

PROYECTO DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Argentina

EXPERIENCIAS PARA LA ENSEÑANZA DE CIENCIAS NATURALES

¿CUÁNTO DURA UN RECREO?

Sobre los intervalos y las duraciones

Programa: Explorar el mundo de los objetos, a través de situaciones funcionales.

Resumen: En el curso de los encuentros previstos para esta secuencia, los chicos usan, fabrican, comparan y estudian relojes de arena (“clepsamias”), relojes de agua (“clepsidras”) y avanzan sobre nociones básicas del arte de la *gnomónica* (relojes de sol) para introducir algunas nociones elementales de tiempo y rapidez, como parte del estudio de los fenómenos del mundo físico.



Temas: Medidas de duración, movimientos, objetos “técnicos”.

1. El torneo de los relojes de arena

I. Carrera de animales

Buscamos que los chicos sepan y sean claros en el uso de nociones elementales del tipo **“más rápido que”, “más lento que”, “llegar primero”, “llegar último”, “llegar junto a”**, como expresiones que permitirán luego modelar el concepto de rapidez (y/o lentitud) en el movimiento de un cuerpo.

Se organiza un juego colectivo. Divididos en cuatro grupos, imitan el andar de diferentes animales, por ejemplo, conejos, víboras, monos y ranas; todos se moverán en un camino trazado de antemano, con una indicación de partida (identificada, por ejemplo, con una llanura) y otra de llegada (por ejemplo, un río).

Consigna

“Cuando de la señal, cada animal irá hasta el río lo más rápido que pueda, moviéndose imitando a los animales verdaderos”.

A medida que arriban a la meta, se anota cuál llegó primero, segundo, tercero y último. Se les explica por qué unos animales son más rápidos que otros; en el ejemplo, los monos son más veloces mientras que las víboras son más lentas. Se repite el mismo juego pero con la consigna de que todos los animales deben llegar al río (la meta) al mismo tiempo; a posteriori, el docente conversará cómo fue posible lograrlo.

Duración

Aproximadamente veinte minutos.

II. Descubriendo y explorando el objeto “reloj de arena”

1ª fase. Buscamos que los chicos entiendan el principio de “pasaje”.

Materiales (Para la clase)

Botellas agujereadas, agua, trapos de piso y trapos rejilla.

Desarrollo posible:

Organizamos un juego libre, con botellas agujereadas que los chicos llenan y vacían¹ de agua, en una cubeta o en una pileta. El docente señala las diferencias que pueden visualizarse en el vaciado de las botellas de acuerdo a los orificios hechos (mayor o menor caudal de líquido, rapidez o lentitud en la salida, etc.).

Duración:

Aproximadamente diez minutos, con los chicos organizados en pequeños grupos.

2ª fase. Presentación del objeto “reloj de arena”.

Puede haber muchos chicos que no conozcan este instrumento. Les mostramos un reloj de arena para observar y comentar, colectivamente²; también es deseable poder mostrarles información e imágenes de relojes de arena de enciclopedias, textos y revistas.



Desarrollo posible

La clase se organiza para el trabajo individual.

Los chicos observan los relojes de arena y luego los dibujan en su cuaderno de ciencias.

También favorecemos que comparen sus dibujos entre sí y con los relojes usados como modelo. Nombramos las partes destacables del instrumento: botellas, arena³, etc.

De la observación puede surgir que algunos chicos quizás no perciban el punto de pasaje de la arena y dibujen dos **redondeles** sin conexión entre sí.

En cambio, hay otros quienes notan que el reloj de arena no podría funcionar de ese modo.

En cada caso, explicamos su funcionamiento incorporando la idea de **pasaje** de la arena.

Comentamos o reiteramos algunos rasgos históricos de ese objeto, con referencias también a los relojes actuales; aclarar porqué les seguiremos llamando **relojes de arena** aunque se los llene con diferentes materiales.

Duración

Aproximadamente quince minutos.

Materiales (Para la clase)

¹ En todo este módulo, siempre que hablemos de botellas, nos referimos a botellas plásticas, de ser posible transparentes o de color claro.

² De ser posible, le mostramos varios relojes de arena convencionales, sean domésticos (de los usados en algunas cocinas para controlar la duración de la cocción de algunos alimentos, ornamentales, etc.).

³ En adelante, hablaremos de “arena” al referirnos al material que llena al reloj, independientemente que éste sea llenado con otros materiales (sal, harina de maíz, etc.).

Un reloj de arena hecho con dos botellas de plástico y diferentes materiales para llenar (harina de maíz, sémola, arena, azúcar, talco, arroz, sal gruesa, sal fina, guijarros, tierra, etc.), y otro idéntico al anterior pero con sus tapitas⁴ sin agujerear.

Ejemplo de pregunta realizable

¿Por qué en un reloj pasa la arena y en el otro no?, ¿Porque el pasaje de la arena es más regular que el pasaje de otros elementos, como la arena o la tierra?

Luego, los chicos manipulan libremente varios relojes de arena llenados en forma distinta (en cantidad de material y/o tipo).

Duración

Aproximadamente diez minutos, para una clase organizada en pequeños grupos.

3ª fase.

En este segmento los chicos construyen relojes de arena y exploran su funcionamiento, preguntándose acerca de cómo varía la duración del pasaje de la arena. Nuestro objetivo final es comenzar a abordar el tema de las *medidas de duración*. Múltiples fenómenos del mundo físico se relacionan con el tiempo y su medida (por ejemplo, los movimientos).

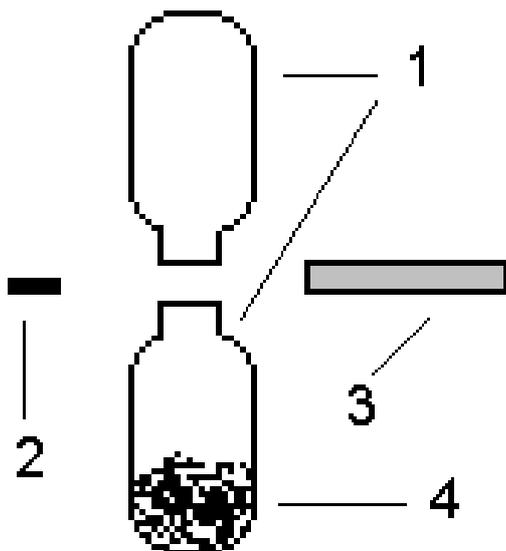
Materiales (Para la clase)

Botellas de diversos tamaños, arandelas de cartón, cinta adhesiva, tijeras, embudos, relojes pulsera, cronómetros y diferentes materiales para llenar los relojes (harina de maíz, sémola, arena, azúcar, talco, arroz, sal gruesa, sal fina, guijarros, tierra, etc.).

Confección de relojes de arena

En el cuaderno de ciencias, los chicos deberían alcanzar a elaborar una “ficha técnica” basada en la observación de diferentes relojes y hacer una lista de los materiales necesarios para su construcción (en palabras y/o con dibujos).

Para que los chicos hagan relojes de arena es necesario ofrecerles diferentes herramientas para perforar el agujero en una de las tapitas, así como arena de diferentes calidades (o bien otros materiales para su llenado).



Ejemplo de una manera de confeccionarlos: (a) utilizar botellas de material plástico de diferentes tamaños (por ejemplo, las de agua mineral),

(b) fijar las botellas de a pares por sus respectivos **picos** con cinta adhesiva, luego de colocar previamente una arandela de cartón (de las que se utilizan en los broches mariposa) entre los dos picos y de haber llenado una de las botellas.

