

El reloj de Sol de Pingré

Antonio Bernal González

La gnomónica es el arte de proyectar sobre una superficie cualquiera, los círculos que imaginamos en la esfera celeste.

A. G. Pingré

Antecedentes históricos

En 1764 se construyó en la que hoy es la Rue de Viarmes, segundo distrito de París, el Mercado de las Harinas y los Granos. El sitio era un lugar histórico que a partir del siglo XIII perteneció a la nobleza y sufrió múltiples metamorfosis arquitectónicas, tomando los nombres sucesivos de Palacio de Nesle, Palacio de Bohemia, Palacio de Behaigne, Palacio de Orleans, Convento de los Hijos Arrepentidos y Palacio de la Reina. Este último nombre se refería a Catalina de Médicis que reinó en nombre de sus hijos y que construyó allí su residencia en 1572. Catalina, que era en extremo supersticiosa, encomendó al arquitecto Jean Boullant, construir al lado del palacio, una columna de 26 metros de altura y 3 de diámetro, para que sirviera de santuario a su astrólogo particular. Se dice que su creencia en la astrología judiciaria llegó a tal extremo, que, desde que su horóscopo anunció que moriría cerca de Saint Germain, jamás regresó a ese lugar. La fatalidad se burló de ella pues, en su lecho de muerte, fue asistida por el abate Laurent de Saint Germain.

En 1760 el *Bureau de l'Hotel de la Ville* –en España sería el Ayuntamiento– adquirió el terreno y determinó derribar el palacio, incluida la columna. Los escombros fueron comprados, antes del derribo, por el escritor Louis Petit de Bachaumont, quien pagó un alto precio y decidió mantener la columna en pie porque la consideraba una joya arquitectónica. Ante tal ejemplo de celo por la ciudad, el Bureau acordó mantener la columna como parte del diseño del nuevo Mercado de las Harinas y los Granos. En un principio se pensó en trasladarla al centro de la plaza y, para ello, el arquitecto del mercado M. Nicolas Camus de Mezieres diseñó una máquina capaz de moverla a su nuevo emplazamiento. Hay que reconocer que habría sido un triunfo de la ingeniería del siglo XVIII, el mover una construcción de más de 250 toneladas, tan esbelta y no monolítica. Pero la decisión fue dejarla en su sitio y adaptar el diseño del mercado para que la columna quedara integrada con él.



Figura 1 Escritor Louis Petit de Bachaumont sin cuya intervención la columna Medicis habría sido convertida en escombros

Para darle a la columna una utilidad más allá del ornato, el preboste de los comerciantes de París, Camus de Pontcarré de Viarmes se propuso transformarla, de una obra

astrológica, en una astronómica. No hay que olvidar que desde hacía un siglo la astrología había sido expulsada de la Academia de Ciencias de Francia y, por tanto, no era bien vista, ni en los círculos científicos, ni por el público. Así pues, M. de Viarmes le pidió al astrónomo Alexandre Guy Pingré que diseñara para la columna un cuadrante solar que marcara, no solo las horas, sino también la entrada del Sol en los diferentes signos del zodiaco.

Diseño del reloj

Pingré, que era un canónigo agustino de la Academia Real de Ciencias, astrónomo y geógrafo de la Marina, inmediatamente se puso a trabajar en el proyecto y a estudiar todas las posibilidades. Hacía ya más de cuatro años que el relojero real había propuesto convertir la columna en un marcador del paso del tiempo, como el obelisco de Augusto en Roma o como el de 54 metros construido por Ulugh Beg en 1437. La idea era que sirviera de gnomon¹ para marcar la declinación del Sol en las diferentes épocas del año, sobre una meridiana trazada en el suelo. Pingré descartó esa idea pues implicaba sacrificar un gran espacio de terreno en el que no se podía edificar ni tampoco trazar calles para el paso de los carros y carretas que llegaban a cargar o descargar grano. Desechó también la idea de un reloj de Sol vertical cilíndrico porque una de las características que tiene es que, antes de las seis de la mañana o después de las seis de la tarde, la sombra del estilete no toca el reloj y por tanto deja de marcar las horas extremas del día durante el verano. Consideró, entonces hacer tres relojes: uno encarado al sur, otro al este y un tercero al oeste, pero el canónigo era un perfeccionista y le pareció que se creaba confusión en las horas intermedias por el cruce de la sombra de un reloj con las líneas del contiguo. El mismo lo dice: la simplicidad es esencial en una obra pública.



