



UNIVERSIDAD
NEBRIJA

semana de la
ciencia y la innovación



Taller

Descubrir, tocar y experimentar la Geometría **Mecanismos articulados y entrelazados**

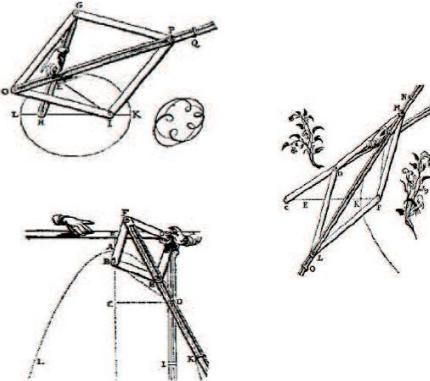
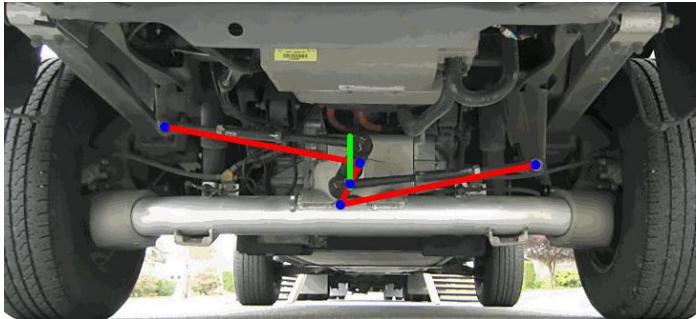
M. Pilar Vélez



Proyecto “Inteligencia aumentada en educación Matemática mediante modelización, razonamiento automático e inteligencia” (IAxEM-CM/PHS-2024/PH-HUM-383), financiado por Comunidad de Madrid

