

DESCUBRIMIENTO DE UN RELOJ DE SOL DEL SIGLO XVIII Y USO DIDÁCTICO EN LA MATERIA DE CULTURA CIENTÍFICA.

JORNADAS IES HISTÓRICOS MADRID 2018

Rafael Martín Villa

Profesor de Biología y Geología del IES San Isidro de Madrid

RESUMEN:

Este trabajo forma parte de otra publicación de próxima aparición.

El objeto de estudio se centra en el estudio del reloj de sol descubierto en la pared oriental de la capilla del Instituto San Isidro. Se investiga la fecha de construcción del reloj de sol a través de un acercamiento por varias vías, histórica, arquitectónica, matemática, caligráfica y latina. Mediante el análisis de los cambios producidos en los edificios del Instituto San Isidro y los terrenos colindantes segregados, de los estudios, cátedras y profesores que durante el siglo XVIII impartieron astronomía y gnomónica e inauguraron el primer observatorio instalado en nuestro país y el estudio comparativo de la caligrafía del reloj y sus inscripciones lleva a la conclusión que el reloj se sol se puede datar a mediados del siglo XVIII.

El uso de este descubrimiento en la materia de Cultura Científica supuso un proyecto para el desarrollo de las clases, un elemento de motivación y un interesante y diversificado objeto de estudio para los estudiantes de 1º de Bachillerato del IES San Isidro.

La importancia de este descubrimiento, el punto de partida con un gran desconocimiento sobre la historia y los estudios de astronomía en los Reales Estudios y el inminente peligro de destrucción que pesa sobre el reloj, nos confirma que el estudio del patrimonio es la forma más eficaz de conservación del mismo.

Palabras clave:

Reloj de sol, gnomónica, Observatorio astronómico del Colegio Imperial. Instituto San Isidro, cultura científica.

Introducción

En el verano del año 2013, como consecuencia de las obras de demolición de un edificio en ruinas colindante con el Instituto San Isidro, aparece en una pared exterior recién descubierta de la capilla del Instituto, unos trazos pintados que resultan ser un reloj de sol.

En seguida salta la alarma sobre la antigüedad del reloj de sol, sobre su posible valor patrimonial y sobre la poca preocupación de los responsables de la obra, que dependían del Ayuntamiento de Madrid.



Imagen 1: Aspecto que presentaba el edificio que se derrumbó sobre el patio del Instituto.

Las demoliciones se estaban realizando para asegurar el patio del Instituto dado el estado ruinoso del Palacio de Sueca. Como consecuencia de una denuncia basada en la existencia de objetos de valor arqueológicos, las obras se detienen. A partir de ese momento el reloj no es protegido adecuadamente y su conservación corre peligro, por los elementos meteorológicos y por los trabajos de los obreros.

Es bastante común que la historia de los centros de enseñanza sea una mezcla de relatos difusos parcialmente borrados por la bruma del tiempo y leyendas y enigmas de difícil resolución. La pérdida de datos y la despersonalización de instituciones hacen difícil la labor de recuperar la historia.

Maniatados burocráticamente, la única forma de proteger el reloj ha sido su estudio para poner de relieve su valor histórico y su vigilancia para evitar su progresivo deterioro. Nuestra labor de vigilancia se ha visto recompensada con retrasos en la ejecución de las obras y molestias como la ocupación del patio de recreo por espacio de años.

Las difíciles condiciones de trabajo que soporta actualmente el profesorado de educación secundaria hace difícil tener tiempo para otras labores que no sean la atención directa al alumnado. Esta carencia provocó la idea de aunar la atención al alumnado, la enseñanza y la preservación del patrimonio, que se materializó en el estudio del reloj como proyecto en la materia de cultura científica de 1º de Bachillerato. Este proyecto dio impulso a la investigación del reloj como primer paso para su cuidado. Es nuestro deseo que esta comunicación sea el segundo paso para la protección de este importante hallazgo.

Antecedentes

En 1752, Fernando VI creó una nueva cátedra de Matemáticas, para cuya instalación se adquirió una casa inmediata, en la que se edificó un gran observatorio. De Inglaterra, a través de Jorge Juan Santacilla, se trajeron los Instrumentos de calidad adecuada para las observaciones científicas.