Figura 2

Meridiana de la Casa de la Moneda de París calculada por Pingré en 1778. En el extremo del trípode superior hay un disco con un agujero por el que pasa un rayo de sol que se proyecta sobre la línea vertical al mediodía

La conclusión definitiva fue que debía diseñar una meridiana que era el reloj de moda en varios países, pero muy especialmente en Francia y, en particular, en París. Se trata de un reloj de Sol que sólo marcaba las 12 –paso del Sol por el meridiano– y, en algunos

casos, las horas cercanas al medio día, como las 11 a.m. o la 1 p.m. Solían tener un estilete cuya sombra tocaba una línea vertical para indicar el momento del paso del Sol por el meridiano. Eran muy comunes también los que, en lugar del estilete tenían un disco con un agujero que dejaba pasar un rayo de Sol, de tal manera que, al incidir sobre la línea vertical, indicaba el mediodía (figura 2). Lo usaban los poseedores de los nacientes relojes de bolsillo –que no eran muy exactos– para corregir el adelanto o retraso de su marcha. Se ponían frente a la meridiana y, cuando la sombra o el rayo de luz tocaba la línea, ajustaban su reloj a las 12. Había, sin embargo, un hecho que no satisfacía al exigente astrónomo. ¿Por qué esperar hasta las doce para ajustar el reloj de bolsillo? Esa restricción tenía el inconveniente de que, si el cielo estaba nublado, el usuario debía esperar hasta el día siguiente o hasta que hubiera condiciones meteorológicas favorables, para ajustar su reloj. Pingré vio además otro inconveniente: ¿Para qué trazar una meridiana más en París donde, según él lo dice en su memoria, había miles de ellas?

