

## George Atwood

Todos los estudiantes de física, conocen el nombre de Atwood, asociado a una serie de problemas derivados de una máquina, empleada para conocer el valor de la gravedad. Sin embargo lo que la mayoría no sabe es que George Atwood, fue un gran matemático, reconocido jugador de ajedrez, e incluso político, que empleó su famosa máquina, que no se parece en nada a la que se emplea en los laboratorios estudiantiles, para estudiar el movimiento rectilíneo.

Nació en octubre de 1745 (la fecha exacta es desconocida), en un pueblecito inglés de St.Clement Danes de Westminster, pues su padre era el vicario de dicha parroquia. Sus padres fueron Thomas Atwood e Isabella Sells, y fue bautizado el 15 de octubre. Era el mayor de tres hermanos, los menores eran James y Thomas. Su primera escuela como era lógico fue la de Westminster, en la cual entró como “escolar del rey”, en 1759, terminando en 1764, como “capitán” de su curso.



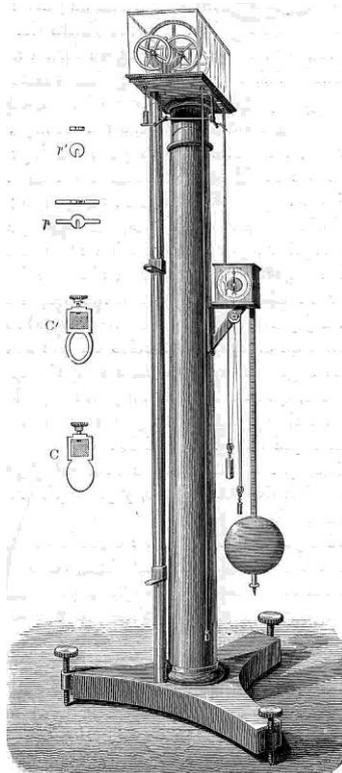
George Atwood, miembro de la Royal Society

El 5 de junio de 1765, entra en el Trinity College de Cambridge, como meritorio, y sin beca, por lo cual tuvo que pagar de su bolsillo la universidad en ese primer año; al año siguiente si la consiguió, graduándose en 1769, con la tercera mejor nota, en el examen final de matemáticas. En octubre de 1770, se convirtió en miembro del Trinity College, impartiendo enseñanzas de matemáticas, siendo nombrado tutor 3 años después. Por fin el 13 de junio de 1776, fue elegido miembro de la Royal Society londinense.

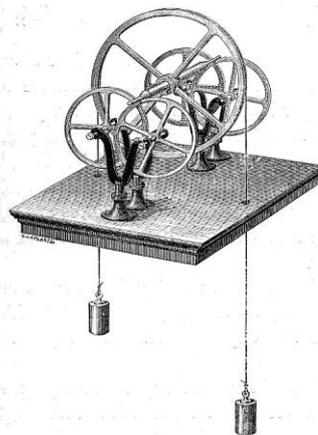
En estas fechas era muy conocidas sus demostraciones experimentales de electricidad, mecánica y óptica. Demostraciones publicadas ese mismo año.

En 1779, renuncia a su puesto de profesor en Cambridge, pretendiendo entrar como secretario en el consejo de la Royal Society, cosa que no consiguió, ya que se vio implicado en diversas controversias políticas, que se conocieron como la “revuelta de los matemáticos” contra los bancos que controlaban la Royal Society.

En 1781, publica “A General Theory for the Mensuration of the Angle Subtended by Two Objects...<sup>1</sup>”, en el que realiza un análisis matemático de las ecuaciones necesarias para una serie de medidas en las que intervenía el ojo humano, a través de las observaciones con el sextante.



Máquina de Atwood



Polea de la máquina de Atwood situada en su parte superior

En 1784, publica su trabajo más conocido “A Treatise on the Rectilinear Motion and Rotation of Bodies With a Description of Original Experiments Relative to the Subject”.

El objetivo original de su máquina era retrasar el movimiento de caída de los cuerpos, para poder comprobar mejor la ley de las velocidades y de los espacios. Dicha máquina fue construida por el fabricante de instrumentos de Londres, George Adams<sup>2</sup>.

