

¡Esto es un Asalto!

En esta Serie Temática, continuamos examinando el paso del tiempo a partir de observaciones que hacemos acerca del mundo exterior. En ¡Hola, Sol!, vimos que el Sol parece cruzar el firmamento durante el día de clases. Aparenta ser un movimiento agradable y uniforme. Utilizando la sombra del Sol durante el día, podemos hacer mediciones seguras y precisas de ese movimiento. Las Normativas Nacionales exigen que los estudiantes aprendan cuál es la causa de la luz, el calor y la sombra, y cómo pasa el tiempo, cómo utilizar reglas y otras herramientas de medición. Las palabras de vocabulario que puede ser introducidas para ayudarnos a hablar acerca de nuestra experiencia son: línea, longitud, ángulo, esfera, rectilíneo y modelo.

Ya hemos explorado la forma en que el Sol se mueve en el cielo durante el día. El siguiente paso es tratar de ver ese movimiento desde otra perspectiva. Algunas clases puede que hayan podido determinar la altura del Sol en puños, y encontrado que el Sol primero se eleva y luego decrece en el cielo. ¿Se dieron cuenta también los estudiantes que sus sombras se acortaron y luego se alargaron de nuevo? ¿Tienen ellos un registro de eso? Tal como vimos en la Serie Temática, **Yo y Mi Sombra**, la altura de una fuente de luz cambia las longitudes y orientaciones de las sombras. Utilizar una vara convencional con mediciones cuidadosas puede darnos un mejor registro de las longitudes cambiantes de las sombras en el Sol y también datos válidos para hacer una exploración más profunda.

Si medimos las longitudes de las sombras durante el día utilizando una vara convencional, el patrón de sombra parecerá como un abanico de líneas, primero largo, luego más corto, luego largo de nuevo. Este abanico comienza con su primera línea de sombra a la izquierda de la vara, si estás mirando desde el Sur de la vara. Este patrón de abanico procederá luego con líneas que se mueven cada vez más a la derecha y en ángulos más inclinados hacia el borde del papel- Esto se debe a que el Sol se levanta por el Este, o a la derecha de la vara. Una fuente de luz arrojará una sombra de un objeto hacia la izquierda. El ángulo del Sol por encima del horizonte determina la longitud de las sombras que causa detrás de los objetos. Mientras más alto está el Sol, más corta es la sombra. Esta es la razón por la cual el abanico se acorta a mediodía. De hecho, si la Tierra no se inclinara sobre su eje 23.5° , entonces la altura del Sol a mediodía sería la misma cada día del año. La Serie Temática llamada **Latitudes y Actitudes** nos permitirá explorar más esto.

En un punto en la investigación, hablarás acerca de la relación entre ángulos y lados de un triángulo rectángulo. Un triángulo rectángulo es uno que tiene un ángulo de 90° en él. En este tipo de triángulo, la tangente de un ángulo es definida como la longitud del lado opuesta al ángulo, dividido por la longitud del lado próximo al ángulo. La hipotenusa, o el lado más largo, no se utiliza para encontrar la tangente. En la investigación con la vara solar, la tangente de los ángulos utiliza los “lados” hechos por la longitud de la vara y la longitud de la sombra. Así que, dependiendo de qué ángulo estés tratando de encontrar, dividirás uno por el otro. En una calculadora o utilizando una tabla de tangentes, puedes encontrar el

ángulo. En los grados superiores, utilizarás un transportador y algo de cuerda para medir los ángulos directamente, así como encontrarlos con la tangente.

Si estás interesado/a en hacer relojes de sol con tu clase, favor comprueba este patrón para un diseño sencillo de un reloj de arena.

Este grupo de edad no puede manejar todavía la precisión requerida para la Investigación en esta Serie Temática. No serán capaces de hacer buenas mediciones ni entienden su importancia. Lo que queremos que aprendan de esta aventura es que al moverse a través del cielo, la luz del Sol cambia la sombra de la vara, algo que ellos deberían recordar de **Yo y Mi Sombra**. Sin embargo, podemos subrayar el uso del Sol como reloj en esta Serie Temática. Se sugiere que en lugar de emplear la vara de medición y papel, que en cambio utilices un arbolillo o palo en el patio de la escuela y banderas u objetos brillantes que sirvan para marcar. De esta manera, podemos expresar el mismo concepto básico en una forma muy grande y personal, utilizando primero nuestro cuerpo para marcar el lugar donde están las sombras, y luego colocamos banderas especiales para hacer registros semi-permanentes de las sombras. Decorar las banderas personales sería una integración excelente de arte dentro de esta Serie Temática para este grupo de edad.

¿Qué le está ocurriendo al Sol allá afuera durante el día?
¿Está permaneciendo en un solo lugar? ¿Da la impresión de que se mueve? ¿Qué ocurre con nuestras sombras si la luz se mueve? ¿Crees que nuestras sombras producidas por la luz solar podrían moverse también? ¿Qué ocurre si

se mueven? ¿Se mueven nuestras sombras con nosotros?
¿Funciona el juego Sol/Bloqueador/Sombra si nos
movemos? ¿Cómo podríamos ponerlo a prueba? ¿Cuánto
tardaría antes de que nos diésemos cuenta de cualquier
movimiento? ¿Podemos ver en realidad al Sol moverse?
¿Cuánto tardó en ¡**Hola, Sol!** antes de que notáramos el
movimiento?