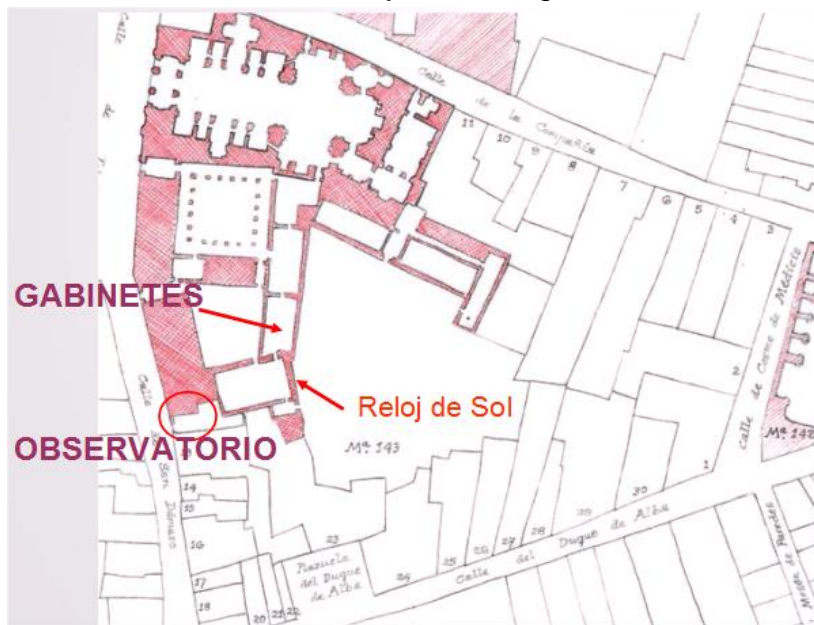
Es un hecho casi desconocido que este antiguo observatorio astronómico, enclavado en los Reales Estudios del Colegio Imperial es el primero que se

crea en España, junto al observatorio de la Academia de guardiamarinas en Cadiz de 1753.

La nueva cátedra de Matemáticas se encargaría de impartir las enseñanzas no solo de Astronomía, sino también de gnomónica o el arte de construir relojes de sol.

En el siglo XVIII, próximo el ocaso de los relojes solares, la importancia de conocer el movimiento y posición de los astros y saber orientarse es para poder formar las élites capaces de viajar por el vasto imperio español. En este siglo aparecen los primeros relojes mecánicos, en un principio son poco precisos y necesitan de alguien que mediante la posición del sol sepa calcular con exactitud la hora para poner en hora los relojes mecánicos. Un magnífico ejemplo de reloj mecánico, traído para el observatorio se encuentra en el consejo escolar del Instituto

El reloj de sol descubierto se encuentra en la pared oriental de la capilla que pertenece al IES San Isidro. Originalmente la capilla fue construida a principios del siglo XVII por la Real Congregación de la Inmaculada Concepción que estaba adscrita al colegio Imperial, destacaba el retablo de Antón de Morales. En el plano de Texeira de 1656 puede verse la capilla. Debido al mal estado de la capilla se hunde la bóveda en 1723. Se vuelve a construir una nueva bóveda de entramado de madera en 1725 y se cubre la bóveda con un fresco obra de Antonio Palomino y Juan Delgado.



La pared de la capilla donde está dibujado el reloj, era continuación de un ala del edificio que unía la capilla con el edificio que rodea al claustro y que cerraba el llamado “patio de los estudios” o también “patio de la capilla”. En la primera y segunda planta del ala que cerraba el

patio de los estudios, junto al muro de la capilla que tenía el reloj de sol, se situaba el gabinete de física y de matemáticas. Este hecho hace más consistente la existencia de un reloj de sol en el mismo muro junto a los gabinetes de estudio de la astronomía.

Pegado a este ala del edificio, se construyó el edificio que tapaba el reloj y que fue un añadido posterior de mala calidad.

El poder del colegio imperial por aquel entonces, era considerable, aún no habiendo logrado convertirse en Universidad por la oposición de las de Alcalá y de Salamanca. Los jesuitas junto al ejercito, serán durante el periodo de la ilustración, dos de las instituciones que pueden llevar a cabo una modernización del país a través de la educación. Este poder se refuerza con la creación en 1725 del Real Seminario de Nobles, ligado muy estrechamente al colegio Imperial, con el que compartía profesores y espacios.