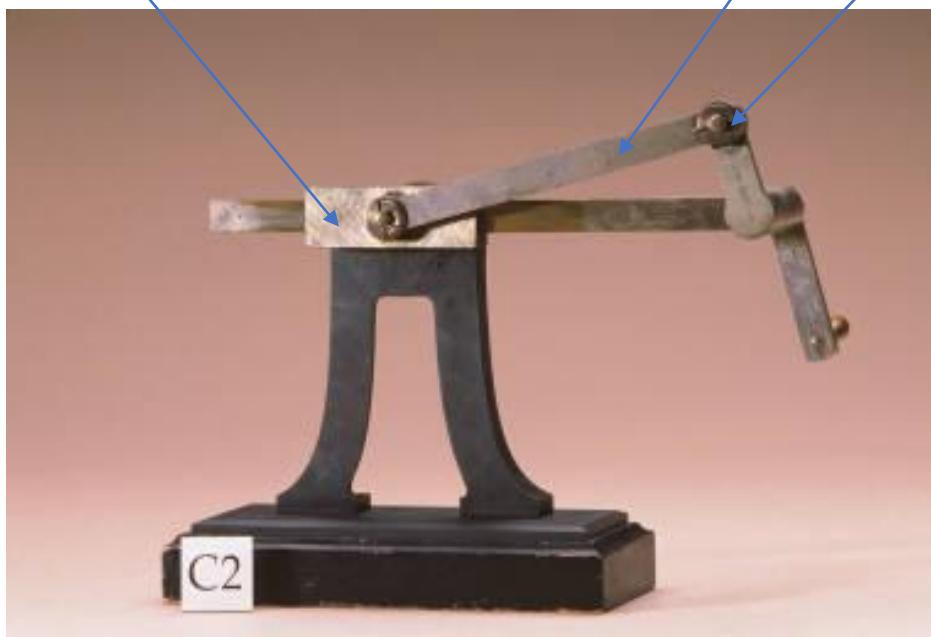


Un contexto STEAM

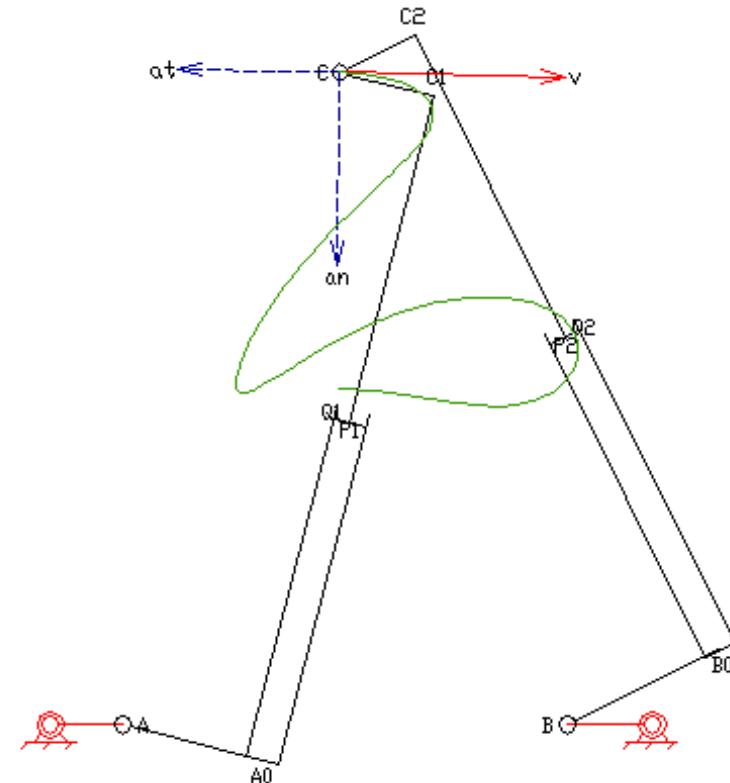


¿Qué es un mecanismo articulado de barras o cadena cinemática?

Sistema mecánico compuesto por **barras** rígidas unidas mediante articulaciones que **rotan** o se **deslizan**



Fuente: KMODDL Cornell University



¿Cómo trazar una línea recta?

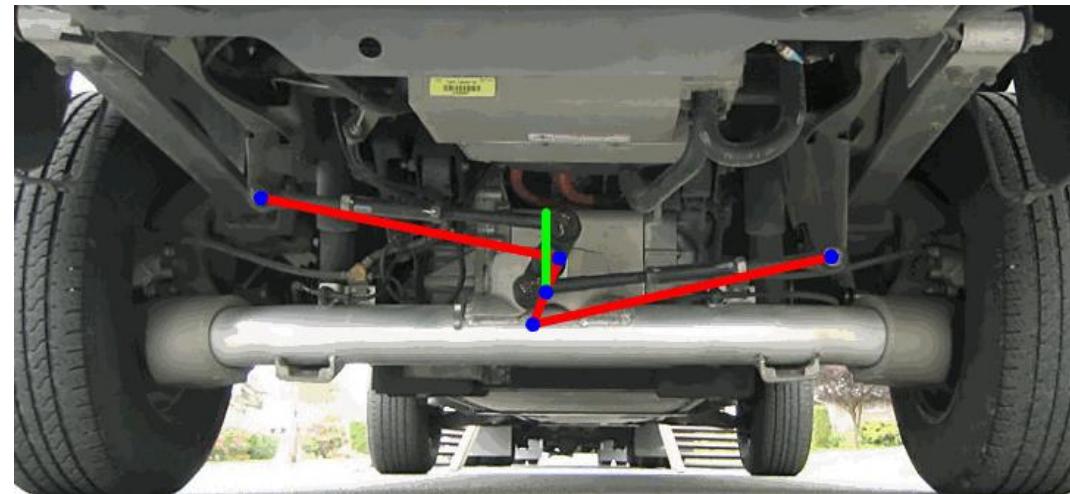
Mecanismos de movimiento rectilíneo



Un mecanismo de Scott Russell en el eje trasero de un Nissan Sentra del año 2002. Fuente: Wikimedia Commons, con licencia Creative Commons

Mecanismo de Russell:

Freemantle. Patente británica 2741; 17 de noviembre de 1803.



Mecanismo de Watt utilizado en un Ford Ranger EV de 1998. Fuente: Wikimedia Commons, con licencia Creative Commons

Mecanismo de Watt:

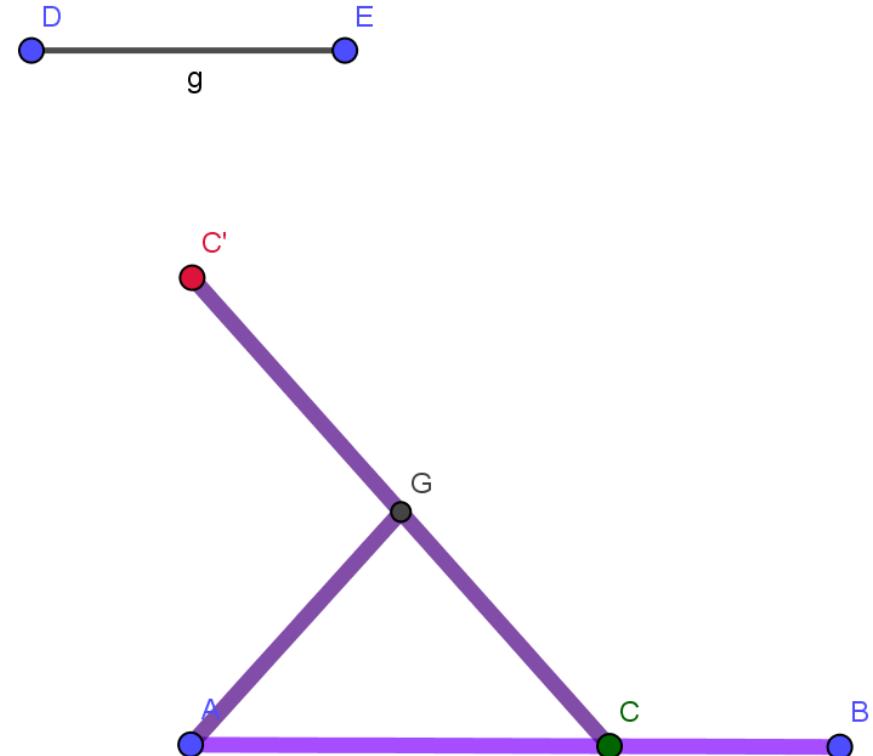
Watt. Descrito en la patente de 1784 de su motor de vapor.