Cerciórate con antelación de que tu lugar de observación
esté libre de perturbaciones por los estudiantes durante el
día y el receso. Tal vez sirva de ayuda alertar a tu director
acerca de la actividad. Afuera, tomemos un arbolillo o
palo (o usa una vara convencional) sobre la que no caiga
la sombra de la escuela en ningún momento durante el día.
Sería mejor si este objeto estuviese cerca del lugar donde
todos hicimos ¡Hola, Sol!, de manera que tengamos a
nuestro alrededor señales similares en el horizonte. Esto
nos ayudará a comprender lo que está ocurriendo.

¿Qué hora es? ¿Dónde está la sombra de nuestro árbol?
¿Podemos todos correr hacia la sombra y ponernos de pie
encima de ella? ¿Cuál es la longitud de la sombra? ¿Podría
alguien ponerse de pie sobre el extremo de la sombra?
Coloca una pequeña bandera de la clase allí con el tiempo
escrito sobre la misma. ¿Quién cree que la sombra estará
en algún otro lugar en una hora? ¿Dónde? Permanece de
pie en el sitio donde crees que estará. Con nuestros
nombres sobre nuestras propias banderas (o de un color
diferente a la bandera de la clase), que cada uno coloque
una bandera donde cada uno de nosotros cree que estará la
sombra dentro de una hora. Selecciona al azar banderas de
los estudiantes y pregúntales por qué eligieron ese sitio.

¿Podrían relacionar ellos su decisión con el Sol en absoluto? ¿Dónde creemos que estará el Sol dentro de una hora?

En una hora, salgan de nuevo. ¿Dónde está el extremo de la sombra? Márcala con otra banderita de la clase ¿Quién estuvo más cerca? ¿En qué dirección se movió la sombra? ¿Qué está cambiando? ¿Dónde está el Sol? ¿Se encogió o creció el árbol? Recuperemos nuestras banderas personales. ¿Dónde podría estar la sombra la siguiente hora? Esta vez los estudiantes pueden comenzar a ver que podría estarse formando un patrón, y muchos colocarán su banderita a la derecha de la segunda bandera de la clase. De nuevo, pregúntales por qué y si pueden relacionarlo con el Sol.

Para la tercera hora afuera, debería ser evidente lo que está ocurriendo al patrón de la sombra. Se está moviendo hacia la derecha. La longitud de la sombra no va a tener mucho sentido para ellos, puesto que involucra la altura del Sol; señalar la correlación será difícil. Sin embargo, con linternas adentro, repetir la investigación denominada Tú Iluminas Mi Vida puede permitir un mayor modelaje de la situación. Considera esto si sientes que tus estudiantes podrían adquirir un mayor discernimiento. De otro modo, no es algo de importancia en este grupo de edad. Estos son entendimientos que ellos pueden construir a medida que se hacen mayores.

¿En qué dirección fue el Sol hoy? ¿En qué dirección fue la sombra? ¿Se movió el árbol durante el día? No... entonces ¿qué ocurrió? Juega de nuevo adentro el juego Sol/Bloqueador/Sombra con una linterna, algún objeto y papel. Modela la experiencia desde afuera con todos.

Pregúntales a lo largo de la actividad si es allí donde estaba el Sol y si es allí donde estaba el árbol o vara. ¿En qué dirección se fue la sombra? ¿Está yendo el Sol en esa dirección? ¿Ocurre igual para todos en todo el mundo?

Esta es una buena Serie Temática para este grupo de edad. Ellos están comenzando a aprender acerca de los números y cómo usar las herramientas de medición. En esta edad, ellos son extremadamente acuciosos para no cometer errores, puesto que están desesperados por amoldarse y evitar parecer estúpidos. Y ellos quieren que les den tareas reales para hacer. Estas características hacen que un subconjunto de esta Serie Temática sea perfecto para sus estudiantes. No ahondaremos en la geometría de esta situación con estos estudiantes, pero les permitiremos participar en alguna observación seria, construyendo y modelando en una manera que esperamos satisfaga sus deseos intelectuales.

¿De qué manera parece moverse el Sol durante el día? ¿De dónde a dónde? ¿Recuerdas los dibujos en el pizarrón de ¡Hola, Sol!? ¿Podría alguien dibujarlos en el pizarrón? Así, puesto que estábamos mirando hacia el Sur, el Sol se movió de izquierda a derecha. ¿Qué ocurre entonces con las sombras hechas por el Sol durante el día? ¿Cómo podríamos observarlas y ser capaces de traerlas adentro para mirarlas? ¿Podemos traer adentro las sombras de alguna otra persona? ¿Cómo podríamos hacer esto? Reúne sugerencia de ellos. Muchos recordarán que pudimos llevar adentro los datos de ¡Hola, Sol! porque hicimos un registro de ellos. ¿Cómo podríamos hacer un registro de las sombras? Ellos sugerirán poner papel sobre el suelo, tal vez, o tomar fotografías. ¿Será capaz una imagen de

mostrarnos todas las sombras de todo un día? No. Un pedazo de papel funcionaría si tuviese todas las sombras sobre éste. ¿Qué tamaño debe tener el pedazo de papel? ¿Qué longitud tienen las sombras? y ¿qué deberíamos utilizar como fabricante de sombras?