A la compañía de Jesús le pertenecería casi toda la manzana de casas situada entre la calle Toledo y la Plaza de Tirso de Molina. A estas posesiones del colegio imperial les ocurrirá como a casi todos los bienes de los jesuitas, tras su expulsión, fueron vendidas para engrosar la Hacienda real.

El edificio colindante que era utilizado como dormitorio de padres e internos, se desgajo del Colegio Imperial y tras numerosas vicisitudes, se va ampliando hasta levantar una construcción adosada a la capilla que tapa el reloj y servirá para su protección hasta nuestros días.

A continuación pasamos a describir brevemente los diferentes acercamientos y enfoques que se han utilizado en las clases de Cultura científica para el estudio del Reloj de Sol.



Imagen 3: aspecto del Reloj de sol tras derruirse el edificio que lo tapaba. Se observa la pared oriental de la capilla.

Estudio matemático del reloj de sol

Se necesitan dos parámetros para construir un reloj de sol, la declinación u orientación de la pared respecto al sur y la latitud o distancia al ecuador.

El reloj está dibujado en la pared de la capilla que mira a Oriente. Esta orientación, nada habitual y que complica notablemente el trazado del reloj de sol está elegida en función de las posibilidades que ofrecía los edificios.

Las coordenadas del reloj han sido calculadas recurriendo a programas informáticos y se han obtenido los siguientes datos:

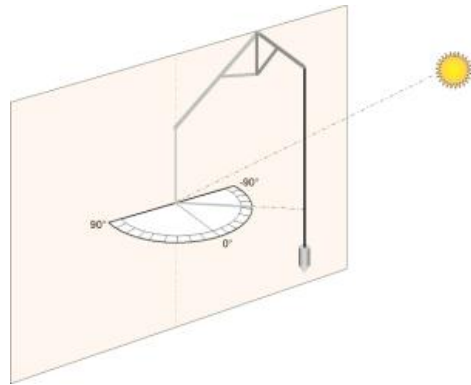
Coordenadas del reloj:

Latitud: $40^{\circ} 24' 45''$ (40.4125)

Longitud: $-3^{\circ} 42' 26''$ (-3.7073)

Altitud 644 metros

El cálculo de la declinación de la pared planteó alguna que otra dificultad, debido a que la pared de la capilla donde está dibujado el reloj, no es accesible desde el Instituto y es necesario una medición con gran exactitud. La forma optima de realizar este cálculo es mediante una plomada colocada en el muro y utilizar alguno de los métodos posibles de medición de la sombra proyectada.



Debido a esta dificultad, el cálculo del ángulo de la pared se ha realizado mediante una estimación de los datos tomados por ordenador de Google Earth y la medición con una brújula de precisión y corregida la desviación existente entre el Polo magnético y el polo geográfico, según datos buscados en la Web del Instituto Geográfico Nacional.

El resultado que se obtiene es que el muro está construido con una desviación respecto a la meridiana N-S de aproximadamente $102,5^\circ$, o lo que es lo mismo la perpendicular al muro esta orientada a $77,5^\circ$ E. Teniendo en cuenta que la declinación de un muro es el ángulo formado por el muro en relación con la línea E-W, y que debido a estar orientado al este la declinación es negativa, el valor más aproximado es de $-102,5^\circ$.

Imagen 4: dibujo de uno de los métodos posibles de medición de la declinación de la pared.

