamada Afelio (A). Kepler, en su segunda ley de movimiento, dice en pocas palabras que, cada vez que el planeta se acerca a su Perihelio va mas rápido, mientras que en un Afelio va mas lento. La distancia promedio de la Tierra al Sol es usada generalmente como unidad patrón en el Sistema Solar y es definida como Unidad Astronómica (UA), y equivale a una distancia de casi 150 millones de kilómetros.

El tiempo de una vuelta completa entorno al Sol se define como Período (T) o año, y naturalmente Kepler notó que un planeta girando a mayor distancia respecto al Sol demora más tiempo en dicha vuelta, cumpliéndose que el cociente  $T^2/R^3$  resulta ser parecida para los planetas del Sistema Solar, donde R es la distancia media entre el Planeta y el Sol.



## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

Sol 1.392.000 km

Mercurio

4.879 km

Venus

12.104 km

Tierra

12.742 km

Marte

6.794 km

# TAMAÑOS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR








## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

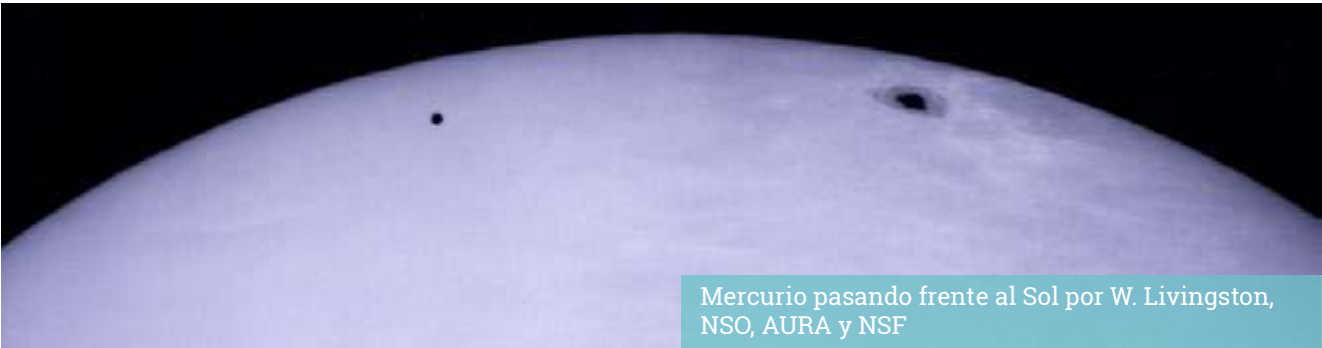
¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

### DISTANCIAS DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR.

El signo (-) antepuesto en la columna de rotación de los Planetas representa el giro en sentido contrario a la rotación de la Tierra. A la hora de hablar de sistemas planetarios, se usa como estándar de medida la distancia media que separa a la Tierra del Sol. Esta unidad de medida es llamada Unidad Astronómica y se abrevia como UA. 1 UA = 150 millones de kilómetros

				
Componente	Distancia media al Sol (UA*)	Distancia media al Sol (Millón de km)	Período orbital (Años Tierra)	Rotación (Días Tierra)
SOL			0	25.44
MERCURIO	0,39	57.9	0.24	58.65
VENUS	0,72	108.2	0.62	-243
TIERRA	1,00	149.5	1	1
MARTE	1,52	227.9	1.88	1.03
JÚPITER	5,20	778.3	11.86	0.41
SATURNO	9,54	1427	29.46	0.44
URANO	19,19	2869.6	84.01	-0.72
NEPTUNO	30,07	4497	164.8	0.72

Nuestro Sistema Solar está situado en uno de los brazos de la Galaxia Vía Láctea, a unos 28.000 años-luz de su centro (2/3 desde el centro galáctico) y se formó hace 4.600 millones de años.



Mercurio pasando frente al Sol por W. Livingston, NSO, AURA y NSF



## ¿Es la Tierra más pequeña de lo que parece?

**NIVEL EDUCACIONAL:** Primero de Educación Media

**DURACIÓN:** Cuatro semanas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:  
Describir las características de algunos de los componentes del Sistema Solar (planetas) en relación con su tamaño, localización, apariencia y distancia relativa a la tierra, entre otros.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

Explican la relación de distancias y tamaños en el Sistema Solar.

Clasifican los cuerpos que componen el Sistema Solar basado en sus propiedades: el Sol, los 8 planetas, asteroides y cometas.

### OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

Explicitar el conocimiento que tienen los estudiantes sobre la comprensión de las distancias y tamaño de los cuerpos celestes y el universo.

Motivar la curiosidad de los estudiantes por conocer las descripciones y modelos sobre el Sistema Solar y el Universo que utilizan los astrónomos.

Construir un modelo del Sistema Solar a escala reducida, utilizando como modelo un grano de pimienta que representa el tamaño de la Tierra.

### ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

Uno de los aspectos más interesantes de esta actividad - y a

menudo el más difícil para los profesores - es el no proveer las respuestas correctas cuando los estudiantes pregunten sobre las dimensiones reales de los componentes del Sistema Solar. Al no dar las respuesta, motivará la reflexión y el descubrimiento personal.

### MATERIALES

Para el desarrollo de la actividad se requiere contar con: Plasticina (si es posible de diferentes colores), semillas de distintos tamaños y hojas de tamaños referenciales a escala de los planetas. Si trabaja con alumnos de educación media, también se requerirá una hoja de cálculo del modelo.



## FOCALIZACIÓN

Con el objetivo de explorar las ideas previas de los estudiantes sobre el Sistema Solar y formularse las preguntas de indagación en torno al tema, pida a los estudiantes imaginarse los planetas que lo componen y que construyan una imagen mental sobre Sistema Solar.

Plantee como preguntas de inicio ¿Cómo te imaginas el Sistema Solar? ¿Qué planetas componen nuestro Sistema Solar? ¿Cuál es más grande, Jupiter o Urano? ¿Qué planeta está más cerca de la Tierra, Urano o Saturno?. Dé un tiempo de reflexión, indíqueles que pueden realizar dibujos para representar sus ideas y pida que compartan sus conocimientos previos con el resto del curso. Una lluvia de ideas, ayudará para la formulación de sus propias preguntas.

A modo de motivar a sus estudiantes pueden construir un modelo a escala del Sistema Solar. Forme grupos de trabajo y entregue a cada grupo un set de materiales que sirvan para representar los diámetros de los planetas, como plasticina, por ejemplo. Debe señalar que los planetas y la distancias entre ellos deben ser representados a escala. Una vez contruidos los modelos de cada grupo, motívelos a presentar y compararlos. Es importante que conserven estos modelos o los fotografíen.

## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

### ★ Recomendaciones:

Es importante no dar pistas a los estudiantes sobre el conocimiento que se tiene sobre las unidades de medición utilizadas en astronomía. Y recuerde no evaluar la exactitud de los modelos. El fin del modelo es entregar información sobre los conceptos e ideas de los estudiantes sobre el Sistema Solar.

Genere una discusión, a través de preguntas dirigidas y que les permita crear predicciones propias en torno al tamaño y distancias entre planetas: ¿Qué tan grande piensas que es el Sistema Solar? ¿Cuál es la distancia en km al siguiente planeta (Marte)? ¿Y a Neptuno? ¿Cómo varía el tamaño de los planetas del Sistema Solar a medida que nos alejamos del Sol?

Motive a los estudiantes a formular preguntas de investigación que puedan ayudar a elaborar un modelo de tamaños y distancias interplanetarias en el Sistema Solar.



### EXPLORACIÓN

En esta etapa se invitará a los estudiantes a participar de una actividad mediante la cual podrán responder sus preguntas y contrastar sus hipótesis. Para esto, los estudiantes trabajarán con dos experiencias en la elaboración de un modelo que representa los tamaños propocionales de los tamaños y distancias interplanetarias del Sistema Solar usando datos científicos referenciales y luego, reflexionarán sobre las distancias que ellos representaron en el modelo inicial y el modelo trabajado.

Una vez elaborada las preguntas y predicciones sobre el tamaño y distancias interplanetarias en el Sistema Solar, plantean en detalle lo que se quiere estudiar. Pídeles que escriban todo en sus bitácoras.

Con este objetivo, incentive la formación de equipos de 3 - 4 estudiantes y motíelos a construir un modelo estimativo a escala de un planeta que forma parte del Sistema Solar, tomando como referencia el tamaño del Sol como una pelota o bola de 23 cm de diámetro (de no contar con esto, se podría usar una imagen del Sol impreso del mismo tamaño). Si los estudiantes están familiarizados con cálculos matemáticos, invítelos a realizar los cálculos necesarios para obtener los tamaños proporcionales de los planetas y distancias interplanetarias en el sistema solar, para luego, representar los planetas a escala.



### ★ Recomendaciones:

La construcción del modelo a escala puede ser una actividad donde se contrasta la percepción inicial de distancia que tienen los estudiantes, con la que se evidencia cuando construyen el modelo a escala del Sistema Solar con una escala mayor. De paso, estimula a imaginarse escalas mayores como las utilizadas para estimar distancias entre los cuerpos celestes que hay en el universo.

## Calculando los Tamaños y Distancias

Para la construcción de la escala de tamaños y distancias, entregue a cada equipo la hoja de cálculo del modelo que contiene los datos sobre los tamaños de los planetas reales. Motívelos a calcular los tamaños que deberían tener los objetos en el modelo a construir, y así, poder relacionarla con algún tamaño de semilla (o hacer una pelota de plastilina del tamaño apropiado).

**TABLA DE PROPORCIONES DE TAMAÑOS PLANETARIOS A ESCALA.**

PLANETAS	TAMAÑO REAL (DIÁMETRO EN km)	OBJETO Y TAMAÑO EN EL MODELO (mm)
SOL	1.392.000	Pelota - 230 mm
MERCURIO	4.879	
VENUS	12.104	
TIERRA	12.742	
MARTE	6.774	
JÚPITER	142.984	
SATURNO	120.536	
URANO	51.118	
NEPTUNO	49.572	
LUNA	3.480	

Para determinar el tamaño en mm que debe tener el objeto que representará a cada planeta en el modelo de Sistema Solar, debemos realizar una operación matemática conocida como "regla de tres". Esta operación nos permite resolver problemas de proporcionalidad directa o inversa conociendo tres datos. Se aplica la siguiente fórmula:

$$\begin{array}{l} a \longrightarrow b \\ c \longrightarrow x \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} a \longrightarrow b \\ c \longrightarrow x \end{array}} \right\} x = \frac{b \cdot c}{a}$$

En donde,

a = 1.391.000 km (tamaño del Sol)

b = 230 mm (tamaño del modelo del Sol)

c = 4.879 km (tamaño del planeta Mercurio)

Lo primero es cambiar las unidades de km a mm.

a = 1.391.000 km a 13.910.000.000 mm

b = 230 mm

c = 4.879 km a 48.790.000 mm

Reemplazando,

X (tamaño de Mercurio) =  $230 \text{ mm} \times \frac{48.790.000 \text{ mm}}{13.910.000.000 \text{ mm}}$

Por lo tanto, el tamaño del objeto que representará Mercurio debe ser de 0,8 mm. Esto es equivalente al tamaño de una cabeza de alfiler. La misma regla se aplica para el cálculo de los otros planetas.

## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?

### CALCULANDO LAS DISTANCIAS INTERPLAENTARIAS PARA ELABORAR EL MODELO

Para definir la distancia a escala entre los planetas y el Sol dentro del Sistema Solar, se usará el conjunto de objetos que representan los planetas a escala de la actividad anterior.

Para incentivar a los estudiantes, puede tomar los objetos que representan a la Tierra y al Sol y preguntar: Si el Sol estuviera en el centro de la sala ¿dónde piensas que estaría la Tierra? Sólo motívelos a presentar distancias hipotéticas, no de la respuesta.

Luego, proporcione la definición de Unidad Astronómica y desafíe a calcular la separación entre los planetas y el Sol.

Luego pida calcular y registrar la distancia del Sol con el resto de los planetas en sus bitácoras. Para esto usaremos una escala simple. Plantee la condición de trabajo: Si reducimos la distancia entre el Sol y la Tierra a 2,5 m, significará que una UA en nuestro modelo será equivalente a 2,5 m. Entonces, ¿cuál es ahora la distancia a escala, entre el Sol y los demás planetas? Invítelos a completar la siguiente Tabla:

La Unidad Astronómica se define como la medida estándar de la distancia media que separa a la Tierra del Sol. U.A = 150 millones de kilómetros.

**TABLA DE TAMAÑOS Y DISTANCIAS DE COMPONENTES DEL SISTEMA SOLAR**


COMPONENTE	DIÁMETRO EN KM	DISTANCIA AL SOL (UA)	DISTANCIA PROPORCIONAL EN EL MODELO (m)
Sol	1.392.000	0,00	0
Mercurio	4.879	0,39	
Venus	12.104	0,72	
Tierra	12.742	1,00	2,5
Marte	6.794	1,52	
Júpiter	142.984	5,20	
Saturno	120.536	9,54	
Urano	51.118	19,19	
Neptuno	49.572	30,07	

Para estimar la distancia proporcional de cada planeta en relación al Sol en el modelo bastará con multiplicar el valor de la distancia al Sol por 2,5. Por ejemplo, la distancia proporcional a representar en el modelo entre Mercurio y el Sol será  $0,39 \times 2,5 = 0,975$  m, lo que aproximando nos da 1 m.

Una vez terminados todos los cálculos, proponga construir en grupo el modelo del Sistema Solar a escala utilizando los objetos seleccionados y las distancias de planetas en relación al Sol. Busque un lugar abierto para probar sus modelos pues algunas distancias serán muy grandes!

De vuelta en la sala, discutan los resultados obtenidos y qué tan extenso es el Sistema Solar usando escalas mayores. Con todo este ejercicio, los estudiantes ya comenzarán a contrastar sus ideas y modelos previos con la información referencial que manejan los astrónomos.

Ahora, si los estudiantes son pequeños y no están familiarizados con estos cálculos matemáticos, se pueden usar proporciones pre-establecidas, como las indicadas en la siguiente tabla:

**Recomendaciones:**

Es posible que en su escuela no haya suficiente espacio abierto para hacer esta actividad o que sea complicado salir de la sala. En ese caso, puede cambiar la escala de la distancias de los planetas en relación al Sol, reduciendo la distancia por el factor que sea necesario. Note que con esta escala, los diámetros de los planetas, también serán varias veces más pequeños y por lo tanto muy difíciles de ver, por lo que una alternativa es que sólo reduzca la escala de distancias y no de tamaños...siempre explicando sus estudiantes.

EJEMPLO DE TABLA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO  
CONSIDERANDO EL TAMAÑO A ESCALA DE CADA PLANETA

PLANETAS	TAMAÑO REAL (km)	OBJETO DEL MODELO (mm)	DISTANCIA AL SOL (UA)	DISTANCIA EN EL MODELO (m)	DISTANCIA EN EL MODELO
Sol	1.391.000	Balón (230 )	0,00	0	0
Mercurio	4.879	Cabeza de alfiler (0.8)	0,39	1	10 cm
Venus	12.104	Grano de pimienta (2)	0,72	1,8	18 cm
Tierra	12.742	Grano de pimienta (2)	1,00	2,5	25 cm
Marte	6.779	Semilla de Sésamo (1)	1,52	3,8	40 cm
Júpiter	139.822	Nuez (24)	5,20	13	1,3 m
Saturno	116.464	Avellana (20)	9,54	24	2,4 m
Urano	50.724	Maní (9)	19,19	48	4,8 m
Neptuno	49.244	Maní (8)	30,07	75	7,5 m

Al cerrar esta etapa, motive a que los grupos de trabajo que construyeron sus modelos comparen sus cálculos y métodos: ¿Son los métodos equivalentes? ¿El tamaño de los planetas se encuentra a escala? Discutan los resultados.

## 2 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿ES LA TIERRA MÁS PEQUEÑA DE LO QUE PARECE?



## REFLEXIÓN

Para contribuir al contraste entre los conocimientos previos y las hipótesis planteadas para llegar a obtener conclusiones en base a la información recopilada en la exploración, los estudiantes apreciarán los tamaños y distancias calculadas por sus compañeros.

Invite a la reflexión con preguntas, por ejemplo: ¿Cómo son los tamaños de los planetas comparados con la extensión del Sistema Solar?, ¿Es la Tierra más pequeña de lo que parece?. Comparen las percepciones que tenían inicialmente del Sistema Solar, con los resultados obtenidos mediante la elaboración de un modelo basado en datos científicos y motívelos a registren los comentarios sobre las diferencias y similitudes.

Formule preguntas para incentivar nuevas indagaciones, como por ejemplo: ¿Cómo explicarías el hecho de que los planetas más grandes están más alejados del Sol?; Si hay otras estrellas similares al Sol que tienen sus propios planetas orbitando a su alrededor, ¿Cómo serían estos sistemas solares? ¿Qué características comunes tendrán con nuestro Sistema Solar?



## APLICACIÓN

Para llevar a la práctica lo aprendido en el ciclo de indagación, se pueden desarrollar pequeños trabajos de investigación que inviten a aplicar y transferir lo aprendido a situaciones nuevas. Por ejemplo, invítelos a revisar sitios en internet que muestren imágenes del Sistema Solar y evaluar si las proporciones están bien representadas. Capaz que se lleven muchas sorpresas.

Otra opción, es mostrar a sus estudiantes videos como el que indicamos más abajo, que muestra el Sistema Solar a una mayor escala que la realizada anteriormente, para generar mayor curiosidad: <https://vimeo.com/139407849>

Luego de ver el video, pueden analizarlo en grupos. Pídale registrar todos los comentarios y nuevas ideas. Guíe esta parte preguntando: ¿Qué preguntas les surge al ver el video?, ¿Qué sensación les produce el visualizar el Sistema Solar a escala territorial?, ¿Qué aspectos clarifican a partir de lo observado en el video?. Pida que seleccionen un representante para que compartan sus respuestas junto a todo el curso.

Actividad modificada del texto "El Universo a sus pies. Actividades y recursos para astronomía" de Andrew Fraknoi y Denis Schatz (2002) Descargable en: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED482735.pdf>





Le invitamos a descargar  
la "Bitacora del Joven  
Astrónomo" desde  
el sitio web:

[www.explora.cl/coquimbo](http://www.explora.cl/coquimbo)



## Recursos de Aprendizaje:

### A. BITÁCORA DEL JOVÉN ASTRÓNOMO

1.- ¿Cómo te imaginas el Sistema Solar? Elabora un dibujo o esquema que represente tus ideas sobre nuestro Sistema Solar y escribe tus ideas o conceptos acerca del tema.

2.- ¿Sobre qué aspecto característico del Sistema Solar te parece interesante conocer más? Elabora una tabla que incluya todas las dudas que surgen sobre el tema y formula preguntas:

	Inquietud	Preguntas
1		
2		
3		
4		
5		

### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?

# ACTIVIDAD 3 INDAGATORIA

¿En qué lugar del cosmos  
estamos situados?

ESTUDIO DE LAS GALAXIAS

CARACTERÍSTICAS DE NUESTRA GALAXIA, "LA VÍA LÁCTEA"

CLASIFICACIÓN DE GALAXIAS



### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?



## Galaxias en el Universo

### FORMACIÓN

De acuerdo al entendimiento moderno de quienes se dedican a la astronomía, el origen del Universo se remontaría a unos diez o veinte billones de años, cuando ocurrió el evento llamado Big Bang. Se hipotetiza que, toda la materia y energía presentes en el universo actual, estaban concentradas en un volumen muy pequeño (una muy alta densidad) y habría ocurrido una gran explosión mediante la cual el universo se comenzó a expandir hasta el día de hoy. El universo primitivo dominado por radiación fue enfriándose, permitiendo así la formación de átomos, al principio hidrógeno y helio. Luego, se formaron densas nubes de gas debido a la gravedad, dando así origen a las estructuras reconocibles mayores del universo: las galaxias. En el interior de estas galaxias, existían nubes mucho más pequeñas que también experimentaban colapsos gravitatorios, las temperaturas interiores se hicieron muy altas, se iniciaron reacciones termonucleares y así se formaron las primeras estrellas. En general, una galaxia consiste en un sistema de estrellas, polvo, gas y materia oscura.