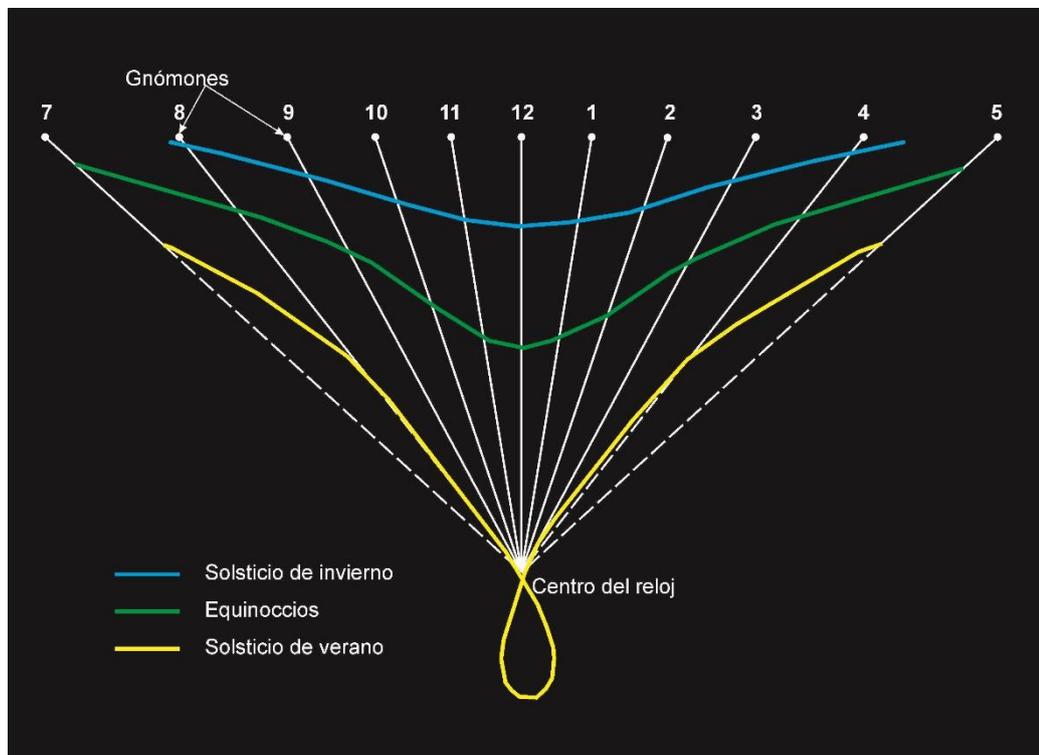


Figura 3 Si desarrollamos o aplanamos la superficie del cilindro, las líneas del reloj de Pingré tendrían más o menos este aspecto

Se dedicó, entonces, a estudiar cuanto manual se había escrito sobre gnomónica y a jugar con las ecuaciones de la trigonometría esférica y, como fruto de sus investigaciones, descubrió un hecho sorprendente: si se colocan convenientemente varios gnómones perpendiculares al cilindro, uno para cada hora del día, las líneas correspondientes a cada hora pasan por un punto común. Por ejemplo, la línea de las 10 parte de la base del gnomon de las 10 e intercepta a todas las demás líneas en ese punto, al que Pingré llamó “centro del reloj”. Obtuvo así dos puntos para trazar cada línea: uno en el sitio de contacto de cada gnomon con la superficie del cilindro y el segundo, en el

centro del reloj. El aspecto de las líneas, suponiendo que desenrollamos el cilindro y lo convertimos en un plano, sería similar al de la figura 3 en la que vemos que las líneas de las horas extremas no llegan al centro del reloj, sino que lo hacen sus prolongaciones (líneas punteadas). Las sombras de las horas centrales van más allá del centro del reloj en el solsticio de verano y, por tanto, las líneas forman la figura en forma de breva de la parte baja. Como se puede apreciar, a cada gnomon le corresponde una hora y a cada hora un gnomon y las sombras no se entrecruzan. Esto hace que, aunque el reloj sólo marca horas enteras, es muy fácil de leer: a una cierta hora, la sombra del gnomon se sobrepone en toda su longitud a la línea correspondiente. Las sombras de los extremos de los gnómones marcan, para cada hora, las épocas del año, que son las líneas coloreadas mostradas en la figura 3.

Para ver más nítidamente los extremos de los gnómones, añadió un anillo que los abarcaba a todos, y a cada uno de ellos, una placa de cobre con el número grabado, de manera que la hora se proyecta sobre la superficie del cilindro como un haz luminoso. En ese sentido podríamos decir que el reloj de Pingré era digital.



Figura 4

El Mercado de las Harinas y la Columna Medicis, por Victor Jean Nicolle (1754 – 1826)

Pingré presentó su proyecto a la Academia y ésta, no sólo lo aprobó, sino que hizo adecuar la columna al diseño del reloj. Puesto que ésta tiene un diámetro mayor en la base que en la cima, se trata realmente de un tronco de cono, así que hicieron un relleno para convertir una parte de ella en cilindro, a unos dos tercios de la altura total. En la figura 4 se ve el entorno del Mercado de las Harinas y Granos, con la columna y, en ella, el reloj de Pingré coronado por los gnómones y el aro.