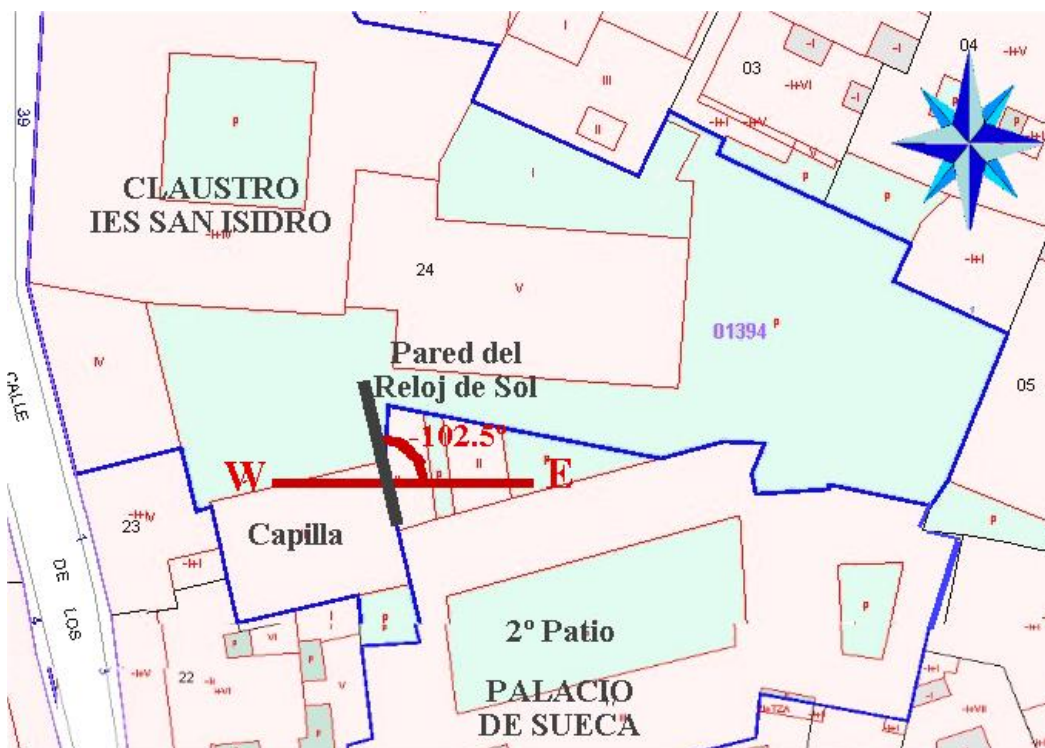


Imagen 5: Plano de la posición y orientación de la pared donde está dibujado el muro.

El cálculo de gnomon o estilo, destinado a proyectar la sombra sobre el reloj, ha necesitado de cálculos más complejos, debido a que se ha perdido debido al edificio adosado a la pared del reloj.

El gnomon puede ser considerado como el eje del cuadrante solar, alrededor del cual el Sol aparentemente giraría; para que esto se cumpla es obligatorio que el estilete o gnomon se coloque paralelo al eje de rotación de la Tierra.

La orientación declinante del reloj, si bien pudo ser un contratiempo menor para los matemáticos constructores, para nosotros nos hizo complejo el cálculo de la colocación del gnomon, por lo que se —
 tuvo que recurrir a libros especializados para la construcción de relojes de sol.

El gnomon viene definido por dos ángulos:

θ = ángulo que forma la línea subestilar con la vertical

η = ángulo estilar que forma el gnomon con la línea subestilar.

Estos dos ángulos vienen dados por :

$$\text{sen } \eta = \text{cos } \varphi * \text{cos } \delta$$

$$\text{tag } \theta = \text{sen } \delta / \text{tag } \varphi$$

Donde: δ = declinación del cuadrante. Y φ = Latitud del lugar

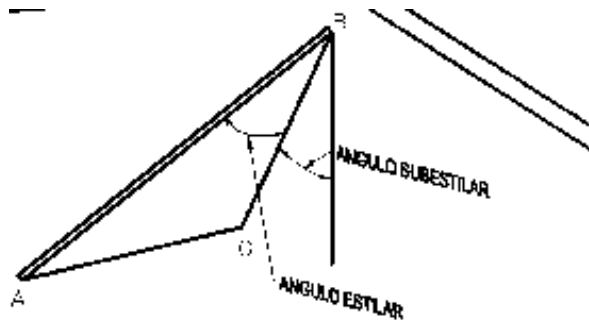


Imagen 6: Esquema de los ángulos de un gnomon en un reloj vertical declinante. La línea subestilar es la línea recta resultante de la proyección ortogonal de gnomon sobre el plano del reloj)

De forma complementaria también se ha utilizado con los alumnos programas informáticos y Webs para construir relojes de sol. La Web utilizada ha sido sundialzone y el programa ha sido Shadows Pro. Esta parte ha sido la que más han disfrutado los alumnos.

Es notable la increíble similitud entre el reloj obtenido con Shadows Pro y el reloj de sol original, esto nos habla de la notable pericia que tenían los maestros que construyeron este reloj.