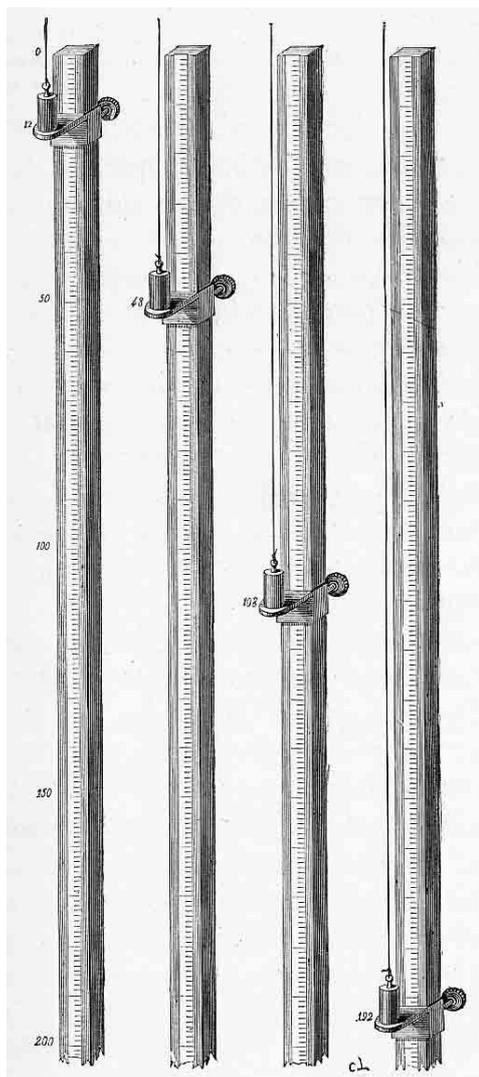
<sup>1</sup> Por lo general los titulares de los trabajos de Atwood, eran larguísimos. En este caso el título completo decía: “A General Theory for the Mensuration of the Angle Subtended by Two Object, of Which One Is Observed by Rays After Two Reflections From Plane Surfaces, and the Other by Rays Coming Directly to the Spectator’s Eye”

<sup>2</sup> La primera descripción aparece en francés en 1780. Posteriormente se enviaron copias a Alexandro Volta en Italia, y a España.

El artificio ideado por Atwood, era el siguiente. “Alrededor de la garganta de una polea muy movible enrollaba una hebra de seda muy fina, que sostenía en sus extremos dos cilindros metálicos que pesaban exactamente lo mismo. Si se añadía a uno de los dos cilindros un peso adicional, el sistema se ponía en movimiento y las dos porciones de hilo de seda se moverían en sentido contrario, aunque en la dirección vertical”. Naturalmente la caída se retrasará tanto mas cuanto menor sea la fracción de la suma de los dos pesos iguales que representen el peso adicional.

En los dibujos se ve a la polea móvil cuyo eje descansa entre las circunferencias de dos sistemas de ruedas paralelas, en las que se enrolla el hilo de seda, que se mantiene tirante por los pesos de los cilindros. Detrás de uno de los pesos se halla una regla vertical, la cual permite que se lea con cuidado, en todas las posiciones la distancia de su base al cero de la escala, o sea al punto de partida del movimiento.

La regla lleva dos correderas móviles que por medio de unos tornillos de presión pueden asegurarse enfrente de cualquiera de las divisiones. La corredera inferior  $C$  es maciza y merced a ella se puede determinar cuando se quiera el movimiento del sistema. La otra corredera  $C'$ , es de forma anular teniendo la abertura las dimensiones necesarias para que pueda pasar por ella el cilindro suspendido por el hilo y el peso adicional  $p'$ , pero en cambio detiene el otro peso adicional  $p$  a causa de la forma prolongada de éste. Un reloj de segundos acompaña al aparato, cada movimiento de la aguja produce un golpe seco y perceptible por medio del cual se pueden contar los segundos transcurridos, sin necesidad de mirar la esfera. Un mecanismo dependiente del reloj permite comenzar cada experimento en el instante preciso de que la aguja de los segundos se encuentra sobre el cero de la esfera que se halla en su parte superior. El peso adicional sostenido sobre la pesa que ocupa la posición cero de la escala vertical queda bruscamente en libertad gracias a la acción del mecanismo y comienza a recorrer su camino.