Mira alrededor de la habitación y encuentra una vara convencional. ¿Cómo podríamos evitar que esta vara se cayera? Una lata con desechos adentro para mantener fija la vara es una buena idea: cosas como arcilla y piedras, un cesto de poliestireno para plantas con bloques y piedras, o una lata de café llena de arena son buenas ideas. Papel tomado de un rollo grande y cinta adhesiva protectora serán adecuados para llevar el registro. Y un marcador bonito y nuevo.

Cronometra las observaciones para que coincidan con las horas en que todos salimos para la actividad **¡Hola, Sol!**, y coloca tus equipos aquí. Saca una hoja grande (de unos cuatro pies de largo y del ancho del propio papel) y extiéndela con una esquina apuntando hacia el sur. (Los ideales de simetría humana querrían que la pusieras cuadrada con un lado mirando hacia el sur. No transijas. Como las sombras por la mañana serán más largas que las del mediodía, necesitarás tomar en cuenta esto en la orientación de tu papel). Pega tu papel firmemente con cinta adhesiva. Puede que quieras marcar dónde están los bordes del papel en caso de que se vuele de la posición. Coloca la lata boca abajo en la esquina. Haz un círculo con cuidado alrededor del fondo de la lata de manera que siempre sepas a dónde debe ir supuestamente. Para que no atestemos el papel con nuestras sombras, pongámonos de pie en el lado norte del papel. (No hay

necesidad de llamar a las cosas norte y sur con este grupo de edad. Todos se aturdirán con el vocabulario. Podrías decir: “Pongámonos de pie en la parte de arriba del papel”).

¿Qué hora es? Que alguien mire un reloj. ¿Dónde está la sombra aquí? Sigue el rastro de la línea de la sombra con atención con un marcador oscuro. Escribe la hora en el extremo de la sombra. (Haz esto para cada observación de sombra en el día de hoy. Probablemente sea una buena idea poner la fecha cerca de la parte de abajo del papel). La sombra está a nuestra derecha. ¿Dónde está el Sol? Está a nuestra izquierda. ¿Cuál es la longitud de esta sombra? ¿Dónde creemos que va a estar la sombra en una hora? ¿Recuerda todo el mundo ¡Hola, Sol! y lo que aprendimos acerca de cómo el Sol se movió en el curso de una hora? ¿Qué podría hacer esto a la sombra? ¿Estará el Sol más alto en el cielo? ¿Qué podría hacer esto a la sombra? Los estudiantes tal vez quieran colocar piedras sobre la marca del papel donde ellos creen que estará la próxima sombra. Si ellos creen que la sombra podría cambiar de tamaño, ellos deberían colocar su piedra donde ellos piensan que estará el extremo de la sombra.

De nuevo afuera en una hora... ¿hacia dónde se movió la sombra? ¿Cuántas cosas afuera en nuestro plan podrían estar cambiando? Que ellos decidan si la vara podría haber cambiado de tamaño. ¿Podría haber cambiado de tamaño el papel? ¿Qué otra cosa está cambiando? ¿Dónde está el Sol? (Recuerda no mirar directamente al Sol, pues eso puede causar un daño permanente a la retina del ojo). ¿Existe una conexión? ¿Cuál es la longitud de la sombra?

¿Dónde se encuentra el Sol en el cielo?

De vuelta en el aula de clase, recoge el dibujo de ¡Hola, Sol! en el atril. Déjalo a la vista por este día como guía de referencia para los estudiantes. ¿A qué hora hicimos esta última observación? ¿Puede alguien encontrarla en el dibujo ¡Hola, Sol!? ¿A qué altura está el Sol ahora comparado con una hora atrás? ¿Ocurrió algo a la sombra durante esta última hora? ¿Cuál podría ser el vínculo? Ellos puede que vean o no de inmediato la relación entre altura y longitud, de modo que estimúlalos para que piensen más hasta que propongan la idea. Cuando lo hagan, pregúntales cuándo creen ellos que la sombra será más corta el día de hoy, o cuándo será más larga. Si ellos no ven la conexión todavía, vuelve a intentar esta línea de preguntas después de cada observación afuera hasta que lo hagan.

Después de haber completado un registro con la vara de sol (es decir, al final del día) pega con cinta el registro en el aula de clase. Mañana pensaremos más acerca de este día y construiremos nuestros propios modelos acerca de éste.