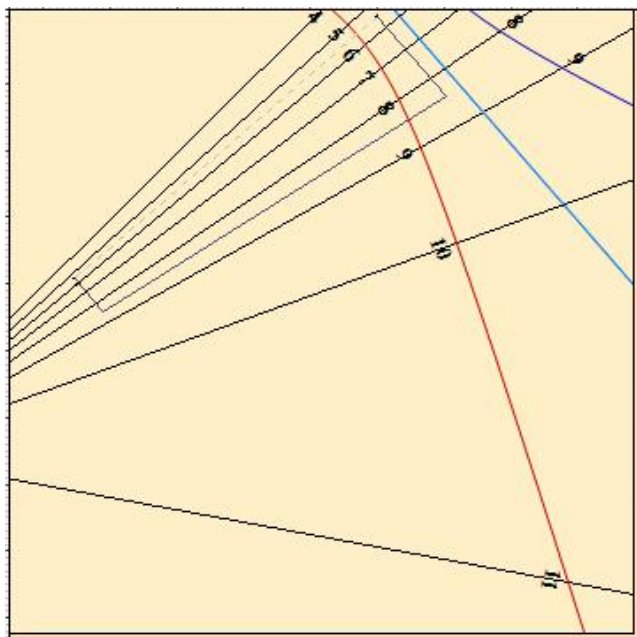


Imagen 7: Imagen del reloj de sol obtenido mediante un programa informático introduciendo los datos del reloj de Sol.

Investigación histórica sobre el reloj de sol y el observatorio

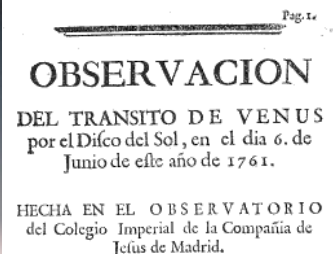
Gran parte de las averiguaciones históricas ya se han descrito en el apartado de antecedentes, pero debido a que en el curso de la investigación sobre el reloj, se hicieron algunos descubrimientos que pueden considerarse totalmente originales y novedosos, merece la pena que nos detengamos en sus detalles.

Una de las líneas de investigación ha sido estudiar los posibles autores del reloj, concretamente los catedráticos de matemáticas de aquella época en el colegio Imperial. La cátedra de matemáticas del colegio imperial llevaba aparejado el título de cosmógrafo mayor. Durante el posible periodo de construcción del reloj, este cargo fue ostentado por Jose Cassani hasta 1732, Carlos de la Reguera hasta 1742, Tomás Cerdá desde 1764, Esteban Terreros y Pando, Johan Wendlinglen, Christian Rieger y Miguel Benavente, hasta su Expulsión en 1767.

Se ha visitado el AHN para encontrar algún rastro que nos pudiera dar una pista sobre si había sido encargado y pagado, o si aparecía descrito, pero dada la enorme cantidad de documentación existente sobre el colegio imperial no hemos podido encontrar pruebas.

Teniendo en cuenta los avances tecnológicos de la época, el desarrollo de los relojes y la medición del tiempo, por aquel entonces las llamadas meridianas, relojes de sol muy precisos que solamente marcan el mediodía solar y que usualmente servían para poner a punto los relojes mecánicos, cuando estos no eran tan precisos. Son muy famosas las construidas para Fernando VI en el Palacio del Real Monasterio de San Lorenzo de El Escorial por el matemático Johan Wendlingen en 1755.

A raíz de ir investigando a este matemático y su relación con el Observatorio del Colegio Imperial, no encontramos con que los instrumentos que Wendlingen pidió para el observatorio fueron comprados por Jorge Juan en Inglaterra. Algunos de ellos todavía se encuentran en el Instituto, otros se han desubicado y desperdigado, debido al deposito de la colección del gabinete de Física del IES San Isidro en el MUNCYT.



Imágenes 8, 9 y 10: Instrumentos pertenecientes al observatorio astronómico del Colegio Imperial. Telescopio depositado en el MUNCYT proveniente del IES San Isidro. Reloj mecánico Ellicot de precisión que se conserva en el IES San Isidro. Portada del libro de la observación del tránsito de Venus de 1761.

