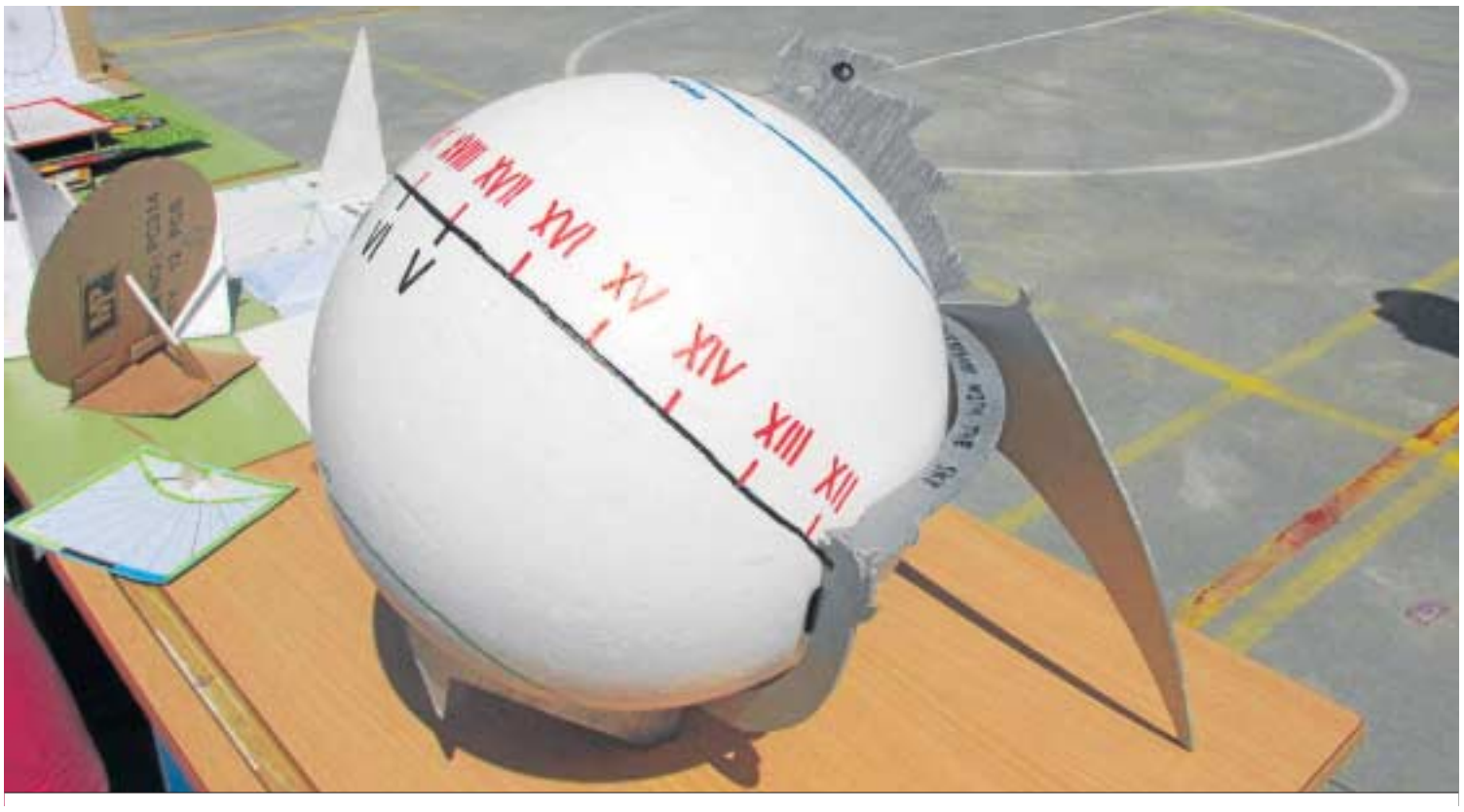
GRANADA

CIENCIAABIERTA

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales

● Lejos de la importancia que tuvieron en el pasado, los relojes de sol han pasado a ser hoy día simples elementos decorativos

La **sombra** del tiempo



Experiencia con relojes de sol realizados por los lumnos del IES Zaidín-Los Vergeles Bruno Otero Galadí (arriba) y Marta Castillo Villén (abajo).

Antonio Quesada Ramos y Juan Francisco Ruiz Hidalgo

A pesar de que hace tiempo su sombra dejó de marcar nuestro tiempo cotidiano, aún se pueden encontrar en Granada algunos de ellos. Se trata de los relojes solares. Uno de los más conocidos probablemente sea el que se encuentra en el Llano de la Perdiz, un reloj de sol ecuatorial cuyo estilete vertical no señala las horas sino la localización de los picos más importantes de Sierra Nevada. Quizá el más importante, tanto por su antigüedad como por su complejidad, sea el menos conocido y desubicado cuadrante solar de tres caras que se encuentra en el Monasterio de San Jerónimo, un interesante modelo fechado en 1763 e inicialmente diseñado para un lugar distinto al que ocupa en la actualidad. Pero los hay de factura más reciente, como los localizados en las Facultades de Ciencias y de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, el Jardín de la Astronomía del Parque de las Ciencias o el de la rotonda próxima al Instituto de Astrofísica de Andalucía.