Mecanismo de Russell

3 barras AB, AG y CC':

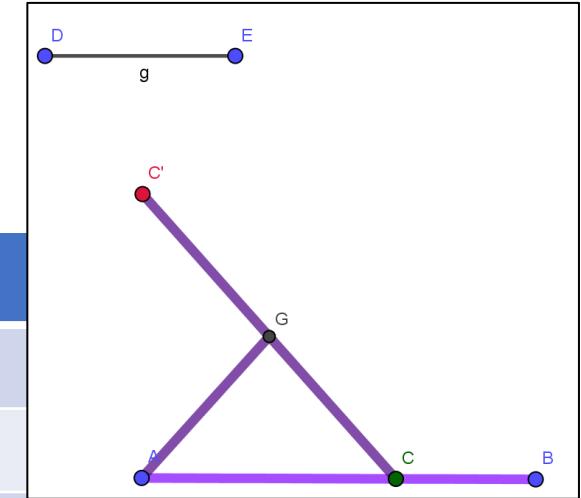
1. AB está fija
2. C se desliza sobre AB
3. Los segmentos AG, CG y GC' tienen la misma longitud g

¿Qué trayectoria sigue C' cuando movemos C?



Mecanismo de Russell en GeoGebra

Mecanismo	GeoGebra
3 barras AB, AG y CC'	3 segmentos
AB está fija	Trazamos el segmento AB
C se desliza sobre AB	Situamos un punto C en AB
Los segmentos AG, CG y GC' tienen la misma longitud g y se unen mediante rotores en los puntos A, C y G	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trazamos un segmento auxiliar g 2. Para determinar G: Trazamos la circunferencia de centro C y radio g, y otra de centro A y radio g 3. Para determinar G: intersecamos ambas circunferencias 4. Para determinar C': trazamos el simétrico de C con respecto a G. 5. Trazamos los segmentos AG y CC'

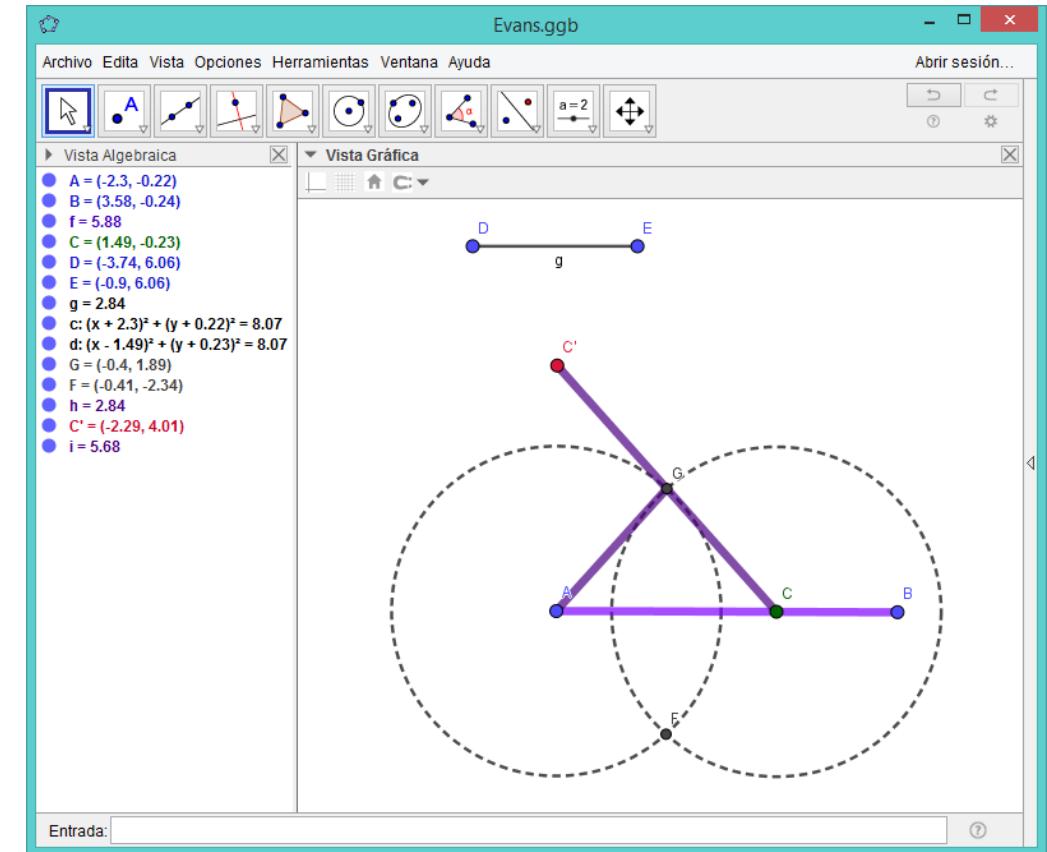


¿Nos atrevemos a simularlo?