Por otra parte, durante la investigación histórica, se ha podido localizar exactamente el lugar donde se ubicó el observatorio del colegio imperial, gracias a las descripciones encontradas y a los planos de la visita general de casas en 1750 que se obtuvieron en el AHN.

Dado que el reloj se encuentra en el muro que ha servido de división entre las dos propiedades, se estudia la relación que existe entre los dos edificios, por una parte el IES San Isidro y por otro el Palacio de Sueca, averiguando las vicisitudes que corre este último una vez desgajada su propiedad de la del Colegio Imperial. Los usos sucesivos que tuvo fueron:

- 1791. Nuevo edificio. Colegio de Primeras Letras. Para los hijos de los criados del Rey (Carlos IV).
- 1797. Residencia de M Teresa de Borbón, mujer de Godoy, Duque de Sueca. Posteriormente Condesa de Chinchón. Caída en desgracia con la Invasión Francesa.
- 1814. Con Fernando VII, retornan los Jesuitas. Sueca forma parte del Colegio Imperial y tiene viviendas para internos.
- 1836. Desamortización de Mendizábal. Se desgaja de nuevo de los Reales Estudios.
- 1837-57. Colegio de Humanidades de Francisco Serra.
- 1860. Cuartel de Guardia Civil.
- 1910. Se reformas para viviendas.
- 1998. Expropiación municipal, el edificio entra en ruina.

Para el cálculo de las medidas del reloj, otra de las investigaciones que han podido ser emprendidas junto a los alumnos, ha sido el estudio de las medidas y pesas existentes en España antes de la adopción del sistema métrico universal. Durante el estudio del reloj de Sol se tuvo que estimar su tamaño dada la imposibilidad de acceder directamente y medirlo. Una vez fotografiado y comparado con la medidas del revoco pintado de la pared, se calculó que el reloj medía unos 2,5 metros de alto. Las unidades de medida tradicionales que eran coherentes con el reloj, era la vara de 0,8359 m. de longitud. De manera que el reloj tenía 3 varas ó 9 pies de alto. Además el borde exterior del reloj tendría una anchura de un palmo o cuarto de vara (20,9 cm.).




ESTUDIO GRAFOLÓGICO Y PICTORICO DE LAS CIFRAS DEL RELOJ

Otra de las vías utilizadas para fechar de forma aproximada el reloj ha sido su análisis a partir de los restos que han quedado, en especial sus grafías.

El estudio se ha basado en la recopilación de abundante información disponible en Internet en especial de la obra Pedro J. Novella¹ Relojes de Sol Fechados realizado sobre una amplia muestra de relojes fechados anteriores a 1900 de la geografía española. El estudio y comparación de las distintas grafías de los números de los relojes nos permite deducir los siguientes datos:

CIFRAS DEL RELOJ:		Grafía tipo en otros relojes	Tipo de grafía	Época
Cifra 1 del diez				
			Rayita superior inclinada e inferior recta que recuerda mucho a una I latina	Siglos XVIII y XIX más abundantes a partir de la segunda mitad del XVIII.
Número 5 invertido				
			5 falciforme invertido (trazo superior curvo e inferior recto).	Finales del XVI, XVII y XVIII. 1591-1808
Número 7 con dos trazos rectos				
			Grafía habitual desde el siglo XVI hasta el XIX. En el siglo XVIII es frecuente dos rayitas en los extremos.	Con el brazo superior inclinado hacia lo alto 1657 hasta 1732.
Número 8 en bucle abierto				
			Cifra 8 en bucle abierto. Variedad de trazo superior recto. Siglos XVI, XVII y XVIII.	Variedad en bucle abierto de trazo superior recto 1587 a 1735
Números 6 y 9 Cerrados				
			En los siglos XVIII y XIX hay un claro predominio de la grafía cerrada sobre la abierta en una proporción de 7 a 1.	

¹ Puede consultarse en www.rellotgesdesol-cmrs.org/pdf/gnomonica/66.pdf

Número 4 Se ha perdido a excepción del brazo horizontal, pero se aprecia que debía aparecer dibujada en el reloj.					
			Teniendo en cuenta el resto de grafías el número 4 debió estar dibujado con forma de vela latina y cerrado. Grafía habitual hasta el siglo XVIII		

El análisis de la grafía de los números del reloj parece indicar que en el reloj conviven grafías antiguas como los números 4, 7 y 8 con otras más modernas como el 1. La coincidencia de todas ellas nos sugiere que las fechas concordantes con los diferentes tipos de grafías sería la mitad del siglo XVIII.