El siguiente día, aparta una mesa para los materiales: linterna/ mondadientes/arcilla/papel, y comienza a hablar con la clase acerca de nuestras experiencias del día anterior. ¿Qué hicimos ayer y qué creemos que hemos descubierto? Creemos que descubrimos que como el Sol se movía a través del cielo y arriba y abajo en el cielo, las sombras se movieron a través del papel y se alargaron o acortaron. ¿Cómo podríamos tratar de modelar eso dentro del aula de clase? Necesitaríamos un Sol, ¿cierto? ¿Y si quisiéramos que todos tuviesen su propio Sol? ¿Qué

podríamos usar en lugar de un Sol? ¿Qué es el Sol después de todo? Es de esperar que ellos recuerden muy bien sus experiencias con Tú Iluminas Mi Vida para saber que la luz es la luz, cualquiera que sea su fuente, y que los objetos en el camino de las linternas arrojarán sombras tal como lo hacen en el camino de la luz solar. ¿Qué otra cosa necesitamos? Necesitamos una suerte de vara clavada a algo. Un palillo mondadientes en arcilla funciona bien. Y necesitamos papel y marcadores. Sin problemas.

En equipos de dos, haz que ellos reúnan un conjunto de materiales y los traigan a un escritorio o mesa. ¿Pueden ellos recrear lo que ocurrió afuera? Dales bastante tiempo para que manipulen los materiales. Querrán jugar desesperadamente con las linternas en primer lugar, pero no tanto como lo hicieron en Tú Iluminas Mi Vida. Pídeles que se concentren en recrear los eventos del día de ayer. ¿Qué deben hacer con la linterna para que las sombras de sus palillos mondadientes luzcan como las del registro de ayer pegado con cinta a la pared? Haz que te digan por qué construyeron su modelo en la forma que lo hicieron y cómo lo construyeron. Tal vez los equipos podrían venir luego al frente y explicar sus modelos al resto de

¿Qué podemos ver aquí? Sujeta la linterna de alguien y dirígela hacia abajo desde la parte más alta del palillo mondadientes. ¿Qué clases de cosas le ocurrirían a las sombras si hiciésemos esto? No habría sombra. ¿Ocurre esto con la Tierra en alguna parte? ¿Qué ocurriría si realmente bajáramos la linterna (apúntala al lado del palillo mondadientes y muy abajo). Las sombras serían muy largas. ¿Ocurre esto alguna vez sobre la Tierra? Reúne sus sugerencias. Pídeles que escriban sus experiencias de los últimos días, especialmente lo que

ellos piensan que aprendieron y qué otra cosa podrían querer aprender acerca de cómo las sombras funcionan sobre la Tierra

Estos estudiantes están listos para hacer algunas observaciones serias acerca de su mundo. Este grupo de edad es capaz de registrar datos y comprender la necesidad de una observación atenta. Son responsables y están ansiosos por dominar las destrezas. El inicio de la pubertad con frecuencia obstaculiza el deseo que un niño tiene de asumir riesgos. La simplicidad de las observaciones y los resultados obvios a medida que llegan proporcionan al estudiante una experiencia confiada en la cual hacer algunas predicciones importantes. Llevar un diario es una cosa muy personal y también puede ser un lugar seguro y privado para registrar sus ideas. Modelar nuestra investigación en esta Serie Temática ayudará a hacer algunas conexiones entre las matemáticas que estamos haciendo y lo que muestra acerca del mundo a nuestro alrededor. En este grupo de edad, la mayoría de los programas de estudio están introduciendo geometría básica: triángulos, círculos y algunos conceptos simples asociados con ellos. Esta Serie Temática utiliza grados, fracciones, ángulos y triángulos para explorar la velocidad de rotación de la Tierra, la altura del Sol, y posteriormente en el año, la inclinación de la Tierra. Es importante que los estudiantes estén familiarizados con el transportador antes de esta Investigación. Para el momento en que se usen los transportadores en esta Investigación, tú y tu clase estarán participando en una actividad de pensamiento seria y desarrollando conexiones. En medio de la serie temática, servirá de distracción respecto al proceso cognitivo parar y aprender acerca del transportador.

Cuando el Sol se desplaza a través del cielo, ¿cómo podríamos registrar verdaderamente su posición exacta? Es extremadamente peligroso mirar directamente al Sol. ¿De qué otra manera podríamos tratar de registrar el movimiento? Esperemos que ellos estén pensando acerca del Sol como fuente de luz y que sepan muchísimo acerca de las características de las fuentes de luz ahora. De no ser así, pregúntales si el Sol es una luz. Qué saben ellos acerca de fuentes de luz? ¿Qué pueden hacer las luces? ¿Qué resultados se producen cuando colocamos algo en el camino de la luz? ¿Hay algo importante acerca de la luz que podamos aprender sobre lo que le ocurre a la sombra del objeto en su camino? Podemos decir lo brillante que es, algunas veces, por la oscuridad de la sombra si el objeto es muy opaco. ¿Qué ocurre con la altura de la luz? Si la luz viaja en línea recta, ¿qué le ocurre a una sombra si la luz proviene de aquí arriba? Apunta una supuesta linterna por encima de la cabeza de alguien. Esto puede no ser obvio para todos. Bien. Eso significa que es hora de ir afuera y experimentar esto por nosotros mismos.

