

CIENCIA BÁSICA Y CULTURA

Boletín de Ciencias Básicas



Año 2024

Número 6

19 de marzo



La cicloide parte 1. La cicloide o la zaga de los amantes de la Helena de la geometría

Hugo Serrano Miranda
(Coordinación de ciencias aplicadas)

1. Los amantes de la Helena de la geometría

Uno de los pasajes más interesantes de la mitología griega es el referente a la guerra de Troya, narrado en la *Ilíada* de Homero. La majestuosa belleza de Helena de Troya, esposa de Menelao, rey de Esparta, fue raptada por Paris, hijo menor de Príamo, rey de Troya, hecho que dio pie a la disputa entre estas dos grandes ciudades: Troya y Esparta.

En el siglo XVII, la curva llamada cicloide, por su fascinante belleza de propiedades geométricas, también ocasionó grandes disputas científicas entre eminentes "amantes": sabios, filósofos y matemáticos, razón por la cual se le denomina en la literatura geométrica como la Helena de la Geometría o la Helena de las curvas.

La cicloide, nunca jamás ponderada con las curvas comunes como las trigonométricas, exponenciales, logarítmicas, hiperbólicas, entre otras, ha tenido un papel decisivo en la historia en el desarrollo de las matemáticas como es el origen y evolución del cálculo infinitesimal.

2. Su aparición y primeros protagonistas

Su aparición no tiene una fecha clara y precisa, al parecer Charles de Bouvelles (1471-1553) fue pionero en trabajar con la curva Cicloide, orientando sus estudios con el problema de la cuadratura del círculo en 1501.

En 1599, Galileo (1564-1642), bautiza a esta curva con el término Cicloide y estudia por primera vez el área en la que un arco encierra a dicha curva, con base a consideraciones de carácter mecánico. Galileo efectuó la comparación entre el peso de dos figuras, hechas de idéntico



material, para la región que encierra un arco de cicloide y la región circular de la circunferencia que genera a la cicloide y encontró que los pesos correspondientes estaban en una razón aproximada de 3 a 1, aunque sospeché que debía ser un número racional.

En 1640, Galileo escribe a Bonaventura Cavalieri (1598-1647), a quien se atribuye el famoso método de indivisibles para el cálculo de áreas y volúmenes; este último realiza el cálculo matemático y obtiene el mismo resultado.

En el primer cuarto del siglo XVII, Marin Mersenne (1588-1648), quien mantenía correspondencia habitual con matemáticos como Pierre de Fermat (1601-1665) y Galileo, entre otros, estableció la igualdad entre la longitud de la circunferencia que genera la cicloide y la base de un arco de cicloide.

René Descartes obtuvo, de una forma efectiva y elegante, la recta tangente en un punto del arco de cicloide con una técnica que ha sido seguida después por el desarrollo de la geometría diferencial.

En 1658, Blas Pascal (1632-1662) propone el primer concurso a los científicos europeos de la época, el objetivo: determinar la longitud de un arco de la cicloide y también su centro de gravedad, así como su volumen de revolución al girar la figura en torno al eje de simetría del arco de Cicloide.

3. Y la pasión por el estudio de la cicloide continuó...

Después de este concurso, la cicloide se convirtió en una de las curvas más estudiadas del siglo XVII, ocurrieron una serie de contribuciones acerca de sus propiedades lo que ocasionó agrias disputas entre diversos matemáticos, quienes manifestaron gran pasión por su estudio, justificando así el mito de "Helena de las curvas".

A continuación, se mencionarán algunos apasionados que se dejaron llevar por la belleza del estudio de esta curva.

Gilles Personne de Roberval (1602-1675) propuso métodos que trataban con cantidades infinitesimales, en particular el área encerrada por un arco de cicloide era igual al triple del área del círculo que genera la cicloide.

Evangelista Torricelli (1608-1647) se enfrascó en agrias discusiones con Roberval acerca del crédito de la prioridad de la obtención del área encerrada entre un arco de cicloide y su cuerda.

En la misma época, Descartes, Fermat y Roberval resolvieron el problema de obtener la recta tangente en un punto de su arco, siendo el método de tangentes de Fermat el precursor del actual cálculo de tangentes, basado en el cálculo diferencial.