Estudio experimental de la caída de los cuerpos  
Ley de los espacios recorridos

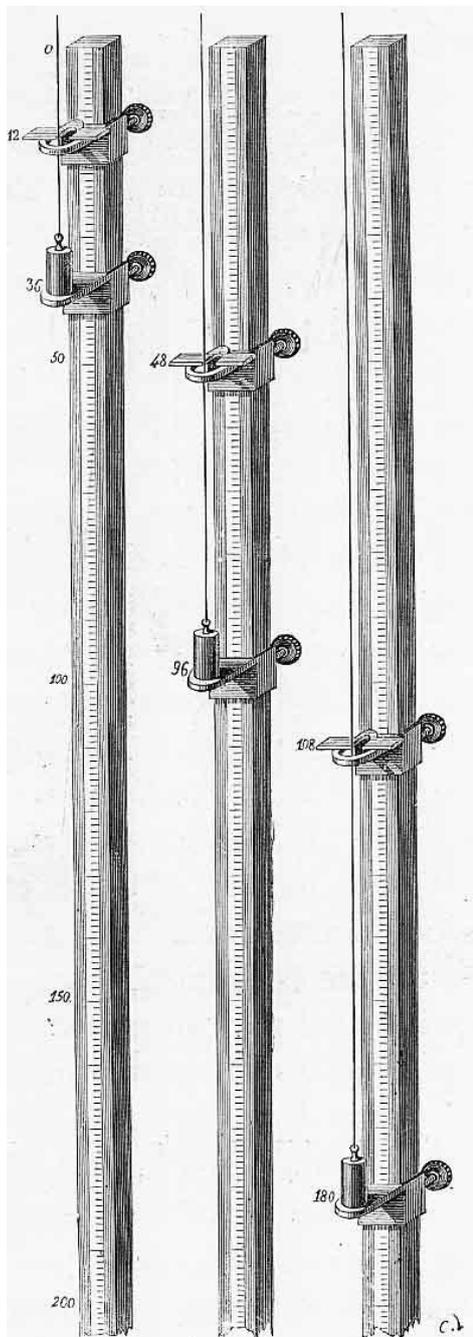
Explica Atwood: “He aquí como se efectúa el experimento. Por un tanteo preliminar se coloca la corredera maciza de modo que la pesa cilíndrica cargada con el peso  $p'$  llegue a descansar sobre ella precisamente en el momento de comenzar la segunda oscilación del péndulo, lo que se advierte por la coincidencia del golpe del escape y del que produce la pesa al dar contra la corredera.

En 1 segundo el recorrido es de 12 cm. Si la caída dura 2 segundos, la pesa cae sobre la corredera cuando está colocada en la división 48. Entonces, repitiendo la operación durante 3, 4 y 5 segundos, la corredera maciza estará en las divisiones 108, 192 y 300, para que el choque de la pesa coincida en cada caso con el golpe de los segundos del reloj.

En 1 segundo ..... 12 centímetros  
 En 2 segundos .... 48 centímetros = 12 por 4  
 En 3 segundos .... 108 centímetros = 12 por 9  
 En 4 segundos .... 192 centímetros = 12 por 16  
 En 5 segundos .... 300 centímetros = 12 por 25

O sea hay una relación cuadrática entre el espacio recorrido y el tiempo empleado. Si el peso adicional (en este caso  $1/250$  del peso de los dos cilindros), cambiara, los números cambiarían manteniéndose la relación.

