



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

“MEDICIÓN CONJUNTA DEL RADIO DE LA TIERRA”

AUTORÍA JOSE ANTONIO ROJAS ESCORIZA
TEMÁTICA FÍSICA Y QUÍMICA
ETAPA ESO

Resumen

Se describe la experiencia de incorporar a la programación didáctica una propuesta de actividad complementaria relacionada con la Astronomía, promovida desde una entidad ajena al Centro Educativo, y que enriquece el currículo aportando muchas competencias básicas, dentro del área de Física y Química.

Palabras clave

Astronomía, método científico, experimento, trabajo cooperativo, actividad complementaria.

1. INTRODUCCIÓN

La programación didáctica no debe ser un documento cerrado e invariable, sino una guía abierta a posibles cambios y variaciones que se presenten en el curso, y que ayuden a lograr de manera significativa nuestros objetivos.

Es frecuente encontrar ofertas educativas atractivas promovidas por entidades públicas (Administración, ONGs, etc) y privadas, que aunque eran desconocidas a la hora de realizar la programación didáctica, pueden ser incorporadas una vez comenzado el curso académico.

Un ejemplo de ello, fue la experiencia que se describe a continuación, denominada ‘Medición del Radio de la Tierra’, promovida dentro de los actos de celebración del ‘Año Internacional de la Astronomía (2009)’.y que sirvió de actividad complementaria para la Asignatura de Física y Química de 4º de ESO.

2. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

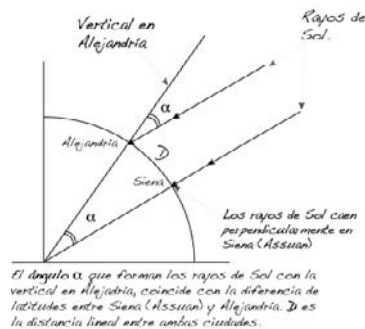
2.1. Fundamento teórico

Eratóstenes, que en el año 240 a.C. se convertía en el bibliotecario de la mítica biblioteca de Alejandría, en Egipto, obtuvo información acerca de un fenómeno que ocurría en un lugar llamado Siena (hoy la actual Asuán). En dicha ciudad, justo al mediodía del solsticio de verano, el Sol se reflejaba totalmente en las aguas de un profundo pozo y ninguna vara, ni objeto alguno, daba sombra. Es decir, ese día y a esa hora, los rayos del Sol caían completamente perpendiculares al suelo, o lo que es lo mismo, el Sol se encontraba en el cénit.

Eratóstenes observó que esto no ocurría en Alejandría, es decir, que al mediodía del solsticio de verano, una vara clavada en la tierra proyectaba una sombra, que las torres y los árboles también la proyectaban, y que en ningún pozo se reflejaba totalmente el Sol. Al contrario que en Siena, en ese mismo instante, el Sol no se encontraba en el cénit de la ciudad de Alejandría.

Esta diferencia solo podía ser explicada si la Tierra no era plana, y asumiendo que Siena y Alejandría se encuentran en el mismo meridiano, es decir tienen la misma longitud geográfica (lo cual no es del todo cierto, pues distan unos 3°). Eratóstenes realizó una hipótesis genial: considerar que el Sol está lo suficientemente lejos como para que sus rayos lleguen a la Tierra completamente paralelos.

Bajo esta hipótesis, al mediodía del solsticio de verano, los rayos de Sol inciden directamente en Siena, pero hacen un ángulo con la vertical en Alejandría. Es fácil ver que, asumiendo que 'líneas que cortan rectas paralelas forman ángulos opuestos iguales' (algo no evidente en la época de Eratóstenes), este ángulo es igual a la diferencia de latitud geográfica entre Siena y Alejandría.





ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

Eratóstenes obtuvo una medida para la diferencia de latitud geográfica entre Siena y Alejandría de $1/50$ parte de la circunferencia, es decir, unos $7^{\circ} 12'$.

Pero, para completar el cálculo necesitaba medir de la distancia lineal entre Siena y Alejandría. El método empleado no está muy claro, pero parece que lo obtuvo de la distancia estimada por las caravanas de camellos que comerciaban entre ambas ciudades (aunque perfectamente pudo ser un dato que obtuvo de la propia biblioteca de Alejandría).

Obteniendo este dato y realizando los cálculos de proporcionalidad pertinentes llegó a un resultado menor del 11% del resultado real (actualmente, sabemos que tiene un radio medio de 6.371 km,).

2.2. Actividad de medición conjunta del Radio de la Tierra

Más de dos mil años después, se propuso esta actividad dentro de los proyectos conmemorativos del Año Internacional de la Astronomía 2009 en España (AIA-IYA2009) que consistió en realizar una experiencia parecida a la de Eratóstenes en todos los centros educativos del territorio español que quisieron participar.

Esta idea de participación fue la clave. Los centros no deberían trabajar de forma aislada, sino que era primordial que tomaran conciencia de que se estaba trabajando de manera conjunta, y aportando datos importantes que tendrían repercusión en un único resultado final.