# El origen del Universo

Los científicos han logrado determinar que todo se inició hace 14 mil millones de años, cuando un punto de energía muy brillante e infinitamente caliente explotó.

Es lo que se conoce como Big Bang.

Después de esta explosión y como un proceso paulatino se fue formando el Universo, que desde entonces se mantiene en constante expansión.

Comienza el Tiempo  
(Big Bang)

1 Segundo

$10^{27}^{\circ}\text{C}$

3 Minutos

$10^8^{\circ}\text{C}$

300 000 Años

$10\,000^{\circ}\text{C}$

1 Billón de Años

$-200^{\circ}\text{C}$

“  
Según la  
astronomía moderna,  
Estrellas, planetas,  
galaxias... Todo se formó  
a partir del **Big Bang**.”

### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?

#### CLASIFICACIÓN DE GALAXIAS

A modo general, la clasificación de objetos depende de los instrumentos y los alcances de las observaciones. Esto también aplica al caso de las galaxias. La fotometría óptica fue el método utilizado históricamente para observar galaxias. Por lo tanto, la clasificación morfológica definida por Edwin Hubble en el año 1926 (un gran astrónomo estadounidense) sigue siendo la más conocida hasta el día de hoy.

Las mediciones de Edwin Hubble demostraron que todas las galaxias, excepto la vecina Andrómeda, se alejan de otra, evidenciando la expansión del universo. Las actuales mediciones que hacen los astrónomos no solo confirman esta expansión, sino que también han determinado que la expansión ocurre de forma acelerada. En pocas palabras, estamos sumergidos en un universo de grandes dimensiones y en movimiento expansivo y acelerado.

"Diapasón de Hubble" o Esquema de Clasificación Morfológica de Galaxias: Elípticas (**E**), Espirales (**S**) e Irregulares (**Irr**). Las galaxias espirales se dividen en dos grupos, las Espirales Normales (**S**) y las galaxias Espirales Barradas (**SB**). Más adelante una nueva clase fue añadida, las galaxias Lenticulares (**S0**), y las subclases se expandieron.

## Esquema de Clasificación Morfológica de Galaxias



## FORMAS DE GALAXIAS



Eso

**Galaxias Elípticas:**  
Tienen una distribución de luz relativamente uniforme y suave, y aparecen como elipses en las imágenes. A estas galaxias se les subclasifica de acuerdo a sus características. A la sigla "E" para galaxias elípticas le sucede un número de 0 a 7 (E0, E1, etc.), de acuerdo a sus elipticidades.



Eso

**Galaxias Espirales:**  
Consisten en un disco con estructura de brazos espirales y un bulbo central. Estas galaxias se subdividen en barradas (SB) y sin barra (únicamente S), y a estas subclasificaciones se les añade una letra a, b o c, según el ángulo de los brazos espirales con respecto a la barra o el el bulbo de donde nacen.



Local Group Galaxies survey team / NOAO/ AURA / NSF

**Galaxias Irregulares:**  
Son galaxias con solo una débil estructura regular (Irr I) o que no poseen una estructura regular (Irr II).



ESO / IDA / Danish 1.5 m / R. Galder &amp; J.E. Ovaldsen

**Galaxias Lenticulares:**  
Son una transición entre elípticas y espirales. También se les llama lenticulares ya que son galaxias en forma de lenteja que también se subdividen en S0 y SB0, según muestren o no una barra. Contienen un bulbo y una gran región envolvente de brillo que a menudo aparece como un disco sin brazos espirales.

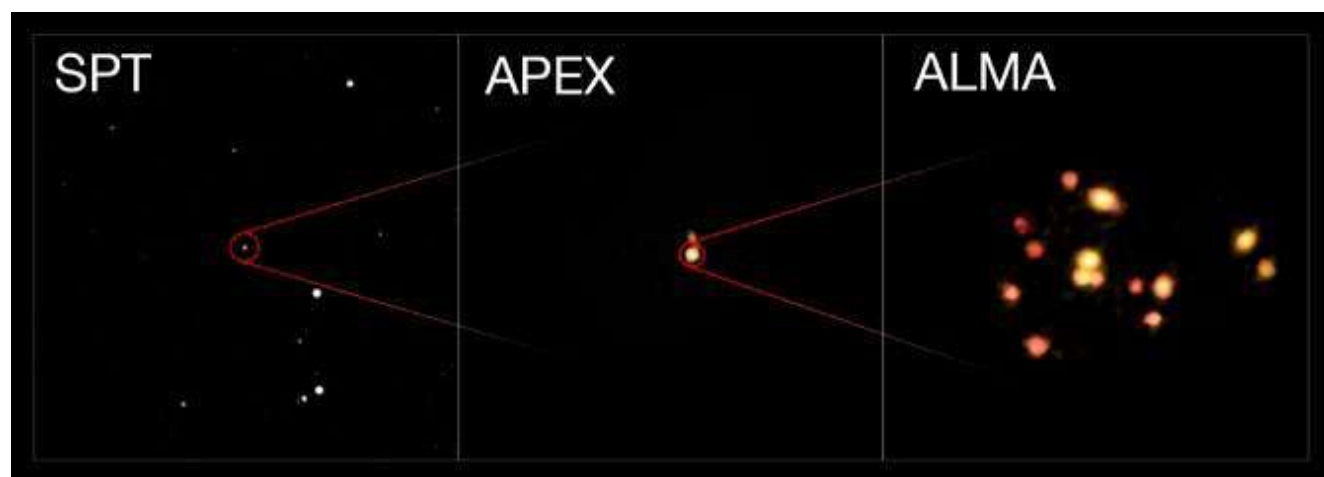
### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?

#### CÚMULOS Y GRUPOS DE GALAXIAS

Las galaxias no se distribuyen uniformemente en el espacio, sino que muestran una tendencia a agruparse en grupos de galaxias y cúmulos de galaxias. La Vía Láctea, en sí, es un miembro de un grupo llamado Grupo Local. La distinción entre grupos y cúmulos de galaxias está hecha por el número de sus galaxias miembros. En términos generales, los grupos de galaxias contienen menos de 50 miembros, y los cúmulos de galaxias están compuestos por más de 50 miembros. Los cúmulos de galaxias poseen masas típicas de  $\sim 3 \times 10^{14} M_{\odot}$  (masas solares). Es decir, la masa de un cúmulo de galaxias, es equivalente a 300.000.000.000.000 veces la masa del Sol, siendo las estructuras gravitacionalmente unidas más masivas del Universo. Los grupos de galaxias poseen masas del orden de  $\sim 3 \times 10^{13} M_{\odot}$ .

Los cúmulos de galaxias juegan un papel muy importante en la cosmología observacional. Son las estructuras más unidas y relajadas en el Universo (es decir, en un estado de equilibrio dinámico aproximado), y por lo tanto muestran las concentraciones de densidad más prominentes de la estructura a gran escala en el Universo. Debido a la alta densidad de galaxias, los cúmulos y grupos de galaxias también son laboratorios ideales para estudiar las interacciones entre galaxias y su efecto sobre la población de galaxias. Por ejemplo, el hecho de que las galaxias elípticas se encuentren preferentemente en cúmulos de galaxias indica el impacto de la densidad de galaxias locales sobre la morfología y la evolución de las galaxias.



Cúmulos o grupos de galaxias. 3 vistas de un grupo de galaxias llamada SPT2349-56. La imagen de la izquierda corresponde a una vista amplia conseguida con el South Pole Telescope que revela un punto brillante. La imagen central es una vista lograda con el Atacama Pathfinder Experiment (APEX) que muestra más detalles. La imagen de la derecha es una fotografía tomada con el Atacama large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) y muestra que el objeto es un grupo de 14 galaxias en proceso de formar un cúmulo de galaxias (Crédito: ESO/ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)/Miller et al).

### NUESTRA GALAXIA "VÍA LÁCTEA"

La Vía Láctea, la galaxia en la que vivimos, no es más que una de muchas galaxias, perteneciente a clase de galaxias espirales. En estas galaxias la mayoría de las estrellas se limitan a un disco relativamente delgado. En nuestra propia galaxia, este disco puede ser visto como una banda de estrellas que se extiende por el cielo nocturno, lo cual llevó a que fuera nombrada la Vía Láctea.

Nuestra galaxia posee alrededor de cien mil millones de estrellas, las cuales tienen edades muy diferentes. Las estrellas más antiguas tienen unos 12 mil millones de años, mientras que en algunas regiones todavía nacen estrellas, como es el caso de la conocida Nebulosa de Orión. Esto implica que el contenido estelar de las galaxias cambia con el tiempo.

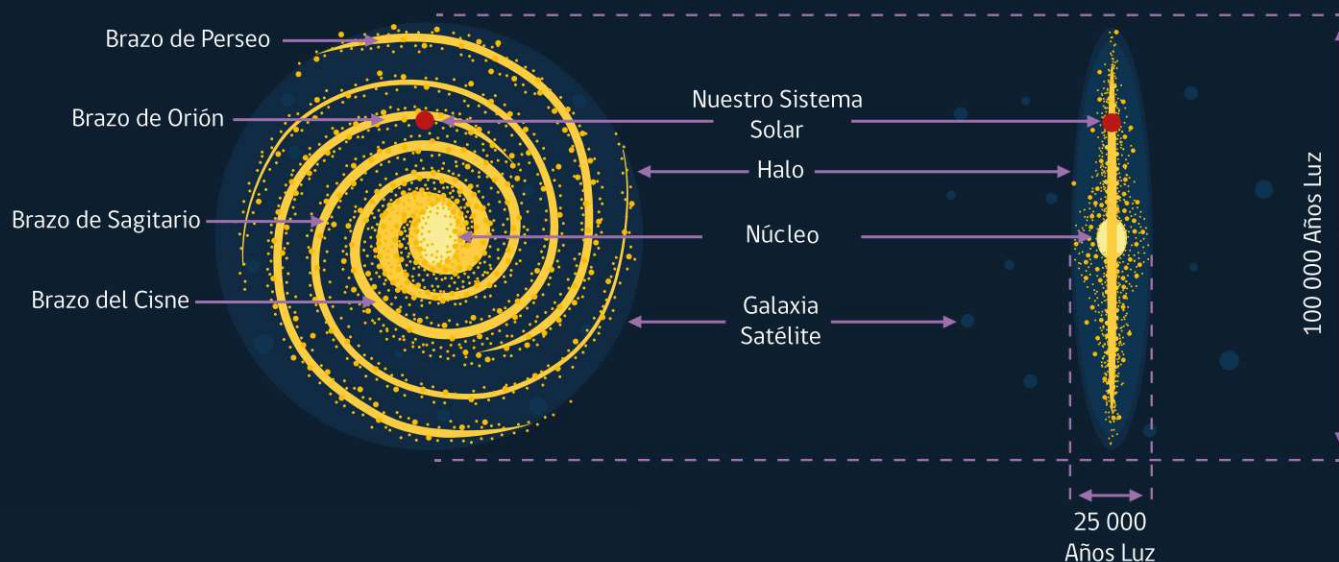
En términos generales, la Vía Láctea, está formado por el disco, el bulbo central, y el halo galáctico - una distribución aproximadamente esférica de estrellas viejas y cúmulos globulares que rodean el disco -. El bulbo central es más bien ovalado por lo que se considera una galaxia espiral barrada (SB y aparentemente de tipo c, según la clasificación de Hubble). El disco, contiene brazos espirales similares a los observados en otras galaxias. El Sol, junto con sus planetas, orbitan alrededor del centro galáctico en una órbita aproximadamente circular.

**Halo:** Contiene estrellas aisladas y envuelve al núcleo y al disco.

**Disco Galáctico:** Esta formado por cuatro brazos espirales, donde se hallan las estrellas más jóvenes.

**Núcleo Central o Bulbo:** Forma el centro de la galaxia y está constituido por las estrellas más viejas.

Estructura Esquemática de la Vía Láctea consistente en: El Disco, Bulbo Central con el Centro Galáctico y el Halo Esférico.



### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?



## ¿En qué lugar del cosmos estamos situados?

**NIVEL EDUCACIONAL:** Primero de Educación Media.

**DURACIÓN:** 2 -3 sesiones, dependiendo de la planificación docente.

#### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:

Describir y comparar diversas estructuras cósmicas, como meteoros, asteroides, cometas, satélites, planetas, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulo de galaxias, considerando: sus tamaños y formas, sus posiciones en el espacio, temperatura, masa, color y magnitud, entre otros.

#### INDICADORES DE EVALUACIÓN

Los y las alumnas que han alcanzado este aprendizaje:

Describen estructuras cósmicas, como, estrellas, nebulosas, galaxias y cúmulos de galaxias, considerando forma, tamaño y posición, entre otras características.

#### OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

- Elaborar representaciones sobre nuestra galaxia Vía Láctea, vista tanto frontalmente como de perfil, señalando sus dimensiones en años-luz, el número aproximado de estrellas que la conforman e indicando en ella la posición del Sistema Solar.
- Comparar nuestra galaxia con otras que conforman nuestro grupo local (las nubes de Magallanes y Andrómeda, por ejemplo).

#### ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

Uno de los aspectos más interesantes de esta actividad - y a menudo el más difícil para los profesores - es el no proveer

las respuestas correctas de inmediato cuando los estudiantes pregunten. Al no dar respuestas inmediata, se motivará la observación y el descubrimiento personal.

#### MATERIALES

- Imágenes de galaxias.
- 2 - 3 hojas tamaño carta de cartulina negra.
- Un par de cucharadas de sal de mar fina.
- Bitácora de investigación.
- Tabla de clasificación de las galaxias.



### FOCALIZACIÓN

Con el objetivo de activar y explorar las ideas previas de los estudiantes se les puede pedir que dibujen en sus bitácoras de investigación cómo se imaginan el Universo, la Vía Láctea y la ubicación del Sistema Solar en la galaxia. Se pueden plantear preguntas como: ¿Qué te imaginas que existe más allá del Sol? ¿En qué lugar del cosmos estamos situados? Pregunte si algún estudiante quiere mostrar y explicar su dibujo al resto del curso. Haga que los estudiantes comparen sus imágenes, y que discutan por qué las imágenes son diferentes.

Escriba todas las ideas y preguntas que surjan en un papelógrafo y péguelo en un lugar visible de la sala, para observar y comparar el desarrollo de sus ideas durante la experiencia. Mencione a sus estudiantes que durante las próximas semanas ellos estudiarán y realizarán actividades que les permitirá conocer que hay más allá del Sistema Solar. Luego, tendrán la oportunidad de revisar sus ideas iniciales, ya sea para modificarlas o complementarlas con los datos obtenidos en la exploración.

Es mejor no dar una respuesta inmediata a las preguntas que planteen los estudiantes, sino más bien úselas para indagar en las ideas previas de los estudiantes. Es importante que los dibujos realizados sean conservados pues se usarán en la fase de Reflexión.

Posterior a la confección de los dibujos, pida a los estudiantes que se organicen en grupos y piensen sobre lo que observan cuando miran al cielo de noche. Hágales la pregunta: ¿Qué vemos al mirar el cielo de noche? Luego invítelos a desparramar sobre la hoja negra una media cucharadita de sal de mar fina y se imaginen que representa el cielo nocturno. ¿Qué se imaginan? Pueden registrar las descripciones en sus bitácoras. Luego marcarán un cuadrado de 2 x 2 cm en un sector de la hoja donde haya mayormente espacio negro y en una nueva hoja volverán a desparramar media cucharita de sal. Luego indique que esta nueva hoja corresponde a la región señalada por el recuadro de la primera hoja, observada con un telescopio. Pida describir nuevamente lo observado en la segunda hoja y plantee algunas preguntas: ¿Se diferencian mucho ambas hojas? ¿Qué similitudes hay con lo que vemos en el cielo de noche?

Es importante destacar a los estudiantes que ambas hojas con sal representan distintas profundidades de una misma zona en el cielo. Lo que se espera es que digan que en el cielo hay regiones con puntos brillantes y otras zonas oscuras.

En base a lo trabajado pregunte: ¿Pueden asegurar que cuando observan a simple vista el cielo, las regiones oscuras no contienen objetos? Pida a los grupos que den a conocer sus observaciones y respuestas. Registre en un papel o pizarrón las ideas de los estudiantes. Lleguen a consensos sobre elementos comunes y nuevos.

A medida que se pase por los diferentes grupos de trabajo, haga anotaciones de los comentarios y descripciones de sus estudiantes, para utilizarlas en el momento de la reflexión y profundización conceptual.

Preséntele la siguiente situación: Si la hoja 2 representa una profundización del cielo nocturno observada con un telescopio y volvemos a enfocarnos en una sección pequeña de la hoja y sacamos una fotografía con un telescopio aún mucho más potente ¿Qué se observaría? Puede usar alguna lámina que muestre alguna galaxia o volver a usar una hoja negra colocando pequeñas concentraciones de sal. Explique que esos ocúmulos de sal (o la lámina con una galaxia) muestran objetos no puntuales llamados galaxias.

## REPRESENTACIÓN DE UNA GALAXIA EN ESPIRAL



Galaxia en espiral NGC 1964, ubicada a unos 70 millones de años luz de distancia en la constelación de Lepus (La Liebre) (Crédito: ESO/Jean-Christophe Lambry).

### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?



La observación a simple vista del cielo nocturno presenta principalmente estrellas u otros objetos en movimiento, como planetas y/o satélites que reflejan la luz del Sol, los que se ven como puntos luminosos en el cielo y parecieran estar quietos. En las regiones oscuras existen diversos objetos que sólo pueden ser vistos por medio de telescopios, como los objetos no puntuales llamados galaxias. Esta actividad pretende que los estudiantes comiencen a entender que no bastan los sentidos para conocer la naturaleza y sus fenómenos. Es justamente por esto que al reconocer sus limitaciones, los científicos se han visto en la necesidad de construir aparatos o herramientas para ir más allá de nuestras capacidades humanas.

Para cerrar esta fase puede preguntar: ¿En qué galaxia se encuentra nuestro Sistema Solar? ¿Qué tipo de galaxia es? ¿Cómo es el tamaño del Sistema Solar en relación a la galaxia? Qué cada grupo defina una pregunta en relación al tema para seguir profundizando y motiveles a realizar una búsqueda bibliográfica de los aspectos que les llama la atención. Una vez definida la pregunta de trabajo, incentive a los estudiantes a formular hipótesis, predicciones y posibles respuestas a su pregunta.



## EXPLORACIÓN



En esta etapa se ofrecerán alternativas de trabajo donde los estudiantes puedan responder sus preguntas y contrastar sus "hipótesis". Para esto, los estudiantes realizarán un ejercicio de clasificación de galaxias y luego, construirán un modelo de nuestra galaxia.

### EJERCICIO 1: ¿CÓMO SE AGRUPAN LAS ESTRUCTURAS CÓSMICAS DEL UNIVERSO?

Previo a la actividad puede solicitar a los estudiantes que busquen y lleven al taller imágenes de galaxias y cúmulos de galaxias. Después de conformarlos en equipo y juntar las imágenes, desafíelos a agrupar estas fotografías por algún criterio de similitud, sea por forma o tamaño, por ejemplo. Además deben dar el nombre a cada grupo formado.

Interactúe con cada equipo y pídeles que expliquen el criterio que utilizaron para agruparla. Con esto se busca que comprendan cómo los astrónomos han buscado formas de clasificar las galaxias.