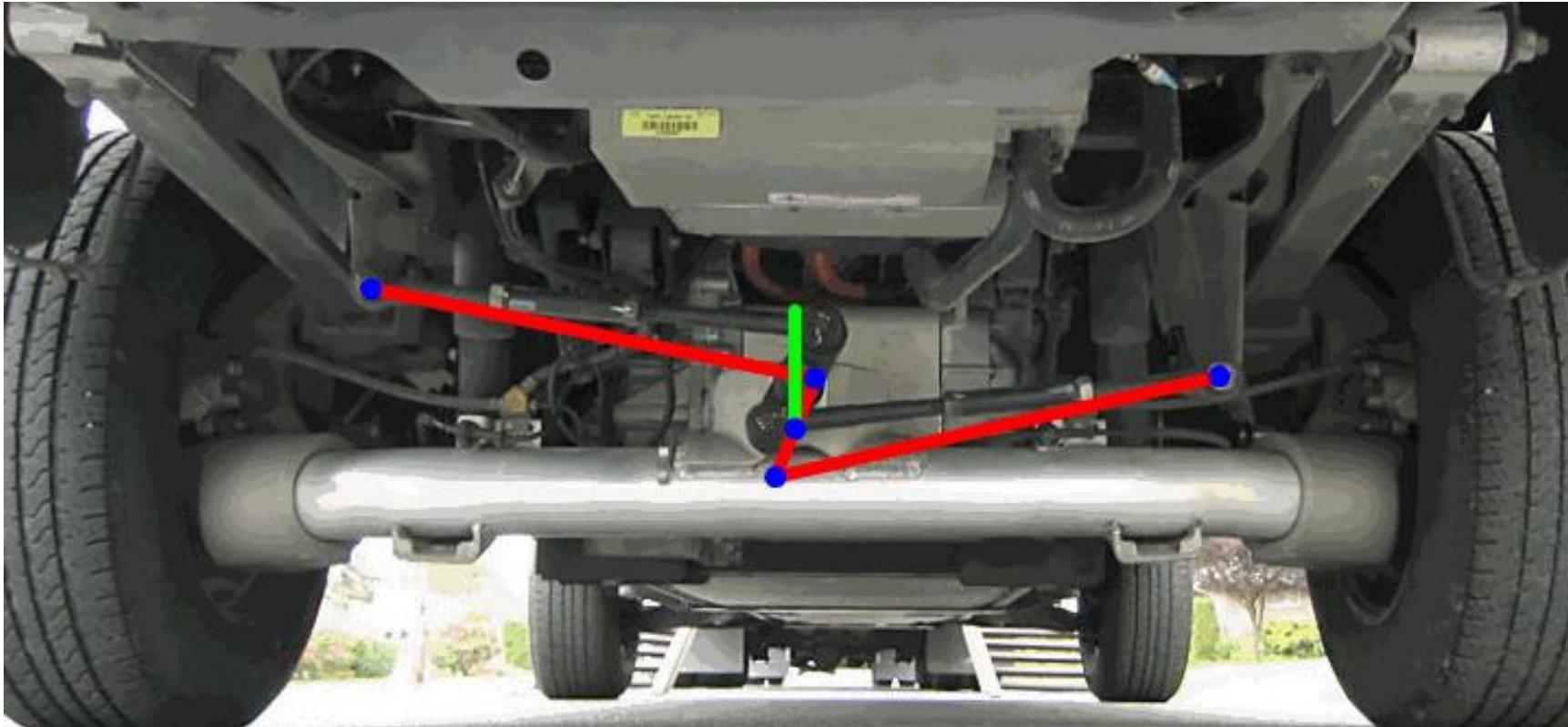
Ir a <https://www.geogebra.org/classic> y

Manos a la obra reproduce los pasos de la tabla anterior.

- En la línea de comandos de GeoGebra escribe: LugarGeométrico(C',C)
- La trayectoria de C', ¿es un segmento perpendicular a AB?
- ¿Por qué el mecanismo de Russell genera un segmento perpendicular a AB?



