

# Analema

Pablo Vena<sup>1</sup>

Observatorio “Héctor Ottonello” — Colegio Nacional de Buenos Aires

<sup>1</sup>pvena@cnba.uba.ar

3 de noviembre de 2008

## Resumen

Se describe una actividad a desarrollarse dentro del marco del Año Internacional de la Astronomía 2009. El objetivo es registrar el analema y utilizarlo como herramienta didáctica para estimular el trabajo grupal y favorecer la incorporación de diversos conceptos astronómicos.

## Índice

1. Introducción	2
2. ¿Cómo se hace un analema?	2
3. Nuestra propuesta	4
3.1. Metodología de trabajo . . . . .	4
4. Objetivos de la propuesta	6
5. Contacto y referencias	8

## 1. Introducción

En verano, solemos disfrutar de atardeceres muy tardíos y, en invierno, para fortuna de los astrónomos, de noches muy tempranas. Luego, el ángulo con el que caen los rayos solares respecto del suelo en verano y en invierno es claramente distinto siendo mayor en verano. Esto indica que la duración de los sucesivos días que componen nuestro año no es uniforme. Un hecho que confirma esta idea es la diferencia entre la hora que marca un reloj de Sol y la hora de nuestros relojes.

Aclarar estos interrogantes, nos lleva a investigar el objeto celeste más importante para nosotros como seres vivos: el Sol. Si registrásemos la posición del Sol en el cielo a la misma hora durante un año, el trazo que obtendríamos sería algo peculiar.

Este fenómeno astronómico, llamado *analema* (la figura se asemeja a un 8), tiene la particularidad de ser accesible en su estudio facilitando la articulación de un trabajo de investigación, acorde a la dificultad buscada, apto para todo público.

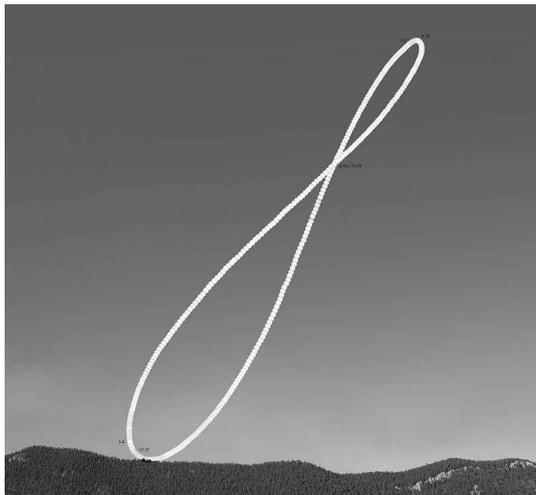


Figura 1: La figura en forma de ocho se denomina analema.

## 2. ¿Cómo se hace un analema?

En principio, para estudiar en detalle las causas de la forma del analema, no siempre se cuenta con la posibilidad de fotografiar al Sol, así que deberemos buscar un método de estudio más accesible.

El problema que presenta el Sol a la hora de estudiarlo y observarlo minuciosamente es su extrema luminosidad, capaz de dañar seriamente de forma irreversible la retina del observador al verlo directamente. Por ello, para no lastimar nuestra vista, optamos por un estudio indirecto. Nos fijamos en la posición y variación de la sombra producida al interponer un objeto en la trayectoria de los rayos de Sol.

La manera más simple y práctica de observar los movimientos solares es situando un palito vertical e ir viendo las sombras producidas. Dicha varilla se denomina gnomón. Esta palabra deriva del griego  $\gamma\nu\omega\mu\omega\nu$ , *bastón*, y simplemente consiste en un palo rígido clavado o sujeto firmemente al suelo.

El gnomón es tal vez el instrumento astronómico más antiguo. Su uso fue común en la astronomía egipcia, y no eran otra cosa los obeliscos que se erigían en todas las ciudades importantes y en los centros religiosos. El objetivo era rendir culto al dios Ra. Pero en realidad se usaban para medir la altura del Sol, con lo que los sacerdotes astrónomos egipcios podían saber la fecha dentro del año.

Como consecuencia del movimiento diurno, la sombra de la varilla se desplaza en el plano horizontal y cruza la línea Norte-Sur cuando el Sol culmina superiormente, eso ocurre al mediodía (cuando culmina inferiormente se dice que es medianoche). Si diariamente registrásemos, a lo largo de un año, la posición de la sombra que proyecta la varilla a una hora determinada, vemos que se forma en el suelo la misma figura que fotografiando al Sol: el analema.