Una vez hayan realizado sus propias clasificaciones, presénteles el esquema de clasificación morfológica de galaxias de Edwin Hubble ("Diapasón de Hubble"). Señale que en astronomía también las galaxias han sido clasificadas y que se les ha dado un nombre. Los nombres comunes dados son: "galaxias elípticas, espirales e irregulares". Puede proporcionarles antecedentes con la descripción de cada una y proyectar imágenes de estos tipos de galaxias o representar mediante un dibujo en la pizarra. Luego motive a sus estudiantes que observen nuevamente las fotografías de las estructuras cósmicas y que las vuelvan a clasificar, pero esta vez con las categorías científicas mencionadas.

Mantenga a la vista la "Tabla de clasificación de estructuras cósmicas". Pida que en sus bitácoras dibujen cada una de ellas, las pinten y escriban sus nombres.

Mencione que en el Universo existen millones de galaxias, las que a su vez se agrupan en cúmulos y estos constituyen otros componentes que son parte del Universo. Proporcione información sobre el grupo de galaxias más cercanas a la nuestra llamado grupo local. Es importante que los y las estudiantes desarrollen el concepto de que las galaxias adquieren distintas formas y que ellas han sido agrupadas en diferentes grupos de clasificación.

#### **EJERCICIO 2: ¿DÓNDE ESTAMOS EN LA VÍA LÁCTEA?**

Luego de la experiencia realizada anteriormente sobre la clasificación de las galaxias, inicie esta parte con las preguntas: ¿Cómo se llama nuestra galaxia? ¿Qué tipo de galaxia es?

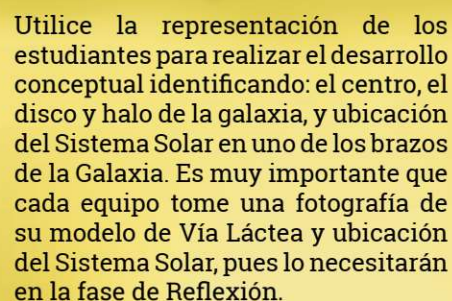
Pida que elaboren un dibujo en la bitácora de investigación que represente nuestra galaxia vista tanto frontalmente y de perfil. Después que hayan realizado el dibujo plantee la pregunta: ¿Dónde está ubicado nuestro Sistema Solar en la galaxia? Que lo dibujen y presenten su dibujo e ideas al resto del curso.

Una vez que han concluido haga que intercambien las representaciones elaboradas y que comparen las coincidencias y diferencias entre los dibujos, así como las explicaciones que surjan al respecto. Luego invítelos a realizar la siguiente experiencia, que tiene como objetivo representar una galaxia espiral como la Vía Láctea.

#### **CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DE LA VÍA LÁCTEA**

Previo a la actividad, es necesario pedir a cada equipo que lleve al taller: 1 puñado de arena (basta con la que se usa en la construcción), 1 grano de arena pintado de color amarillo y una hoja de cartulina negra (de aprox. 50 x 40 cm). Muéstreles una imagen que represente nuestra galaxia que incluya la ubicación

del Sistema Solar e invítelos a "dibujar" con la arena la Vía Láctea sobre la hoja negra. Una vez concluido el modelo de la Vía Láctea, puede indicar que el grano de color amarillo va a representar a nuestro Sistema Solar y deben ubicarlo en el modelo de la galaxia. Un dato importante que aportar, es que el Sol está a unos 27.700 años luz del centro de la Vía Láctea, y un año luz es equivalente a 9.460.730.472.581 km. Invite a sus estudiantes a fotografiar el modelo realizado.



Utilice la representación de los estudiantes para realizar el desarrollo conceptual identificando: el centro, el disco y halo de la galaxia, y ubicación del Sistema Solar en uno de los brazos de la Galaxia. Es muy importante que cada equipo tome una fotografía de su modelo de Vía Láctea y ubicación del Sistema Solar, pues lo necesitarán en la fase de Reflexión.

Para concluir, haga mención que si construyéramos un modelo a escala de la Galaxia Vía Láctea usando la información que disponen los astrónomos y con granos de arena de 1 mm que representen los objetos cósmicos presentes en la galaxia, necesitaríamos 9 camiones con arena distribuidos en una distancia de miles de kilómetros.

## **¡NUESTRA GALAXIA ES GIGANTESCA!**

### 3 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?

#### REFLEXIÓN



Esta etapa provee una oportunidad para examinar las teorías personales de los estudiantes sobre como imaginan el Universo, la Vía Láctea y la ubicación del Sistema Solar en la galaxia, por lo que se requiere comparar los esquemas realizados en la fase de Focalización.

Invite a sus estudiantes a contrastar sus dibujos iniciales de la Galaxia Vía Láctea con la ubicación del Sistema Solar y la fotografía del modelo de la Galaxia realizado en la fase anterior. Para fomentar la reflexión puede hacer preguntas como: ¿Cuáles son las principales diferencias que pueden observar entre los dibujos iniciales? ¿Qué podemos decir sobre las "hipótesis" planteadas? ¿Fueron correctas sus ideas que tenían inicialmente? ¿Cómo cambia la idea inicial que tenías sobre el Universo y la ubicación del Sol en la Galaxia?

Las preguntas son claves al momento de motivar la reflexión. Por otra parte, a modo de evaluación durante el desarrollo de la actividad, puede verificar si sus estudiantes describen las diferencias o semejanzas entre sus ideas previas y la información proporcionada gracias a las construcciones de modelos del Universo y la Galaxia.



#### APLICACIÓN

En esta etapa, se espera que sus estudiantes proyecten el conocimiento a nuevas situaciones que ayuden a afirmar el aprendizaje y asociarlo al acontecer cotidiano. A su vez, permite al docente comprobar si los estudiantes han internalizado de manera efectiva ese aprendizaje y generar ideas para nuevas indagaciones.

Una vez se hayan conformado en equipos, plantee la pregunta: ¿Cómo es nuestra Galaxia comparada con otras galaxias? Para resolver la pregunta proporcione la siguiente Tabla de distancias a la Vía Láctea y tamaños aproximados de algunas galaxias en años luz (recuerde que un año luz es equivalente a 9.460.730.472.581 km). Invítelos a analizar los datos.

## DISTANCIA A LA VÍA LÁCTEA Y TAMAÑOS DE ALGUNAS GALAXIAS

GALAXIA	DIÁMETRO (Años Luz)	DISTANCIA A LA VIA LÁCTEA (Años Luz)
Vía Láctea	50.000	
Gran Nube de Magallanes	1.900	157.000
Pequeña Nube de Magallanes	500	200.000
Leo I	1.500	820.000
Andrómeda	110.000	2.500.000
El Triángulo V	25.000	2.800.000
El Sombrero	50.000	28.000.000

Incentive a los grupos a construir un esquema en que se ordenen las galaxias en orden de menor a mayor tamaño, representando a la galaxia con un círculo de tamaño proporcional. Lo mismo se puede hacer con las distancias.

Dependiendo de las características del grupo, también le puede solicitar a sus estudiantes que realicen los cálculos necesarios para decir cuántas veces más grande o más pequeña es la Vía Láctea en relación a las otras galaxias.

Puede organizar a los equipos para que presenten los productos obtenidos al grupo curso.

3 ACTIVIDAD INDAGATORIA  
¿EN QUÉ LUGAR DEL COSMOS ESTAMOS SITUADOS?



Le invitamos a descargar  
la “Bitacora del Joven  
Astrónomo” desde  
el sitio web:

[www.explora.cl/coquimbo](http://www.explora.cl/coquimbo)



**Recursos de Aprendizaje:**  
**A. BITÁCORA DEL JOVÉN ASTRÓNOMO**

Actividad:

Investigador:

Fecha:

1.- ¿Qué imaginas que existe más allá del Sol? (Dibuja y explica)

2.- ¿Puedes asegurar que cuando observan a simple vista el cielo, las regiones oscuras no contienen objetos? ¿Qué nombres les dan a los objetos no puntuales?

Predicciones:

3.- Elabora una tabla que incluya todas las dudas que surgen sobre el tema y formula preguntas:

	Inquietud	Preguntas
1		
2		
3		
4		
5		

4.- Analicen algunas predicciones astronómicas:

- Las galaxias, en general, se alejan unas de otras.
- Nuestra Galaxia chocará con la galaxia Andrómeda.
- En los centros de la mayoría de las galaxias debe haber agujeros negros.

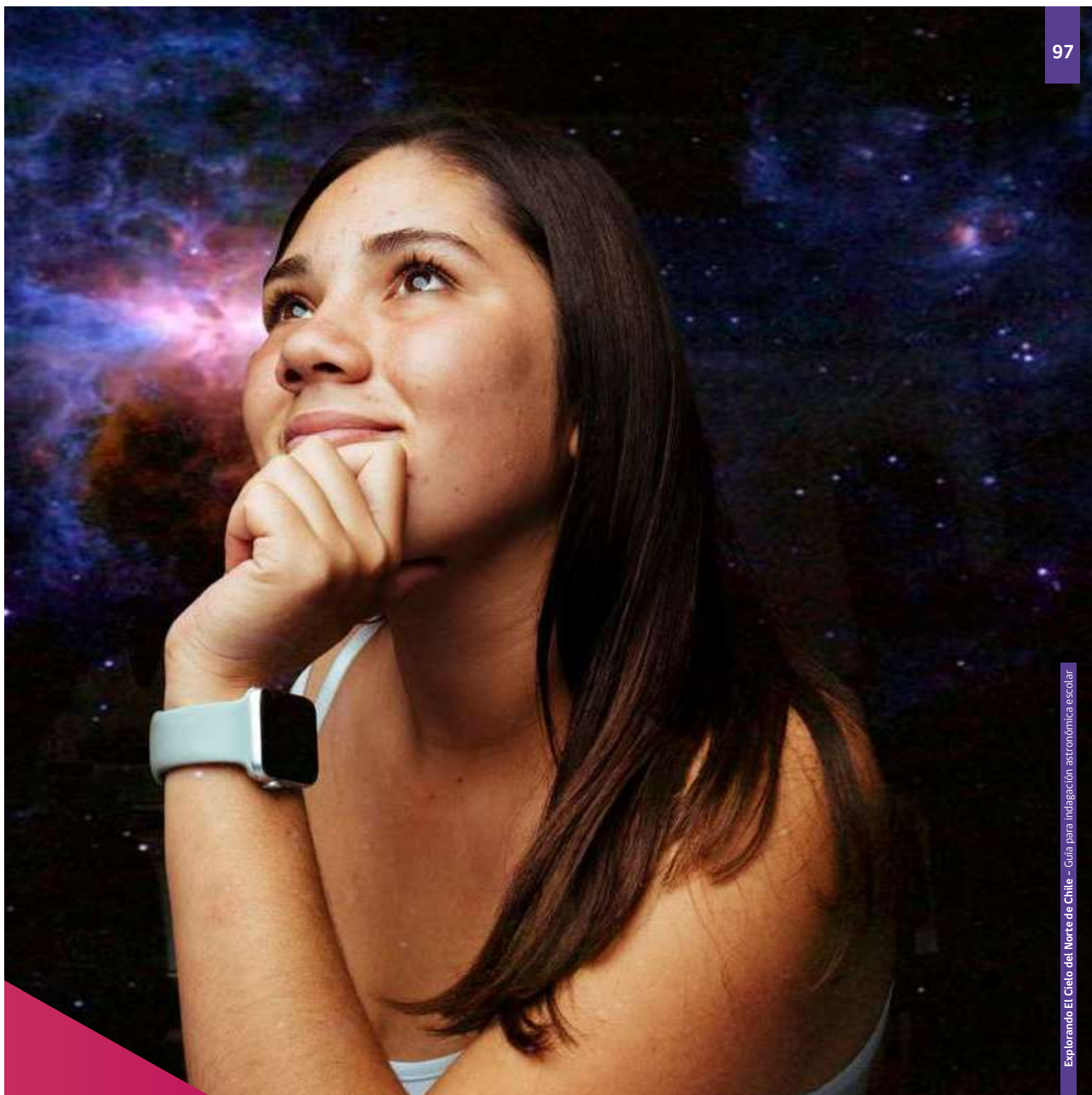
## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

# ACTIVIDAD INDAGATORIA 4

¿Qué hay en el cielo para orientarse en la Tierra?

LA ASTRONOMÍA A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS  
MOVIMIENTO DE ROTACIÓN DE LA TIERRA  
POLOS TERRESTRES Y POLOS CELESTES  
MERIDIANOS Y PARALELOS DE LA TIERRA  
COORDENADAS GEOGRÁFICAS: LATITUD Y LONGITUD  
MOVIMIENTO DE TRASLACIÓN DE LA TIERRA



## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?



## La Astronomía a través de los tiempos

Los primeros indicios de observaciones astronómicas provienen de culturas tan antiguas como los babilonios, egipcios, chinos, griegos, entre otras. Particularmente los babilonios se destacaron por sus observaciones astronómicas y la construcción de calendarios, las cuales han sido rescatadas gracias al hallazgo de tablillas de arcilla escritas aproximadamente el año 550 a.C. Los chinos, babilonios y también los antiguos egipcios, desarrollaron, a partir de sus estudios sobre el cielo, una serie de calendarios, notables por su gran precisión. Lo anterior, nos da la posibilidad de tener una orientación espacial y temporal, las que están basadas en la observación de ciclos astronómicos principalmente del Sol y/o la Luna.

Desde las más ancestrales culturas ha existido una semana de siete días, correspondiente a cada fase de la Luna, y los doce meses del calendario han reflejado el ciclo de las fases de la Luna, doce veces al año. Disponer de un calendario implicaba poder registrar las estaciones y, así, saber cuándo plantar y recoger las cosechas. Para los egipcios, cuya economía dependía de la agricultura, un instrumento así significaba poder predecir en qué momento se producirían las crecidas del río Nilo que regaban sus campos.

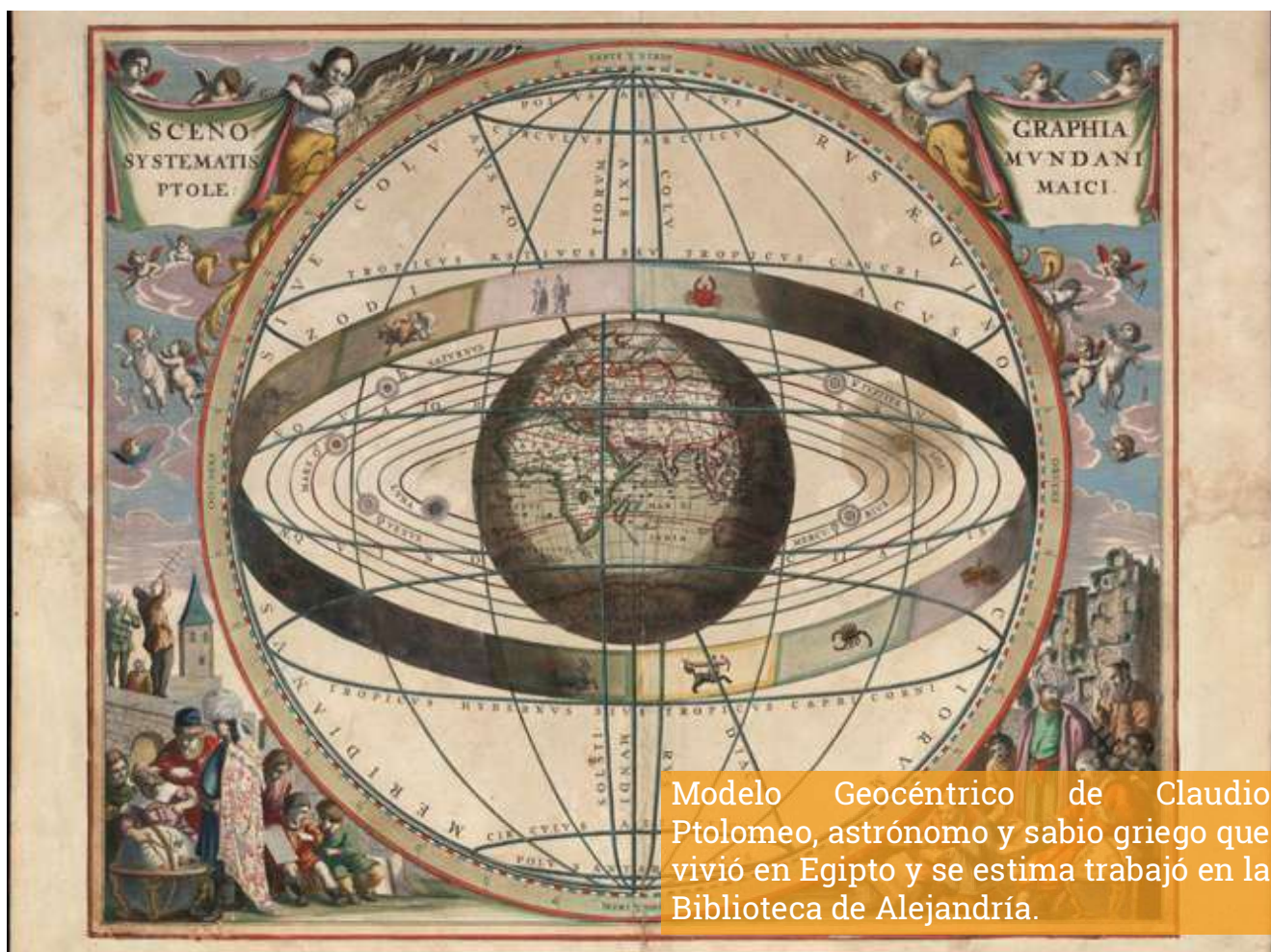
La alta dedicación a la observación de la naturaleza permitió que estas culturas desarrollaran cartas estelares y mapas del cielo, que tienen relación con la identificación y localización de objetos astronómicos tales como estrellas, constelaciones y galaxias. Hasta ahora planos o mapas del cielo han sido útiles para la navegación marítima, principalmente para posibilitar la orientación de los barcos en alta mar donde no hay más referencias para ubicarse. Otra herramienta tecnológica que se ha utilizado históricamente además de las cartas estelares, son el astrolabio y el planisferio celeste.



Atlas estelar chino de Dunhuang. Representación completa del cielo, con unas 1.585 estrellas distribuidas en 257 agrupaciones o "asterismos".

De los aportes hechos por grandes pensadores, uno de los más influyentes fue Aristóteles, que vivió entre los años 384 y 322 a.C. Este filósofo griego, argumentó tres pruebas empíricas para explicar que la Tierra era redonda, aunque seguía manteniendo la teoría de que era el centro del Universo, alrededor del cual giraban el Sol, la Luna, los planetas y una esfera que mantenía a todas las estrellas "fijas".

Otro destacado astrónomo y sabio griego, Claudius Ptolemaeus publicó, en el año 140 d.C. aprox., una admirable enciclopedia de la ciencia clásica, el *Almagest* (El gran tratado), en la cual plasmó siglos de observaciones babilónicas sobre los movimientos de los planetas, para apoyar sus argumentos de que la Tierra era el centro del Universo. Su complejo sistema de "círculos dentro de círculos" acabaría convirtiéndose en un acertado método matemático para pronosticar los movimientos de los planetas.



## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

Tuvo que pasar mucho tiempo para que la teoría geocéntrica de Ptolomeo fuera refutada en el siglo XVI por el monje astrónomo polaco Nikolaj Kopernik (Nicolás Copérnico), quien destronó a nuestro planeta como centro del Universo y probó que el matemático y astrónomo griego Aristarchus de Samos (Aristarco) (que murió unos 100 años antes Ptolomeo) tenía la razón, siendo la primera persona conocida que propuso al Sol como centro del universo conocido. Ya desde el comienzo de sus estudios, Copérnico creyó que el Sol, y no la Tierra, es el que está en el centro del sistema de planetas y las estrellas. En 1543, antes de morir, publicó su obra maestra, *Sobre la Revolución de las Esferas Celestes*, donde detalla sus ideas.

Se estima que la obra de Copérnico dio el origen a la astronomía moderna. Además, hubo dos acontecimientos posteriores que sirvieron de detonante a la “revolución copernicana”: las observaciones precisas sobre el cielo realizadas por el astrónomo danés Tycho Brahe antes de la invención del telescopio y la utilización de un sencillo catalejo por el astrónomo, filósofo, ingeniero, matemático y físico italiano Galileo Galilei.