Mecanismo de Watt



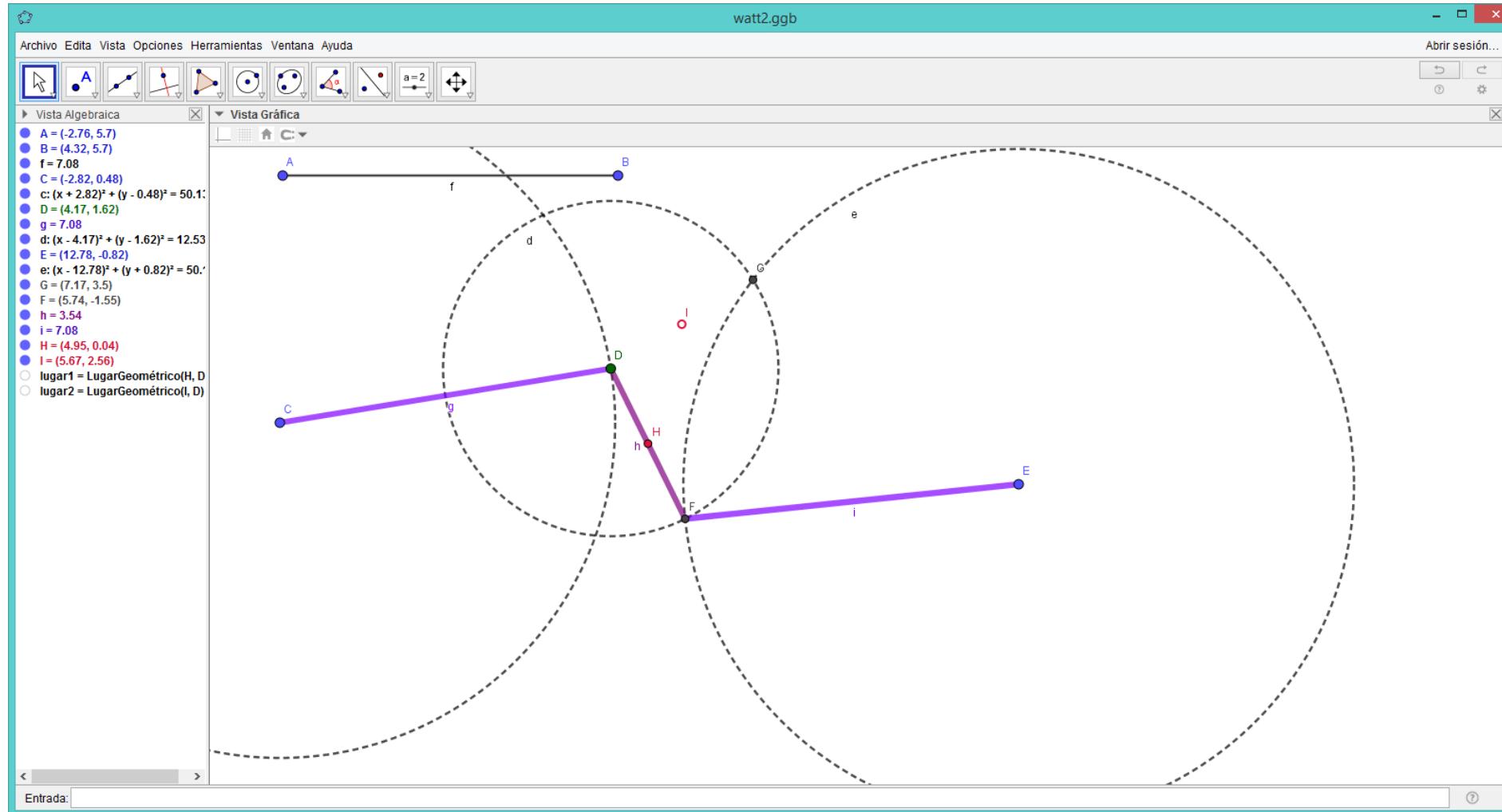
Watt's Linkage, an animated usage of it in the rear suspension of a car.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Mecanismo_de_Watt#/media/File:Watt%27s_Linkage_Rear_Suspension.gif
Con licencia Creative Commons