Lejos de la importancia que tuvieron en el pasado, en la mayoría de los casos han pasado a ser hoy día simples elementos decorativos. Sin embargo aún les quedan importantes funciones, de las que queremos destacar la de ser instrumentos didácticos que faciliten la comprensión de conceptos astronómicos, matemáticos o geográficos relacionados con el movimiento de la Tierra alrededor del Sol.

Es precisamente esta faceta didáctica en la que se enmarca la actividad desarrollada desde hace varios cursos por el departamento de Biología y Geología del IES Zaidín-Vergeles de Granada, mediante la que se proporciona a los estudiantes de primer curso de ESO los fundamentos básicos para que puedan diseñar y construir sus propios relojes solares sin necesidad de aplicar métodos matemáticos complejos que excedan sus capacidades. En las imágenes se muestran dos ejemplos de relojes de sol ecuatoriales construidos por ellos mismos.

Pero a la hora de trabajar con relojes solares hay dos cuestiones importantes que resolver; una previa a su construcción y otra posterior a ella. La dificultad previa es la colocación del gnomon o estilete, la varilla que proyecta una sombra sobre el cuadrante que lleva marcadas las líneas que indican las horas. Si preguntamos a nuestro alumnado cómo hacerlo, una respuesta muy común es que coloquemos un estilete vertical y tracemos las líneas horarias a partir de la sombra que proyecta a horas conocidas. Si esto lo hacemos en dos

días lo suficientemente separados en el año veremos que obtendremos cuadrantes distintos; un gnomon vertical no puede, por tanto, señalar la hora eficazmente. Este problema lo solucionaremos haciendo que el gnomon sea paralelo al eje de rotación de la Tierra. Para ello basta con orientarlo hacia el norte e inclinarlo sobre el plano horizontal un ángulo equivalente a nuestra latitud. La segunda dificultad, y quizá la más importante, se plantea una vez construido el reloj, cuando nuestro alumnado comprueba su exactitud: en algunos casos puede llegar a haber diferencias de más de dos horas entre el tiempo que señala nuestro instrumento y el que marca nuestro exacto reloj de pulsera. ¿Qué ha sucedido?

Nuestro reloj de Sol muestra exactamente la hora solar y esta no tiene por qué coincidir con la oficial. Las 12 del mediodía es el momento en el que el Sol está más alto en el firmamento y en eso no se equivocará la sombra de nuestro instrumento. Es, por tanto, totalmente preciso. ¿A qué se deben entonces las diferencias? Hay varias razones.

La primera es debida a las diferencias que cada país establece entre la hora solar y la hora oficial para un mayor aprovechamiento energético. En España nuestros relojes llevan una hora de adelanto en invierno y dos en verano sobre la solar (recordar *Historias del tiempo: la importancia de un segundo*, en Ciencia Abierta del pasado 7 de julio).

La segunda se debe a la división de nuestro planeta en husos horarios. Considerando el mediodía y la esfericidad de la Tierra, el Sol estará en su punto más alto únicamente en los puntos situados sobre el mismo meridiano. Ello explica que hasta el siglo XIX cada localidad tuviera su propia hora local, generalmente la señalada por los relojes solares, y diferente de la de otros lugares. Sin embargo, el desarrollo del ferrocarril o del telégrafo exigió que las distintas poblaciones dentro de un país se rigiesen por el mismo horario. Y para ello se dividió la Tierra en 24 husos horarios tomando como referencia el meridiano de Greenwich; cada uno de ellos con 15º de amplitud con la misma hora oficial. Si queremos conocer ésta última a partir de la solar, tendremos que sumar cuatro minutos por cada grado de longitud hacia el oeste o restárselos si nuestra ciudad estuviese situada al este de dicho meridiano.

Considerando estos factores nuestro reloj puede mostrar aún algunos minutos de diferencia. En este caso las causas son astronómicas. Como estableció Kepler, la órbita de la Tierra es una elipse y nuestro planeta no se mueve con velocidad uniforme a lo largo de ella; lo hace más rápidamente cuando más próximo se encuentra al Sol, en el perihelio, y más lentamente cuando se encuentra más lejos, en el afelio. A esto hay que unir el hecho de que la inclinación del eje de rotación de la Tierra hace que el Sol no se mueva aparentemente por el ecuador celeste sino por la eclíptica. Y esto influye en la duración de los días. Se trata de variaciones mínimas, de pocos segundos, pero que cuando se acumulan son responsables de que haya unas épocas del año en las que la hora oficial esté minutos adelantada sobre la solar y otras en las que suceda lo contrario. Estas diferencias quedan recogidas en la llamada ecuación del tiempo, un intento último de hacer coincidir la hora oficial con la solar, la hora común con aquella con la que nuestros relojes de sol marcan la sombra del tiempo.

En España los relojes llevan en invierno una hora de adelanto y en verano dos sobre la solar

▸**Antonio Quesada Ramos** es profesor IES Zaidín-Vergeles y **Juan Francisco Ruiz Hidalgo** pertenece al Dep. Didáctica de la Matemática de la UGR.