Modelo Heliocéntrico de Nicolás Copérnico, un monje astrónomo del Renacimiento que pasó unos 25 años trabajando en el desarrollo de su teoría.

## CONSTELACIONES ESTELARES

Las estrellas cambian su posición durante una misma noche y de un mes a otro. En consecuencia no se ven las mismas estrellas todos los días del año ni tampoco en el mismo sitio. Para este efecto, las personas de los siglos pasados usando la creatividad y mucha imaginación asociaron figuras humanas y de animales en el cielo propias de la mitología local.

En la época de los griegos ya se habían reconocido 48 constelaciones, a su vez, muchas de ellas ya eran reconocidas previamente por los babilonios, egipcios y árabes. Aunque la formación de constelaciones está directamente relacionada con la creatividad o imaginación humana, actualmente se definen 88 constelaciones a partir de la convención de la IAU (Internacional Astronomy Union) en el año 1928. Sin duda las constelaciones más conocidas son aquellas 12 que se encuentran en la eclíptica (plano del Sistema Solar) y comúnmente llamadas las "constelaciones del zodiaco". Actualmente, se ha incluido una nueva constelación llamada Ofiuco que también se encuentra en la misma eclíptica. Generalmente, las constelaciones reciben un nombre en latín, el idioma común del mundo intelectual antiguo. La utilidad de las constelaciones tiene relación con la orientación espacial en las distintas épocas del año, y sirvieron además de referencia para detectar el movimiento de planetas, cometas, y otros objetos celestes.

Las estrellas asociadas a cada constelación son las mas brillantes a simple vista, siendo la mas brillante  $\alpha$ , despues le siguen  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ , y así sucesivamente. Estas estrellas aunque se ven aparentemente juntas, la mayoría de ellas no tiene ninguna relación unas con las otras, lo que echa por tierra cualquier interpretación de las mismas y su posible influencia para la vida humana. Las constelaciones y sus mitologías, asociadas a divinidades, héroes y personajes fantásticos, provienen de un conjunto de culturas donde mayormente se destacan los mitos griegos, en que podemos encontrar las famosas historias del cazador de Orión, las musas Pléyades, las luchas entre Taurus y Orión, la picadura del Escorpión, la historia del Centauro, el arquero de Sagitario, los gemelos de Geminis o los perros de caza (Canis Major y Canis Minor) de Orión, entre las muchas historias mitológicas.



Foto por: Joel González Palta

## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

Constelación de Orión “el cazador” y sus principales estrellas.



Nuestras culturas originarias también hicieron observaciones e interpretaciones de lo que ellos imaginaron más allá de la Tierra y que han sido transmitidas de generación en generación, dando forma a una cosmovisión propia.

Diversos investigadores han estudiado el conocimiento astronómico de la cultura mapuche, pero aun no existe un acuerdo pleno entre ellos. En una presentación realizada en el 2008 "Acercamiento a un estilo de astronomía mapuche: Las diferentes formas de observar los astros", el profesor Gabriel Pozo Menares resume el conocimiento mapuche sobre la visión del Wenu Mapu o "mundo de arriba" y explica su vinculación con el mundo natural-social-cultural. Entre los antecedentes recopilados destacan las referencias al Antü (Sol), Küyen (Luna), Wagleg (estrellas), Küzemallu (planetas) y Wagül (constelaciones), en lengua Mapuzungun.

En la investigación del profesor Pozo, además se incluyen referencias específicas a los planetas (Küzemallu): Júpiter (Yepun, "el que lleva la noche") y Venus (Wüñelfe, "el que trae la mañana"), así como a algunas constelaciones (Wagül):

- ★ Pléyades (Gaw o Gaw Poñü, "Ruidosas o agrupadas" o "papas amontonadas"), indicadores del inicio del año mapuche.
- ★ Orión (Welu Wixaw o Wixan, "unos tiran por allá, otros para acá", "tres estrellas grandes en fila, que se cruzan con tres estrellas en fila más pequeñas").
- ★ Cruz del Sur (Pünon Choyke o Namün Choyke, "Huella del avestruz", "pie de avestruz"). El avestruz fue un animal de mucha importancia para la alimentación del pueblo Mapuche y aún se representa en rituales como el Gillatun y el Geykerewen. En conjunto con la constelación Lükay, formada por las estrellas Hadar (Beta) y Rigil Kent (Alfa), "las boleadoras" o "boleadora lanzada" y Pünon conformarían la constelación que conocemos hoy en día como Cruz del Sur.
- ★ Centauro (Luan o Poxo Luan, "El guanaco"), constelación que se encuentra muy cerca de Pünon Choyke y del Lukay, y que podría representar la acción de cacería de estos animales.

Según el trabajo del profesor Pozo el pueblo mapuche también hace referncia a otros elementos del cielo, como el caso de las Nubes de Magallanes (Rügagko o Menoko, "Los pozos de agua" o "los ojos de agua") y la Vía Láctea (Rúpú Epew o Wenu Lewfö, "Río del cielo" o "camino del cielo"), donde se pueden ubicar todas las constelaciones mapuches.



**Ilustración con algunas de las constelaciones observadas por los mapuches: Pünon Choyke ("Pié de avestruz"), Luan ("El guanaco") y Lükay ("Boleadora lanzada").**

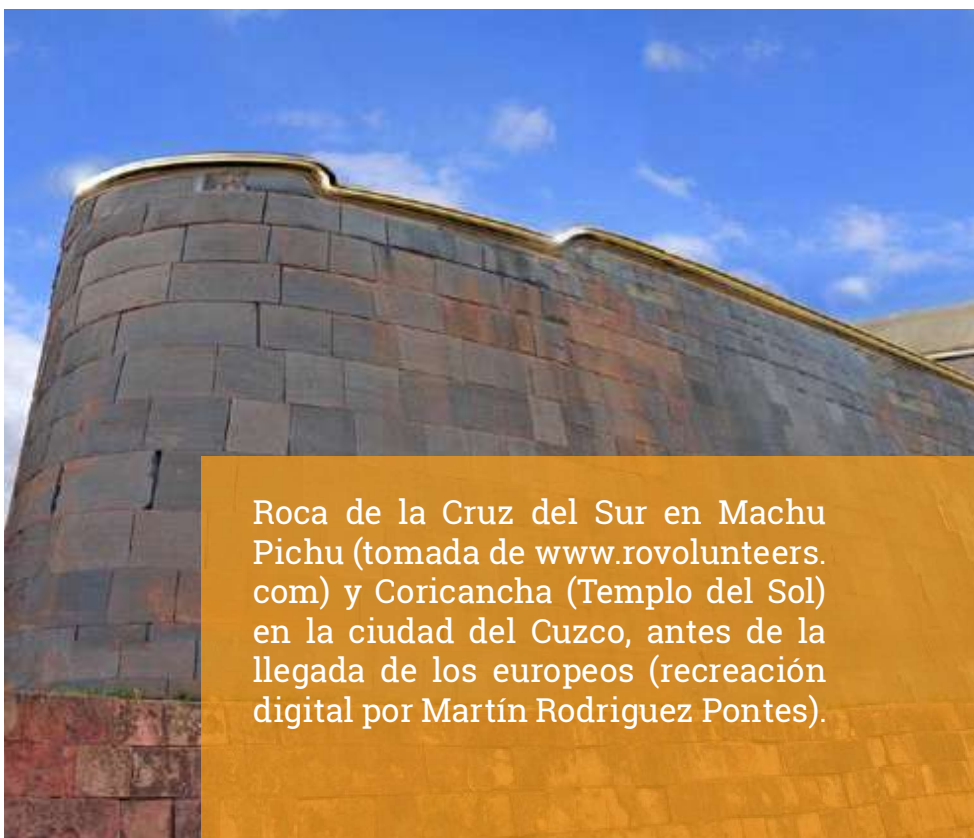
## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

Los incas diseñaron un sofisticado modo de relacionarse con el cielo debido a su desarrollada agricultura. Antes del 1400 d.C. ya era usado el Sol y la Luna con fines astronómicos por las culturas huari y tihuanaco que datan del 450 d.C. que contribuyeron posteriormente al nacimiento del Imperio inca. Este avance potenció enormemente la agricultura (épocas de cultivo, cosechas), la vida social y religiosa (festividades). Las detalladas orientaciones de las construcciones Incas dejan claro que ellos observaron tanto la Luna como el Sol para la determinación de los ciclos en el cielo. Ejemplos que evidencian esto fue el uso de orientaciones astronómicas para marcar el paso del tiempo, como la salida del Sol el 21 de junio (Solsticio de invierno o Inti Raymi) en el Coricancha, construcción ubicada en el centro de ciudad del Cuzco y en Machupichu o ciudad sagrada, que demuestra el

uso de orientaciones astronómicas en sus construcciones (incluyendo la roca de la Cruz del Sur, la roca funeraria, el templo del Sol, entre otros), que tendrían la misma función que el Coricancha, es decir servir de calendarios solares.

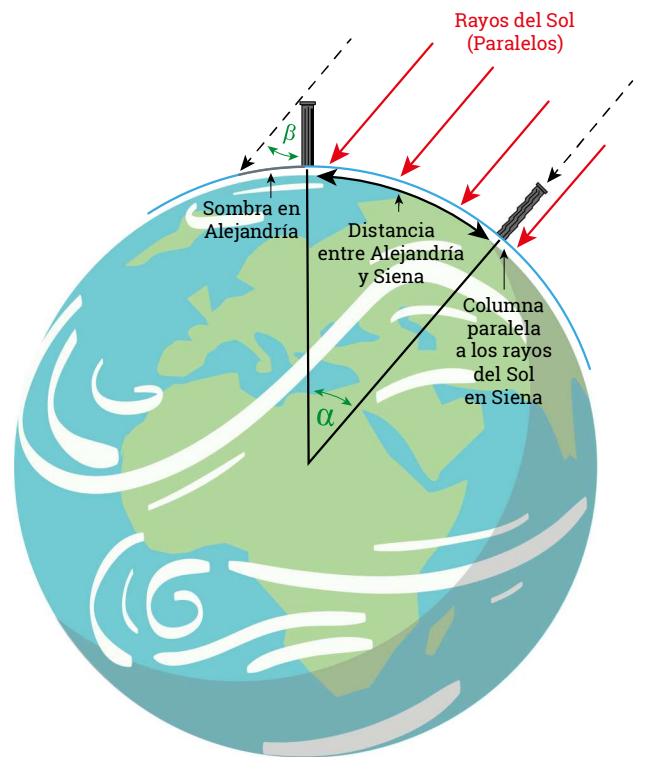
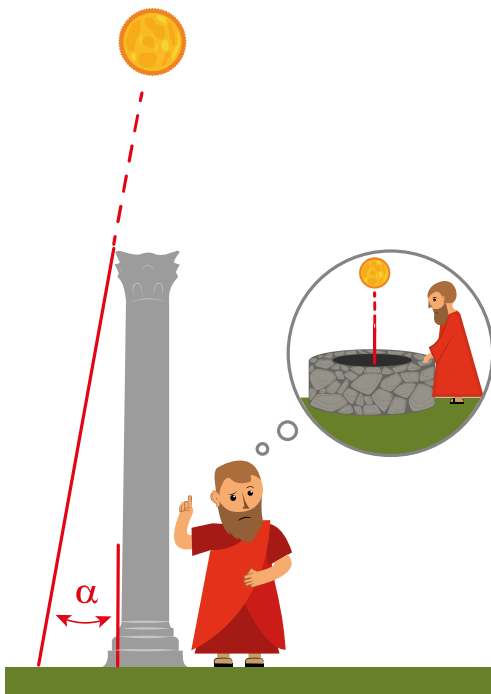
Los incas fueron observadores incansables del cielo, por lo que asociaron la Tierra al cielo, mediante constelaciones estelares, o usando las zonas oscuras de gas y polvo observadas en nuestra galaxia. La Vía Láctea simbolizaba para los Incas un río. Las Pléyades eran conocidas como "Collca" (que representa a un granero) y su movimiento se relacionaba con la producción del maíz.



Roca de la Cruz del Sur en Machu Pichu (tomada de [www.rovolunteers.com](http://www.rovolunteers.com)) y Coricancha (Templo del Sol) en la ciudad del Cuzco, antes de la llegada de los europeos (recreación digital por Martín Rodríguez Pontes).

## ERATÓSTENES Y LA DETERMINACIÓN DE LA CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA

Hace unos 2.200 años en Egipto, un filósofo y pensador llamado Eratóstenes, que en aquel entonces era director de la Biblioteca de Alejandría, comenzó un estudio basado en unos papiros encontrados. En ellos se explicaba que al medio día del 21 de junio, primer día del verano en un lugar llamado Siena (actualmente Asuán, Egipto), un palo vertical no proyectaba ninguna sombra sobre el suelo y los rayos del Sol penetraban hasta el fondo de los pozos. Por su parte, Eratóstenes observó que en Alejandría, el 21 de junio y a la misma hora, un palo vertical sí proyectaba una sombra. Partiendo de la idea de que la Tierra tiene forma esférica y tomando como referencia el meridiano, más las diferencias de las sombras en estos dos lugares, Eratóstenes se propuso calcular el diámetro de la Tierra. Para calcularlo midió el ángulo de incidencia del Sol en Alejandría y la distancia entre las dos ciudades el día del Solsticio de verano.

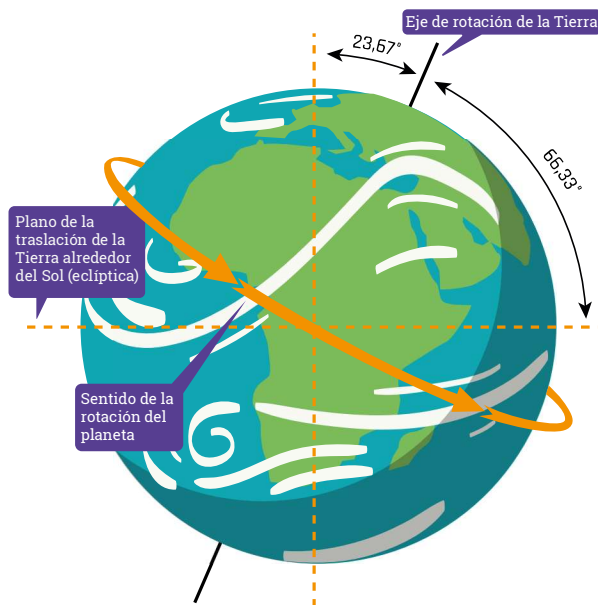


## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

#### MOVIMIENTO DE ROTACIÓN Y LA ALTERNANCIA DÍA Y NOCHE

Si observamos el cielo nos da la sensación que el Sol, la Luna y las otras estrellas se mueven de Este a Oeste, lo que llevó a pensar que todos los objetos rotaban en torno a la Tierra. Hoy sabemos que es la Tierra la que realiza un giro Oeste a Este alrededor de un eje que pasa por el centro de la Tierra y la corta en los polos. Este giro completo tiene una duración de 24 horas, dando origen a la sucesión del día y la noche.



Esquema que muestra la rotación de la Tierra y la alternancia día y noche.

#### POLOS TERRESTRES Y POLOS CELESTES

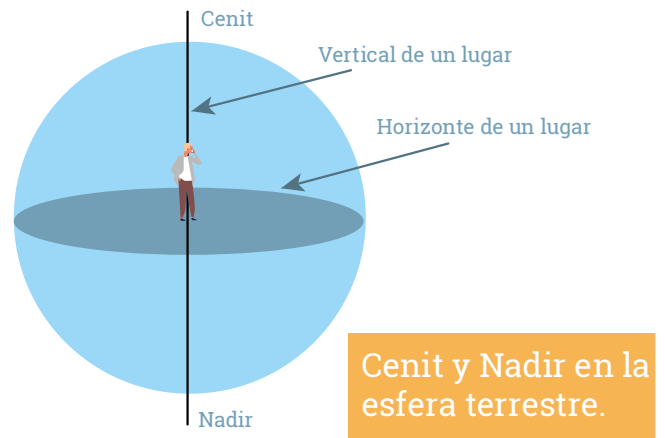
Los Polos terrestres, corresponden a puntos definidos por el eje de rotación de la Tierra. Vista desde el polo norte, la Tierra realiza su movimiento de rotación en sentido directo, es decir, contrario al de las manecillas del reloj (antihorario): desde el Oeste hacia el Este. Y visto desde el polo sur la situación es al revés: la Tierra gira en el mismo sentido que las manecillas del reloj, es decir, de Este a Oeste. Cuando observamos el cielo nocturno por un largo rato nos daremos cuenta que parece estar girando lentamente en torno de un punto. Si miramos cerca del horizonte veremos que de un lado van desapareciendo las estrellas, ocultándose bajo el horizonte, mientras del lado opuesto surgen estrellas nuevas. Desde la perspectiva terrestre, las estrellas tienen un movimiento en el cielo semejante al del Sol, la Luna y todos los cuerpos celestes: salen, se elevan, alcanzan su máxima altura, bajan y se ponen.

Si prolongamos el eje de rotación terrestre en ambas direcciones éste penetrará la esfera celeste en dos puntos que se conocen como polo celeste norte y polo celeste sur. Existen algunas estrellas que, como se encuentran cercanas al polo celeste, describen círculos tan pequeños que en ningún momento se pierden detrás del horizonte. A las constelaciones formadas por estas estrellas se llaman circumpolares y poseen la particularidad de poder ser vistas durante todas las noches del año. Un ejemplo en nuestro hemisferio es la Cruz del Sur.

Una persona situada en un punto del hemisferio sur, como es el caso de Chile, verá hacia el sur, sobre el horizonte, el polo celeste sur. Mirando el cielo en dirección sur le parecerá que todas las estrellas giran en torno al polo celeste, en el sentido de los punteros de un reloj; al mirar hacia el norte verá salir las estrellas por el este y ponerse por el oeste.

Existen estrellas, que al estar más alejadas del polo celeste, terminan por ponerse en el horizonte, al Oeste, y luego después de varias horas, por el Este. Estos grupos de estrellas se encuentran en la zona intermedia del cielo, por lo que poseen la particularidad de ser vistas solo en una época del año. Entre estas constelaciones, las más conocidas son Orión en los primeros meses del año y Escorpión, que se observa a mediados de año.

A nuestra vista parece que el cielo nocturno fuera una gran esfera negra, sobre la cual se dibujan las estrellas. Esa esfera, de un radio muy grande se la llama esfera celeste. En ella se distinguen dos puntos de referencia; uno es el cenit, que es el punto de la esfera celeste que se encuentra directamente por encima de la cabeza de un observador y el nadir es el punto opuesto al cenit.



Fotografía que muestra el giro del cielo en torno al polo celeste sur, delante del telescopio Gemini sur, en Cerro Pachón, Región de Coquimbo, Chile. (Crédito: Gemini Observatory/AURA).

## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

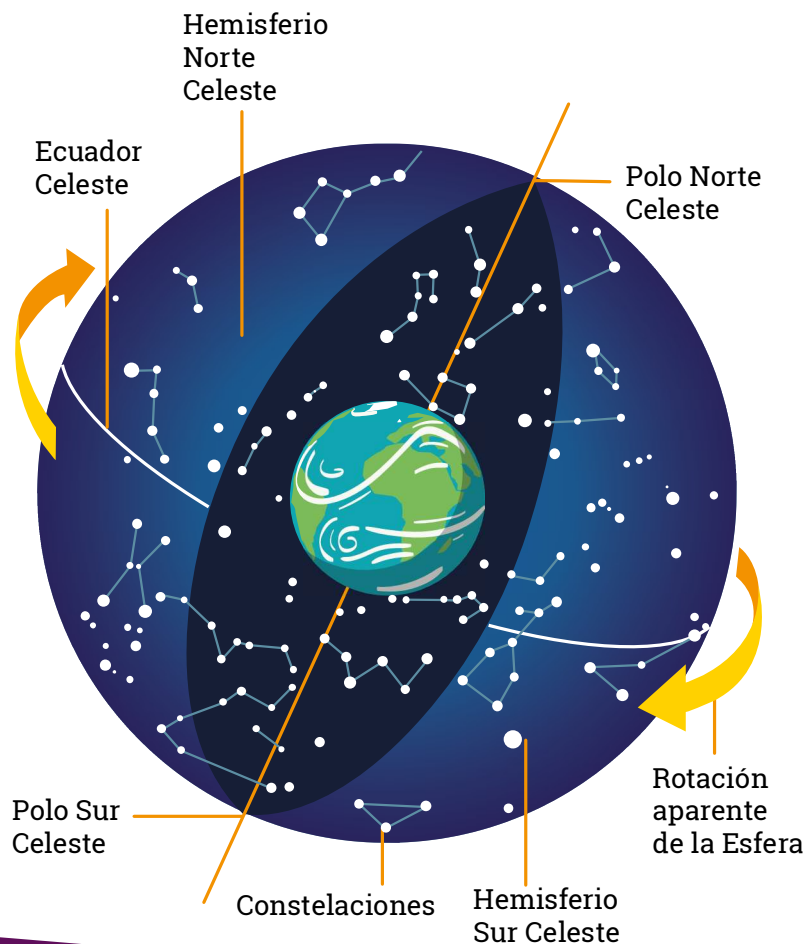
### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

Una de las razones por la cual no podemos observar todo el giro de una estrella tiene relación con el horizonte. El plano del horizonte corta a la esfera celeste en un círculo máximo que se conoce como círculo del horizonte. Todos los puntos del círculo del horizonte están a 90 grados del cenit del observador. En otras palabras, es la "línea" que aparentemente separa el cielo y la tierra. Desde nuestro punto de vista, el horizonte es un círculo sobre el cual parece que se apoyara la bóveda celeste.

Los puntos cardinales son las cuatro direcciones derivadas del movimiento de rotación terrestre y que conforman un sistema de

referencia cartesiano para representar la orientación en un mapa o en la propia superficie terrestre.

Estos puntos cardinales son: el Este, que viene señalado por el lugar aproximado donde "sale" el Sol cada día; el Oeste, el punto indicado por el ocaso del Sol en su movimiento aparente. Si a la línea Este-Oeste se le considera como el eje de las abscisas en un sistema de coordenadas geográficas, el eje de las ordenadas estaría descrito por la línea Norte-Sur. Esta composición genera cuatro ángulos de noventa grados que a su vez se dividen por las bisectrices, generando Noroeste, Suroeste, Noreste y Sureste.



Desde nuestra ubicación en el planeta, que corresponde al hemisferio sur, vemos cada día salir al Sol cerca del punto cardinal Este, esto es mirando hacia donde están los cerros de la cordillera de Los Andes, y durante el transcurso del día recorre el cielo en dirección Este - Oeste y en el atardecer se oculta por el lado del Océano Pacífico, es decir, en dirección aproximadamente contraria a donde salió por la mañana.



## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

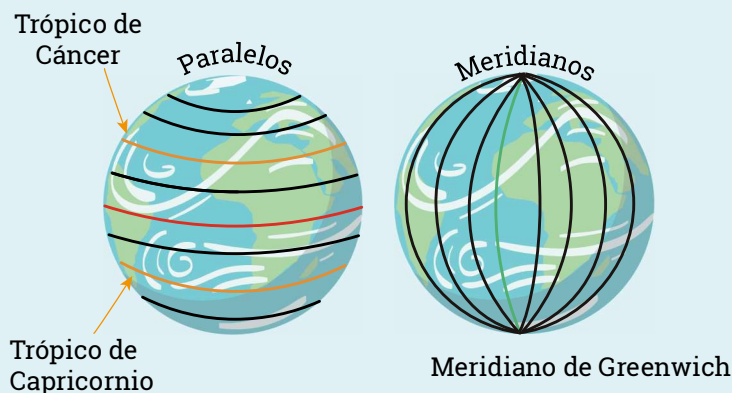
#### POLOS TERRESTRES Y POLOS CELESTES

Cuando la esfera terrestre es dividida por dos partes iguales por un círculo, se le denomina círculo máximo. Estos al pasar por ambos polos terrestres, cortan perpendicularmente al ecuador describiendo los meridianos. Los meridianos son líneas imaginarias que corresponden a círculos máximos de la esfera terrestre que pasan por los Polos. Todos los observadores situados sobre el mismo meridiano ven, al mismo tiempo, cruzar al Sol por su meridiano, que indica el mediodía. Los círculos menores que son paralelos al ecuador se conocen como paralelos terrestres. Hay paralelos hacia el norte y hacia el sur del ecuador terrestre.

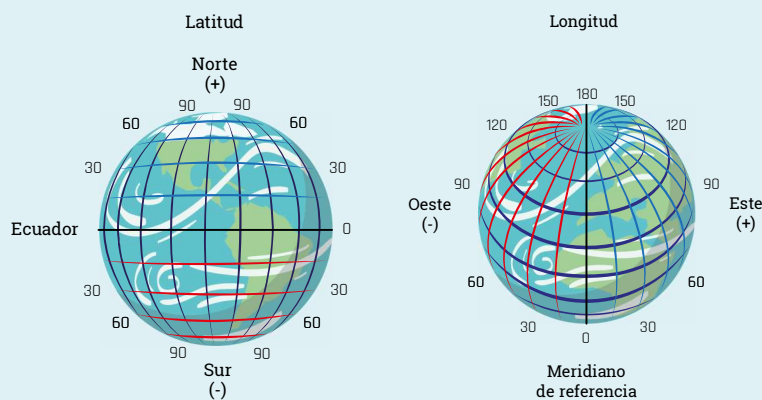
Un lugar geográfico sobre la superficie de la Tierra se lo especifica mediante dos coordenadas llamadas latitud y longitud. El globo terrestre tiene una forma casi esférica (que consideraremos ahora como una esfera perfecta) con un eje de rotación que queda definido por la posición de los polos terrestres norte y sur. La intersección de la esfera terrestre con planos paralelos al ecuador produce sobre la esfera círculos menores llamados paralelos. El círculo máximo que pasa por un lugar y por ambos polos se llama meridiano del lugar.

Se define la latitud de un lugar como el ángulo que forma la recta que une el lugar y el centro de la Tierra con la recta que resulta de unir la intersección del meridiano del lugar con el ecuador terrestre y el centro de la Tierra. Se mide de 0 a 90 grados al norte o al sur del ecuador.

Se define la longitud de un lugar como el ángulo que forma el plano del meridiano del lugar y el plano de un meridiano de referencia, que se adopta como el origen de las longitudes. Desde hace mucho tiempo la práctica usual en todo el mundo es referir las longitudes al meridiano de Greenwich, en Inglaterra. La longitud se mide de 0 a 180 grados al este o al oeste del meridiano de Greenwich. Por comodidad suelen expresarse las longitudes de 0 a 12 horas al este o al oeste de Greenwich, donde un ángulo de 1 hora equivale a uno de 15 grados (12 horas equivalen a 180 grados).



Línea imaginaria que representa los meridianos y paralelos terrestres.



Representación gráfica de las coordenadas geográficas.

## POLOS TERRESTRES Y POLOS CELESTES

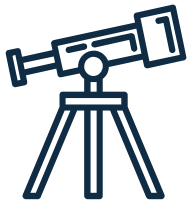
La traslación es el movimiento que la Tierra realiza alrededor del Sol, tomando un tiempo de 365,25 días, es decir, un año. Consecuencia de este movimiento, junto con el de rotación de la Tierra, ocurre la sucesión de las estaciones del año. Las estaciones son causadas por la inclinación (23,5 grados) del eje de rotación de la Tierra con respecto al plano de su órbita alrededor del Sol. La Tierra mantiene su eje de rotación fijo en el espacio a medida que se mueve alrededor del Sol.

Debido a esta inclinación fija, en el verano del hemisferio norte la parte norte de la Tierra está inclinada hacia el Sol. Seis meses después, en el invierno del hemisferio norte, la parte norte de la Tierra está inclinada en dirección opuesta al Sol.



## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?



## ¿Qué hay en el cielo para orientarse en la Tierra?

**NIVEL EDUCACIONAL:** Primero de Educación Media.

**DURACIÓN:** Seis a ocho semanas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:  
Crear modelos que expliquen los fenómenos astronómicos del sistema solar relacionados con: los movimientos de la Tierra respecto del Sol y sus consecuencias, como las estaciones climáticas.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

Los y las alumnas que han alcanzado este aprendizaje:  
Investigan sobre astronomía diurna, considerando la determinación de la trayectoria del Sol durante el día y el mediodía solar, y regularidades diurnas del Sol y la Luna, entre otras acciones.

### OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

Aprecian la importancia del Sol y las estrellas como referentes para orientarse en la Tierra.

### ORIENTACIONES PEDAGÓGICAS

Uno de los aspectos más interesantes de esta actividad - y a menudo el más difícil para los profesores - es el no proveer las respuestas correctas inmediatamente. Cuando no se entrega una respuesta fácil, se puede motivar la observación y el descubrimiento personal.

### MATERIALES

- Hojas de papel blanca
- Una varilla recta de madera o metal
- Una brújula
- Una regla
- Bitácora del joven astrónomo

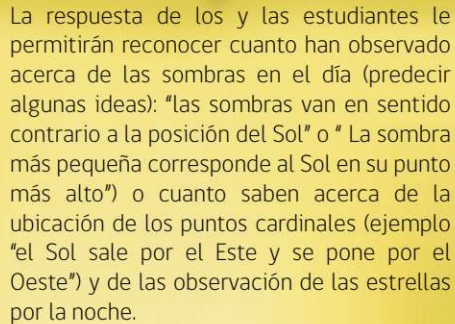


## FOCALIZACIÓN

Con el objetivo de explorar las ideas previas de los estudiantes sobre el movimiento aparente de los astros en relación a la Tierra pida a los estudiantes que dibujen y escriban en su bitácora de investigación lo que han observado en el cielo de noche y en el cielo de día. Pregunte si algún alumno quiere dar a conocer y/o explicar sus ideas, motivando con preguntas como: ¿Qué ejemplos de objetos que hay en el cielo puedes nombrar? ¿Qué formas crees que tienen?, ¿Se mueven o están quietos?, ¿Qué hay en el cielo para orientarse en la Tierra?. Haga que los estudiantes comparen sus imágenes, y que discutan por qué las imágenes son diferentes. Escriba todas las ideas y preguntas que surjan respecto a la pregunta anterior en un papelógrafo y péguelo en un lugar visible de la sala, para observar y comparar el desarrollo de sus ideas.

Posterior a la puesta en común, invítelos a realizar un estudio simple del movimiento relativo del Sol con respecto al horizonte. Para ello realizarán observaciones y representaciones del paisaje. Primero sus estudiantes deben estirar un brazo a la izquierda y el otro a la derecha, formando un ángulo de 180° y observar el paisaje que queda comprendido entre los brazos. Luego, deben dibujar sobre una hoja de papel, los elementos del paisaje, en particular "el fondo lejano" y algunos elementos que les servirán de "puntos de referencia" como un árbol, casa, edificio, entre otros. Con los brazos pueden "medir" la altura del Sol con respecto al horizonte (un brazo horizontal, el otro en dirección al Sol). Y luego, sobre su dibujo dibujar la posición supuesta del Sol. Esto ha de repetirse en tres horarios: en la mañana, a medio día y en la tarde.

Para cerrar esta fase, puede generar un diálogo a través de algunas preguntas: ¿Por qué y cuándo se produce una sombra?, ¿Por qué las sombras se ven más largas y otras más cortas?, ¿Por dónde sale el Sol y por dónde se pone el Sol?, ¿Para que determinar los puntos cardinales?, ¿Qué tiene que ver esto con las constelaciones de estrellas?. Se debe incentivar a los estudiantes a formular hipótesis y predicciones acerca de estas pregunta seleccionadas.



La respuesta de los y las estudiantes le permitirán reconocer cuanto han observado acerca de las sombras en el día (predecir algunas ideas): "las sombras van en sentido contrario a la posición del Sol" o "La sombra más pequeña corresponde al Sol en su punto más alto" o cuanto saben acerca de la ubicación de los puntos cardinales (ejemplo "el Sol sale por el Este y se pone por el Oeste") y de la observación de las estrellas por la noche.

- Un vez marcada la sombra más corta, pida que determinen el Este, el Oeste, el Norte y Sur.
- Pida a los grupos que muestren sus representaciones del movimiento del Sol.

**Esta actividad puede hacerse cercano al medio día, pero mejor aún comenzar a primera hora en la mañana, y terminar con las sombras cercanas a la puesta de Sol, para tener mayor cantidad de registros.**

De vuelta en la sala pida a los grupos que den a conocer sus observaciones y representaciones. Registre en un papelógrafo o pizarrón las ideas de los estudiantes. A medida que se pase por los diferentes grupos de trabajo, haga anotaciones de los comentarios y descripciones de sus estudiantes, para utilizarlas en el momento de la reflexión y profundización conceptual.

Motive la curiosidad con preguntas como: ¿Para qué sirve la brújula? ¿Qué indica la brújula?. Haga que compartan entre ellos sus respuestas. Luego puede entregar una brújula a cada dos estudiantes y dejar que experimenten con ella y pedir que dirijan la brújula hacia un objetivo, objeto o punto de referencia e indiquen con el brazo hacia donde está el Norte, el Sur, el Este o el Oeste de acuerdo a esa posición. Pídeles comparar las lecturas de las diferentes brújulas. Luego propóngales que se desplacen a diferentes direcciones, den algunos pasos hacia el Este, o hacia el Sudoeste y así hacia los puntos que quieran, utilizando la brújula.

Pídeles que ahora dibujen en el papel que se trabajó anteriormente, los puntos cardinales, señalando las cuatro direcciones principales y mediante trazos realice la trayectoria realizada en el patio. En esta actividad indagatoria sus estudiantes harán el uso de los puntos cardinales para orientarse en diferentes direcciones en el patio y posteriormente repetir estas actividades sobre un papel. La idea de realizar este ejercicio es porque en este proceso cognitivo el o la estudiante pasa del espacio real al espacio representado abstractamente.



## EXPLORACIÓN

### ACTIVIDAD 1


Invite a sus estudiantes a realizar la siguiente actividad de observación solar en el patio de la escuela a lo largo del día:

Procedimiento:

- Elijan un lugar despejado en el patio, sin ningún obstáculo que tape el Sol.
- Fijen el papel blanco en el suelo y ponga de manera vertical una varilla sobre el papel.
- Marquen cada cinco minutos la sombra de la vara en el papel blanco, escribiendo la hora de cada observación. Deberá dejar un encargado por grupo para que realice las marcas.

## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?



Para orientarse y establecer los Puntos Cardinales en el día, la clave es reconocer por donde sale y se pone el Sol. Una opción es ubicarnos mirando hacia el Sol, enterrar una vara y marcar hasta donde llega la sombra, esperar unos 15 min (a lo menos) y volver a marcar la sombra. Luego, unimos las puntas de las sombras y... tenemos que la primera marca (izquierda) será el Oeste y la segunda marca (derecha) el Este. Para la determinación de los puntos cardinales Norte-Sur hay que trazar una perpendicular, y frente a nosotros estará el Norte y a nuestra espalda el Sur.

#### ACTIVIDAD 2

Proponga estudiar el movimiento de las estrellas en el cielo. Invite a sus estudiantes a realizar la experiencia y ubicar por donde salen las estrellas, por donde se ponen y en qué dirección se mueven en el cielo. Para esto, pídale dibujar el cielo nocturno en un cierto horario y volver a hacerlo una hora mas tarde para poder comparar. La idea es que primero se haga la observación mirando hacia el Este y luego mirando hacia el Oeste. Pueden realizar el registro con lápices de colores distintos para facilitar el proceso.

Proponga a sus estudiantes armar sus propias constelaciones, crear leyendas, o hasta hacer un estudio eligiendo alguna estrella e ir viendo cómo modifica su posición a lo largo de una noche, de un mes o más. Para esto, invíte a sus estudiantes a observar el cielo nocturno y usar una brújula para dibujar las estrellas más brillantes en una papel y marcar su dirección. Por ejemplo, pueden

realizar tres dibujos del cielo a una cierta hora, mirando a tres puntos (Este, Oeste y Sur), luego de una hora, volver a registrar en los mismos dibujos, con otro color, las nuevas posiciones de las mismas estrellas. Otra alternativa para llevar a cabo esta actividad es dividir el curso en tres grupos de estudiantes y que cada grupo sea responsable de registrar cómo se mueven las estrellas en el cielo observado en una cierta dirección geográfica. Unos observarán hacia el Este, otros hacia el Oeste y otros al Sur.


Una vez realizados los registros, cada grupo podrá extraer sus propias conclusiones y presentarlas a sus compañeros. Puede preguntarse: ¿Cómo pueden explicar el movimiento de las estrellas?

Entrégueles una fotografía de la constelación de la Cruz del Sur, pero no les diga su nombre y hágales la siguiente pregunta: ¿Qué figura formarías con las estrellas que se ven en la foto? ¿Qué nombre le pondrías?

Luego, comente que hay constelaciones que se pueden ver todas las noches del año. Y que en el Hemisferio Sur, la constelación por excelencia es la Cruz del Sur y que pueden utilizarla para determinar la ubicación del punto cardinal Sur. A partir de aquí, puede proporcionarles más información de ésta constelación. Identificar "los punteros", que señalan las Cruz, y donde destaca una estrella muy brillante, llamada Alfa Centauro. Se puede reflexionar acerca de lo inmenso que es el Universo. Para ello, basta con recordar que la luz proveniente de ese sistema estelar tarda unos cuatro millones de años luz en llegar a nosotros, mientras que la radiación del Sol, que se encuentra a cincuenta millones de kilómetros, tarda solo ocho minutos. Y así podemos ir extrapolando con otros objetos más lejanos, como galaxias.

**Para determinar el Polo Sur Celeste, hay que usar como referencia la constelación Cruz del Sur, si prolongas 4,5 veces la diagonal mayor de la Cruz.**

Otra actividad motivadora es sugerirles que unan puntos luminosos en el cielo en forma imaginaria, de tal manera de inventar y nombrar sus propias constelaciones. Adicionalmente, la constelación podría permitir ubicar el Sur u otra dirección al observador también sería apropiado pedirles crear una leyenda en torno a la constelación creada, ya que les ayudará a recordarlas.



**Las constelaciones, se entienden como figuras inventadas por las personas y comprende la agrupación de estrellas y la porción del cielo que la rodea. Como declara Diego Galperín en su libro Astronomía para chicos y no tan chicos: "Las estrellas no se mueven cada una por separado, sino que los movimientos de una son parecidos a las otras que están cerca, es decir, todas las estrellas que parecen cercanas en el cielo desde nuestra perspectiva se mueven a la vez, por lo que las figuras creadas mantienen sus formas a lo largo del tiempo. Esto quiere decir que si tiene varias estrellas para crear un león, esta figura se desplazará en el cielo, pero siempre mantendrá su forma de león".**

Para reemplazar el uso de mapas estelares, en los últimos años se ha vuelto de utilidad los programas que permiten simular el cielo en la pantalla de una computadora, celulares modernos o tabletas y compararlos con el que estás observando con tus propios ojos. Uno de los más recomendables se llama Stellarium y es posible descargarlo de forma gratuita desde la página web [www.stellarium.org](http://www.stellarium.org). Para utilizarlo adecuadamente, es muy importante ingresar en el programa las coordenadas del lugar desde el que está observando (latitud y longitud). Le invitamos a explorar ampliamente esta útil herramienta.



## REFLEXIÓN

Después de haber realizado las actividades de la fase de Exploración, se debe incentivar a los estudiantes a formular sus propias explicaciones de los resultados obtenidos, prueben sus hipótesis y predicciones.