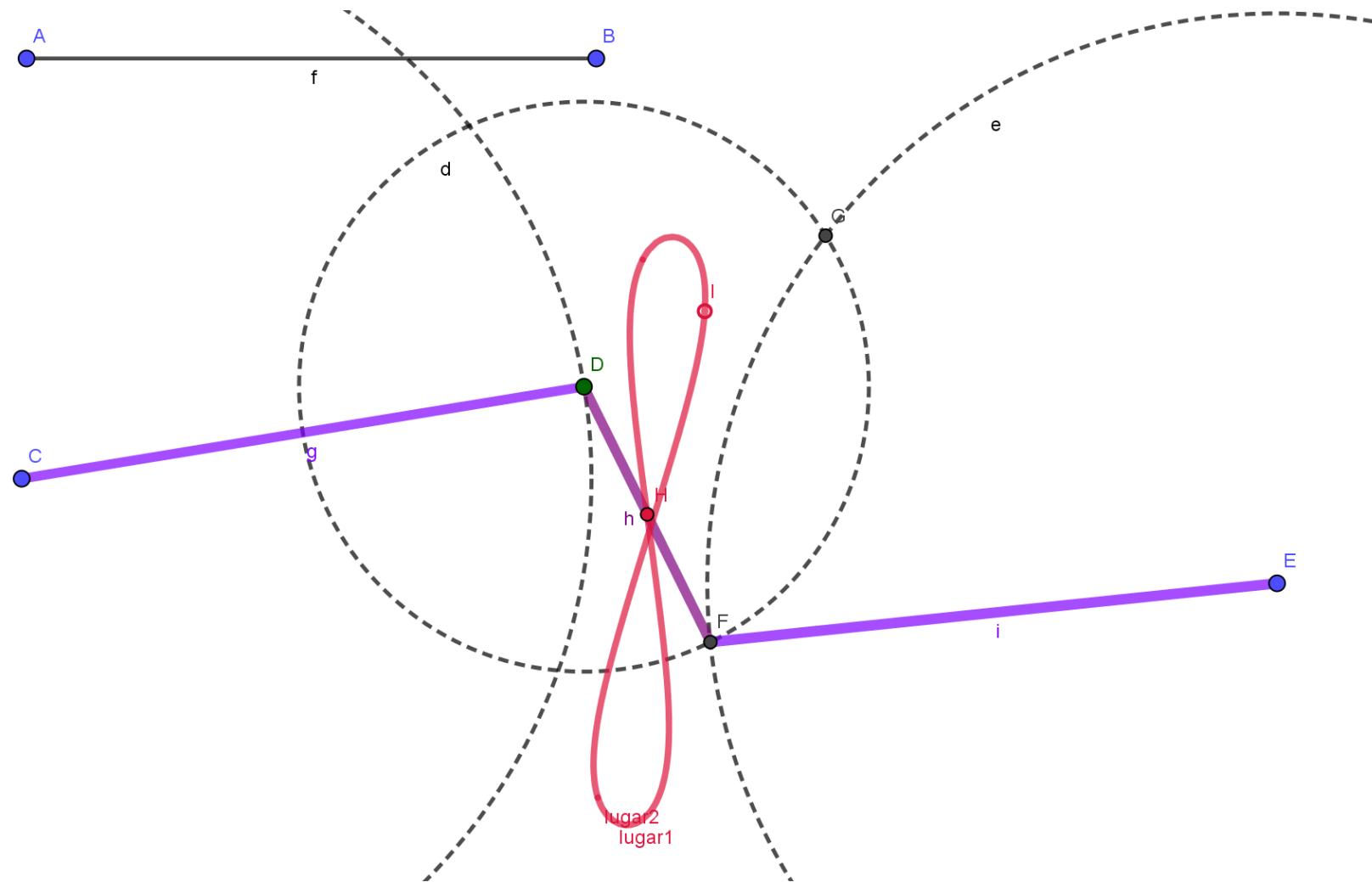
Mecanismo de Watt

- J. Watt (1736 - 1819) patentó su mecanismo en 1784 como: **un mecanismo para producir un movimiento paralelo a una dirección de referencia, esencial para controlar el movimiento en línea recta de un pistón** (Aroca, 2013).
- Lo consideraba su mejor invento:
“Although I am not over anxious after fame, yet I am more proud of the parallel motion than of any other invention I have ever made. (Carta de Watt a su colega M. Boulton)
- Watt ideó un gran mecanismo que describe un movimiento casi rectilíneo.