Referencias del dibujo: 1: botellas de plástico; 2: círculo de cartón, perforado (arandela); 3: cinta adhesiva; 4: material del reloj

Organizamos la clase en grupos de tres o cuatro chicos; dos grupos trabajan sobre el

⁴ Las tapitas de las botellas de agua conectarán ambas botellas para formar el reloj.

mismo tema, cada grupo entrega un breve informe escrito. Luego recogemos en el pizarrón o en un papel afiche, sus preguntas y propuestas, surgidas de la exploración realizada; en futuras secciones podremos retomarlas para avanzar en la idea de la medición de las duraciones.

| Preguntas de los chicos | Propuestas de los chicos |
|---|---|
| <i>¿El polvito del más grande pone más tiempo en pasar que el del más grande?</i> | Fabricar relojes de distinto tamaño. |
| <i>Si hago uno con un agujero chiquito y otro con uno grandote, ¿en cuál pasa más rápido?</i> | Fabricar dos relojes idénticos con agujeros de distinto tamaño. |
| <i>¿El que tiene más polvo tarda más en pasar?</i> | Dos relojes idénticos de tamaños distintos. |
| <i>¿El polvo más grueso pasa más rápido que el polvo fino?</i> | Polvos distintos y relojes idénticos |

Breve punteo sobre la intervención del docente

- Se trata de realizar secuencias de clase con materiales fáciles de recuperar.
- La convalidación se hace por observación directa.
- La aparición de preguntas (sobre todo a propósito de los parámetros no controlados, que falseaban los resultados) implicó a veces la necesidad de repetir el experimento. La interpretación de resultados les permite a los chicos poner de relieve los errores cometidos en el uso de los materiales y la variación de parámetros (por ejemplo, arena húmeda), como asimismo modificar la forma de construirlos.
- Una indagación posterior con documentos, permitiría confirmar o invalidar algunas de las conclusiones.
- Parte del interés didáctico de esta propuesta reside en el uso de parámetros (una sola variable por vez) para lo cual es primordial no definir de entrada el protocolo de la secuencia. En cambio, se debe poder llegar al final de la manipulación realizando formulaciones de este tipo: *“Para verificar si la duración del pasaje cambia según el tamaño del reloj, hay que hacerlo variar de tamaño pero sin variar la dimensión del agujero, la cantidad de polvo y el grosor de los granos”*.

III ¿Qué puede hacerse mientras se produce el pasaje de la arena?

Buscamos que los chicos puedan construir la noción de que el pasaje de arena puede tener una duración que puede medirse intuitivamente; se trata de una introducción al concepto de “estimación”.

1ª fase. Un peculiar “certamen de objetos”

Duración

Aproximadamente quince minutos, con la clase organizada en forma colectiva.

Materiales

Una caja con diferentes objetos (por ejemplo, piedritas, hojas, etc.).

Consigna

“Junten en su banco, la mayor cantidad de objetos mientras dure el pasaje de la arena en el reloj. Sólo puede llevarse un objeto a la vez”.

Al finalizar, se cuenta los objetos recolectados para designar al “vencedor”. Se menciona la cantidad de objetos recolectados como una forma de medir la rapidez de los participantes (en este caso, de la recolección de objetos).

2ª fase. El estudio de las “vueltas de la calesita”.

Duración

Aproximadamente quince minutos, en grupos pequeños.

Se escoge un sitio amplio y un objeto fijo que los chicos puedan rodear caminando, por ejemplo, el mástil del patio; en el aula puede ser un banco, haciendo lugar a su alrededor.

Consigna

“¿Cuántas veces creen que pueden dar alrededor del mástil durante el pasaje de la arena de mi reloj?”

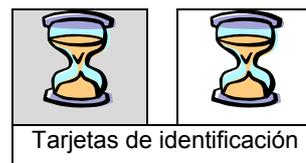
Cada chico dirá cuántas vueltas cree poder dar entorno a ese sitio durante el pasaje de la arena del reloj. El objetivo es que los chicos *anticipen* el resultado. (1) El juego se repetirá varias veces; la cantidad de vueltas por chico es casi siempre la misma. (2) De ser posible, se observará también el recorrido del segundero de un reloj común, durante el pasaje en el reloj de arena.

IV Comparar la duración del pasaje en los relojes de arena

Organizamos la clase para el trabajo individual de los chicos.

Materiales (Para cada uno)

Dos relojes de arena para cada uno: uno de color blanco, con mucha arena, y otro de color gris, con poca arena. Todos los relojes de arena utilizados tienen un agujero de diámetro casi idéntico. Dos cartones o **fichas** con el dibujo de esos relojes, para identificar cada reloj.



Tarjetas de identificación

Consigna

“¿Cuál es el reloj de arena que se vacía más rápido?” o “¿Cuál es el reloj de arena que tiene el pasaje más lento?”

En el cuaderno de ciencias, los chicos deberían incluir un cuadro con los resultados obtenidos.

En nuestro ejemplo, hemos llamado “Primero” a la columna que indica qué reloj terminó antes su pasaje; análogamente, “Segundo” señala al reloj cuyo pasaje terminó más tarde.

Ejemplos de preguntas realizables:

“¿Por qué el reloj blanco resultó el de pasaje más rápido?”, “¿Por qué los relojes de arena no terminan de pasar al mismo tiempo?”

Ejemplos de respuestas obtenidas

“Porque la arena del reloj blanco corre más rápido”, “Porque su agujero es más grande”, “Porque el gris tiene el agujero más chico que el reloj blanco”, “Porque el agujero no es bastante grande”, “Porque por ahí tiene más arena y llega más rápido”, “Porque la arena es más pesada y entonces se cae más rápido”.

| Primero | Segundo |
|---------|---------|
| | |
| | |
| | |
| | |

Luego, trataremos de repetir el experimento colectivamente. Una de las conclusiones a las que deberíamos llegar con los chicos es que para comparar las duraciones que **marcan** dos relojes de arena, habría que darlos vuelta a la vez; así estaríamos estableciendo la idea de simultaneidad y la necesidad de un punto común de inicio del tiempo para la medición de las duraciones. Además, con esta actividad, introducimos la idea de control de variables en un experimento.

V Comparar cuánto dura el pasaje en tres relojes de arena

Duración

Aproximadamente veinte minutos, con la clase organizada en grupos de al menos cuatro integrantes.

Materiales

Tres relojes de arena llenos con diferentes cantidades de material y tres cartones-símbolos que los identifiquen.



Consigna

“Coloquen los relojes de arena yendo del más rápido al más lento”.

Desarrollo posible

Tres de los chicos del grupo tienen cada uno un reloj de arena y deben controlar su pasaje; el cuarto chico, que oficia de **apuntador**, anota los resultados. Cada prueba se repite tres veces, y los chicos cambian de rol cada vez. En el cuaderno de ciencias todos deben incluir un cuadro con los resultados obtenidos por el grupo.

El apuntador cuenta hasta tres; cuando dice “tres”, los otros chicos del grupo dan vuelta sus relojes de arena. Cuando uno se vacía (se ha completado el pasaje), el chico que lo dio vuelta levanta la mano diciendo “pare” y el color del reloj que controla, por ejemplo, “pare, blanco”. El apuntador anota el orden de “llegada” (el orden de pasajes o duraciones) de los tres relojes. Luego, se repite la experiencia.

| Primero | Segundo | Tercero |
|---------|---------|---------|
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Ejemplo de preguntas realizables

“¿Por qué no es siempre el reloj blanco el que se vacía primero?”, “¿El orden que se obtiene es siempre el mismo?”.

Ejemplo de respuestas obtenidas

“Porque no pasan igual”, “Yo creo que por que es el que va más rápido”, “Porque hay más arena adentro de los demás”.

Una de las conclusiones a las que deberíamos llegar con los chicos es que deben “darse vuelta” los tres relojes al mismo tiempo para ver cuál es el más rápido, y además que se debería adoptar siempre el mismo método de comparación de las duraciones.

VI ¿Cómo modificar la duración del pasaje de un reloj de arena?