Cuando desde nuestro centro se tuvo acceso a la posibilidad de participar, aproximadamente en diciembre de 2008, no se dudó de su conveniencia y enseguida se comunicó al alumnado que se ilusionó con la idea. Por aquellas fechas ya se había estudiado una unidad didáctica relacionada con la Astronomía y la Gravitación Universal, por lo que el interés era bastante grande.

El siguiente paso fue ubicarla como actividad complementaria dentro de la programación de la asignatura (algo muy fácil de justificar) y, sobre todo, empezar a pensar en cómo organizarla.

Finalmente, con cierto temor a que el Sol no tuviera ganas de colaborar, se llevó a cabo la experiencia conjunta en la que participaron más de 600 centros educativos, el día 26 de marzo de 2009.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

3. JUSTIFICACIÓN PEDAGÓGICA

Una programación de 4º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), enmarcada en la Ley Orgánica 2/2006, de Educación (LOE), así como en el Real Decreto 1631/2006, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria, debe aportar, entre otros, los siguientes bloques de contenidos:

-Bloque 1: ‘Contenidos comunes’, que persigue la familiarización con las características del trabajo científico, su método, las técnicas de búsqueda e interpretación de la información, y el reconocimiento de las relaciones de la física y la química con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente, considerando las posibles aplicaciones del estudio realizado y sus repercusiones.

-El Bloque 2: ‘Las fuerzas y los movimientos’, incluye el estudio del movimiento y las fuerzas desde el punto de vista mecánico, lo que permite mostrar el difícil surgimiento de la ciencia moderna y su ruptura con visiones simplistas de sentido común

Por tanto, esta actividad, que desarrolla contenidos de ambos bloques, quedó definida como complementaria de la Unidad Didáctica nº 6: Astronomía y Gravitación Universal, de la Programación.

Además dicha actividad sirvió para trabajar todas las Competencias Básicas:

- a) *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.*
- b) *Competencia matemática.*
- c) *Competencia en comunicación lingüística.*
- d) *Tratamiento de la información y competencia digital.*
- e) *Competencia social y ciudadana.*
- f) *Competencia cultural y artística*
- g) *Competencia para aprender a aprender.*
- h) *Autonomía e iniciativa personal.*



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

De todas ellas las que más se trabajaron fueron:

- C. *Conocimiento. e interacción con el mundo físico*: Conociendo cómo un proceso planetario puede llegar a ser estudiado desde el entorno cercano
- C. *Matemática*: Realizando aplicaciones prácticas de los cálculos trigonométricos e interpretando tablas y gráficas de los resultados.
- Tratamiento de la información y C. Digital*: Utilización del ordenador para la realización de la búsqueda de la información
- C. *Social y ciudadana*: Evolución histórica del pensamiento científico y su aportación al pensamiento filosófico. Repercusión social de un descubrimiento científico.

4. CONTEXTO

La actividad fue realizada por 2 grupos de 4º de ESO que cursaban la asignatura de Física y Química, del IES Huerta del Rosario, en la localidad de Chiclana (Cádiz).

El lugar elegido para la experiencia fue una zona concreta de las pistas deportivas donde se podía disponer de la visibilidad de la sombra creada por el Sol, y que disponía de la horizontalidad de suelo necesaria.

La actividad despertó la curiosidad del resto del Centro, siendo constante la visita de grupos durante el proceso de realización.

5. MATERIALES

En la realización de la actividad fue necesario contar con los siguientes materiales:

- Gnomon. Palo dispuesto verticalmente para conseguir una proyección de la sombra solar en el suelo. Se utilizó un recogedor de basura para escobas.
- Cinta métrica. Para medir la distancia del tránsito solar, es decir la distancia mínima desde el gnomon al conjunto de medidas observadas.
- Papel continuo. Sobre el que se marcan las observaciones periódicas que se iban haciendo.
- Brújula. Para la ubicación del papel
- Rotuladores, y reglas graduadas. Para marcar dichos puntos, y trazar rectas



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

-Cuerda fina para trazar arcos. Un método para calcular el punto de tránsito, o distancia mínima, era a través de mediatrices, por lo que usamos estas cuerdas a modo de compás.

-Cronómetro: Para medir el tiempo entre las observaciones. La frecuencia de medida era una cada 5 minutos.

6. PROCEDIMIENTO

A continuación se exponen de manera resumida los pasos seguidos para la realización de la actividad

1. Trabajo previo de familiarización con la actividad.

Durante el proceso de adhesión a la actividad, se fue dando información al alumnado referente a la misma, lo que propició un creciente interés en participar. En una sesión previa se explicó con más detalle el fundamento teórico y el procedimiento a seguir.

2. Distribución de subgrupos y reparto de tareas.

Se discute acerca de la distribución de los subgrupos que iban a participar y en qué franja de tiempo tenían que hacerlo. Finalmente se opta por los dos grupos clase completos en cada una de las dos horas que duró la actividad.