En 1638, Mersenne comunicó a Galileo tanto la solución de la cuadratura de la cicloide como la determinación de la tangente en los puntos de la curva; Galileo, debido a su avanzada edad, dejó estos resultados a su discípulo Torricelli, quien, en 1641, establecería sus propias demostraciones de estos resultados.

En 1658, Pascal se dedicó, durante los últimos cuatro años de su corta vida, al estudio de cicloide, convocó a un concurso para responder acerca de su centro de gravedad del área encerrada por la cicloide, el volumen y área lateral obtenidos por revolución de dicha curva respecto a un eje.

Christopher Wren (1632-1723) comunicaría a Pascal un novedoso resultado al obtener que la longitud de un arco de la cicloide era igual a cuatro veces el diámetro de la circunferencia que genera la curva.

Christian Huygens (1629-1695), fue un pionero en demostrar que la curva cicloide satisface la propiedad tautócrona (o isócrona) que tiene la propiedad de que un objeto, al moverse a través de ella en su posición invertida, en caída por efecto de la gravedad y sin rozamiento hasta un punto dado de la misma, lo hace en el mismo tiempo independientemente de la posición inicial del objeto.

Los métodos infinitesimales de Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) influyeron en su discípulo suizo Jakob Bernoulli (1654-1705), quien publicó en 1690 un trabajo

donde establece la propiedad tautócrona de la cicloide, mediante el uso del cálculo diferencial e integral. Postuló que esta propiedad se reduce a la resolución de la siguiente ecuación diferencial de primer orden.

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{\frac{a-y}{y}}$$

1754, Joseph Louis Lagrange (1736-1813) trabajó el problema de la tautócrona por vías puramente analíticas, y a finales de ese año, instauró las bases actuales del Cálculo de Variaciones, término acuñado por Leonhard Euler (1707-1783) unos años más tarde. En agosto del año siguiente, Lagrange (teniendo por entonces 19 años) comunicó a Euler sus avances en el problema de la tautócrona, así como su método para la resolución de máximos y mínimos condicionados (método de los multiplicadores).

4. Los resultados más sobresalientes y las garras del león

Niels Henrik Abel (1802-1829) propuso una generalización del problema de la tautócrona. En junio de 1696, Johann Bernoulli, expuso el problema de la braquistócrona, del griego, braquistos (βραχιστος), que consiste en determinar la curva por la que un cuerpo desciende en el menor tiempo posible, entre dos puntos que no están a la misma altura, movido únicamente por efecto de la gravedad. Los personajes que respondieron satisfactoriamente a este concurso fueron Gottfried Wilhelm Leibniz, los dos hermanos Jakob y Johann Bernoulli Guillaume, Antoine François marqués de L'Hôpital e Isaac Newton (1643-1727).

El hecho de que Newton no hubiera respondido al reto en el plazo acordado hizo pensar, tanto a Johann Bernoulli como a Leibniz, que el problema lo había desconcertado y que, por tanto, el método de fluxiones de Newton era más limitado que el método de diferenciales de Leibniz.

Bernoulli optó por remitir copias individuales a Newton y Wallis para cerciorarse de la superioridad de los métodos diferenciales de Leibniz frente al cálculo de fluxiones creado por Newton y defendido por los matemáticos británicos.

Newton interpretó esta comunicación como un reto personal, registró la fecha de recepción el 29 de enero de 1697 a Charles Montagu, presidente de la Royal Society y posteriormente, con carta fechada el 30 de enero de 1697, le envía una solución al problema de la braquistócrona.

La solución consistía en una brillante y escueta propuesta de autor anónimo, que en unos pocos párrafos resolvía el reto de Bernoulli, quien después de recibir y analizar la solución, no vaciló en apreciar la magnificencia del razonamiento; expuesto e impresionado por la elegancia de la solución, no tuvo la menor dificultad en identificar a Newton como autor del trabajo, y lo expresó con la célebre frase "**tanquam ex ungue leonem**" ("como se reconoce al león por sus garras").