Llevemos afuera algo que conozcamos muy bien. Aquí hay un trozo de madera (la regla o la clavija de 12 pulgadas, o el medidor de medio metro). ¿Qué longitud tiene? ¿Cómo podríamos saberlo con certeza? Haz que sugieran y pongan en práctica el acto de medirlo con una regla. Muy bien, entonces sabemos que tiene un pie de longitud. Clavémoslo afuera y observemos sus sombras todo el día y midámoslas también. Si ellos hicieron esto el año pasado, puede que eleven su voz y lo digan.

Pregúntales si alguna vez midieron las sombras que hicieron entonces o si descubrieron la velocidad del movimiento del Sol. Bueno, no. Muy bien, entonces, tiempo de ponerse en movimiento.

Saca de nuevo el atril y el papel. Afuera, con los materiales colocados en un buen lugar soleado, haz que ellos claven el papel con cuidado en algún lugar seguro donde no lo pisoteen. Podrías preguntarles en qué dirección está el Sur. Sugiere que apunten a una esquina del papel grande hacia el Sur y coloquen la lata con la clavija vertical cerca de la esquina. ¿Qué ocurre si la lata se desliza? ¿Qué podríamos hacer para asegurarnos que sabemos dónde estaban las esquinas del papel? Pegar las esquinas con cinta y marcar con tiza el contorno del papel parece funcionar bien. Perfil la lata sobre el propio papel. Si hace viento, deben usarse objetos pesados en las esquinas del papel. ¿Qué hora es? ¿Dónde está la sombra? Haz que alguien siga el rastro de la sombra con un marcador oscuro con mucho cuidado. ¿Por qué con tanto cuidado? Cuando medimos, necesitamos tener un buen registro. Marca la hora de la sombra a la que se le siguió la pista en la parte superior de la línea trazada. Podríamos tratar de hacer algunas conjeturas en cuanto a dónde pensamos que podría estar la sombra la próxima vez que salgamos para comprobar nuestro plan colocando piedras o varitas sobre el papel. ¿Dónde está el Sol? Haz que un equipo dibuje el horizonte sobre el atril tal como se ve desde el lugar delante de la vara (es decir, el hemisferio sur del cielo). En ese caso, ¿qué desearíamos saber acerca de dónde estamos de pie con el atril? Haz que hagan alguna marca sobre el suelo para que puedan estar de pie

nuevamente en el mismo sitio después de una hora. Pídeles que dibujen el Sol utilizando la técnica de los “puños” que se describe en ¡Hola, Sol! ¿Dónde estará el Sol en una hora? Ellos señalarán algún sitio sobre el papel. Mantengamos este dibujo junto el registro de la vara de sol. De esta manera, ¿dónde podría estar la sombra después de que el Sol se ha desplazado por una hora? ¿Y la longitud de la sombra? ¿Más larga, más corta, o igual? ¿Por qué? Reúne ideas, pero no favorezcas a ninguna sobre otra. ¡Muy pronto lo sabremos en una hora!

Dentro de una hora, vuelve a consultar el plan. Antes de seguir el rastro a la sombra, ¿qué desearíamos hacer? Comprueba que todo está en su lugar. Luego, haz que alguien siga el rastro de la sombra con mucho cuidado, marcando la hora de nuevo en la parte superior de la línea de la sombra. Entonces, ¿qué ocurrió aquí? Háblame acerca de cómo la nueva sombra ha cambiado respecto a la última. Alguien te dirá que se desplazó y que se acortó. ¿Por qué hizo esto? ¿Se desplazó o se acortó la vara? ¿Qué es la única cosa que puede cambiar la sombra? La luz. Así, la luz se desplazó de alguna manera. ¿Dónde está el Sol ahora? Haz que los que llevan el registro del Sol se pongan de pie en su sitio y dibujen el Sol sobre el atril. ¿Existe una conexión? Si nadie ve eso cuando el Sol se desplaza a la derecha, la sombra se desplaza a la izquierda, eso está bien. Podemos simplemente continuar diciendo estas cosas. Igualmente, ¿a cuántos “puños” de altura está el Sol? ¿Qué longitud tiene la sombra? ¿Qué está ocurriendo aquí?

Cada visita sucesiva al exterior se volverá menos interesante para ellos hasta después del mediodía (cuando

el Sol alcanzó su punto más alto en el cielo) cuando las sombras se hacen más largas de nuevo. ¿Por qué está ocurriendo esto? ¿Hacemos ahora la conexión? ¿Cómo podríamos modelar eso dentro del aula de clase? Deberían pensar acerca de esto para mañana, pues entonces estaremos construyendo nuestros propios modelos y descubriendo algunas cosas acerca del mundo de ellos. Como tarea, puedes hacer que escriban en sus diarios lo que ellos piensan que ocurre durante el día a las sombras, así como la Tierra y el Sol. ¿Pueden ellos imaginar cómo serían las sombras en alguna otra parte sobre la Tierra? Antes de que lleguen para el siguiente día, pega con cinta los dibujos del atril a la pared por encima del dibujo de la vara de sol (en la orientación en forma de diamante).