3. Ubicación del papel continuo en el lugar adecuado siguiendo la orientación Este-Oeste

Mediante la utilización de la brújula para determinar la dirección Este-Oeste se extiende el papel continuo sobre una parte del suelo perfectamente horizontal (utilizando un nivel)

4. Colocación y sujeción del gnomom

En principio, sólo se iba a colocar el gnomom del recogedor de basura, pero cerca del lugar de la experiencia aparecieron algunos tubos de obras, y se utilizó uno de ellos como un segundo gnomom a petición de un grupo de alumnos/as (Competencia en Autonomía e Iniciativa personal).

5. Medidas periódicas de la sombra cada 5 minutos, durante una hora antes y una hora después del mediodía solar.

Utilizando un mismo cronómetro en todas las medidas, y anotando el punto en el momento exacto.



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

6. Determinación de la 'sombra mínima', distancia mínima desde el gnomom hasta la línea que contiene todas las observaciones realizadas, de varias maneras posibles.

Una vez obtenido este valor, y teniendo en cuenta el valor de la altura del gnomom se puede obtener el ángulo de la altura del Sol.

7. Anotación de la hora en la que se produjo esta sombra mínima, es decir, la hora en la que produjo el tránsito solar.

Este dato también es importante que se registre, sirviendo de información adicional.

8. Comunicación de los resultados a la base de datos de la organización para que fueran integrados en el proceso de cálculo colectivo del radio terrestre.

Concretamente se aporta el ángulo, la distancia desde nuestra localidad a un paralelo de referencia que pasaba por Madrid, y la hora del tránsito.

9. Actividades de cálculos trigonométricos referidas a la experiencia.

El ángulo buscado se obtuvo a través de la razón trigonométrica tangente. Posteriormente en clase de matemáticas pudieron profundizar aún más con problemas relacionados con la experiencia.

10. Realización de un póster explicativo para ser expuesto en el Centro al resto de la Comunidad Educativa.

7. CONCLUSIÓN

El conocimiento científico que ha ido atesorando la Humanidad a lo largo de los siglos está formado por conceptos, relaciones, leyes, valores de ciertas constantes que conjuntamente conforman el estado actual de cada Ciencia, entre ellas, la Astronomía. El proceso hasta este punto no ha sido rectilíneo y continuo; ha habido avances y retrocesos y ensayos sucesivos; se han descartado explicaciones o teorías que no encajaban correctamente; se han refinado los cálculos. Cada generación recibe este legado, y tiene el deber moral de transmitirlo a la generación siguiente, pero mejorándolo y ampliándolo con todo el conocimiento acumulado hasta ese momento.

No es posible que cada generación repita todos los experimentos y cálculos que han conducido al



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

corpus científico actual, pero sí debe aprender la forma como este corpus se ha constituido y se va completando, el conjunto de habilidades experimentales e intelectuales conocido como el Método Científico.

Por ello, el hecho de que el alumnado reflexione acerca de cómo se llevaron a cabo experimentos clásicos, tan sencillos como este, pero con una relevancia gigantesca, les proporciona una apertura a plantear otros posibles métodos para resolver nuevas cuestiones.

Además, el hecho de trabajar en conjunto, de manera colaborativa, entre un mismo grupo, un mismo centro, un mismo proyecto a nivel nacional, proporciona una visión positiva del trabajo en equipo, en vez de la más común visión competitiva en la que muchas veces estamos inmersos.

Finalmente, los resultados de los más de 600 centros participantes, hicieron posible determinar el radio terrestre con un error de menos del 4%. Un resultado espectacular. Sin embargo, este resultado es lo de menos. Lo más interesante es ver cómo el alumnado respondió desde el principio con inusitado interés y contento de poder 'hacer Ciencia' de verdad. Sabían que sólo eran un grupo más que participaba, pero ese trabajo del cual dependía el éxito del proyecto, era muy valioso e importante.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Baich, A., Agustench, M. (1987), *La revolución científica*. Madrid: Alhambra
- Closas, P. (2009) Medida del radio de la Tierra. *Astronomía*, Nº 117. Extraído el 6 de junio de 2009. www.astronomia-e.com
- Doménech, A. (2000) Astronomía en la Educación Secundaria Obligatoria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, Nº 23 (73-82)
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), (BOE de 4-05-2006), así como en el Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre (BOE de 5-01-2007), por el que se establecen las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria

Enlaces:

- www.astronomia2009.es
- www.profeblog.es/blog/jarek



ISSN 1988-6047 DEP. LEGAL: GR 2922/2007 Nº 21 – AGOSTO DE 2009

Autoría

- Nombre y Apellidos: Jose Antonio Rojas Escoriza
- Centro, localidad, provincia: IES Huerta del Rosario, Chiclana (Cádiz)
- E-mail: jaresoft@hotmail.com