1ª fase.

Organizamos la clase en pequeños grupos.

Materiales

Tres relojes de arena, una ficha para anotar el orden de pasaje de cada uno.

Consignas

- (1) **“Ubiquen los relojes de arena, del más rápido al más lento”,**
- (2) **“¿Cómo piensan que podemos hacer para que el más lento se vuelva el más rápido?”.**



Desarrollo posible

Se comparan colectivamente las propuestas de los diversos grupos.

Ejemplos de respuestas obtenidas:

“Se le puede sacar material al reloj más lento para que se vacíe más rápido”, “Le hacemos un agujero más grande”.

En pequeños grupos reducidos se prueban y se anotan los resultados. Una de las conclusiones a la que deberían llegar los chicos es que cuánto más material hay dentro, más lento se vacía el reloj de arena.

2ª fase.

En este fragmento de la secuencia promoveremos que los alumnos establezcan la duración del pasaje de un reloj de arena en aproximadamente tres minutos.

Materiales

Botellas plásticas, arena, tamices, punzones, cronómetros, tapitas suplementarias.

Desarrollo posible

En principio, a modo de situación inicial, los chicos fabrican relojes de arena, pero de forma que no todos tengan la misma duración de pasaje; sin embargo, se explicita la pretensión de que el pasaje requerido tenga una duración de tres minutos.

Algunas hipótesis de los alumnos: Las duraciones del pasaje no son todas las mismas porque: **“los agujeros no tienen los mismos diámetros”, “no se puso la misma cantidad de arena”, “las arenas son distintas”.**

Algunas propuestas de los alumnos: **“Se puede agrandar el agujero o achicar-lo”, “Se puede agregar o retirar arena”, “Se puede tamizar la arena”.**

Luego, en grupos de cuatro, los alumnos tratan de:

- (a) Cronometrar la duración del pasaje de los cuatro relojes conservando aquel cuya duración se acerque más a los 3 minutos,
- (b) Manipular y experimentar hasta obtener una duración de pasaje de 3 minutos,
- (c) Hacer la síntesis de los trabajos realizados y volcarla en el cuaderno de ciencias.

Esa síntesis debería permitir poner de relieve:

- (1) Las variables que intervienen en la duración del pasaje (diámetro del agujero, cantidad y calidad de la arena), y
- (2) La necesidad de actuar en forma sucesiva, modificando esas variables hasta obtener el resultado deseado.

VII ¿Cómo se llena un reloj de arena?

Materiales (Para la clase)

Relojes de arena vacíos, materiales para llenarlos, embudos.

1) “¿Cómo llenar relojes de arena?”

Se trata de que los chicos hagan ensayos libres, individuales, con ayuda del docente. Luego, se hará una puesta en común colectiva, en la que le dictarán al docente la manera de llenarlos.

Ejemplo de instrucciones obtenidas: **“Para llenar un reloj de arena, hay que: (1) destornillar las dos botellas; (2) llenar una sola con el embudo; (3) atornillar el tapón; (4) atornillar la segunda botella”.**

2) “¿Cómo llenar un reloj de arena para que se vacíe más o menos rápido?”

Duración

Aproximadamente veinte minutos para una clase organizada en pequeños grupos.

Materiales:

Tres relojes de arena y un cuadro de resultados.

Consigna:

“Llenar los dos o tres relojes de arena para obtener los resultados dados en el cuadro. Verificar y anotar los resultados”.

| Primero | Segundo | Tercero |
|---|---|--|
|  |  |  |
| Ejemplo de cuadro de resultados | | |

VIII Prever el orden de pasaje en función de los volúmenes del material interior al reloj

Duración:

Aproximadamente veinte minutos, con una clase organizada en pequeños grupos.

Materiales:

Tres relojes de arena, embudos, cucharas, materiales para llenar los relojes, fichas de identificación, cuadros de resultados.

Consigna: **“Llenar los relojes de arena vacíos tal como indica la ficha de llenado, con uno, dos o tres cucharas (o las que sean necesarias) del material para llenarlo. Noten que para indicar cada cuchara se usa una letra, la equis”.**

| | | |
|---|---|--|
|  |  |  |
| X X | X X X | X |
| Indicación de los potes de material colocados en cada reloj | | |

Secuencia

Anotar los resultados esperados en una ficha u hoja de trabajo. Hacer el experimento. Anotar los resultados efectivamente obtenidos en el cuaderno de ciencias. Comparar los resultados previstos con los obtenidos en la hoja de trabajo.

Observación

Mientras un grupo obtenga resultados diferentes, se repite el experimento con toda la clase; por ejemplo, puede ocurrir que el reloj de arena no hubiera sido correctamente llenado.

Ejemplo

Ficha de trabajo de un grupito de tres chicos:

- ***“Lleno correctamente los relojes de arena y los pongo del más rápido al más lento”***
- ***“Los resultados que pienso obtener son estos:”***

| Primero | Segundo | Tercero |
|---|---|--|
|  |  |  |
| 0 | 0 0 | 0 0 0 |

- ***“Los resultados obtenidos son”***

| Primero | Segundo | Tercero |
|---|---|---|
|  |  |  |
| ¿? | ¿? | ¿? |

IX Ubicar los tres relojes, comparándolos de dos en dos

Duración

Aproximadamente quince minutos para una clase que trabajará en forma individual.

Materiales (Por chico)

Tres relojes de arena llenos con volúmenes de material casi idénticos; un cuadro de resultados.

Consigna

“Vos tenés tres relojes de arena. Podés dar vuelta dos a la vez, ponelos del más rápido al más lento”. Puesta en común y conclusión.

Al final de esta experiencia, debería poder construirse la siguiente relación: ***“Si el reloj gris se vacía más rápido que el reloj blanco, y el reloj morado se vacía más rápido que el reloj gris, entonces el reloj morado se vacía más rápido que el reloj blanco”***

2. El reloj que fluye

Además de medir el tiempo por el pasaje de un material sólido, es posible hacerlo con un material “fluido”, como el agua. Se trata de un método consistente en un vaso perforado en su base por donde sale agua; las columnas y marcas en el interior del recipiente determinan el intervalo transcurrido durante su vaciado.

Datos para el docente

Algunos historiadores afirman que los relojes de agua fueron inventados probablemente en la antigua Mesopotamia Asiática, miles de años en el pasado. Se conoce que en el Egipto de los faraones se utilizaban este tipo de relojes, también denominados clepsidras. Este término proviene del griego *clepto*, ladrón, y de *hidra*, agua, por lo que literalmente significa **ladrón de agua**.⁵

La clepsidra egipcia consistía en un recipiente cónico en forma de macetero con una apertura cerca del fondo que permitía el flujo del agua, y diversas graduaciones en su interior.



La clepsidra egipcia más antigua conocida data del reinado de Amenhotep I° (unos 1500 años antes de Cristo).

A medida que el agua descendía, dejaba descubiertas las marcas en el envase, correspondientes al tiempo transcurrido desde que el recipiente había sido llenado. Las clepsidras eran utilizadas para medir las horas tanto de día como de noche, los que les significaba una ventaja sobre los relojes de sol.

De Egipto fue llevada a Grecia, donde comenzaron a utilizarla alrededor del 300 AC. Por ejemplo, Herófilo de Alejandría lo usaba para medir las pulsaciones del cuerpo humano. Más tarde fue llevada a Roma.

No ha llegado ninguna clepsidra antigua hasta nosotros. Sólo se conoce su funcionamiento por las descripciones de Vitrubio.

Ya en el siglo XVII, Galileo Galilei usó una clepsidra de mercurio para medir la caída de los cuerpos.