El siguiente día, pregúntales qué ocurrió ayer y lo que ellos piensan que saben ahora. Muéstrales que colocaste los dibujos que hicieron, de modo que están justo como se encontraban cuando los vimos sobre el suelo. Haz que piensen acerca de (pero que no digan en voz alta) las dos posiciones en las que han estado los dibujos.

Divide a los estudiantes en equipos de cuatro personas, entrega los conjuntos de modelos de varas de sol (linterna/palillo mondadientes/arcilla/papel) y haz que los equipos reconstruyan los ajustes. ¿Cómo podemos recrear la escena con linternas? ¿Por dónde salió el Sol esta mañana? ¿A dónde fue y qué tan alto? ¿Cuándo estuvieron más largas las sombras? ¿Cuándo estuvieron más cortas? ¿Cuál es la conexión real? Haz que ellos te digan lo que piensan que está ocurriendo. Dirán cosas como: “Cuando el Sol está en su punto más alto, las sombras están más cortas”. Pregúntales por qué. ¿Tiene que ver con la naturaleza

Ayuda dibujando la vara en el medio y coloca el Sol en el extremo izquierdo. Pide a alguien que venga y dibuje de qué manera la luz está llegando a la vara. Pregunta a la clase dónde está la sombra. Ellos desearán venir y señalarlo o dibujarlo. Extiende las líneas de luz solar más allá de la parte más alta de la línea de la vara (si es que ya no están más allá de ésta) de modo que lleguen más allá y marca el extremo de la sombra. Pregúntales de nuevo acerca de las sombras y lo que aprendieron de Tú Iluminas Mi Vida si ellos se preguntan por qué estás preguntando eso. Los recuerdos en retrospectiva no son problema, y siempre se alientan. Cuando todos entiendan, dibuja el Sol más alto y por encima más a la derecha. Haz que alguien venga y dibuje de qué manera la luz está llegando a la vara. ¿Dónde está ahora la sombra? Y

Pega con cinta el dibujo del Sol que está en el atril al pizarrón cerca de los dibujos con tiza (pero más alto). Por debajo, pega con cinta los dibujos con la varita de sol para propósitos de comparación. ¿Es esto lo que vimos? Sí. Lo que ha ocurrido es que hemos experimentado algo y lo hemos dejado de lado. Luego lo modelamos y pensamos acerca de él en líneas y dirección, y lo fijamos próximo a nuestra primera experiencia. Lo que fue verdadero para uno es verdadero para el otro, y viceversa. Como estas dos experiencias se apoyan la una a la otra, cada punto de vista es tan válido como el otro. El siguiente paso es emprender un viaje al tercer reino de la experiencia: el matemático. ¿Cómo podríamos comunicar nuestra experiencia en términos de modelos matemáticos?

Aísla una sección del dibujo con tiza sobre el pizarrón (ya sea borrando el resto o re-dibujando las partes fundamentales) de modo que se asemeje a un pequeño

triángulo formado a partir de la línea de luz solar que se aleja más allá de la parte de arriba de la vara, la vara de sol en sí misma y la marca de línea donde la sombra fue proyectada. ¿Qué forma es esta? Un triángulo. ¿Qué sabes acerca de los triángulos? ¿Qué te dice la palabra en sí misma? Tri = tres, ángulo = una cierta altura medida en grados. Señala de nuevo el dibujo en el pizarrón. ¿Qué ángulo se abre y apunta a la posición del Sol?

Dibuja un Sol en la parte alta del pizarrón. Pregunta a algunos miembros de la clase en qué lugar estaría la sombra de la vara sobre su modelo si este Sol pudiera emitir luz? ¿Cómo podríamos probar esto? Con suerte, ellos utilizarán la linterna en sus manos y las moverán para que estén en línea con la marca del Sol sin dejar sus escritorios. De modo que, ¿a qué altura está la linterna o la marca de Sol por encima del papel en grados? Sigue la pista de la línea desde el Sol hasta el final de la sombra – pero con qué?

Sería bueno seguir la pista de la longitud de la sombra primero con un lápiz. Luego, haz que una persona sostenga la linterna mientras que otra sostiene una cuerda hacia la linterna cerca de la lente. Una tercera persona debería halar la cuerda hasta que el otro extremo libre llegue a la punta de la sombra dibujada sobre el papel. ¿Qué es la forma hecha por la cuerda, el palillo mondadientes y el contorno de la sombra de papel? La cuarta persona debería ser capaz de ver esta forma visualizando toda la construcción desde el lado. ¿Qué representa la cuerda? Apunta al Sol. Se sigue que un ángulo formado en la esquina por la cuerda y el “suelo” de papel, representa el ángulo del “Sol” por encima del suelo. ¿Puede la cuarta persona ver cómo es esto posible

siguiendo con su ojo la pista de la línea hecha por la cuerda hasta llegar arriba al “Sol”? ¿Puede ella explicarlo a todos los demás en el grupo?

Haz que la cuarta persona en cada grupo tome un transportador y mida la altura del Sol (o la línea de la cuerda, en este caso) en grados. ¿Qué altura tiene nuestro Sol en grados sobre el papel? ¿Qué longitud tenía la sombra? Tomemos nota de estos números en alguna parte de la parte inferior del papel. Borra el primer Sol y dibuja otro que esté significativamente más abajo en el pizarrón y reinicia todo este procedimiento para esa nueva altura. ¿Qué aspecto tiene este triángulo? ¿En qué se diferencia del primero? ¿Cuál es la altura de nuestro Sol? ¿Cuál es la longitud de la sombra?