De su origen hace 522 años (1501-2023)

De su descubrimiento de la braquistócrona hace 326 años (1697-2023)

5. El triste final: ¡Oh, Galileo! lo que pudiste haber hecho...y sin embargo se mueve

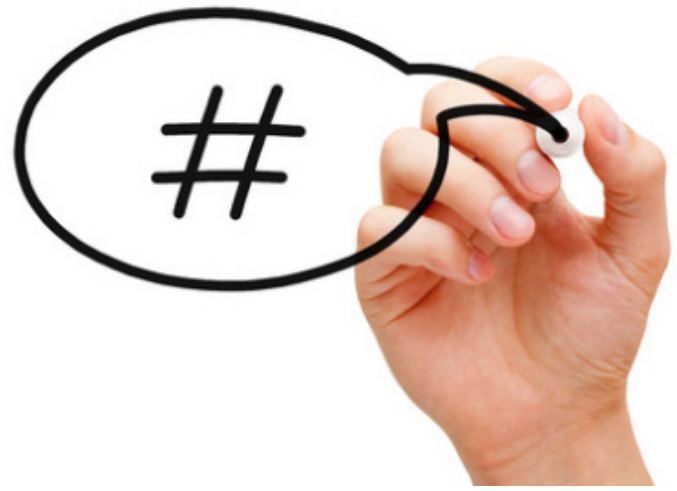
Galileo bautizó a esta curva con el nombre de cicloide, llegó a calcular el área por medio de un ingenioso y magistral método experimental, sin embargo, no pudo demostrar que la curva braquistócrona era la correspondiente a la curva cicloide, simplemente por desconocer el cálculo infinitesimal, estructura matemática descubierta formalmente por Leibnitz, método de las diferenciales, y Newton, método de las fluxiones de manera independiente después de su muerte.

El Símbolo

Gloria Ramírez Romero
(Coordinación de ciencias aplicadas)

Introducción

Desde los antiguos sistemas de escritura cuneiforme hasta la era digital de las redes sociales, el símbolo # ha trascendido milenios, desempeñando múltiples roles y



dejando una huella indeleble en la historia y la evolución de la comunicación humana. Desde su modesto origen como representación de una unidad de peso hasta su explosivo renacimiento como el icónico hashtag, el # ha pasado por una fascinante metamorfosis que abarca la telefonía, la programación informática y el tejido mismo de nuestra era digital. En este artículo, exploraremos la trayectoria única del símbolo #, desde sus humildes raíces hasta su relevancia actual en la ciencia y la comunicación científica.

Historia y origen

El símbolo # tiene una fascinante historia que se remonta a milenios atrás. Sus orígenes se encuentran en el sistema de escritura cuneiforme de los sumerios, alrededor del año 2700 a.C., donde se empleaba para representar la unidad de peso conocida como mina. Siglos más tarde, en el siglo I d.C., en la antigua Roma, el # adquirió una nueva función como símbolo de la unidad de peso denominada libra pondo o libra romana, cuya forma se asemejaba a las letras lb.

Sin embargo, su trayectoria evolutiva daría un giro significativo en el siglo XX. En 1968, ingenieros de Bell Labs en Estados Unidos introdujeron el símbolo #, inicialmente conocido como Octothorpe, como parte de un esquema para indicar números en los teclados telefónicos; esta inclusión tenía como objetivo simplificar la marcación y mejorar la interacción con sistemas automáticos. Durante las décadas de 1970 y 1980, el # se consolidó en el ámbito de la telefonía, pero su popularidad se expandió rápidamente a otros campos, especialmente en la programación informática. Ingenieros y programadores comenzaron a utilizarlo como el símbolo de comentario en el código fuente para agregar anotaciones explicativas y facilitar la comprensión del código.

A medida que la informática avanzaba en las décadas siguientes, el # se convirtió en un elemento estándar en el desarrollo de software. Su uso como marcador de comentarios se generalizó en diversos lenguajes de programación, contribuyendo a la legibilidad y la documentación efectiva del código.