Figura 2: **Analema** La foto muestra el analema realizado en la terraza del observatorio “Héctor Ottonello”.

### 3. Nuestra propuesta

Desde el año 2003 los alumnos del observatorio “Héctor Ottonello” del Colegio Nacional de Buenos Aires, con la colaboración de los profesores, realizamos el estudio del analema utilizando un gnomón contruido por nosotros mismos.

El estudio del analema es una actividad pedagógicamente muy nutritiva ya que fomenta el trabajo grupal, genera responsabilidad en los participantes y, por sobre todo, acerca a los alumnos a conceptos nuevos de una forma puramente interactiva y dinámica. Por otra parte, tiene la ventaja de carecer de restricciones importantes ya sea del lugar físico o los materiales. Eso sí ¡tiene que ser de día!

Así, el estudio del analema se convierte en una actividad ideal para despertar y estimular el interés científico de alumnos de cualquier edad. De hecho, comenzamos a realizar el analema motivados por una entrevista hecha a un maestro de jardín de infantes que les enseñaba a sus alumnos conceptos elementales de astronomía articulados en un ámbito lúdico. Por otra parte, el marco teórico básico astronómico que acompaña al tema es accesible para aquel que tenga las ganas de aprender.

En lo que respecta a los materiales, el gnomón que construimos, básicamente, se constituye de un caño largo que atraviesa una base hecha en madera (aglomerada) que le otorgue rigidez. En la punta del caño se agregó la tapa de un balde de pintura, con un orificio en su centro, que hace el papel de obstáculo para los rayos solares (figura 9). La elección de este tipo de gnomón vino dada por el lugar en el que hacemos el analema (la terraza de Observatorio). Al ser un lugar pequeño, hubo que considerar el largo justo del caño utilizado para optimizar la resolución del analema (espacio que ocupa la figura en el suelo) en función de la altura máxima y mínima que puede alcanzar el Sol a esta latitud.

Lo ideal es utilizar como gnomón algún tipo de obstáculo que esté fijo a una pared y haga una sombra nítida. En nuestro caso no pudo ser posible ya que nuestro gnomón no podría soportar la intemperie.

#### 3.1. Metodología de trabajo

Por mera convención, todos los días a las 12:35 (hora local) alguno de los alumnos se acerca al Observatorio para realizar la medición del día a las 12:40. Antes de comentar cómo se hacen las mediciones aclaremos el por qué de la arbitrariedad. La hora fue elegida ya que es el horario de salida del turno mañana e ingreso del turno tarde, lo cual facilita que los alumnos de tales turnos puedan realizar las mediciones y, así, asegurar un *continuo*



Figura 3: **Gnomón.** El gnomón construido por los alumnos consta de una base firme hecha en madera barnizada, un caño largo bien sujeto a la base y una tapa de un balde de pintura en el extremo superior del caño.

de mediciones. La hora de la medición tiene que ser muy exacta, porque el Sol se mueve muy rápido. Para lograr esa exactitud nosotros recurrimos a la hora oficial suministrada por el servicio telefónico (113). El caso ideal sería constatar la hora con la enviada por el Observatorio Naval mediante un receptor de onda corta. No obstante, la hora provista por un reloj de cuarzo satisface la exactitud buscada.

La frecuencia para tomar las mediciones dependerá de la separación deseada entre las marcas, dos mediciones por semana es un número razonable, pero es un factor que puede regularse a gusto. De todas formas, si el analema llegase a quedar incompleto, puede completarse al año siguiente ya que las posiciones se repiten anualmente (siempre que respetemos la hora de las mediciones).

El encargado de efectuar la medición coloca el gnomón en una posición que será **exactamente** la misma para el resto de las mediciones. Para ello, es recomendable determinar en el suelo marcas que denoten la ubicación deseada de la base del gnomón. De todas formas, lo óptimo es disponer de un gnomón fijo para disminuir errores de medición. Una vez que el gnomón esté correctamente ubicado, a la hora establecida (12:40) el alumno marca con pintura la posición del redondel de luz determinado por el orificio del gnomón. Una forma precisa de hacer la marca, es colocar una hoja de papel con un agujero de tamaño similar al del gnomón y, luego de colocarla sobre el círculo de luz, pintar sobre ella. Esto permitirá obtener bordes definidos

en cada medición, que no se solapen con otras adyacentes. Después de hacer la marca, se data la medición colocando la fecha al lado de la marca.