Destino del reloj

El reloj de Pingré cumplió su objetivo de servir para ajustar los relojes de bolsillo, durante el resto del siglo XVIII y una buena parte del XIX. Pero poco a poco los relojes mecánicos fueron evolucionando y se perfeccionaron hasta un punto tal que muchos se instalaron en lugares públicos para servir de referencia en el ajuste de los portátiles, menos precisos. Algunos incluso se instalaron donde ya había una meridiana y ésta perdió su utilidad, pasando a ser sólo un adorno. En 1889 el Mercado de las Harinas y los Granos fue convertido en lo que es hoy: la Bolsa de Comercio y, tanto el edificio, como la columna fueron renovados. A la columna se le devolvió su aspecto original y el reloj, único en el mundo y en la historia, desapareció para siempre.

Construcción de un reloj de Pingré

Picado por la curiosidad ante tan exótico reloj y para hacer memoria del que había en el Mercado de las Harinas y los Granos, me decidí a construir uno para instalar en mi jardín. Mi principal referencia fue el escrito del propio Pingré: *Memoria sobre la columna del Mercado de las Harinas y sobre el reloj cilíndrico que se construyó en lo alto de esa columna*. En él están los detalles más íntimos del diseño y las fórmulas que empleó para el trazado de las líneas y para calcular la longitud y posición de los quince gnómones. Pero, lástima. No es la matemática a la que estamos acostumbrados hoy día, que tiene una simbología definida y que se ilustra por medio de dibujos explicativos. En la memoria de Pingré no hay un solo gráfico ni un esquema que ayude a comprender los conceptos explicados, sino que el autor acude a largas descripciones para que el lector pinte los dibujos en su imaginación. La siguiente es la esencia del reloj, según Pingré. En un escrito actual sobre gnomónica, sería el primer dibujo:

Poniendo los ojos de la imaginación sobre una esfera inscrita en un cilindro vertical, con el eje de esa esfera dirigido a los ejes del mundo, los meridianos y los círculos de acimut sobre la esfera, he reflexionado sobre el efecto que debe tener la intersección de todos esos círculos sobre la superficie del cilindro...

Las fórmulas también son explicadas con semántica, en lugar de con símbolos. Por ejemplo, una de las más simples es la que permite calcular el ángulo que forman el círculo horario y el horizonte, y dice:

Como el radio es al coseno de la latitud, así el seno del ángulo horario es al seno del ángulo buscado



Reloj de Pingré con once gnómones, calculado para marcar la hora de Europa Central (CET), desde las 8 a.m. hasta las 6 p.m. El reloj está indicando la 1 p.m. (hora del paso del Sol por el meridiano local), el día del equinoccio de otoño

No bien leí esta parte técnica de la memoria, me arrepentí de mi intención de construir un reloj similar al de Pingré pero, avergonzado de mi mismo, decidí seguir adelante con la idea. Conseguí un cilindro hueco de hormigón de 30 centímetros de diámetro y seleccioné el mejor punto del jardín por las condiciones de asoleamiento, en el que la columna recibe el Sol un máximo de 11 horas en los meses de verano. Desarrollé las ecuaciones en un proceso que, en gran parte, fue de ensayo y error debido a la dificultad para interpretar las explicaciones. Hice varios modelos de cartulina que adhería a la columna hasta que el propio Sol me indicó que había comprendido plenamente las explicaciones de Pingré. Al final el resultado es el que se muestra en la figura 5. Quise que el mío indicara la hora civil en lugar de la solar y, ya puestos, le añadí una inutilidad: corrección por refracción. Fue como una venganza contra las dificultades que me llevó desarrollarlo y hoy me precio de tener en mi propia residencia uno de los únicos ejemplares –sí no el único– de este reloj histórico.

Epílogo

El reloj de Pingré es un logro extraordinario de la imaginación, de la matemática y de la gnomónica, del que, en grande, sólo se ha hecho un ejemplar en la historia. Sería una lástima que su recuerdo quede restringido a un pequeño adorno de jardín. Debería hacerse uno en un lugar público que recuerde y difunda esta hazaña de la inteligencia humana.

ⁱ En este escrito hago distinción entre gnomon y estilete. Éste último apunta hacia el polo celeste mientras que el gnomon lo hace en cualquier otra dirección: por ejemplo, vertical u horizontal.