Tenemos pues una ley demostrada experimentalmente, sea la que había deducido Galileo de sus experimentos con el plano inclinado: Los espacios recorridos por un cuerpo que partiendo del estado de reposo cae libremente por la acción de la gravedad son proporcionales a los cuadrados de los tiempos transcurridos desde el origen de la caída



Estudio experimental de la caída de los cuerpos.  
Ley de las velocidades

*Réstanos deducir la ley de las velocidades esto es saber cuál es la velocidad adquirida en 1,2, 3 o mas segundos que dure la caída. Mientras el cuerpo está sometido a la acción de la gravedad, su velocidad aumenta constantemente por cada instante que dure la caída y por consiguiente esta observación es difícil de hacer. Para que sea posible se requiere que el influjo constante de la gravedad se anule en el momento mismo en que comienza el segundo siguiente, continuando el cuerpo su movimiento, pero entonces se mueve de un modo uniforme en virtud sólo de la velocidad adquirida”.*

Continúa Atwood: *“Importa penetrarse bien de lo que se entiende por velocidad de un cuerpo que cae o en términos generales que participa de un movimiento acelerado. Esta velocidad en un instante dado del movimiento es el espacio que recorrería el cuerpo uniformemente en cada uno de los segundos sucesivos si la acción de la fuerza dejase de producirse y por lo tanto la aceleración del movimiento. La corredera anular p, permite realizar este trabajo. Basta fijarla en las divisiones indicadas en el primer experimento y buscar luego por tanteo en qué puntos de la regla es necesario colocar sucesivamente la corredera maciza para que la esa libre de su peso adicional venga a chocar con ella al principio del segundo siguiente.*

*Como p es igual a p’, el experimento da los siguientes números: 36, 96, 180.. De aquí resulta que la velocidad uniforme del cuerpo grave adquirida en 1,2,3 segundos de caída es:*

- En 1 segundo .....24 centímetros*
- En 2 segundos .....48 centímetros*
- En 3 segundos .... 72 centímetros*

Así pues la velocidad va aumentando proporcionalmente a los tiempos y por consiguiente la segunda ley a la que obedecen la caída de los cuerpos se enunciará como sigue:

*“Cuando un cuerpo cae libremente por el influjo de la gravedad, su velocidad se acelera; esta velocidad es en un momento cualquiera de la caída proporcional al tiempo transcurrido desde el origen del movimiento”*

Uno de los muchos estudiantes que habían asistido a las conferencias de Atwood, era William Pitt, que llegaría a primer ministro de la corona. Cuando alcanzó dicho puesto nombró a George Atwood, en 1784, para un puesto en la tesorería del Gobierno con una retribución de 500 libras al año, empleando la mayor parte de su tiempo a los cálculos financieros.

En 1794, publica en el Philosophical Traslations:”*Investigations Founded on the Theory of Motions for Determining the Times of Vibrations of Watch Balances*”. Dos años después en la misma revista:”*The Construction and Analysis of Geometrical Propositions Determining the Positions Assumed by Homogeneous Bodies Which Freely and as Rest, od the Fluid’s Suface; Also Determining the Stability of Ships and of Other Floating Bodies*”<sup>3</sup>, que completa dos años después con el trabajo “*A Disquisition on the Stability of Ships*” en el cual estudia la estabilidad de los barcos, frente al balanceo provocado por las olas.

<sup>3</sup> Este trabajo le valió la medalla Copley en 1798

En 1801, se dedica desde su puesto en un artículo publicado en la revista de los estatutos, al estudio sobre el precio del pan, en función del costo del grano y del trabajo de los panaderos<sup>4</sup> y ese mismo año “*A Dissertation on the Construction and Properties of Arches*”, en el que se hacía un diseño de un puente de hierro sobre el Támesis.

Desde muy pequeño Atwood había sido un buen jugador de ajedrez<sup>5</sup>, habiendo sido famosas y registradas sus partidas con el francés Philidor en el club Parsloe de Londres en junio de 1795.

Fallece en julio de 1807, siendo enterrado en Westminster.

---

<sup>4</sup> El motivo del trabajo era regular los precios del maíz que estaban en vigor por ley desde el siglo XIII, incluidos el número de granos que deberían ser empleados para la elaboración de los panes. De esa forma apoyar la reforma del gobierno sobre este tema. Al parecer este trabajo muy diferente a lo que estaba acostumbrado hacer, debilitó la salud de Atwood.

<sup>5</sup> Los periódicos de la época, decían que el mejor jugador que se había enfrentado a Philidor, había sido Sir Abraham Janssens, que había fallecido en 1775, pero que George Atwood, uno de los secretarios el ministro Pitt, había sido de una clase dos o tres grados inferior a la de Philidor.