Antigua clepsidra

Hubo curiosas clepsidras construidas con adornos y anexos, como una enviada por el califa Harún Al-Raschid al emperador Carlomagno. Era de cobre con incrustaciones en oro; señalaba la hora sobre un cuadrante y dejaba caer en ese instante la cantidad correspondiente de bolitas de metal sobre una bandejita, y producían los sonidos en número correspondiente; además se abrían unas pueritas de donde salían la cantidad de caballeros armados (de acuerdo con la "hora" señalada) que hacían varios movimientos.

Definición

Una clepsidra puede considerarse un reloj⁶, ya que permite medir el tiempo sobre la base de lo que tarda una cantidad de agua en pasar de un recipiente a otro, de iguales dimensiones (el primero ubicado encima del segundo).

⁵ El reloj de arena se conoce también como “clepsamía” y significa “ladrón de arena”. Esta denominación proviene de Roma. En el senado romano, cada intervención de un orador era medida mediante un reloj de arena, para garantizar que todos tuviesen el mismo tiempo para hablar. Cuando un discurso resultaba inconsistente o pueril, se decía que el senador había “robado la arena”, en referencia a que había utilizado mal el tiempo asignado. De allí derivó el nombre dado a esos relojes.

⁶ En rigor, la clepsidra es un cronómetro y no un reloj, ya que marca una determinada cantidad de tiempo pero no da la hora.

Principios físicos intervinientes

El diseño de un reloj de agua tiene que estar relacionada con la escala de tiempo que se quiere marcar⁷, con el tamaño del recipiente donde va el agua y con el orificio por donde ésta fluye. Se debe tener en cuenta que el sistema por donde circula el agua debe ser sellado para evitar la evaporación de ésta o simplemente periódicamente se puede ir compensando el volumen ya evaporado.

Las fuerzas capilares pueden ser o no significativas dependiendo del diseño de la clepsidra. Cuando los capilares son de un radio muy pequeño es importante tenerlas en cuenta mientras que si el radio es grande éstas se pueden desprestigiar. El caudal de salida por el orificio del recipiente del reloj debe ser constante⁸. En este caso el chorro libre sale con una presión determinada uniformemente distribuida a través del orificio de salida y alrededor de su periferia. Puede considerarse que la velocidad del flujo de agua de salida es igual a la velocidad de caída libre desde la superficie del recipiente.

Materiales

Botellas plásticas, recipientes de “telgopor” (poliestireno expandido), herramientas para perforar, agua, agua azucarada, aceite, leche, almíbar.

Objetivo

Buscamos que los chicos diseñen su propia clepsidra con un recipiente del cual el agua fluya por gravedad a través de un orificio en el fondo de éste, que permita indicar el *intervalo* de tiempo en relación al nivel del agua que va quedando; introducimos la noción de intervalo como una fracción de tiempo determinada. Que el instrumento pueda dar cuenta de cierto intervalo permite que pueda usarse (o no) como un reloj.

Intervención

Como continuidad del trabajo sobre la medida del tiempo, les mostramos a los chicos imágenes de un reloj de agua o bien relatamos algunos aspectos de su historia antigua. Luego, el desarrollo y las competencias transversales previstas para esta actividad son:

Comprobar que gracias a la gravedad se pueden medir duraciones.

Aquí retomamos para el estudio los juegos con botellas y agua que los chicos hicieron en la actividad (1) de la sección II (“Descubriendo y explorando el objeto reloj de arena”) de la primera parte.

Entonces, con la exploración del fluir del agua por diferentes agujeros habíamos trabajado la idea de “pasaje”, para buscar una analogía que nos permita referir luego al funcionamiento del reloj de arena. Ahora, el mismo juego permite señalar la causa por la que el agua sale (cae) por el agujero de la botella.

Los chicos construyen primero diferentes relojes con envases de distinta forma⁹ [**“¿Creen que tiene que ver la forma del recipiente en la medida del tiempo a través de la caída del agua?”**], probando las semejanzas y diferencias que surgen al usar más o menos agua [**“¿Cuándo voy a medir intervalos más largos, con más o menos agua?”**, **“¿Depende sólo de la cantidad de agua?”**], un orificio más o menos grande, una **altura de caída** más o menos alta.

Esquemas y descripciones de las clepsidras son incluidas en el cuaderno de ciencias.

⁷ Esa escala puede ser sincrónica o asincrónica (en relación o no a la escala de tiempo convencional).

⁸ Ya que dentro del volumen de control que viene siendo la estructura del reloj por donde circula el agua, se tiene un flujo permanente y un volumen constante de agua dentro del ciclo

⁹ Pueden reciclarse algunos de los envases usados para los relojes de arena.

Hacer que los alumnos tomen conciencia del parámetro que caracteriza un “contraste” posible es la dimensión del agujero del recipiente.

Reiteraremos el procedimiento de control de variables que se utilizó con los relojes de arena para que los chicos fijen su atención en que el tamaño del orificio.

Pregunta realizable: **“La misma cantidad de agua, en dos clepsidras diferentes, ¿medirá el mismo intervalo de tiempo?”**

Comprobar que cambiando el producto que fluye en la clepsidra cambia también el pasaje.

Organizamos la clase en pequeños grupos, cada uno con la misma clepsidra y diferentes materiales para hacer fluir¹⁰.

En analogía con lo trabajado en las actividades con relojes de sol, cambiaremos aquí el material que fluye en la clepsidra. Los chicos exploran los pasajes obtenidos con diferentes líquidos [**“¿Todos los líquidos se comportan de la misma manera?”**, **“¿Con todos se puede medir el mismo tiempo?”**, **“¿Qué diferencias observan en los distintos líquidos?”**, **“¿Cuál es el mejor?”**]. El objetivo es que construyan la noción que pueden obtenerse duraciones variables para una misma cantidad de líquido. Los resultados del uso de cada líquido se registran en el cuaderno de ciencias.

3. El asombroso reloj a sombra

Datos para el docente

1.

Tal como se ha trabajado en anteriores secuencias¹¹, el concepto de *sombra* es necesario para comprender diversos fenómenos astronómicos (por ejemplo: los eclipses); al respecto, es útil diferenciar **oscuridad** (ausencia de luz) de **sombra** (zona menos iluminada, producida por la interposición de un cuerpo ante la fuente de iluminación); en general, la sombra se produce cuando un objeto opaco intercepta la luz de una fuente de luz.

La forma y tamaño de la sombra de ese objeto están relacionadas por un lado, con las dimensiones del mismo y, por otro, con la posición de la fuente respecto al objeto.

Las sombras se mueven sólo si la fuente y/o el objeto se mueven; otra característica de las sombras es que no dan cuenta de la textura del objeto a los que corresponden, ni otras características físicas (por ejemplo: la temperatura o su constitución).

2.

El Sol es una fuente natural de luz; observar entonces las sombras de los cuerpos que ilumina (por ejemplo: árboles, casas, etc.) y más tarde trabajar con una fuente *artificial* (por ejemplo: una linterna) y comparar las sombras de objetos pequeños de diferentes tamaños y formas; prestar atención a las tonalidades que pueden presentar las sombras.

Para retomar el trabajo con luces y sombras, podemos reiterar algunas preguntas, del tipo: **“¿En ausencia de luz, un cuerpo puede producir sombra?”**, **“¿La sombra de un objeto cambia si en lugar de ser iluminado por una fuente de luz natural, lo ilumina una fuente artificial?”**, **“¿Puede predecirse qué forma tendrá la sombra de objeto?”**, **“¿Si se trata de una esfera?”**, **“¿Y de un disco?”**, **“¿Y de una varilla?”**, **“¿Qué objeto puede generar un “cono de sombra”?”**

¹⁰ Una vez más, señalamos que convendremos en llamar “reloj de agua” a un dispositivo que use cualquier líquido, sea agua o no.

¹¹ Ver módulo “Luces y sombras”, Seminario de Alfabetización Científicas para Docentes y Directivos de EGB 1 en el Marco del PIIE, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación.