¿Qué está ocurriendo aquí? Debe haber alguna relación entre la altura del Sol y la longitud de la sombra que forma, pero sabíamos esto a partir de nuestras experiencias afuera. También parece haber alguna relación matemática entre ese ángulo del triángulo y la longitud de la parte inferior del triángulo. ¿Cambió alguna vez el tamaño del palillo mondadientes? No. Esto da una longitud continua para un lado del triángulo. Tal vez podríamos pensar acerca de ello un poco más. ¿Hay una fracción que pudiéramos pensar que podría cambiar a medida que cambia el ángulo pequeño? ¿Qué ocurre con la longitud del palillo mondadientes dividida por la longitud de la sombra? ¿Cuál es el número? Es mayor que uno aquí (para el primer conjunto de números, escríbelos sobre el atril como una fracción). ¿Qué tamaño tenía el ángulo? ¿y qué ocurre para el otro conjunto? Escríbelos también sobre el atril (si sobra espacio, ese es!) ¿Qué tamaño tenía su ángulo? Parecemos encontrar que mientras más grande es

el ángulo, más grande es la fracción. Muy bien. ¿Tenemos algunos otros datos que podamos comprobar? Reunamos todos nuestros datos en un lugar para poder buscar patrones, ¡si es que hay alguno!.

Inicia una tabla en una nueva hoja sobre el atril. La tabla debería tener suficiente espacio para 7 columnas, con **Tiempo y Longitud de la Sombra y Longitud de la Vara** como encabezados para las columnas 1-3.

¡Obviamente, la tercera columna no cambiará! Pensemos acerca de cómo hemos obtenido los datos hasta ahora. La primera columna la conocemos porque fuimos cuidadosos de apuntar el tiempo cada vez que tomamos una medición. La segunda columna tuvimos que medirla nosotros con una regla. La tercera columna ya la conocíamos porque habíamos medido la vara. ¿De qué otra cosa hemos estado hablando que podamos entender acerca de este sistema de tres líneas, vara, sombra y rayo de luz solar? Deberían continuar pensando acerca de la idea del triángulo y esa fracción.

¿Cómo podríamos encontrar realmente los ángulos que queremos conocer? ¿Sugiere alguien utilizar la idea de la cuerda en el plan real? Fija la vara y el papel sobre el suelo. Permite que los estudiantes usen la cuerda para conectar la parte superior de la vara al extremo de la primera sombra. Alguien puede medir el ángulo hecho en el papel con la cuerda y escribir esto dentro de la columna de **ángulo medido**. Deberían hacer esto para todas las longitudes de sombra.

Tan sólo mira los dibujos de la vara de sol, no el conjunto ¡Hola, Sol! ¿Qué longitud tenía nuestra vara? Tenía un pie, o 12 pulgadas, o si usaste una vara de medio metro,

tenía 50 centímetros. ¿Cuáles son las longitudes de estas sombras? Un grupo debería medir las líneas y apuntar las longitudes en la tabla (usar centímetros es tan válido como usar pies o pulgadas). ¿Pueden hacer una quinta columna para la fracción y rellenarla? De no ser así, podrías considerar la posibilidad de usar una calculadora y darles valores fraccionales para los números que dicen en voz alta. ¿Existe un patrón? ¿Podríamos hacer algunas adivinaciones basadas en los tamaños de las fracciones en cuanto a lo que podrían haber sido los ángulos para esos momentos?

Estamos muy cerca de poder encontrar un ángulo a partir de esta información, aun cuando tengamos uno que creamos que medimos correctamente. Si esta relación es tan simple, ¿hay una tabla en alguna parte? Producir una tabla de tangentes podría ser algo muy bueno. No es posible esperar que estos estudiantes lean la tabla muy bien, ni es razonable esperar que ellos entiendan los radianes de un círculo. Así que, se sugiere que en cambio les digas que la calculadora tiene la tabla incorporada. Y por cada fracción que encontremos, podemos encontrar el ángulo que va con éste. Haz esto para cada fracción de tangente y escribe el ángulo calculado sobre el atril en una sexta columna.

El truco aquí, si ya no lo hemos sugerido antes, es que el dibujo de ¡Hola, Sol! tiene puños que han sido dibujados para indicar la altura. Como un puño representa unos 10 grados, podemos ver de qué manera coinciden los ángulos. Si alguien puede decir en voz alta la medición en puños, el resto debería poder decirte los grados. Escribe los grados representados por puños dentro de la séptima columna y la columna final. Las últimas dos columnas no coincidirán

perfectamente, pero estarán cerca. Pregúntales cuál medición piensan ellos que es menos exacta y ¿por qué? Los puños, obviamente, porque las variables son el tamaño de la mano y la precisión del medidor. No se deberían hacer bromas a los que registraron el dibujo de ¡Hola, Sol!, sino que se les debería recordar que si su vista fuese perfecta como los cálculos matemáticos, ¡ellos estarían en el Libro Guinness de Records Mundiales! Los errores humanos son un hecho de la vida. ¿Cómo podríamos haber cometido errores en los cálculos? La forma en que escribimos los datos en la calculadora, la forma en que medimos la longitud de la sombra, o el movimiento de la vara de sol afuera en primer lugar.