En base a lo trabajado vuelva a hacerles la siguiente pregunta: ¿Cómo los pueblos antiguos se orientaban basándose en la observación de ciclos astronómicos, tanto en la navegación marítima como terrestre y aérea? Haga que la discusión se centre en la importancia del movimiento aparente del Sol para orientarse en la Tierra, uso de las estrellas para ubicar los puntos cardinales y uso de las constelaciones para orientarse en la noche. Pida que dibujen y escriban en sus bitácoras sus reflexiones acerca de las formas cómo los antiguos se orientaban en base a observaciones astronómicas del Sol y el uso de las constelaciones para orientarse en la noche.

Pida a los grupos que den a conocer sus observaciones y respuestas. Registre en un papelógrafo o pizarrón las ideas de los estudiantes. A medida que se pase por los diferentes grupos de trabajo, haga anotaciones de los comentarios y descripciones de sus estudiantes, para utilizarlas en el momento de la reflexión final y profundización conceptual.

**Esta actividad pretende que los estudiantes comiencen a entender que de tiempos inmemorables el ser humano a utilizado mecanismos que le han permitido orientarse en la Tierra tanto en la navegación marítima como terrestre y aérea, para ello recurriendo a las estrellas, la Luna y el Sol.**

## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?

Como ya hemos señalado en otras secciones de esta Guía, las preguntas son la clave y pueden ser de gran utilidad al momento de motivar la reflexión de los estudiantes. Si sus estudiantes han podido realizar varias observaciones del movimiento de las estrellas durante el día y la noche, podrán darse cuenta que la gran mayoría de las estrellas “aparece por algún lugar del Este, se desplaza ascendiendo en el cielo por algunas horas, desciende luego durante otras tantas horas y termina por “desaparecer” por algún lugar del Oeste. Entonces podrán responder las preguntas: ¿Cómo cambian de posición las estrellas?, ¿Hacia donde se desplazan? ¿Qué otro objeto conocen que hace un movimiento parecido?, ¿Cómo se podría determinar los puntos cardinales utilizando el Sol como referencia? ¿Cómo explicarías que grandes pensadores propusieran que la Tierra era el centro del Universo?

Puede señalar que debido al movimiento “aparente” de las estrellas y a otros factores culturales, las primeras civilizaciones humanas creyeron que la Tierra era el centro del Universo y que el cielo era una esfera gigantesca con puntos luminosos que también giraba alrededor de la Tierra. Además, puede guiar una profundización temática de algunos conceptos claves, mostrarle modelos conocidos sobre las concepciones del Universo (Universo de las dos esferas, Geocéntrico y Heliocéntrico), así como proyectar imágenes sobre tipos de instrumentos y algunos métodos usados en la historia para orientarse en el mar, tierra y cielo (carta estelar, atlas estelar, mapas de estelares, planisferios, astrolabio, reloj de Sol, gnómon, brújula, entre otros).



## APLICACIÓN

Léale a sus estudiantes el texto siguiente acerca de Eratóstenes. Este despertará su curiosidad y los motivará para entrar de lleno en la actividad:

*“¿Sabían ustedes que hace mucho tiempo, en Egipto, un papiro le llamó la atención a un tal Eratóstenes, que por aquel entonces era director de la Gran Biblioteca de una ciudad llamada Alejandría, al borde del Mediterráneo? El papiro explicaba que, el primer día del verano, o sea el 21 de junio, y a la hora del mediodía, un palo vertical no proyectaba*

*ninguna sombra sobre el suelo. Eso ocurría muy lejos de Alejandría, en línea recta hacia el sur, en una ciudad llamada Siena, que es la actual Asuán. Eratóstenes observó, por su parte, que en Alejandría, también el 21 de junio y a la misma hora, un palo vertical sí proyectaba una sombra, aunque ésta era relativamente corta. ¿Qué misterio era ése?”*

Fuente: Proyecto Eratóstenes  
eaae.ens-lyon.fr/groupspace/chile/2012/proyecto\_...  
eratostenes.pdf/download

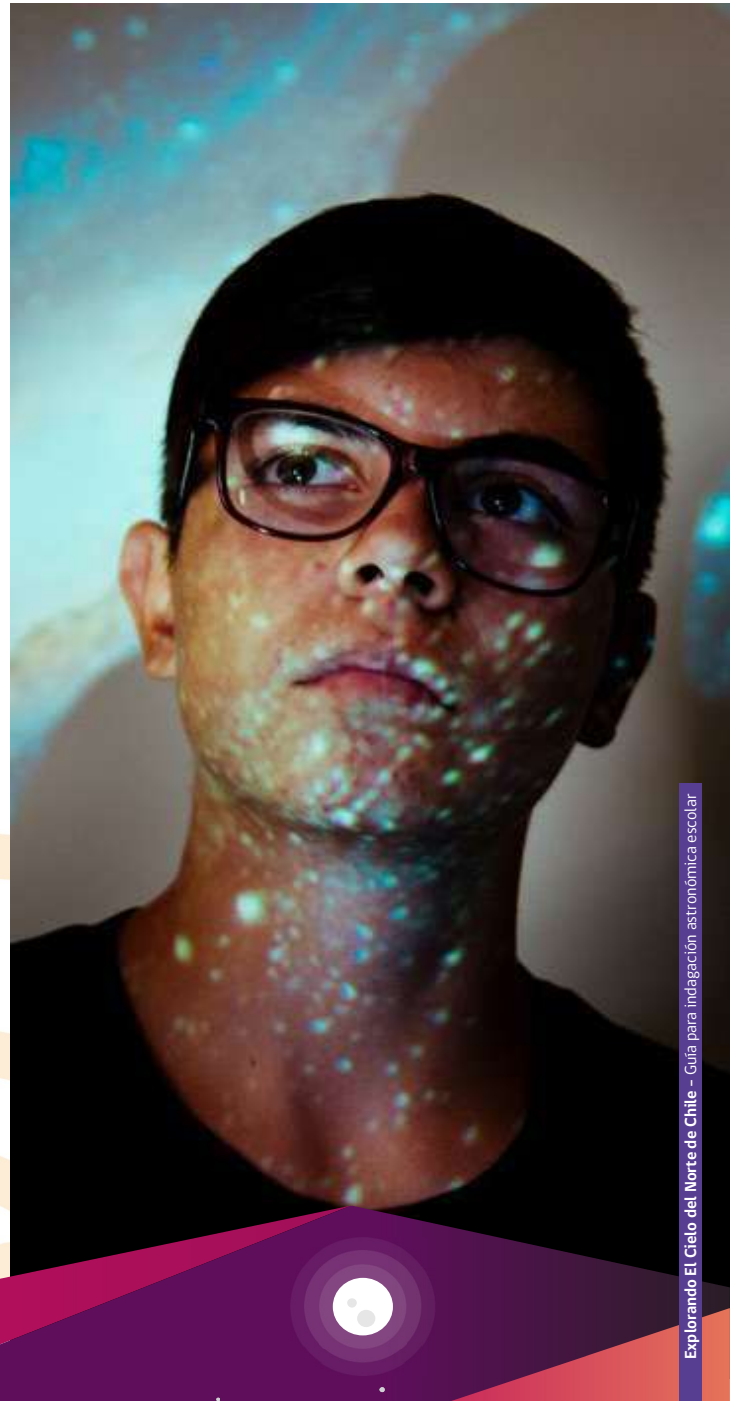
Presente a sus estudiantes un balón de básquetbol (o de otro deporte) y pídales que den ideas de cómo medir su perímetro. Es importante que registren sus ideas en la Bitácora. Luego, pueden indagar en diferentes medios de información, como libros o internet, para informarse sobre el procedimiento empleado por Eratóstenes para determinar el radio de la Tierra y elaborar una explicación con sus propias palabras de lo encontrado.

A partir de toda la información reunida, invítelos a responder preguntas como: ¿Qué se entiende por “mediodía solar”? ¿Cómo se mueve, durante el día, la sombra solar de una varilla vertical? La respuesta a la pregunta anterior, ¿es diferente según la latitud geográfica donde se observe o en cualquier lugar ocurre de la misma forma? ¿Cómo cambia, día a día, el movimiento de la sombra solar de esta varilla? ¿Cómo se relaciona la evolución anual de la sombra solar de una varilla con las estaciones del año? ¿Por qué en la época de Eratóstenes se pensaba que la Tierra era plana, en circunstancias que él debió concebirla como esférica para realizar tal medición?

**Es conveniente profundizar previamente en el procedimiento usado por Eratóstenes para la determinación del radio de la Tierra, que se encuentra disponible en muchos sitios en internet.**

A modo de experiencia práctica, se puede utilizar el procedimiento de Eratóstenes como modelo y llegar a medir el radio y perímetro de una pelota del mayor tamaño posible, como por ejemplo, una pelota inflable de playa. Se recomienda utilizar la luz solar... pero, si no es posible, podría usarse una ampolleta incandescente ubicada lo más lejos posible de la pelota.

Pída a sus estudiantes construyan un modelo gráfico que represente el problema propuesto y el procedimiento que se empleará para solucionarlo usando la experiencia de Eratóstenes. Pídeles que registren las mediciones y los datos obtenidos y realicen los cálculos correspondientes, según el modelo matemático aplicado por Eratóstenes, y determinan el radio y el perímetro de la pelota. Luego, utilizando una huincha de medir se puede medir el radio y el perímetro del balón. Para finalizar, se comparan los valores de radio y perímetro del balón, obtenidos con el procedimiento de Eratóstenes, y se les invita a redactar una conclusión con respecto a la validez del procedimiento.



## 4 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAY EN EL CIELO PARA ORIENTARSE EN LA TIERRA?



Le invitamos a descargar  
la "Bitacora del Joven  
Astrónomo" desde  
el sitio web:

[www.explora.cl/coquimbo](http://www.explora.cl/coquimbo)



### Recursos de Aprendizaje:

#### A. BITÁCORA DEL JOVÉN ASTRÓNOMO

Actividad:

Investigador:

Fecha:

Hora:

1.-¿Qué ejemplos de objetos que hay en el cielo puedes nombrar, ¿se mueven o están quietos?

2.-Dibuja y escribe tus observaciones acerca del día, la hora y la dirección geográfica (puntos cardinales elegidos) en que observaste la o las figuras:

Sur

Fecha: 30 Dic

Hora: 21:00 hrs

Punto cardinal: Sur

3-Luego vuelve a dibujar el mismo punto luego de una hora con otro color:

Sur

Fecha: 30 Dic

Hora: 22 :00 hrs

Punto cardinal: Sur

4.- En base a tus observaciones, describe la porción del cielo elegida.

5.- Reflexiona y discute las siguientes interrogantes: ¿Cómo modifican las estrellas su posición a lo largo de la noche o de varias noches según corresponda? ¿Cómo puedes explicar el movimiento de las estrellas?

## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

# ACTIVIDAD INDAGATORIA 5

¿Qué haremos nosotros  
para cuidar nuestro cielo?

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y FUENTES EMISORAS

EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LA ASTRONOMÍA

CONTAMINACIÓN LUMÍNICA Y LA SALUD HUMANA

IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LA BIODIVERSIDAD

NORMAS Y REGULACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO



## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?



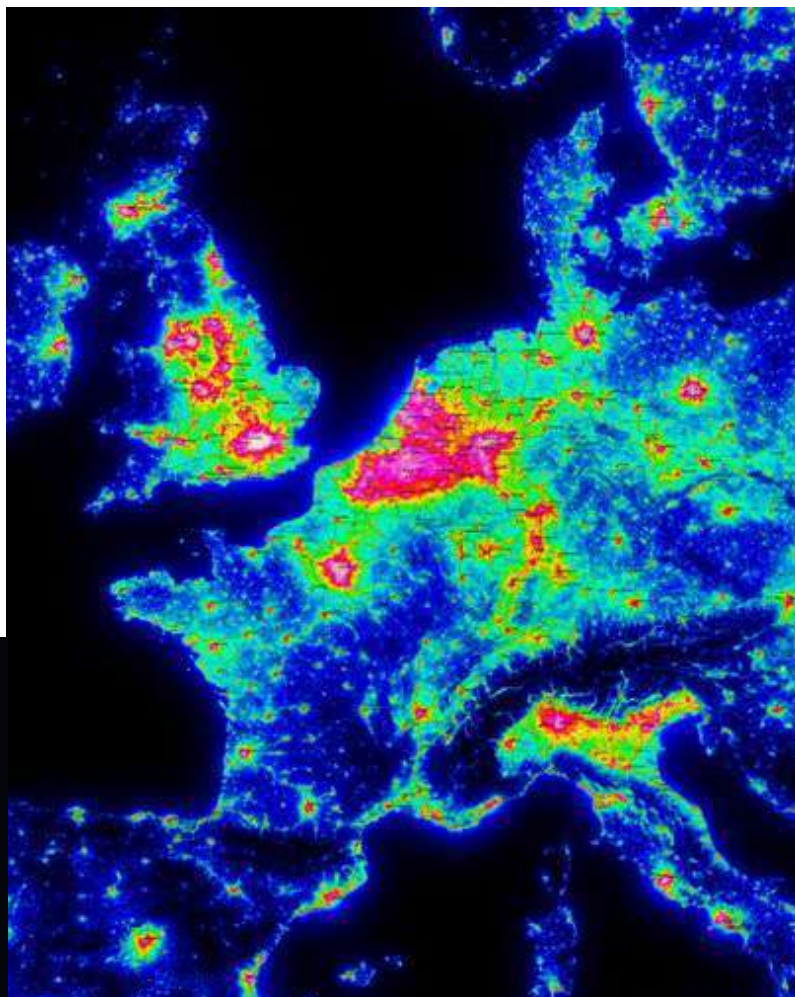
### Contaminación lumínica

En los últimos 120 años el exceso de iluminación nocturna está escondiendo las estrellas y cambiando nuestra percepción de la noche. Esta forma de contaminación tiene un fuerte impacto en la observación astronómica, la salud de las personas y la vida de los organismos del planeta.

Las estrellas se hacen visibles en la noche como resultado del contraste entre su propia luz y la ausencia de luz del cielo circundante. El resplandor luminoso nocturno es como un gran paraguas luminoso que encierra a pueblos y ciudades privándolas de la observación de las estrellas, produciendo un fenómeno que se ha llamado "oscurecimiento del cielo nocturno". La contaminación lumínica disminuye la oscuridad de la noche, haciendo que se reduzca y desaparezca progresivamente la luz de las estrellas y demás astros, con eso se hacen menos visibles y se dificulta el trabajo de los observatorios astronómicos.

<b>Blanco</b>	: 0-50 estrellas
<b>Magenta</b>	: 50 - 100 estrellas
<b>Rojo</b>	: 100 - 200 estrellas
<b>Naranja</b>	: 200 - 250 estrellas
<b>Amarillo</b>	: 250 - 500 estrellas
<b>Verde</b>	: 500 - 1000 estrellas
<b>Cyan</b>	: 1000 - 1800 estrellas
<b>Azul</b>	: 1800 - 3000 estrellas
<b>Azul Nocturno</b>	: 3000 - 5000 estrellas
<b>Negro</b>	: +5000 estrellas

MAPA DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN EUROPA



Los colores representan el efecto de la contaminación en la visualización de las estrellas en el cielo nocturno. Adaptado de [www.avex-asso.org](http://www.avex-asso.org).

### FUENTES EMISORAS

Producto de la reflexión y la difusión de la luz artificial en los gases y en las partículas del aire, la luz artificial provoca un resplandor de luz en el cielo nocturno. El problema no es iluminarnos en la noche, sino el uso de luminarias inadecuadas que emiten diversos rangos espectrales, intensidades excesivamente altas y por otro lado, la dirección hacia donde apuntamos las luces.

La contaminación lumínica es un problema que se genera principalmente en las ciudades que concentran gran cantidad de personas, pues la principal fuente emisora es el alumbrado público de calles, parques y recintos deportivos. En lugares más apartados, la industria minera es también una importante fuente emisora de luz en la noche. Debemos poner atención al tipo de luminaria que usamos, ya que la iluminación mal dirigida o en una ubicación inadecuada empeora la situación.

Otro aspecto es el tipo de luz que usamos. Por ejemplo, la luz blanca fría de los tubos fluorescentes y la mayoría de las ampolletas LEDs son perjudiciales para la astronomía, la salud de las personas y el medio ambiente en general. La luz blanca contiene todos los colores del arcoíris por lo que es más complicada de substraer de los datos que registran los observatorios astronómicos pues abarca gran parte del espectro y, al intentar removerla, se corre el riesgo de eliminar información crucial de las imágenes. Un caso especial es la luz en color azul, que emite gran cantidad de radiación, mucha de la cual no es visible al ojo humano por lo que nos sirve poco para iluminar, no se puede filtrar adecuadamente con los equipos astronómicos y dada su longitud de onda, se dispersa mucho más. Por el contrario, la luz anaranjada producida por las luces de sodio de baja densidad emite en un rango estrecho de longitud de onda, se dispersa menos, los astrónomos pueden removerla de mejor forma y son más económicas también, ya que presentan menores gastos energéticos y de mantención.

### Mayor Contaminación Lumínica

Tipos de luminaria usadas en el alumbrado público y su contribución a la contaminación lumínica.



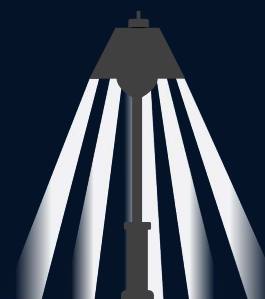
Muy malo



Malo



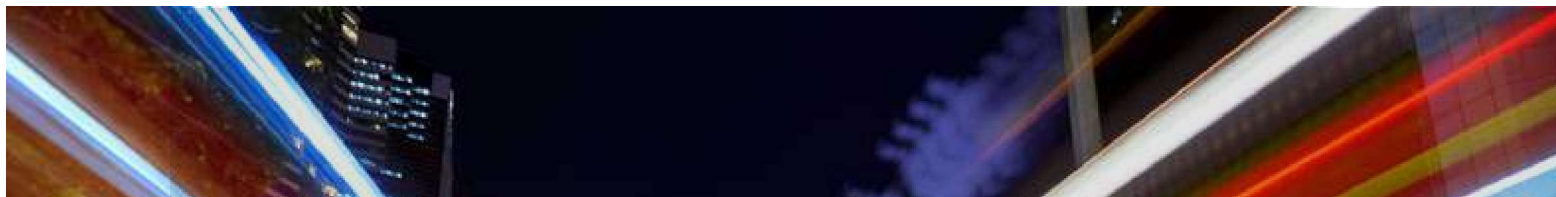
Bueno



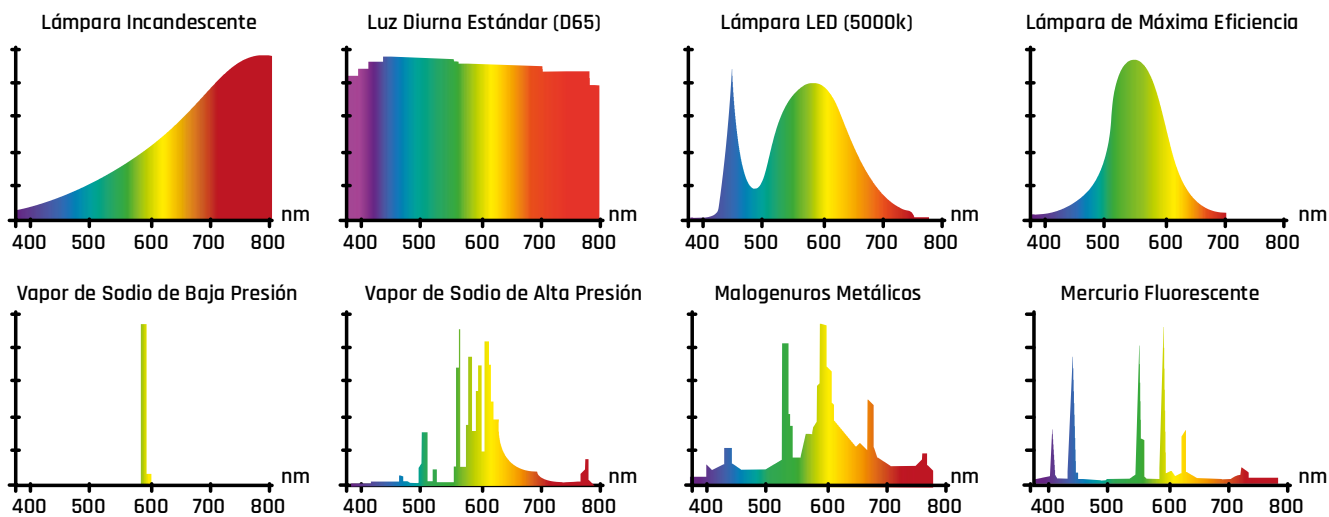
Óptimo

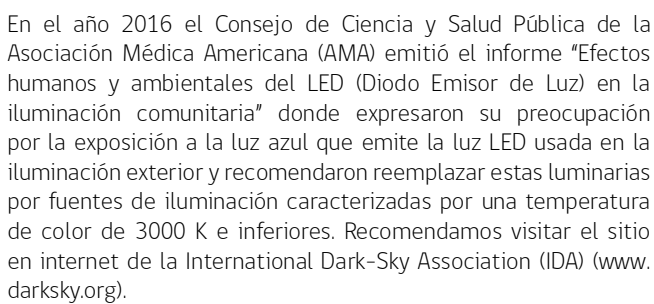
## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?