3.

Los astrónomos llaman *movimiento aparente* de un astro a su desplazamiento en el cielo tal como puede observarse desde la superficie terrestre; de ese modo lo distinguimos del movimiento que se distingue desde el espacio extraterrestre (también llamado *movimiento real*). Ambos tipos (real y aparente) están vinculados y conocer las características de uno de esos movimientos brinda algunas pistas para entender el otro.

Respecto del movimiento aparente de los astros, pueden identificarse las siguientes “reglas”:

- ❖ Un astro que se hace visible, lo hace por cierto sitio del horizonte, al se denomina *levante*. En el lenguaje cotidiano, coloquial, escuchamos decir también que los astros “**surgen**”, “**aparecen**” o “**salen**” simplemente “se levantan” por el horizonte.
- ❖ Un astro que desaparece de la visión, lo hace por cierto lugar del horizonte llamado *poniente*, localizado en el punto exactamente opuesto a su levante; es también del lenguaje coloquial de donde deriva su denominación, ya que el astro parece “ponerse” por debajo del horizonte (también se dice que se “**oculta**”, “**desaparece**” o bien se “**pone**”).
- ❖ Observándolos con atención, puede comprobarse que los astros se elevan lenta y continuamente desde el levante, hasta alcanzar una altura máxima y luego descienden hacia su poniente correspondiente; la trayectoria que describen es curva y se llama *arco*. Resulta sencillo verificar que los astros demoran el mismo tiempo en ascender hasta el punto más alto desde su levante, que en descender hasta su poniente.

El punto de mayor altura sobre el horizonte alcanzado por un astro durante su movimiento aparente, no coincide necesariamente con el punto más alto sobre el observador, sitio que se denomina “cenit”.

4.

Un modo práctico de ilustrar las tres reglas anteriores del movimiento aparente es observando el desplazamiento del Sol en el cielo. La trayectoria celeste del Sol se denomina *arco solar* y define el “**día de luz**” (esto es, el período de tiempo en que el Sol es visible).

Otra forma de verificar el movimiento aparente del Sol es a través de la variación de las sombras de los objetos que ilumina durante su trayectoria celeste. Para ello; debe atenderse a dos de las características de las sombras: sus tamaños y hacia dónde están dirigidas esas sombras.

Por un lado, dado que en el movimiento aparente se percibe que el Sol alcanza diferentes alturas sobre el horizonte, las sombras de los cuerpos cambian de **longitud**.

Cuanto más alto esté el Sol, más cortas serán las longitudes de la sombra; la mínima sombra se producirá cuando el Sol alcance su máxima altura.

Por otra parte, como el arco que describe el Sol es recorrido en determinado sentido (esto es, de levante a poniente), las sombras varían su **dirección** en cada instante, de acuerdo a la posición del Sol en ese momento.

Si pudiesen caminar sin cesar hacia el Sur siguiendo la línea meridiana, llegarían hasta el Polo Sur de la Tierra; de la misma manera, caminando en la dirección norte, se llegaría al Polo Norte terrestre. Finalmente, pueden imaginar que andando si parar sobre la línea meridiana recorrerían una circunferencia terrestre, pasando una y otra vez por sus polos.

En otras palabras, dado que los levantes se hallan en la zona oriental del horizonte y los ponientes en la occidental, puede recordarse que, al comenzar el arco solar, la sombras apuntan hacia la zona occidental, en el mediodía se halla justo en la línea que separa ambas zonas (la línea *meridiana* o *norte-sur*) y luego, la dirección de la sombras será hacia la zona oriental.

5.

Se denomina **gnomónica** al arte de la construcción de instrumentos que determinen la hora a partir de la sombra de objetos iluminados por el Sol; en general se trata de cuerpos con formas regulares. Históricamente, no es fácil señalar el inicio de la utilización de sombras para ese fin: su uso aparece en la mayoría de las culturas primitivas.

En la actualidad, aunque muchos relojes de Sol sólo cumplen funciones ornamentales¹², no debe olvidarse el servicio que desempeñaron durante miles de años, facilitando la organización de la vida cotidiana y la determinación de la fecha.

Sin embargo, “dar la hora” no fue la única función del gnomón, ya que es un dispositivo que permite realizar varias observaciones astronómicas, tanto de tiempo como de posición.

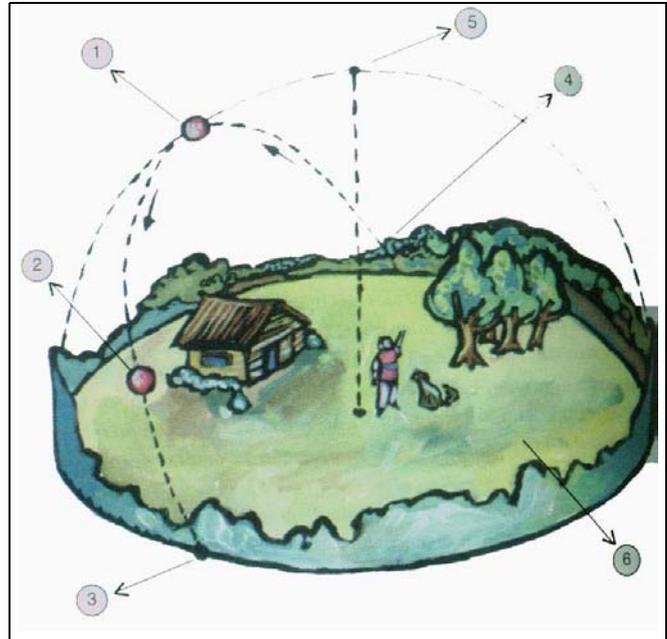
Por otra parte, el término "reloj de sol" es muy general y denota a una gama de instrumentos diferentes, de las más variadas formas y aspectos.

La relación entre la medida del tiempo y los fenómenos astronómicos, parte fundamentalmente de la observación que el movimiento diurno de los astros está relacionado con el transcurso gradual del día¹³.

A su vez, el movimiento aparente del Sol puede asociarse sencillamente con la variación de la longitud y la dirección de las sombras de los objetos que ilumina.

Objetivos

Con este tramo de la secuencia buscaremos que los chicos observen y tracen el movimiento aparente del sol a partir de las sombras proyectadas. Simultáneamente trataremos de desmitificar la idea de que el Sol aparece *siempre* por el este. Finalmente, los chicos determinarán el “mediodía” solar a partir de la longitud de las sombras¹⁴.



Referencias: 1) Posición de máxima altura sobre el horizonte; 2) El astro en un punto cualquiera de su arco; 3) poniente; 4) levante; 5) cenit del lugar; 6) plano horizontal.

¹² Puede vérselos, por ejemplo, en parques, paseos y jardines

¹³ Se denomina **movimiento diurno** al desplazamiento observado de un astro sobre el horizonte. El movimiento diurno del Sol puede asociarse con la trayectoria que describe el Sol sobre el horizonte, desde su salida hasta su puesta.

¹⁴ Recordemos que la sombra más corta de un objeto expuesto al Sol corresponde al instante en que el Sol se halla en el punto más alto de su recorrido celeste, este es el mediodía solar.

1º Parte

Organizamos la clase en pequeños grupos.

Materiales (Por grupo)

Objetos diversos, una linterna.

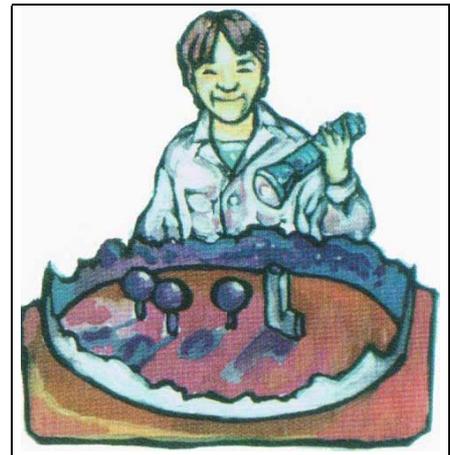
Desarrollo

La idea es simular la variación en longitud y dirección de las sombras de un objeto iluminado por el Sol; la luz de la linterna representará la luz solar.