¿Qué estamos buscando de este trabajo, después de todo? Indaga en la clase para ver qué ideas podrían tener ellos acerca de por qué estamos haciendo esto hoy. Algunos pueden pensar que la altura del Sol está cambiando, porque pueden ver por los datos de ¡Hola, Sol! que sí está cambiando. Algunos pueden pensar que estamos tratando de aprender más acerca de triángulos y ángulos. Otros pueden pensar que es un montón de tonterías. Muy bien, dos de tres no está mal. El punto crucial es ver si podemos utilizar tres medios diferentes de encontrar la misma respuesta, para demostrar que si la lógica es correcta, el método es irrelevante en encontrar la respuesta. Así que algunas veces desalentamos a los niños a usar sus propias técnicas de resolución de problemas porque nosotros mismos no hemos internalizado su método lo suficiente para comprender si es sonido. Es de esperar que después de esta investigación los estudiantes vean que unos pocos minutos de pensamiento pueden crear tres medios separados de hallar el mismo valor para el ángulo del Sol.

Alienta a tu clase a pensar acerca de cómo cada método era diferente en términos de precisión, niveles de cálculo matemático y observación, y simplicidad.

Lo último en lo que pensar con este conjunto de datos es el tiempo que le tomó al Sol cruzar a través del cielo o las sombras pasar a través del papel durante el día. El patrón de sombras hace un gran abanico sobre el papel. ¿Cómo utilizarías los transportadores para determinar cosas acerca del patrón? ¿Existen algunos lugares donde te gustaría medir ángulos? Permite que midan por un rato. Luego pregunta cuál es el ángulo más grande que pueden encontrar. Será un ángulo entre la primera y última sombra. ¿Qué es este ángulo? ¿Qué representa acerca del propio Sol? ¿Cuánto tiempo le tomó al Sol recorrer toda esa distancia? Restando los tiempos enumerados en las sombras, da (si mediste desde, digamos, las 9 a.m. hasta las 2 p.m.) cinco horas. Entonces, el Sol se desplazó tantos grados (termina siendo 75) en cinco horas.

¿Cuántos grados hay alrededor de la Tierra? 360 grados, porque la Tierra es una bola. ¿Cuán lejos alrededor de la Tierra pareció desplazarse el Sol en cinco horas? (Por supuesto, es la Tierra la que está girando como una cúspide alrededor de un Sol estacionario). Dale tiempo para romperse la cabeza con esto. Algunos ignorarán los 360 grados y usarán en cambio los 5, sabiendo que un día tiene 24 horas. Ellos pueden dividir 24 horas por 5 horas y descubrir que 5 horas caben en 24 horas casi 5 veces. Así, la Tierra rotó casi una quinta parte del camino alrededor de su eje más allá del Sol. Otros dividirán los grados viajados en cinco horas en los grados alrededor de la Tierra, y también te darán una fracción de casi un quinto. ¿Son correctas ambas respuestas? Por supuesto que lo son.

¿Cómo podríamos determinar cuántas millas la Tierra giró más allá del Sol en cinco horas? Necesitaríamos saber cuántas millas hay alrededor de la Tierra. ¿Hay alguna forma de determinar eso sin buscarlo? No, no todavía. Necesitamos otra medición de Latitudes y Actitudes.

Mide de nuevo alrededor de la hora del solsticio de invierno (alrededor del 22 de diciembre), recreando los pasos que ellos tomaron para el equinoccio de otoño. Después de que también hayan observado y medido las líneas de sombra del equinoccio de primavera (alrededor del 21 de marzo), comienza las discusiones para el final de la venidera Serie Temática llamada **Inclina un Mundo**.

Una nota acerca del equinoccio de otoño (alrededor del 22 de septiembre). Puesto que es probable que hayas leído todo este paquete con antelación, aquí está una nota para

ti. Si tu clase no ha llegado a esta Investigación antes del equinoccio de otoño, por favor intenta construir y hacer tu propio registro de las sombras de las varitas de sol ese día. Si hay otros maestros en tu escuela que estén participando en este programa de estudio, ellos podrían ayudarte a mantener las observaciones o al menos observar tu clase mientras corres afuera para hacer estos registros con respecto al equinoccio. Deberías tratar de medir la altura del Sol en puños cada vez que sales, tal como lo harán los niños. No hay necesidad de medir tus líneas; ellos pueden hacerlo ellos mismos cuando hagan las otras. Los estudiantes curiosos desearán saber lo que estás haciendo, y puedes decirles que pronto ellos también lo harán. Si verdaderamente es imposible que obtengas datos del equinoccio de otoño, entonces ¿qué se debe hacer? Tendrás dos grupos de datos para usar y no tres para la próxima Serie Temática.