# NO TODAS LAS LUCES SON IGUALES





Hasta la invención del telescopio, la astronomía se desarrolló utilizando como único instrumento de observación el ojo humano. Resulta sorprendente la precisión con la que los hombres antiguos conocían el cielo a simple vista. Ellos no tenían el problema de la contaminación lumínica de las ciudades. Hoy día, aunque teóricamente conozcamos la situación de muchos de los astros y planetas en el cielo, son muy pocas las personas las que pueden disfrutar de observar un cielo lleno de estrellas. Las estrellas y planetas menos brillantes no se pueden distinguir en el cielo nocturno, de la misma manera que vemos menos estrellas en una noche de Luna llena o en el cielo azul durante el día.

## NECESITAMOS RESCATAR EL PATRIMONIO NATURAL

Por causa de la luz artificial, la mayoría de nosotros ya no vivencia las noches oscuras en la ciudades ni se percata de los eventos que día día ocurren en el cielo nocturno.

Vista de la constelación de Orión con cielos oscuros (izquierda) y los efectos de la contaminación lumínica vista desde la ciudad de Orem (Utah, EEUU) (Crédito: jpstanley en Flickr).



Diferentes fuentes de contaminación lumínica observadas desde el Observatorio La Silla (Crédito: ESO/P. Horalek).

En la astronomía moderna se hace un esfuerzo constante para detectar y observar estrellas y galaxias lejanas. Con la actual generación de telescopios de 8 m. equipados con sensibles detectores electrónicos, ya es posible observar objetos que están 250 millones de veces más distantes que las estrellas más lejanas que pueda distinguir el ojo humano. Estas observaciones nos permiten, por ejemplo, detectar galaxias que se encuentran a distancias tan inmensas como 10 mil millones años luz y, debido a que la velocidad de la luz es finita, podemos ver estas galaxias tal como eran cuando el universo tenía un tercio de su edad actual. A través de estas mediciones los astrónomos pueden determinar el origen, estructura y eventual futuro del universo. Para llevar a cabo exitosamente estas observaciones, los astrónomos no sólo necesitan de grandes telescopios para captar y concentrar la mayor cantidad posible de luz, y los detectores más sensibles, sino que también necesitan cielos oscuros.

La calidad astronómica de un observatorio se define por la transparencia de sus cielos y por el número de horas de observación útil al año, lo que está estrechamente relacionado con las características geográficas y climatológicas del lugar donde se lleva a cabo la observación, así como también por la ausencia de factores adversos que dificulten esta tarea de los astrónomos. Estos requerimientos de calidad del cielo para la observación astronómica limitan los lugares en el planeta que pueden considerarse apropiados, razón por la que estos cielos que presentan estas cualidades se consideran un recurso escaso y valioso que es necesario preservar. El norte de Chile aun mantiene esas características.



Cielo nocturno en el Observatorio Inter-Americano Cerro Tololo. En el cielo la Luna, Venus, la estrella brillante Spica y Júpiter. (Crédito: A. Pasten, A. Gomez and NOAO/AURA/NSF).

## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

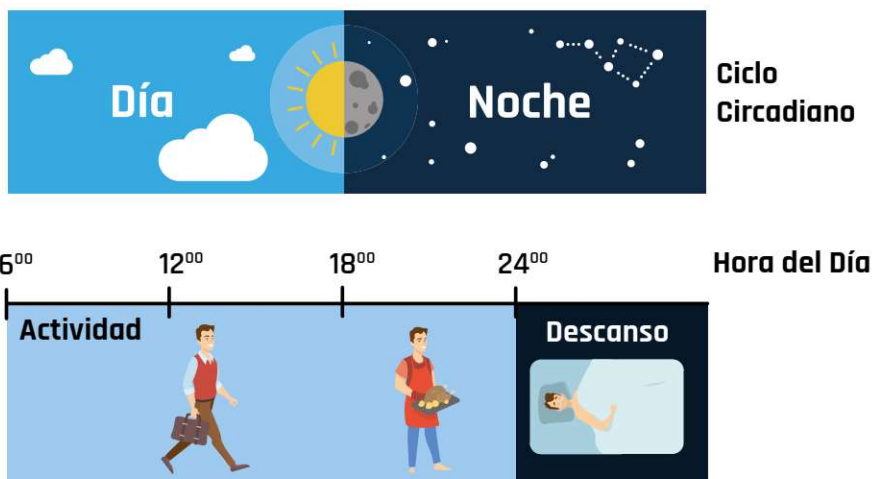
¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

### EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA EN LA SALUD HUMANA

Dado que estamos adaptados a los ritmos del ciclo circadiano de luz-oscuridad del día y la noche, la exposición a la luz artificial durante la noche trae consecuencias negativas para la fisiología humana y animal. En respuesta al ritmo circadiano, nuestro cuerpo produce la hormona llamada Melatonina, la que ayuda a que nos mantengamos saludables al inducir el sueño, estimular el sistema inmunológico y mucho más. La exposición a la luz artificial en la noche suprime la producción de Melatonina y eso afecta nuestra salud, incrementando los riesgos de obesidad, depresión, trastornos del sueño, diabetes, cáncer y otras enfermedades.

Las luces que poseen abundante luz azul en la noche son particularmente dañinas.

Para mantener buena salud es necesario que el sistema circadiano funcione correctamente. La Luz es el principal sincronizador del sistema circadiano y, por tanto, es importante que el día sea día y que la noche sea noche, lo que implica exponerse a luz brillante (que no es tomar el sol) durante el día y por la noche, hacer uso adecuado de la iluminación en el interior de las casas, siendo más adecuado una luz calidad de baja intensidad. La mayoría de los LEDs usados para la iluminación exterior, pantallas de computadores, televisores y otros dispositivos electrónicos emiten mucha luz azul, la que es particularmente dañina.



La exposición a la luz artificial en la noche suprime la producción de Melatonina y eso afecta nuestra salud, incrementando los riesgos de obesidad, depresión, trastornos del sueño, diabetes, cáncer y otras enfermedades.



### IMPACTO DE LA LUZ ARTIFICIAL SOBRE LOS ECOSISTEMAS NATURALES

En el último tiempo, la luz artificial se ha incrementado en todo el mundo, con efectos negativos cada vez más notorios para el medio natural que no sólo tienen que ver con la alteración de la fisiología y ritmos circadianos, también son causa de mortalidad a gran escala pues altera las relaciones predador-presa, el periodo de reposo, afecta las estrategias de camuflaje, el comportamiento reproductor, los procesos de obtención de alimento, principalmente por la desorientación que provoca en los animales. La luz o su ausencia, es uno de los elementos más importantes para el funcionamiento de los ecosistemas naturales. Existen muchos organismos adaptados a condiciones de penumbra. Hay organismos "lucífugos", que huyen de la luz, y por lo tanto son incapaces de atravesar una zona iluminada, generándose un efecto barrera que fragmenta los hábitats. Por otra parte, hay organismos "lucípetos", que se sienten atraídos hacia la luz de los focos, donde pasan a ser presa fácil para los depredadores, generando un impacto negativo en otras especies que dependen de ellos para alimentarse.

Diversos estudios han demostrado que la contaminación lumínica afecta los hábitos de muchas aves nocturnas. Existen aves marinas que se guían por la luz de Luna o de las estrellas para llegar a Tierra y reproducirse en cuevas o acantilados donde incuban sus huevos y cuidan de sus crías hasta el momento de realizar su primer vuelo. Los polluelos salen de la oscuridad de la cueva y se dirigen hacia el mar siguiendo la luz de las estrellas o la Luna. Pero, si existe algún foco cercano de iluminación artificial corren el riesgo de desorientarse y volar en la dirección equivocada. La iluminación nocturna también altera los ciclos de ascenso y descenso del plancton marino, lo que afecta la alimentación de múltiples organismos marinos.



Diferentes tipos de organismos son afectados por la contaminación lumínica, lo que está generando alteraciones en los ecosistemas naturales.



## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

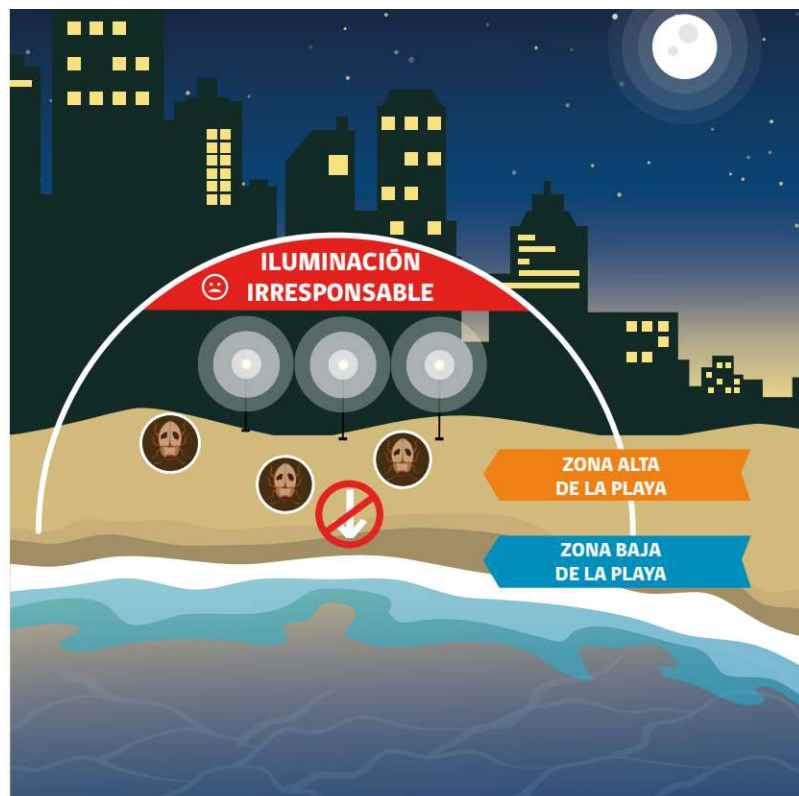
### ¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

En las costas del centro y norte de Chile, en la zona alta de sus playas habita el escarabajo carroñero *Phaleria maculata*. Durante la noche, estos insectos emergen de sus refugios en la arena donde permanecen enterrados durante el día, para moverse activamente en la superficie de la playa en busca de restos de algas y de animales que les permitan alimentarse. Quiénes estudian estos organismos han descrito que las especies del género *Phaleria* tienen la capacidad de orientar sus movimientos usando señales astronómicas para volver a su refugio en la playa. Las luminarias instaladas cerca de esta zona donde habita afecta su conducta e impiden que se orienten de regreso a sus refugios.

Con la contaminación lumínica, las plantas están adaptadas de tal manera que realizan procesos fisiológicos diferentes, la fotosíntesis de día y la respiración de noche. Con la contaminación lumínica, las plantas son afectadas en su crecimiento, desarrollo y en su ciclo de floración que aumenta en intensidad mientras más cerca se encuentre de fuente de luz. De manera indirecta, también son afectadas por la desaparición de los insectos polinizadores que mueren atraídos hacia las luces y por las barreras “lumínicas” que generan las ciudades.

### NORMAS Y REGULACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL CIELO

Apreciar el firmamento nocturno es uno de los espectáculos más hermosos de la naturaleza y sin duda, es una actividad que te conecta con lo natural. Basta una noche de cielo oscuro y levantar la vista al cielo y observar los fenómenos que allí ocurren sin necesidad de usar un potente telescopio sino nuestros propios ojos. Esto es un privilegio que debemos valorar y proteger a través del uso de criterios científicos de prevención y cuidado de los cielos. Por otro lado, debemos reconocer que el norte de Chile es uno de los pocos lugares en el planeta donde encontramos una combinación única de circunstancias ambientales y naturales de un cielo realmente oscuro, con gran porcentaje de días con cielos despejados, de nitidez y transparencia única. Esto hace imperativo conservar la calidad nuestros cielos nocturnos a todo nivel, pues representan parte de nuestro Patrimonio.

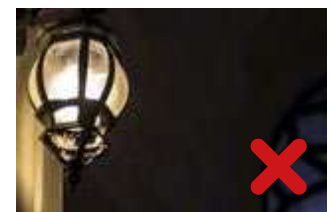
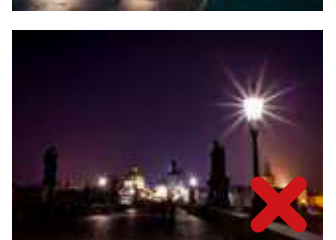
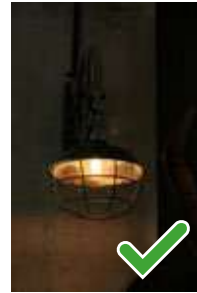
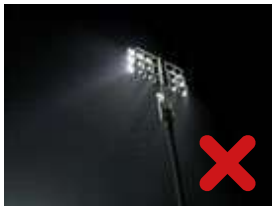


En la Conferencia de Contaminación Lumínica del año 2007 realizada en España, la Unión Astronómica Internacional (IAU) propuso postular a “sitios astronómicos” como Patrimonio de la Humanidad. Para el año 2010, en Brasil, el Comité del Patrimonio Mundial de UNESCO aprobó el estudio sobre los Sitios Patrimonio de la Astronomía y Arqueoastronomía, lo que resultó en que el Norte de Chile fue denominado como “Ventana del Universo”. Más recientemente la Reserva de la Biósfera Fray Jorge en la Región de Coquimbo, fue designada como “Sitio StarLight” por la calidad de su cielo nocturno.

### LA NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Para prevenir la contaminación lumínica y proteger los cielos de la zona norte del país, en el año 1998 se promulgó la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica, la cual tuvo un efecto positivo en las zonas reguladas en cuanto al ahorro energético y reducción de la contaminación lumínica, pero, con el tiempo, se evidenció un estancamiento en el nivel de cumplimiento de la norma, respecto al recambio de luminarias de alumbrado público.

Posteriormente, en el año 2013, se publicó el Decreto Supremo N°43 del Ministerio del Medio Ambiente, que tiene como objetivo proteger la calidad astronómica de los cielos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, cuyos cielos nocturnos son reconocidos como los mejores del Hemisferio Sur para la observación astronómica, siguiendo estándares internacionales. Esta nueva norma establece mayores exigencias para el alumbrado de exteriores, regulando la emisión de flujo radiante hacia el hemisferio superior (iluminación sobre el horizonte), la dirección de la iluminación y la emisión espectral de las lámparas, cualquiera sea su tecnología. Esta norma no solo beneficia al turismo astronómico y el desarrollo de investigaciones científicas, sino que también permite reducir el gasto energético entre un 20% y un 40%.



## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

### NECESITAMOS UN CAMBIO CULTURAL

Un nivel de iluminación moderados en callejones, escaleras, estacionamientos, y otras zonas peatonales ayudan a las personas a ver el camino y mejoran los niveles de seguridad en la noche. Por el contrario, la iluminación excesiva puede resultar peligrosa, ya que una emisión demasiado brillante crea un contraste marcado entre la luz y la oscuridad, haciendo que los lugares fuera del área de alumbrado sean casi imposibles de ver. La mala iluminación puede incluso atraer delincuentes por crear sombras donde pueden ocultarse. El dejar las luces encendidas toda la noche tampoco es efectivo. Es mejor instalar sensores de movimiento o apagar las luces y forzar a un intruso a utilizar una linterna pues eso llama más la atención. Estas medidas están surgiendo como una forma más eficaz de impedir daños a la propiedad, pero su aplicación implica un cambio cultural.

Alrededor de un 30% de la energía requerida para iluminar nuestras calles se desperdicia a diario debido a una mala calidad de iluminación, ya que mucha luz se escapa hacia arriba. Así, las lámparas diseñadas para la protección del cielo nocturno resultan ser más económicas que las luces exteriores tradicionales, pues al colocar un protector a la lámpara que evite que la luz se escape por encima de un ángulo de 90 grados, la iluminación se concentra exactamente donde se necesita. Además, para lograr un mayor ahorro energético se pueden instalar temporizadores, potenciómetros, sensores de movimiento en la iluminación exterior. Estas medidas permiten utilizar la luz cuando se necesite. "Cielos oscuros" no significa "Suelos oscuros", significa usar una iluminación inteligente que dirija la luz hacia el suelo, donde es más útil, creando un balance entre seguridad y cielos oscuros.

Otro cambio cultural importante es la participación o involucramiento público. La idea es pasar de ser observadores pasivos a activos participantes. Una posibilidad es participar de la campaña de ciencia ciudadana conocida como "Globe at Night" (GAN) que comenzó el año 2008 y que hasta la fecha ha recolectado más de 100.000 mediciones en 115 países, y cuyo objetivo es crear un mapa mundial participativo de la calidad del cielo nocturno. GAN es un programa del National Optical Astronomy Observatory (NOAO) de Estados Unidos, operado por



Alrededor de un 30% de la energía requerida para iluminar nuestras calles se desperdicia a diario, debido a una mala calidad de iluminación, ya que mucha luz se escapa hacia arriba.

la Association of Universities for Research in Astronomy (AURA), bajo un acuerdo de cooperación con la National Science Foundation (NSF).

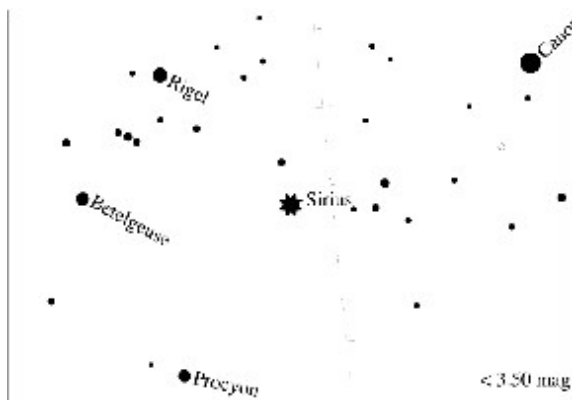
Para participar se debe registrar el brillo del cielo nocturno comparando su apariencia local con láminas que muestran la cantidad de estrellas bajo diferentes niveles de luminosidad artificial. Las observaciones se registran en una sencilla plataforma on-line y así, se crean mapas con los resultados de las mediciones en todo el mundo. Estos mapas son públicos y están disponibles en el sitio web de GAN: [www.globeatnight.org](http://www.globeatnight.org). Mientras se aprende acerca del impacto de la iluminación artificial y la pérdida del cielo nocturno como fuente de recursos natural, se contribuye con datos que pueden ayudar a tomar decisiones y medidas para disminuir los niveles de contaminación lumínica.