El punto de inflexión para el # llegó en 2007 con el surgimiento de Twitter y la introducción del concepto de hashtag #. Los usuarios empezaron a emplear el # seguido de palabras clave para etiquetar y categorizar mensajes, facilitando la búsqueda y la agrupación de contenido relacionado en la plataforma. Esta práctica se extendió rápidamente a otras redes sociales, como Instagram y Facebook.

Desde entonces, el hashtag ha evolucionado más allá de su función original y se ha convertido en un fenómeno cultural global. Se utiliza en una amplia gama de contextos, desde campañas de concientización hasta la categorización de temas científicos en plataformas digitales. Además, el # sigue siendo una parte integral de la notación matemática y continúa influyendo en la comunicación digital y la etiquetación de contenido en diversas plataformas.

Relevancia en el ámbito científico

En el contexto de la programación informática, el # se convirtió en un marcador esencial para comentarios en el código fuente. Esta función no sólo mejora la legibilidad del código, sino que también facilita la colaboración entre programadores, acelerando el desarrollo de software y contribuyendo al avance tecnológico.

En la documentación de experimentos científicos, el # se utiliza a menudo para hacer comentarios explicativos. Por ejemplo, en un informe de laboratorio.

Redes sociales y comunicación digital

El surgimiento del # como hashtag en redes sociales ha transformado la forma en que compartimos información y nos conectamos en línea. En el ámbito científico, los hashtags se utilizan para etiquetar temas específicos, facilitando la búsqueda de contenido relacionado y fomentando la difusión de descubrimientos científicos, ampliando así la participación y el intercambio de conocimientos en la comunidad científica.

En hojas de cálculo, el # se puede utilizar para indicar números de referencia o categorías. Por ejemplo, en una hoja de cálculo de Excel.

En Mathematica, el # se utiliza como un símbolo especial llamado Slot que representa el primer argumento suministrado a una función pura.

#n representa el n-ésimo argumento.

#name representa el valor asociado con la clave name en una asociación en el primer argumento.

La evolución de

La evolución del uso del # en el futuro, especialmente en el contexto científico, podría estar sujeta a cambios en la tecnología, las prácticas de investigación y la forma en que se comunica la ciencia. Aquí hay algunas especulaciones sobre cómo el uso del # podría evolucionar:

Con el continuo avance en la ciencia de datos, es probable que el # se integre aún más en herramientas y plataformas específicas para el análisis de datos científicos. Podría convertirse en una parte esencial de la notación utilizada en entornos de programación específicos para la investigación.

La comunicación científica en entornos digitales podría experimentar una mayor estandarización en el uso de hashtags específicos para categorizar y organizar información científica en línea. Esto facilitaría la búsqueda y el seguimiento de temas específicos en las redes sociales y otras plataformas.

Con un aumento en la colaboración científica a nivel global, los hashtags podrían utilizarse para etiquetar proyectos de investigación internacionales, permitiendo una identificación más rápida y eficiente de contribuciones específicas en un panorama científico cada vez más interconectado.

En el ámbito educativo, el # podría utilizarse más extensamente para etiquetar recursos educativos, investigaciones relevantes y eventos científicos. Esto facilitaría a los estudiantes y profesionales acceder y participar en discusiones y proyectos específicos.

Con el crecimiento de la experimentación remota y la recopilación de datos en tiempo real, los científicos podrían utilizar hashtags para etiquetar y organizar datos

generados en tiempo real, facilitando la colaboración y el análisis continuo de experimentos distribuidos.

Es importante tener en cuenta que estas son especulaciones y que la evolución real dependerá en gran medida de cómo se desarrollen las tecnologías y las prácticas científicas en el futuro. Sin embargo, el # tiene el potencial de desempeñar un papel cada vez más integral en la forma en que se lleva a cabo, se comunica y se comparte la investigación científica.

REFERENCIAS

BBC NEWS. (2 de junio de 2018). BBC NEWS Mundo.

Obtenido de <https://www.bbc.com/mundo/noticias-44279853>

Wayne, R. (2021). Drive Traffic With Hashtags. Estalontech.