Mecanismo de Watt en GeoGebra

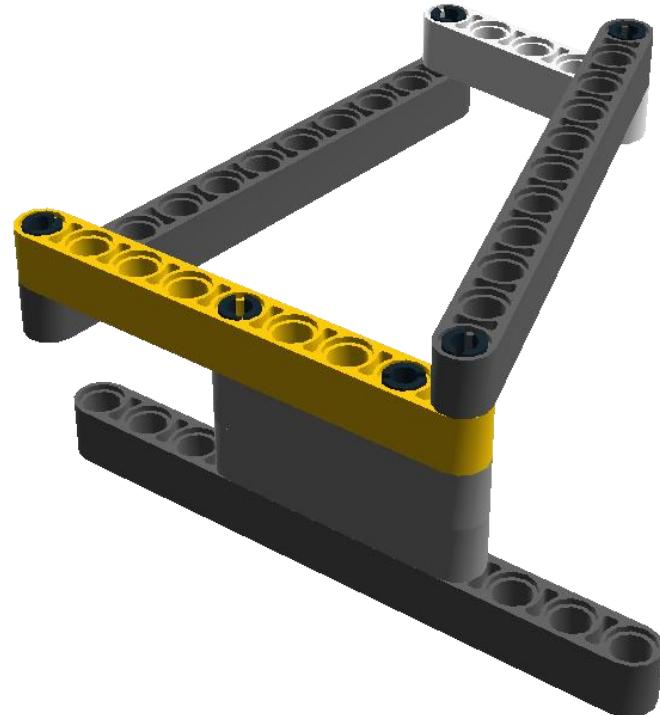


Mecanismo de Watt en GeoGebra



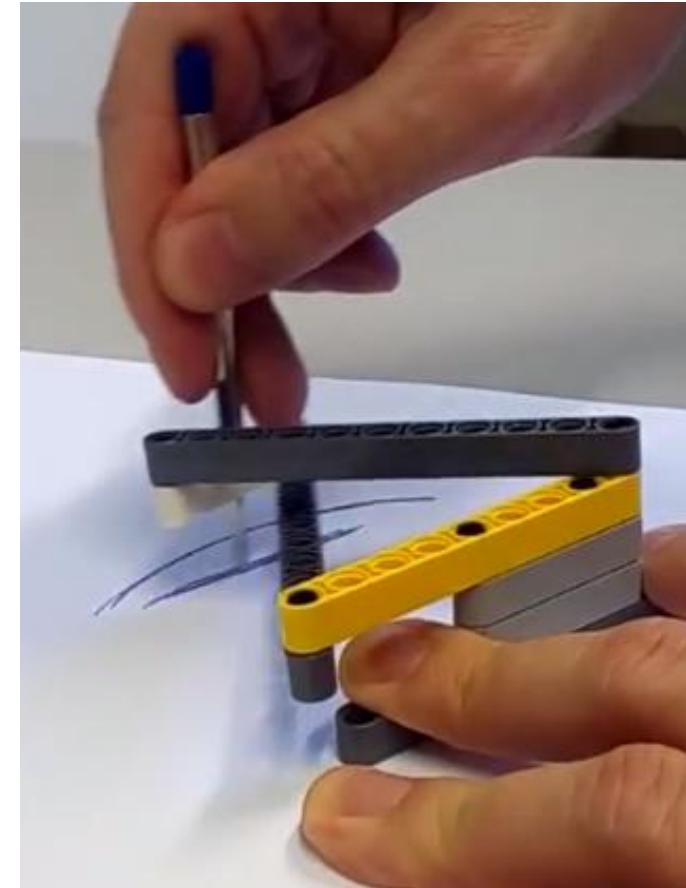
Mecanismo de Chevyshev