Una consideración importante es la elección del material para hacer la marca. Escogimos esmalte sintético para exteriores teniendo en cuenta la porosidad de la superficie en la que hacíamos las mediciones. Otras opciones factibles son fibrones o aerosoles, dependiendo de la superficie con la que se dispone.

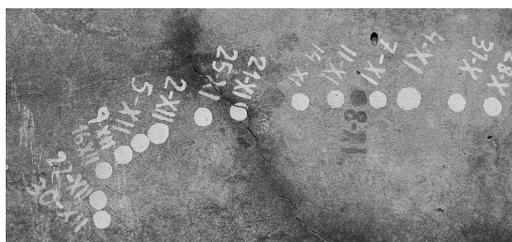


Figura 4: **Analema**. En la figura vemos las sucesivas marcas realizadas con pintura (amarilla) correspondientes al periodo comprendido entre 28/10 y 30/12.

## 4. Objetivos de la propuesta

La propuesta pretende acercar a los alumnos de las escuelas medias, los conceptos astronómicos involucrados en el analema.

El trabajo estará guiado por ayudantes del observatorio que asistirán en las mediciones y brindarán explicaciones oportunamente apoyándose en material audiovisual desarrollado para la actividad.

En rasgos generales, la idea es lograr la comprensión cualitativa del movimiento propio del Sol y poder deslizar la noción de medición de tiempo respecto del Sol y otras estrellas.

Pedagógicamente, intentamos estimular el trabajo de equipo e introducir a los chicos de nivel secundario en el método científico sembrando el compromiso hacia el grupo mismo. El analema produce un sentimiento de permanencia al ser realizado sobre la superficie de alguna edificación. Resulta análogo a los graffitis hechos en las paredes de espacios públicos. ¿Por qué no se hacen sólo sobre papel? El mero hecho de plasmar un dibujo en el suelo de una escuela o un patio implica una sensación de perdurabilidad.

A su vez, hacer el analema en el patio de una escuela o en algún lugar concurrido, facilita la divulgación de esta actividad. Cualquier persona que pase cerca se verá intrigada por averiguar por qué hay gente pintando el suelo y en particular por qué pintan un ocho.

Un punto que amerita ser comentado es el grado de dificultad de la actividad. Como ya se comentó, el analema es uno de los pocos trabajos astronómicos de índole práctico en los que se puede regular el grado de dificultad deseado.

Nuestra iniciativa para comenzar con esta actividad surgió luego de enterarnos de que un grupo de chicos entre 2 y 11 años registraban el analema junto con su maestro en un *childcare* en Minnesota. Gracias a un artículo de la revista *Sky & Telescope* (Marzo 2003) nos interesamos en este trabajo y construimos nuestro gnomón. Ahora, el objetivo del maestro hacia sus chicos era que comprendieran algunos conceptos fundamentales como:

- El sol se mueve por el cielo.
- Al mediodía se encuentra en el punto más alto.
- Está más alto en verano que en invierno.

En nuestro caso, el trabajo realizado es exactamente el mismo, con la diferencia de que trabajamos con alumnos de 13 a 18 años. Por ello, los mismos conceptos fundamentales se cargan con un poco de teoría sobre los movimientos de la Tierra y formalismos como Ecuador Celeste, Eclíptica, Solsticio, ampliando la lista anterior a:

- Sistemas de coordenadas (ecuatorial absoluto)
- Tiempo astronómico (tiempo sidéreo y solar)
- Ecuación de tiempo.
- Leyes de Kepler (órbitas elípticas)
- Efectos de la latitud geográfica en el analema.

Lo rescatable de esta idea es que el analema puede acomodarse a distintas circunstancias educativas.

Por último, vale decir que estudiar el movimiento del Sol a través del cielo es una actividad sencilla y gratificante de la que se pueden aprender infinidad de cosas, ideal para discutir y asimilar los temas referidos a los diversos movimientos de los astros. Esperamos no ser los últimos en hacer el analema y que esta propuesta sirva de motivación para muchos otros.

## 5. Contacto y referencias

### Contacto

Para mayor información sobre la propuesta y sobre las causas del analema se sugiere consultar el artículo correspondiente de la [Serie paralaje](#).

Los interesados en participar de la actividad pueden contactarse con el observatorio a través de [astro@cnba.uba.ar](mailto:astro@cnba.uba.ar) o comunicarse directamente con el organizador de la actividad, Pablo Vena.

### Referencias

- [1] Michael Kauper, *Astronomy with Children: Our Backyard Analemma Project*, en *Sky & Telescope*, vol. 105, No. 3, pp. 77–81 , Marzo 2003.