## ¿DÓNDE SE VEN MÁS ESTRELLAS?

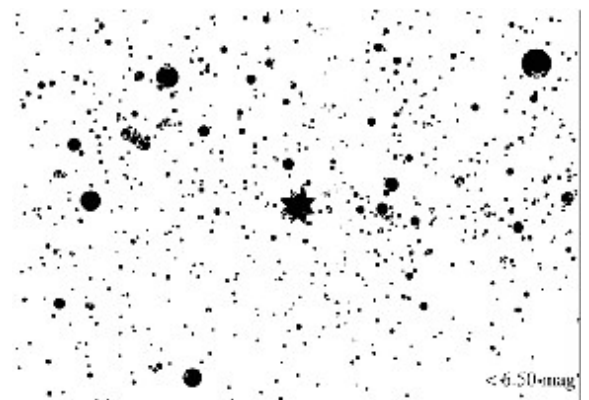


Ejemplos de dos cartas o mapas estelares con diferentes magnitudes de visibilidad de estrellas, mostrando diferentes niveles de calidad del cielo nocturno y de contaminación lumínica. Menos estrellas es señal de mayor contaminación.

CARTA DE MAGNITUD 3



CARTA DE MAGNITUD 6



## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?



## ¿Qué haremos nosotros para cuidar nuestro cielo?

**NIVEL EDUCACIONAL:** Primero de Educación Media.

**DURACIÓN:** 5 semanas.

### OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:  
Identificar los efectos de los avances tecnológicos, relacionados con el uso de la energía eléctrica para iluminación nocturna, sobre el medio ambiente y la sociedad.

### INDICADORES DE EVALUACIÓN

Los y las alumnas que han alcanzado este aprendizaje pueden:

- Comparar los diferentes tipos de iluminación al aire libre.
- Describir los efectos de la contaminación lumínica sobre el medio ambiente, la salud y seguridad humana.
- Aplicar lo que han aprendido sobre la contaminación lumínica para proponer soluciones a la iluminación al aire libre.

### OBJETIVO DE LA ACTIVIDAD

Reconocer y explicar formas en que algunas tipos de tecnología para iluminación nocturna generan impactos en el medio y vida de a la población, y evaluar medidas de mitigación.

### MATERIALES PARA EL GRUPO

Bitácora del joven astrónomo  
Hojas de registro del programa Globe at Night.



## FOCALIZACIÓN

Para iniciar esta actividad puede destacar la condición favorable de Chile para la investigación astronómica y luego, explorar las ideas previas sobre la contaminación lumínica mediante preguntas. Para esto se sugiere plantear una idea como:

"Existen muy pocos lugares en el planeta como Chile, donde encontramos una combinación única de circunstancias ambientales y naturales de cielos realmente oscuros, un gran porcentaje de días con cielos despejados, de nitidez y transparencia única; factores de gran importancia para observación astronómica y el avance científico nacional y mundial. Esta condición especial está siendo amenazada por la contaminación lumínica".

Pregunte si algún estudiante quiere dar a conocer sus ideas sobre lo planteado y guíe la conversación a través de preguntas como: ¿Qué es la contaminación lumínica? ¿Qué efectos crees que tiene en el medio ambiente y la salud humana el uso de la luz artificial?

Coménteles que a partir de fotografías tomadas desde satélites, los científicos pueden medir la contaminación lumínica de cualquier zona de la Tierra. Muestre una imagen nocturna del mundo como la proporcionada al inicio de este capítulo y pídale localicen en ella a Chile. Puede invitarles a señalar en qué lugares hay mayor iluminación nocturna y preguntar: ¿En qué hemisferio hay menos iluminación nocturna? ¿Por qué pasará esto? ¿Crees que se está derrochando energía eléctrica?

Para iniciar la siguiente fase es importante que plantee la pregunta que invite a pensar en el efecto de la contaminación lumínica sobre la observación astronómica, como por ejemplo: ¿Cómo afectará la contaminación lumínica la observación de las estrellas? Escriba todas las ideas y preguntas que surjan respecto a esta parte en un papelógrafo y péguelo en un lugar visible de la sala, para observar y comparar el desarrollo de sus ideas.



## EXPLORACIÓN

Para motivarles a desarrollar una pequeña investigación puede preguntar: Si quisiéramos evaluar la calidad del cielo nocturno en distintos lugares de la ciudad, ¿cómo podríamos hacerlo? Se trata de motivarlos a pensar en una posible variación de la visibilidad de las estrellas en sectores distintos de la ciudad, por lo que deje tiempo para pensar y realizar sus propias hipótesis.

Como esta exploración implicará una actividad nocturna, usted tendrá que evaluar su situación particular, planificar y tomar las decisiones más adecuadas a sus estudiantes. Puede invitarles a trabajar en equipos de 2 - 3 integrantes para que elaboren un plan de trabajo. ¿Qué compararán? ¿Cómo evaluarán el nivel de contaminación lumínica? ¿Qué registros realizarán? ¿A qué hora se realizarán todos los registros? Invítelos a usar sus bitácoras de investigación. En el diseño de investigación pueden considerar la comparación de diferentes sectores de la ciudad. Aunque no necesariamente debe indicárselo, asegúrese que incluyan sitios con mayor y menor iluminación nocturna, como cercanías a un recinto deportivo, plaza, avenida, patio de la escuela, sector poco poblado, entre otros.

**Se sugiere hacer un recorrido previo de los sectores a estudiar. Es recomendable evitar aquellas zonas de riesgo, como espacios solitarios. Si trabaja con estudiantes pequeños, los registros se pueden hacer desde algún espacio abierto en la misma casa, como el caso del patio, terraza y antejardín.**

Coménteles a sus estudiantes que trabajarán en un proyecto internacional llamado "Globe at Night" y que usando "cartas o mapas celestes" con diferentes cantidades de estrellas podrán hacer una estimación del nivel de contaminación lumínica y colaborar con la elaboración de un mapa mundial de la calidad del cielo nocturno. En pocas palabras, entre más estrellas puedan ver en una constelación determinada, más oscura es el sector y por lo tanto, está menos contaminado. Hágales notar que con esta investigación podrán determinar cuál es el área más oscura de la ciudad e identificar fuentes de contaminación lumínica. Luego de motivar a sus estudiantes a participar, explique la forma de usar las hojas de registro y de instrucciones generales, como por ejemplo: esperar 10 min. antes de hacer los registros para que los ojos se adapten y no olvidar registrar el lugar de la observación, las condiciones del cielo y detalles como la presencia de fuentes de iluminación artificial.

**Sugerimos familiarizarse previamente con la plataforma Globe at Night ([www.globeatnight.org](http://www.globeatnight.org)), siendo un programa internacional de ciencia ciudadana para medir la contaminación lumínica en todo el mundo. Las mediciones luego son registradas on-line y con esto se crean mapas con los resultados de las mediciones en todo el mundo.**

## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

### ¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

Una vez cuenten con los registros, los datos se deben ingresar en el sitio web: [www.globeatnight.org/es/webapp/](http://www.globeatnight.org/es/webapp/). Los registros manuales permitirán comparar la calidad del cielo nocturno entre los diferentes sectores estudiados de la ciudad usando los diferentes niveles de visualización de estrellas. Al analizar los resultados, puede preguntar: ¿En qué sectores se visualizan más estrellas? ¿Qué fuentes de iluminación afectaron la visibilización de estrellas?

## SUGERENCIAS DE INVESTIGACIONES

1. Se podría centrar la fase de exploración en las fuentes de contaminación lumínica y organizar una salida nocturna para tomar fotografías de las mayores fuentes de iluminación para comparar posteriormente cantidad, color de la luz y niveles de intensidad.

2. Se puede profundizar en los efectos de la iluminación nocturna en la vida de los animales y evaluar qué tipos de luces atraen más a los insectos. ¿Es la luz amarilla o la blanca? ¿Focos halógenos, LEDs, luces amarillas?

A esta altura, posiblemente sus estudiantes encuentren relaciones entre mayor y menor visibilidad de estrellas y lugares más cercanos o lejanos de luminarias de fuentes de iluminación artificial. Aun no de respuestas y permita que saquen sus propias conclusiones después de realizar la actividad de Reflexión.



## REFLEXIÓN

Una vez ordenados los resultados, preguntas como las siguientes pueden ser el punto de partida para la reflexión: ¿La variación de la visibilidad de las estrellas podría deberse a la cantidad de luz artificial de los lugares estudiados? ¿La selección de los lugares que se realizaron los registros fue la más adecuada? ¿Cuál sería la selección más apropiada? ¿La forma de registrar el nivel de contaminación lumínica fue como la imaginaron al inicio de la experiencia?

Pida a los grupos que den a conocer sus observaciones y respuestas. Puede registrar en un papelógrafo o pizarrón los nuevos aprendizajes de los estudiantes. A medida que se pase por los diferentes grupos de trabajo, haga anotaciones de los comentarios y descripciones de sus estudiantes, para utilizarlas en el momento de la reflexión final.

Para enriquecer la reflexión se puede profundizar en algunos tópicos mediante búsquedas bibliográficas, como revistas, libros y sitios en internet, que destaquen la importancia de la investigación astronómica en Chile, como por ejemplo:

(a) Características de Chile para ser considerado un lugar privilegiado para la observación astronómica, incluyendo las condiciones atmosféricas como humedad ambiental y transparencia atmosférica, y otras antrópicas como la contaminación lumínica.

(b) Observatorios de organizaciones internacionales presentes en Chile, incluyendo sus instalaciones, tipos y tamaños de telescopios, así como futuros proyectos.

Se recomienda visitar los sitios en internet: (1) ESO - European Southern Observatory (ir a [www.eso.org](http://www.eso.org) y "pinchar" sobre la bandera de Chile), entidad a cargo de varios de los principales observatorios instalados en Chile, como La Silla, Paranal y ALMA, (2) AURA-Association of Universities for Research in Astronomy ([www.aura-astronomy.org](http://www.aura-astronomy.org)) con sus asociados NOAO (National Optical Astronomy Observatory ([www.noao.edu](http://www.noao.edu)) y sus observatorios Gemini ([www.gemini.edu](http://www.gemini.edu)) y Cerro Tololo ([www.ctio.noao.edu](http://www.ctio.noao.edu)) y (3) GMT - Giant Magellan Telescope ([www.gmto.org](http://www.gmto.org)).

diferentes tipos de recintos, públicos y privados. La forma de evaluar será usando los tipos de luminarias descritos el inicio de este capítulo.

Pueden evaluar preguntas como: ¿Qué luminarias proyectan la luz hacia la atmósfera y afectar la observación astronómica? ¿Cuáles pueden provocar intrusión lumínica hacia el interior de las viviendas y con esto generar trastornos en la salud de las personas? ¿Qué luminarias pueden provocar deslumbramiento a los conductores y aumentar el riesgo de accidentes? Pueden intentar ordenarlas en un gradiente de menos a más contaminante.

Se sugiere reforzar la importancia de considerar el "flujo útil de la luz", lo que implica dirigir la luz hacia el hemisferio inferior e iluminar lo que se necesita, no el cielo, y evitar el "flujo deslumbrante" que provoca encandilamiento. El flujo de luz que se dirige hacia el hemisferio superior es inútil y contaminante.

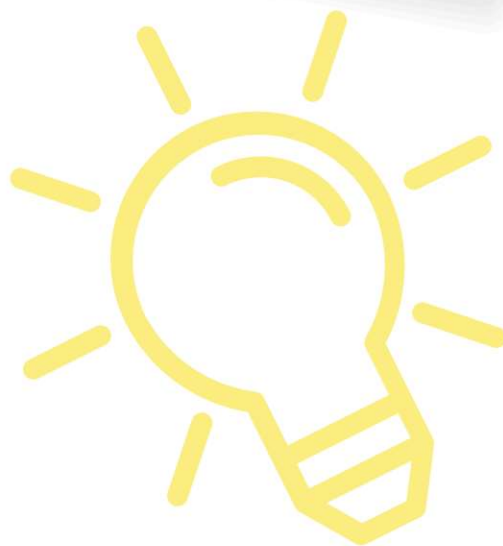
Para finalizar esta fase puede invitar a sus estudiantes a reflexionar cómo la contaminación lumínica afectará la investigación astronómica y la responsabilidad que tenemos todos en evitar esta forma de contaminación. Puede dejar planteadas preguntas como: ¿Cuál es el propósito de colocar luces en las calles y otros lugares al aire libre? ¿Serán fuentes de contaminación las luces cerca del lugar donde vivimos?



## APLICACIÓN

Una forma de aplicar lo aprendido es observar lo que sucede con las fuentes de iluminación del sector evaluando su posible impacto en el ecosistema natural y la salud humana, así como el gasto energético innecesario.

Para esto se puede organizar una salida conjunta, o en equipos o estudiantes individuales, pueden evaluar los tipos de iluminación se usan en el sector. Se puede incluir las luminarias usadas en las calles, forma de iluminar las casas, carteles, anuncios, así como



## 5 ACTIVIDAD INDAGATORIA

¿QUÉ HAREMOS NOSOTROS PARA CUIDAR NUESTRO CIELO?

### KIT DE ENSEÑANZA SOBRE LA CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN

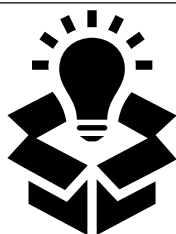
El grupo de Educación y Difusión Pública (EPO) del Observatorio Nacional de Astronomía Óptica (NOAO) de EEUU diseñó un kit para aumentar la conciencia en estudiantes y el público sobre los problemas de contaminación lumínica y las soluciones de iluminación de calidad. En el sitio web: [www.noao.edu/education/qltkit-es.php](http://www.noao.edu/education/qltkit-es.php) encontrará guías, afiches e instrucciones, así como la forma de obtener un Kit.





Le invitamos a descargar  
la "Bitacora del Joven  
Astrónomo" desde  
el sitio web:

[www.explora.cl/coquimbo](http://www.explora.cl/coquimbo)



## Recursos de Aprendizaje:

### A. BITÁCORA DEL JOVÉN ASTRÓNOMO

Actividad:

¿Qué necesitamos conocer para conservar la  
calidad del cielo?

Investigador:

Fecha:

Hora:

1.- ¿Qué sabemos sobre la contaminación lumínica? ¿Cuáles crees que son los efectos del uso de la luz artificial en el medio ambiente, la salud humana y en la astronomía?

2.- Investiga el nivel de contaminación lumínica de tu barrio. Te proponemos realizar una investigación en el entorno donde vives: sal por la noche acompañado de un adulto a las calles o al jardín más cercano y haz un esquema de los diferentes tipos de luminarias que hay.

Haz un croquis y señala si están correctamente orientadas, y los posibles problemas que puedan provocar (por ejemplo: intrusión lumínica dentro de las casas, encandilamiento).



## 5. REFERENCIAS

### Fuentes consultadas

Arango N., M. E. Chaves y P. Feinsinger (2009). Principios y Práctica de la Enseñanza de Ecología en el Patio de la Escuela. Instituto de Ecología y Biodiversidad - Fundación Senda Darwin, Santiago, Chile. 136 pp.

Carroll, Bradley W. y Dale A. Ostlie. 2007. An introduction to modern astrophysics. Pearson Addison-Wesley, San Francisco, USA. 1278 pp.

Feinsinger, Peter. 2014. El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. Bosque 35(3): 449-457.

Fraknoi, Andrew y Dennis Schatz. 2002. El Universo a sus Pies. Actividades y recursos para astronomía. Project Astro y Astronomical Society of the Pacific. San Francisco, CA, USA. Descargable en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED482735.pdf>

Harlen, W. (2010). Principios y grandes ideas de la educación en ciencias. [www.innovec.org.mx](http://www.innovec.org.mx)

Keenan, Phillip-C, Sonia Pinto y Héctor Álvarez. 1985. El observatorio Nacional de Chile (1852-1965). Centro de estudios humanísticos, Universidad de Chile. Santiago, Chile. Disponible en Repositorio de CONICYT: <http://repositorio.conicyt.cl/handle/10533/207170>

Levy, David H. 2008. Observar el Cielo. La guía perfecta para los aficionados a la astronomía. Editorial Planeta, S.A., España. 288 pp.

Ministerio de Educación. Currículum Nacional. <https://www.curriculumnacional.cl/>

Oficina de Protección de la Calidad del Cielo Norte de Chile (OPCC). [www.opcc.cl](http://www.opcc.cl)

Pozo-Menares, Gabriel (2008) Acercamiento a un estilo de astronomía mapuche: las diferentes formas de observar los astros. Presentación en Scuola Italiana (4 abril, Santiago, Chile). Disponible en: [http://millalikan.blogspot.com/2010/06/el-we-tripantu-y-la-reconstruccion-de\\_16.html](http://millalikan.blogspot.com/2010/06/el-we-tripantu-y-la-reconstruccion-de_16.html)

Ruiz, María Teresa. 2013. Desde Chile un cielo estrellado. Lecturas para fascinarse con la Astronomía. Ediciones Confin Ediciones - Catalonia, Santiago, Chile. 239 pp. Versión en línea: [https://issuu.com/confin/docs/issue\\_antologia](https://issuu.com/confin/docs/issue_antologia)

Ruiz, María Teresa. 2017. Hijos de las estrellas: Un maravilloso recorrido sobre los orígenes del universo y del ser humano. Ediciones Debate, Santiago de Chile. 128 pp.

Sagan, Carl. 2015. Cosmos. CreateSpace Independent Publishing Platform. 448 pp.

Schneider, Peter. 2006. Extragalactic Astronomy and Cosmology: An Introduction, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 459 pp.

Smith, M., 2001. Controlling light pollution in Chile: A status report. Preserving the Astronomical Sky IAU Symposium, 196: 39 – 48.

## Recomendaciones de Recursos en Internet

Video "El Universo conocido"

<https://www.youtube.com/watch?v=17jymDn0W6U>

Video "Si la Luna fuera un pixel"

[http://joshworth.com/dev/pixelspace/pixelspace\\_solarsystem.html](http://joshworth.com/dev/pixelspace/pixelspace_solarsystem.html)

Video "To Scale: The Solar System" – Construcción del Sistema Solar a escala

<https://vimeo.com/139407849>

Video "Kepler Orrey IV" – Otros sistemas planetarios.

<https://apod.nasa.gov/apod/ap151205.html>

Video Charla TED "Astrolabio, el Universo en tus manos"

<https://culturacientifica.com/2015/06/23/el-astrolabio-el-universo-en-tus-manos/>

Video "Eratóstenes y su experimento para medir la circunferencia de la Tierra"

<https://www.youtube.com/watch?v=VW20t1dsTr4>

Web: "STAR ATLAS" – Sitio para ubicar planetas y constelaciones

<http://neave.com/es/planetario/>

Web: stellarium – Planetario de código abierto para computadora.

<http://www.stellarium.org/es/>





**explora**  
Un Programa CONICYT

**PAR**EXPLORA  
**COQUIMBO**  
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



**EXPLORANDO**

## **EL CIELO DEL NORTE DE CHILE**

Guía para indagación astronómica escolar





**explora**  
Un Programa CONICYT

**PARAEXPLORA**  
**COQUIMBO**  
PROYECTO ASOCIATIVO REGIONAL



La Guía para Indagación Astronómica Escolar constituye un recurso didáctico que invita a docentes a desarrollar experiencias indagatorias y explorar las posibilidades de hacer "investigación" astronómica escolar. Las diferentes actividades han sido pensadas en facilitar el proceso de la enseñanza de la astronomía a través del uso de estrategias metodológicas de indagación y actividades de aprendizaje de observación y estudio de fenómenos astronómicos, estimulando así, el desarrollo de habilidades y actitudes vinculadas al pensamiento científico en cada estudiante que participe de las experiencias.

**EXPLORANDO**  
**EL CIELO DEL NORTE DE CHILE**  
Guía para indagación astronómica escolar