Se distribuyen los objetos en el interior de un “horizonte de fantasía” y se mueve la linterna cuidando que su foco apunte continuamente al objeto ubicado en el centro. El movimiento de la fuente reproduce las reglas del movimiento aparente: se definirá un levante, un poniente, y recorrerá un arco entre esos puntos. Los resultados de esta “simulación” se llevarán al cuaderno de ciencias.

Debe prestarse atención a la variación de dirección y longitud de las sombras, resaltando que:

- a) Al iluminar desde el levante y el poniente, las sombras tienen sus máximas longitudes y se orientan el poniente y el levante, respectivamente.
- b) Cualquiera sea el arco descrito, cuando la fuente alcanza su máxima altura, las sombras son mínimas. Incluso puede suceder que no se aprecien sombras si la fuente de luz se halla exactamente sobre un objeto.
- c) Durante el movimiento de la fuente, se aprecia un cambio continuo en la dirección de la sombra.
- d) Como la fuente sube hasta una altura máxima y luego desciende (traza dos “semiarcos” similares), la longitud de la sombra se repite entre el *levante* y el *poniente*. Esa longitud varía entre un valor máximo (salida y puesta de la fuente) y un valor mínimo (en el punto más alto).



Si las dimensiones de los objetos lo permiten, los niños pueden medir con una regla común la longitud de las sombras que produce la linterna al simular el movimiento aparente del Sol

Ejemplo de preguntas realizables:

Si la linterna representa al Sol... **“¿En qué sentido se mueven las sombras desde el amanecer hasta el atardecer?”**, **“¿Qué momentos del día están representados durante su movimiento?”**, **“¿Ese sentido guarda alguna semejanza con el de las agujas de un reloj?”**, **“¿Qué relación puede establecerse entre la sombra más corta que observan y la altura del Sol (la linterna) sobre el horizonte en ese instante?”**, **“¿Tendrá alguna importancia particular ese momento?”**

Algunos datos sobre el gnomón

Hace miles de años, los hombres inventaron un método sencillo y eficaz que permite estudiar el movimiento aparente del Sol y también estudiar sus principales características.

Se trata de un instrumento llamado “gnomón”; fácil de construir, tan sólo consta de una varilla (denominada indicador) colocada perpendicular a una superficie plana (de nombre: registrador).

El arco del Sol es perceptible entre el amanecer y el atardecer, y puede reconstruírselo observando cómo varía la sombra del indicador en el registrador del gnomón.

La longitud y la dirección de la sombra del indicador se relacionan continua y directamente con la altura del Sol sobre el horizonte en cada instante y también con la inclinación de su arco con respecto a una vertical materializada en el lugar.

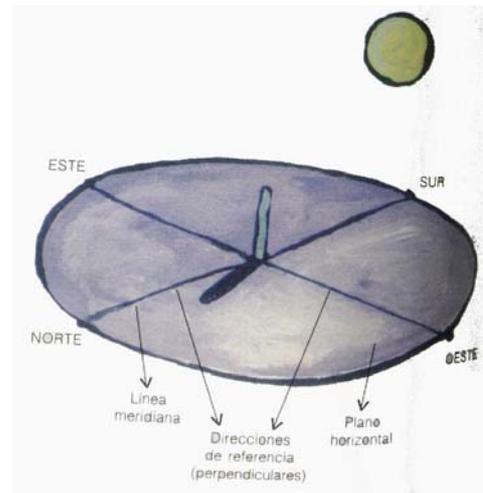
Al alba, la sombra del indicador yace hacia uno de los lados de la superficie de registro (que se denomina dirección “occidental”, ya que queda hacia “occidente”).

Poco después de la salida del Sol, la sombra es muy larga pero, a medida que transcurre la mañana, se acorta y se desplaza hacia el sector opuesto (sector “oriental”, es decir, hacia el oriente).

Cada día, la sombra modifica su tamaño de mayor a menor y, en cierto momento, presenta su mínima longitud; esto sucede cuando el Sol, alcance la altura máxima sobre el horizonte correspondiente a ese día.

Geoméricamente se dice que, en ese instante, el centro del disco solar, la varilla y su sombra, se ubican los tres en un “mismo plano”; ese momento particular el que llamamos “mediodía” y permite identificar cuándo el Sol se halla en el punto medio de su trayectoria en el cielo (y también, que se trata del instante mitad del “día de luz”, es decir, del intervalo de luz solar).

La dirección en la que se halla esa sombra mínima permite marcar una línea sobre la superficie de gnomón, que divide a ésta en dos partes iguales; los astrónomos llamamos **meridiana** a esa línea divisoria. También se la denomina **línea norte-sur** ya que cruza al horizonte en dos puntos útiles como referencia espacial y geográfica: los puntos cardinales norte y sur.



Luego del mediodía, la sombra del indicador aumenta paulatinamente su longitud y yace hacia el lado este de la superficie hasta la llegada del crepúsculo vespertino cuando, poco después, desaparece por completo al ocultarse el Sol.

Mediante el gnomón, los antiguos registraron dos situaciones interesantes:

- (1) Midiendo la longitud de la sombra del indicador al mediodía (mínima), día tras día, se verifica que existe sólo un largo de sombra mínima posible para cada día;
- (2) La longitud de la sombra del indicador se repite cada seis meses, aunque su sentido de variación diario es inverso.

Desde la antigüedad, estas circunstancias permitieron utilizar al gnomón para fijar **la fecha del año** tan sólo con observar sus sombras.

Determinar largas fracciones de tiempo, o la repetición de una fecha ha sido la función principal del gnomón y con ese fin se usaron durante miles de años, en diversas partes del mundo y

Es interesante recordar que la determinación, medida y registro del tiempo fueron una de las primeras y más importantes tareas de los astrónomos. En nuestro país, la hora se fija desde el “Observatorio Naval Buenos Aires”, fundado por el Presidente Domingo F. Sarmiento en el siglo XIX y hoy está ubicado en la Costanera Sur de la ciudad de Buenos Aires. Para obtener la hora oficial de Argentina, deben llamar telefónicamente al número 113.

por diversas culturas.

Es decir, con un gnomón es posible confeccionar un “calendario” y luego armar un almanaque; sin embargo, no permite conocer correctamente divisiones precisas del día; para ello se crearon otros instrumentos: los relojes. El primero de ellos fue, claro, el **reloj de Sol**.

Por último, repasemos algunas características básicas de los relojes actuales, cuyo funcionamiento ya no depende directamente del Sol: señalan el tiempo mecánica o electrónicamente.

Hoy, leer un reloj es interpretar la posición de una aguja sobre un cuadrante con números, o bien asociar cifras que muestra el reloj a intervalos regulares, identificadas con momentos del ciclo día-noche previamente definidos. Al comenzar a funcionar, los relojes modernos se ajustan al horario vigente, ya sea regulando la posición de sus agujas o haciendo coincidir sus cifras con la hora establecida oficialmente.

Es decir, hoy los relojes son **puestos en hora**, una operación que se realiza con el auxilio de otro reloj de referencia o reloj patrón, cuya marcha es regulada por medio de observaciones astronómicas. Tal situación no ocurre con los relojes de Sol, ya que como éstos dependen directamente del movimiento aparente solar, señalará las fracciones de día por medio del desplazamiento de la sombra del indicador sobre un cuadrante especialmente construido.