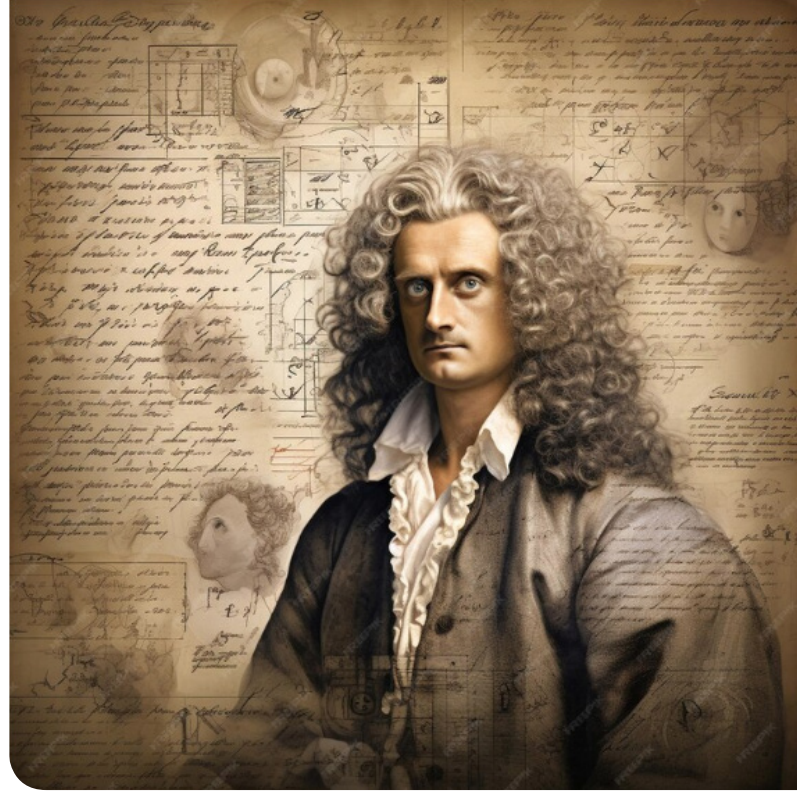
Wolfram Language. (01 de 02 de 2024). Wolfram Language & System. Obtenido de <https://reference.wolfram.com/language/ref/Slot.html>

Anécdotas de Newton.

Elena Sanz

Periodista científica

1. Cuando Isaac Newton era pequeño, mientras los demás niños se dedicaban a jugar, él **construía objetos de madera, sobre todo maquetas**. Incluso reprodujo en una maqueta un molino de viento que funcionó a la perfección al colocarlo sobre el tejado.
2. En su infancia, Newton fabricó **una original linterna de papel arrugado** que usaba de camino a la escuela en las oscuras mañanas de invierno. ¡Era plegable y podía doblarla en su bolsillo!
3. El joven Isaac estaba obsesionado con los **relojes de sol**, que supusieron para él un reto intelectual. Llenó su habitación con puntas para marcar las horas, las medias e incluso los cuartos. Aprendió a distinguir los equinoccios y los solsticios.



4. Newton **descubrió la gravitación universal e inició la teoría de la luz** dando paseos por el campo, durante el periodo que tuvo que dejar sus estudios universitarios en Cambridge debido a la peste bubónica, conocida como "la gran plaga" (1665-1667), y regresó a su casa familiar, en el pueblo de Woolsthorpe. En ese tiempo también construyó un telescopio de reflexión.
5. Alexander **Pope**, pensador inglés y poeta contemporáneo de Newton, escribió para él un famoso epitafio: La naturaleza y sus leyes yacían ocultas en la noche. Dios dijo "**Sea Newton**", y todo *fue luz*.
6. Newton no solo trabajó como científico. Además, fue inspector de la Casa de la Moneda y logró suprimir las falsificaciones y estabilizar la moneda al establecer una **reforma monetaria radical que resolvió la crisis financiera** que existía por esa época en el país.
7. Albert **Einstein** escribió sobre Newton: "**Para él la naturaleza era un libro abierto, cuyas palabras podía leer sin esfuerzo alguno**".
8. Cuando vio el entierro de Newton y su concurrido funeral en la Abadía de Westminster, el famoso Voltaire, que estaba visitando Londres, dijo maravillado: "**Inglatera honra a un matemático de la misma manera que los súbditos de otras naciones honran a un rey**".