ESTUDIO DE LA INSCRIPCIÓN O MOTTO DEL RELOJ

Desgraciadamente el motto o inscripción del reloj, una parte muy importante de cualquier reloj de sol, se ha perdido en gran parte. Esta frase intenta dar cierto sentido a los relojes de sol mediante una frase de fondo religioso, moral o profético, en muchas de ellas se hacen alusión a la muerte, al “carpe diem” y a la brevedad de la vida. Los mottos se solían escribir en latín.



Se ha conservado la parte derecha de la leyenda. Las palabras que hemos encontrado son : ...ol, mea contegit? Imògit umbra tuos.

Desgraciadamente la capa donde se encontraba la capa pictórica se ha ido perdiendo como consecuencia de la labor de los obreros y la intemperie y por tanto se hará difícil en un futuro analizar mediante IR los pigmentos perdidos.

Gracias a la ayuda de M. Elena Martínez, catedrática de Latín del Instituto se han podido conocer algunos detalles de la inscripción latina.

El motto sigue una métrica latina, al contrario que la poesía castellana la poesía latina no se caracteriza ni por la rima ni por el número de sílabas, sino por el ritmo, a través de la distribución regular de sílabas largas y sílabas breves e cada verso. El primer verso es un hexámetro y el segundo es un pentámetro.

Si representamos la sílaba larga con – y la sílaba corta con u. La estructura sería la siguiente:

Hexámetro: — uu | — uu | — — | — — | — uu | — —

Pentámetro: — uu | — uu | — | — uu | — uu | —

Esta estructura forma un dístico elegiaco, de amplísimo uso en la literatura clásica. La pareja de versos forma una unidad de sentido completa. Lo habitual es que el pentámetro sirva de respuesta del tema propuesto en el hexámetro. Esto nos resulta totalmente coherente con la parte que conocemos del motto. Sería un ejercicio muy arriesgado intentar llegar más allá de los que permite el estado del reloj y solo podemos saber lo siguiente:

— uu | — uu | Sol, mea contegit? Imò
— uu | — uu | — (contegit o fugit) umbra tuos

CONCLUSIONES

La fecha de construcción del reloj tiene que ser posterior a la última reforma de la capilla en el año 1725, hay que tener en cuenta los trabajos de gran envergadura y que bajo una parte del reloj hubo una ventana que fue tapiada con ladrillos. Y es anterior a la construcción del segundo patio del Palacio de Sueca colindante con el patio del Instituto. De este edificio es necesario conocer exactamente cuando se levantó, puesto que en el plano de 1769 de Antonio Espinosa no está claro su existencia y en el plano de 1830 de León Gil de Palacio ya se observa claramente. La esquina noreste de este edificio del segundo patio tapa la salida del sol y las primeras horas solares, inutilizando en gran parte la función del reloj solar. El esquinazo está 9° al NE del reloj solar y desde antes del equinoccio de otoño hasta después del equinoccio de primavera, la salida del sol estaría tapada por el edificio. Solo durante los meses de mayo, junio, julio y agosto se tendría asegurado la iluminación de las primeras horas solares.² Esta hipótesis es concordante con el proceso histórico de pérdida de terrenos de los Reales Estudios y el proceso de edificación del interior de la manzana.

Creemos que lo más probable sea que el reloj se construyó relacionado con las clases de Gnomónica, posiblemente por Johan Wendlingen, muy aficionado a la gnomónica y quien tuvo el poder y el dinero necesario para hacerlo en una institución docente donde no siempre se dispone de los fondos necesarios. La mitad del siglo XVIII sería la fecha más probable de construcción.

El reloj se podía observar fácilmente desde las aulas y serviría para indicar las horas a los alumnos y profesores. Ya en otros colegios de jesuitas como en el Real Seminario de Minería de México se indica que las actividades se regulan por el reloj del despacho del director y el reloj de sol del patio. En algún otro punto del patio, en alguna pared ya derruida, se encontraría otro reloj o relojes que indicarían las horas del mediodía y de la tarde. En este sentido, la existencia de varios relojes de sol en los patios sería muy similar a otros centros jesuitas como el Clementium de Praga.