Normalmente, el cuadrante se dibuja sobre la superficie de registro y se divide en secciones fijas, de modo que la indicación del tiempo no puede ser modificada (por esta razón los relojes de Sol son planificados y construidos especialmente para la medición de las fracciones temporales que define su constructor).

2º Parte

Organizamos la clase en pequeños grupos. Los chicos construirán y realizarán mediciones con un gnomón.

Materiales (Por grupo)

Una varilla (recta) de madera o metal de unos 5 a 6 cm de largo y unos milímetros de diámetro. Un trozo de cartón o madera de 30 cm aproximadamente. Una regla y papeles blancos. Una linterna.

Desarrollo

Para construir el gnomón se coloca la varilla (el **indicador**) perpendicular (un ángulo de 90°) en el centro de una superficie plana y horizontal (el **registrador**). Esa superficie representará al horizonte y la varilla a la “vertical del lugar”, esto es, una línea imaginaria, perpendicular al horizonte y alzada en el sitio donde se halla el observador ¹⁵.

Para garantizar que el registrador esté bien horizontal, sugerimos emplear un nivel o algún otro dispositivo semejante.



Niños explorando las sombras que producen los indicadores de sus instrumentos, iluminados artificialmente con una linterna para simular la luz solar

¹⁵ El punto donde la vertical del lugar intercepta el cielo se denomina “cenit” y es el punto más alto para un observador.

Dada esta configuración, resulta sencillo estimar cómo variará la dirección y longitud de la sombra del indicador según transcurra el día (es decir, según se aprecie el movimiento aparente del Sol).

2.1 En primer término, proponemos que los chicos vuelvan a simular el movimiento aparente del Sol con una linterna, ahora sobre el gnomón, para anticipar de qué modo se verá la sombra del indicador cuando se coloque bajo la luz solar. Los resultados obtenidos se incluyen en el cuaderno de ciencias.

2.2 **Determinación de la línea meridiana.** Por la mañana la sombra aparecerá sobre el borde que contiene el punto cardinal oeste de la superficie donde se halla el indicador (es decir, en la zona occidental del horizonte).

Poco después de la salida del Sol las sombras aparecerán con una longitud muy larga pero, minuto a minuto, irán acortándose y desplazándose hacia el borde que contiene el este (zona oriental del horizonte).

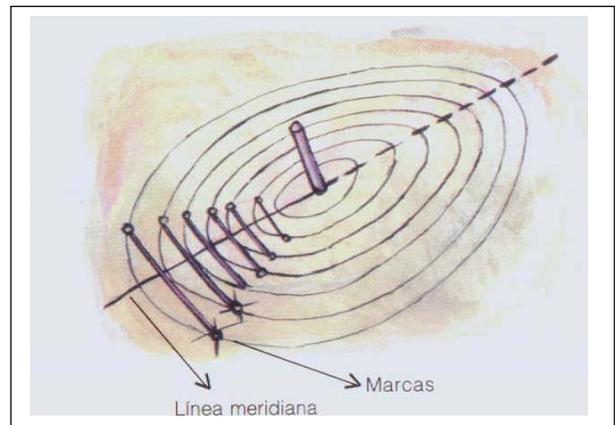
En cierto momento la sombra del indicador alcanzará su longitud mínima; en ese instante, su dirección define la línea norte-sur o “línea meridiana”; posteriormente la sombra aumentará en longitud, apareciendo continuamente por la zona oriental de la superficie del indicador, hasta que acabe el día.

Tanto la longitud como la dirección de la sombra del indicador en cada instante del día¹⁶ están relacionadas con la altura y la dirección que alcanza el Sol en dicho instante.

Cuando el Sol alcanza su máxima altura¹⁷, la sombra del indicador resultará la más corta del día; entonces, tanto el Sol, como el indicador y su sombra, se ubican en el mismo plano, definido por la línea meridiana sobre la superficie de La Tierra; ese instante es el “mediodía solar”.

Con estos datos, para determinar la línea meridiana, que dividirá el horizonte en dos zonas: oriental y occidental, los chicos deben observar y registrar las características de la sombra del indicador, en particular la longitud y su dirección.

Por lo tanto, para aprovechar el gnomón al máximo deben verificar que el sitio donde se lo coloque reciba luz solar durante la mayor cantidad de tiempo posible.



Ejemplo de procedimiento posible: Se dibujan circunferencias concéntricas sobre un papel; luego se lo ubica sobre el registrador haciendo coincidir la varilla con el centro común de todos los círculos.



¹⁶ Como de cualquier objeto iluminado por el Sol.

¹⁷ Siempre nos referimos a alturas sobre el horizonte del observador del gnomón.

Cuantas más circunferencias se dibujen, más mejorará la precisión del método.

La actividad consiste en hacer una marca en aquellos puntos donde el extremo de la sombra del indicador alcance a cada una de las circunferencias de la superficie.

Por la mañana resultan marcas hacia uno de los lados del registrador (que luego se llamará **sector occidental**) y, después del mediodía, hacia el opuesto (**sector oriental**); luego de la primera intersección, la sombra barre otras circunferencias, cambia continuamente de dirección y vuelve a interceptar la primera circunferencia.

Señalados dos puntos sobre cada círculo (uno por cada una de las dos direcciones), se traza con la regla el segmento uniendo dichos puntos (esto es, se une cada par de marcas del mismo círculo).

El paso siguiente es determinar el *punto medio* de cada segmento encontrado (esto puede hacerse midiendo su longitud con la regla y determinando el **punto mitad**).

Finalmente, se traza una la línea que pase aproximadamente por todos esos puntos medios. La recta resultante es la línea meridiana en el lugar de observación.

- 2.3 Al trazar la línea meridiana, queda definida la dirección de los puntos cardinales norte y sur sobre el horizonte, en cada uno de sus extremos. La perpendicular a la línea meridiana, que pasa por el indicador del gnomón, define la dirección este-oeste en el lugar de observación y, con la misma, se pueden ubicar también los puntos cardinales este y oeste sobre el horizonte.

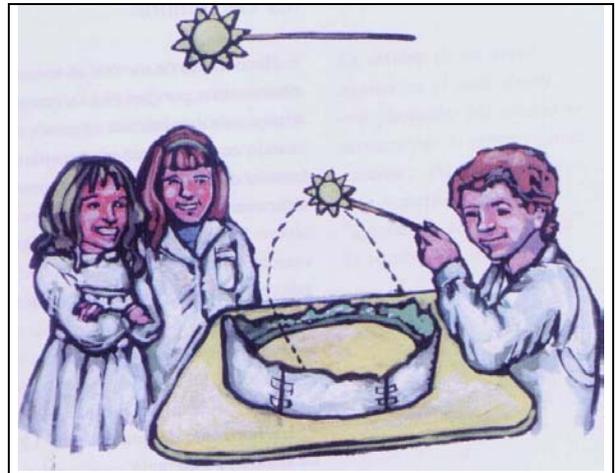
Debemos resaltar que los cuatro puntos cardinales se hallan en el horizonte, ni por encima ni por debajo del mismo.

Su trazado e identificación, se incluye también en el cuaderno de ciencias.

- 2.4 Al realizar varias experiencias simultáneamente (por ejemplo: un gnomón por grupo de alumnos) puede comprobarse que todas las meridianas obtenidas son paralelas entre sí, indicando que las direcciones de los puntos cardinales son semejantes para todos los observadores.

- 2.5 Una vez definidos los puntos este y oeste, el mismo gnomón puede usarse para verificar su ubicación sobre el horizonte registrando por qué sitio se produce la salida y/o la puesta del Sol en el 21 de marzo y 21 de septiembre, únicas fechas en que el Sol sale y se pone por esos sitios. Es decir, sólo en esos días el levante del Sol es por el este y su poniente por el oeste; los demás días del año, la salida del Sol se produce por diferentes lugares, aunque siempre en la zona oriental. Análogamente, la puesta del Sol se produce en la zona occidental, pero en sitios diferentes al oeste.

- 2.6 **Simulación del movimiento solar.** Un pequeño círculo de cartón que represente el contorno visible del Sol se une al extremo de la varilla. La actividad consiste en que cada alumno manipule esa varilla haciendo cumplir las reglas del movimiento aparente, sobre gnomón que ha construido o sobre la representación del horizonte del lugar,



Un alumno mueve un Sol en una representación del horizonte hecha con papel y que da cuenta del contorno visible desde la escuela.

donde se hayan marcado la línea meridiana y la dirección este-oeste. Cada chico debe definir el levante y el poniente correspondiente y trazar un arco entre ambos por donde se desplace el Sol.

Cuando el Sol salga por el este y se ponga por el oeste, será sólo en ciertas fecha, en las restantes sólo se tiene la información que sale por oriente y se pone por occidente. Por último, los niños pueden combinar sus modelos: mueven su “propio” Sol sobre el registrador del gnomón del compañero. Recordar que todos los arcos solares (sobre el mismo horizonte) deben ser paralelos entre sí, es decir, mantienen la misma inclinación respecto al horizonte; incluso, pueden materializarse esos arcos, curvando un trozo de alambre y ajustando sus extremos en el levante y el poniente del Sol.

Notas

1. Si a lo largo de un año, se mide día a día la longitud de la sombra del indicador en el instante de su paso por la línea meridiana, se verifica que cada día del año existe sólo una longitud de sombra posible; las longitudes se repetirán luego de seis meses, pero el sentido de variación diario será inverso. Esta circunstancia convierte al gnomón en un potente instrumento para señalar el **día del año** con sólo observar la longitud de la sombra. La determinación de la fecha o época del año, fue la principal función del gnomón y con tal fin fue usado por miles de años por diferentes culturas; sin embargo, es importante destacar que el gnomón no señala correctamente la hora; para ello se utiliza un dispositivo semejante al gnomón denominado reloj de Sol.
2. La diferencia más notable entre un reloj de Sol y un gnomón es que la varilla que proyecta la sombra, el indicador, no se dispone perpendicularmente en el primero. En un reloj de Sol el indicador es una varilla inclinada cierto ángulo¹⁸.

3. Solsticios y equinoccios

Algo interesante ocurre los días en que el Sol sale por el este y se oculta por el oeste: la cantidad de horas de luz solar es idéntica a la cantidad de horas en que no la hay; en otras palabras, el día tiene igual duración que la noche.

Es por esta razón que esas fechas se conocen como **equinoccios**; esta palabra deriva de una antigua expresión que significa “el día equivale a la noche”.

Hay dos equinoccios por año separados cerca de seis meses uno del otro: el primero es el 21 de marzo y el segundo el 21 de septiembre (en nuestro hemisferio, también se conocen como equinoccio de otoño y de primavera, respectivamente).

En los días que transcurren entre ambos equinoccios, el Sol sale por lugares diferentes del horizonte, cada uno desplazado (desde el este) hacia el norte (a partir del 21 de marzo) o bien hacia el sur (después del 21 de septiembre).

Algo semejante ocurre con los sucesivos ponientes del Sol, fuera de las fechas equinocciales.

En otras palabras, a partir de su salida en el equinoccio, el levante solar se desplaza cotidianamente hasta un sitio extremo que se reconoce por ser el más alejado por donde sale el Sol; esos corrimientos máximos son simétricos, es decir, tienen igual magnitud a uno y otro lado del este.

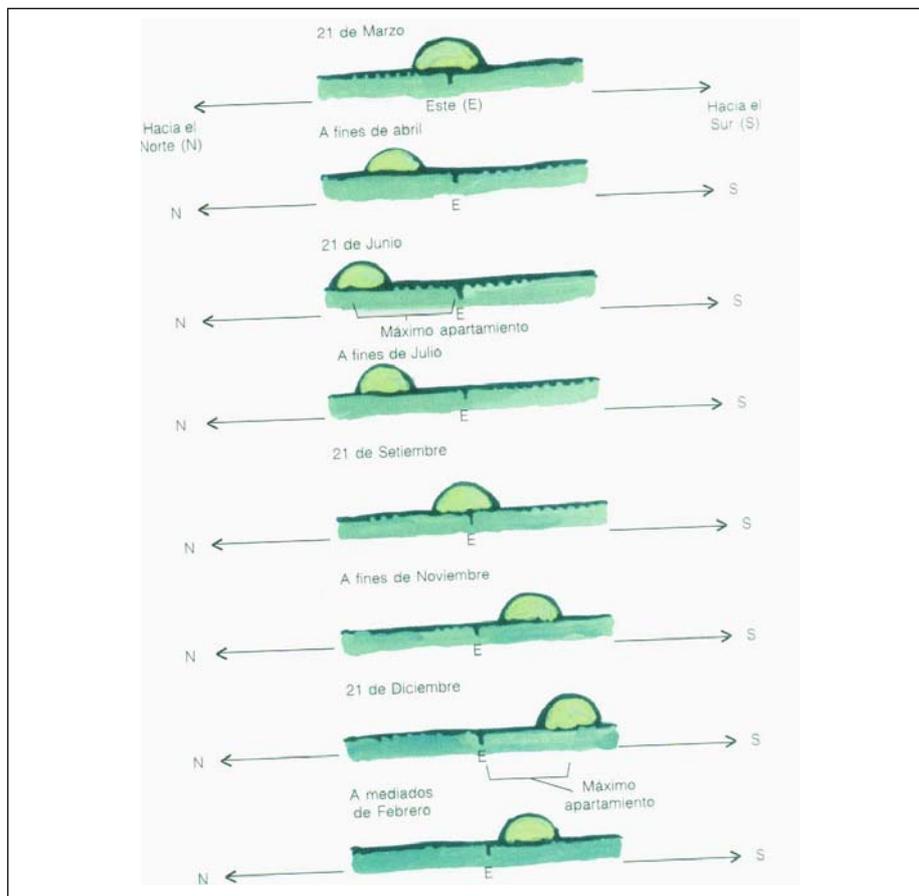
Las fechas de los desplazamientos máximos son alrededor del 21 de junio (hacia el norte) y el 21 de diciembre (hacia el sur).

¹⁸ Ese ángulo es igual a la latitud geográfica del lugar en la que se halla ubicado el reloj de sol.

Quien observe las salidas del Sol en los días previos y posteriores a esas fechas notará que no cambia significativamente el sitio de su levante; en otras palabras: el levante solar “se ha detenido”, ya no se desplaza sobre el horizonte. Por esta razón, los antiguos astrónomos acuñaron la expresión **solsticio** para cada una de esas fechas (vocablo que deriva de “sol quieto”).

Como sucede con los equinoccios, las fechas que corresponden a los solsticios pueden modificarse en un día o dos como máximo.

Cuanto más cerca se encuentre una localidad de un polo terrestre, mayores serán allí los apartamientos del levante y el poniente solares, respecto al este y al oeste respectivamente; por ejemplo, en Tierra del Fuego, el Sol sale casi por el sureste en el solsticio de diciembre y en Antártida, sale y se pone cerca del norte en el invierno, y cerca del sur, en verano.



Esquema del desplazamiento del levante solar durante el año. Una serie de dibujos similar puede realizarse para indicar cómo varía el poniente del Sol, en las mismas épocas.

Exactamente en el sitio donde está el polo se produce una situación límite, extrema: en verano, directamente el Sol no se pone y, en invierno, nunca sale (circunstancia que dura varios meses).

Por último, vale resaltar también que así como el Sol no sale todos los días por el mismo lugar del horizonte, tampoco sale ni se pone a la “misma hora” en todo el país.