² La declinación solar varía entre -23°26' del solsticio de Invierno a los 23°26' del solsticio de verano.

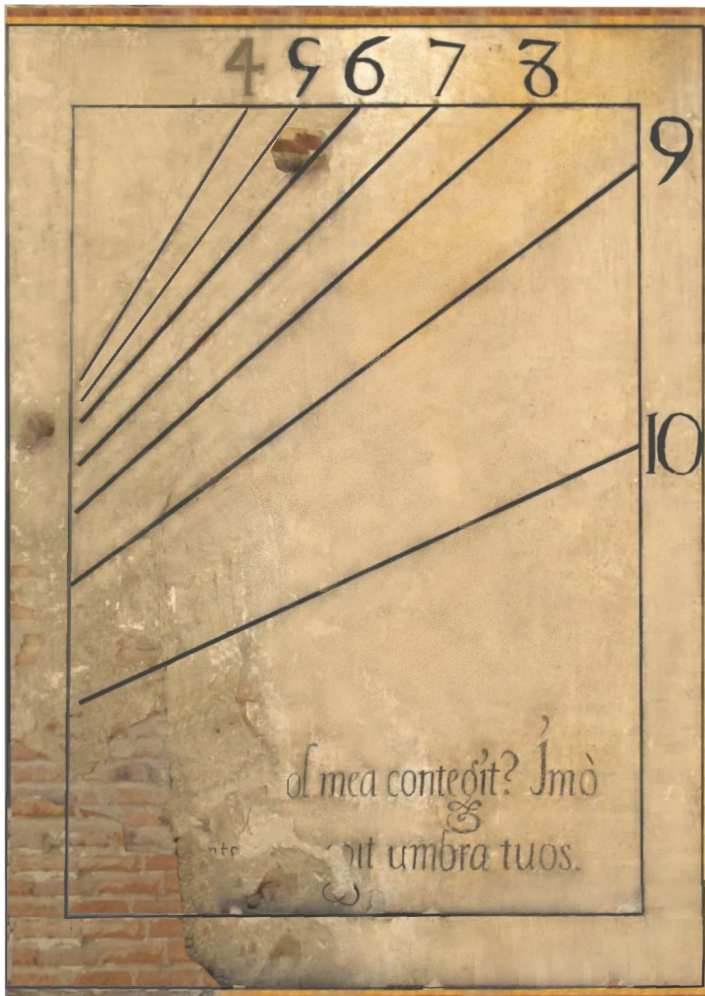


Imagen 12: Reconstrucción del reloj de sol encontrado en el IES San Isidro

Las partes que faltan son solamente parte de la inscripción y los adornos que tuviera. El reloj de sol, al igual que casi todos los relojes verticales tendría una forma rectangular, de forma que la relación entre su lado corto y su lado largo seguiría una proporción áurea.

La restauración y reparación del reloj de sol es posible hacerla casi totalmente. Muchas de las partes que ya se han perdido por el desinterés de los encargados de su cuidado, son posible restaurarlas gracias a la labor realizada de documentación y fotografía que se ha hecho desde su descubrimiento que demuestra claramente que

son los Institutos los lugares más adecuados para el cuidado y mantenimiento del patrimonio educativo.

BIBLIOGRAFÍA

Del Buey J. y Martín-Artajo Javier. Relojes de Sol de Madrid. (2009) Dir. Gral. Vivienda Comunidad de Madrid.

Esteban Esteban. Reloj de sol vertical.

http://sac.csic.es/astrosecundaria/complementario/es/actividades/modelos/REL_OJ%20SOLAR%20VERTICAL.pdf

Embacher Franz (1992) Relojes de sol. Teoría y construcción. Ed. Progenza. Flores CLAI, Eduardo. Tiempo y sociedad, en el Real Seminario de Minería, 1792-1821. (2004) v.4n.2(8)

<https://relojesdesol.wordpress.com/tipos-verticales/>

<https://www.sundialzone.com/es/relojesol>

<https://www.shadowspro.com/es/index.html>

Soler Gayá, Rafael. Diseño y construcción de relojes de Sol. Métodos gráficos y analíticos. (1989) Ed. Colegio de Ingenieros de Caminos.

www.rellotgesdesol-cmrs.org/pdf/gnomonica/66.pdf