Un nuevo intento de movimiento rectilíneo

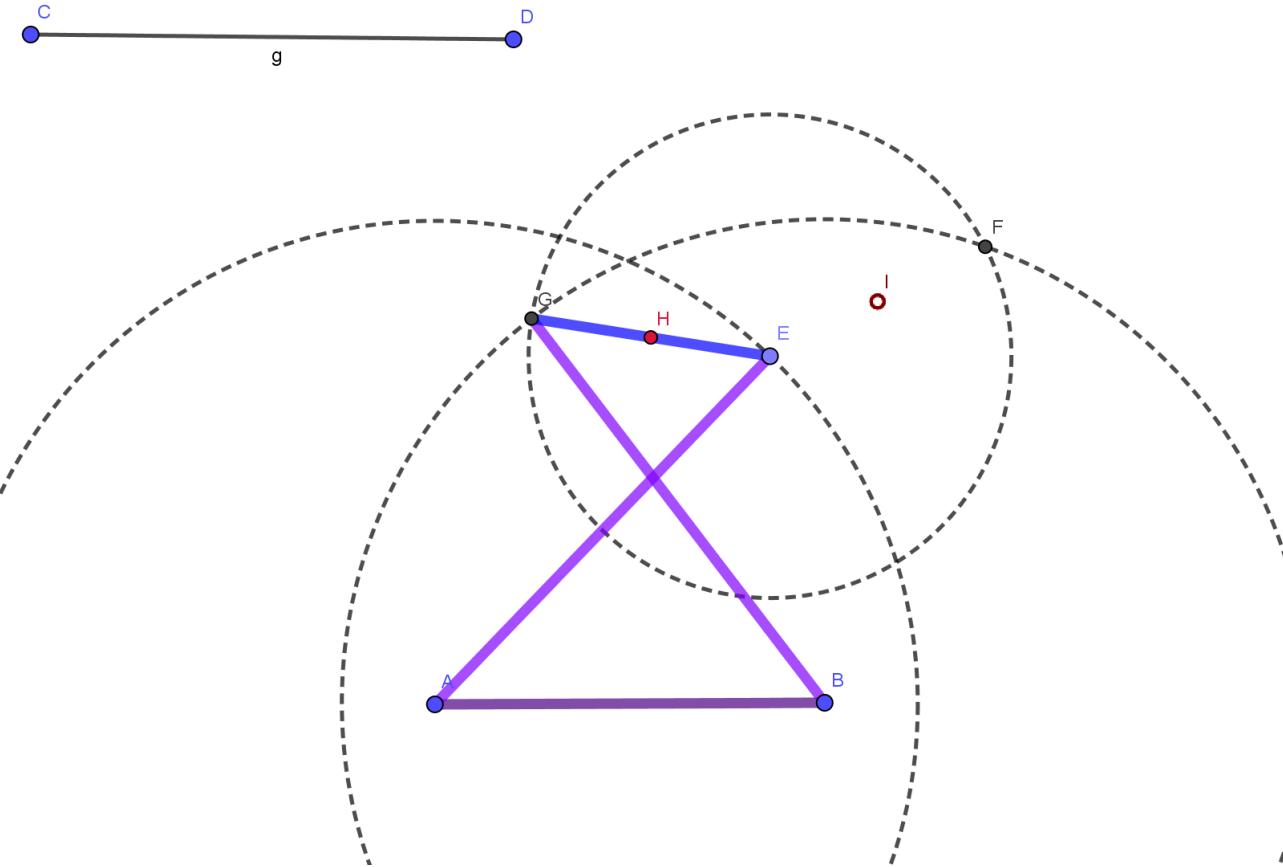


Imágenes cedidas por Zoltán Kovács

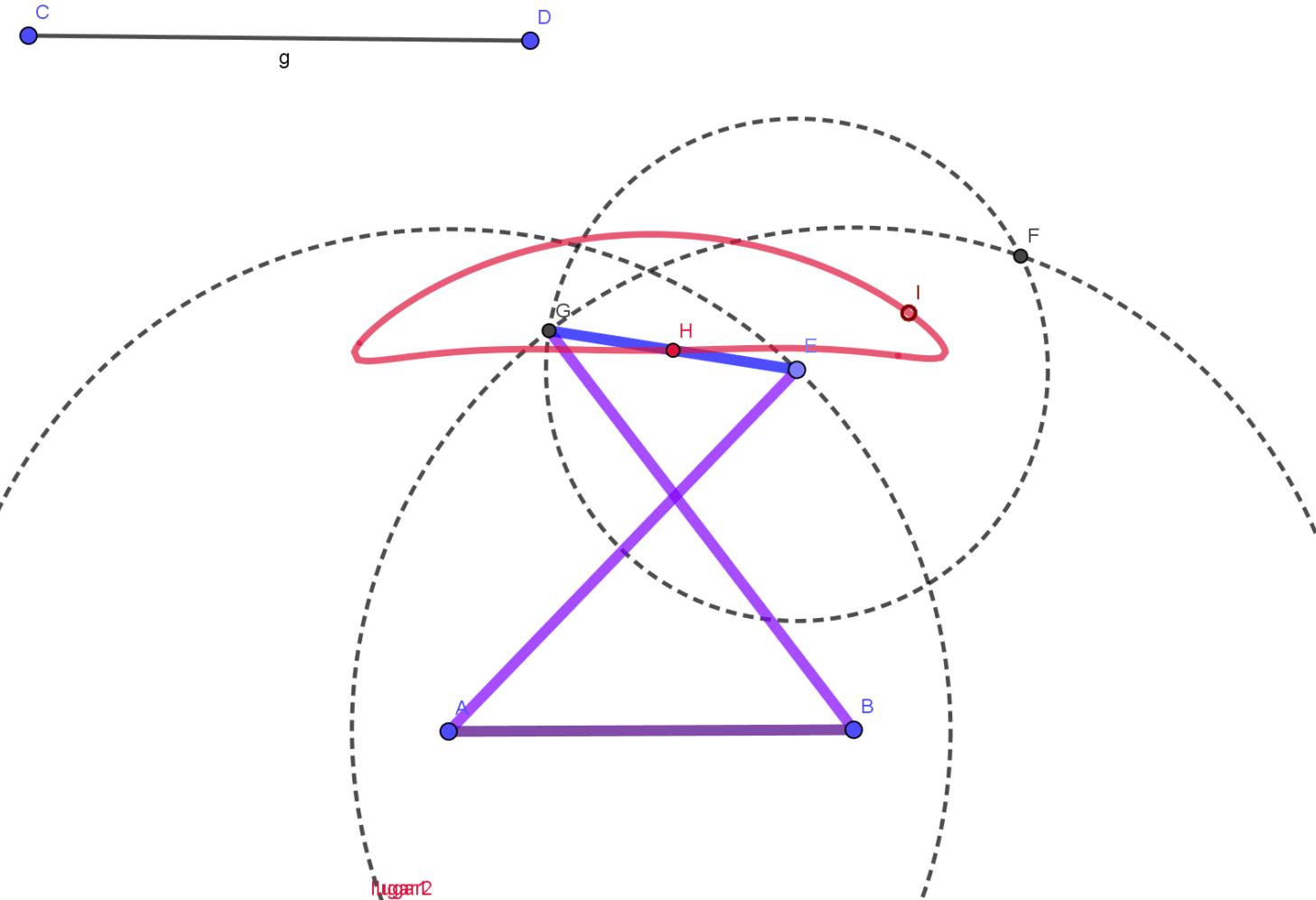
<https://github.com/kovzol/lego-linkages>



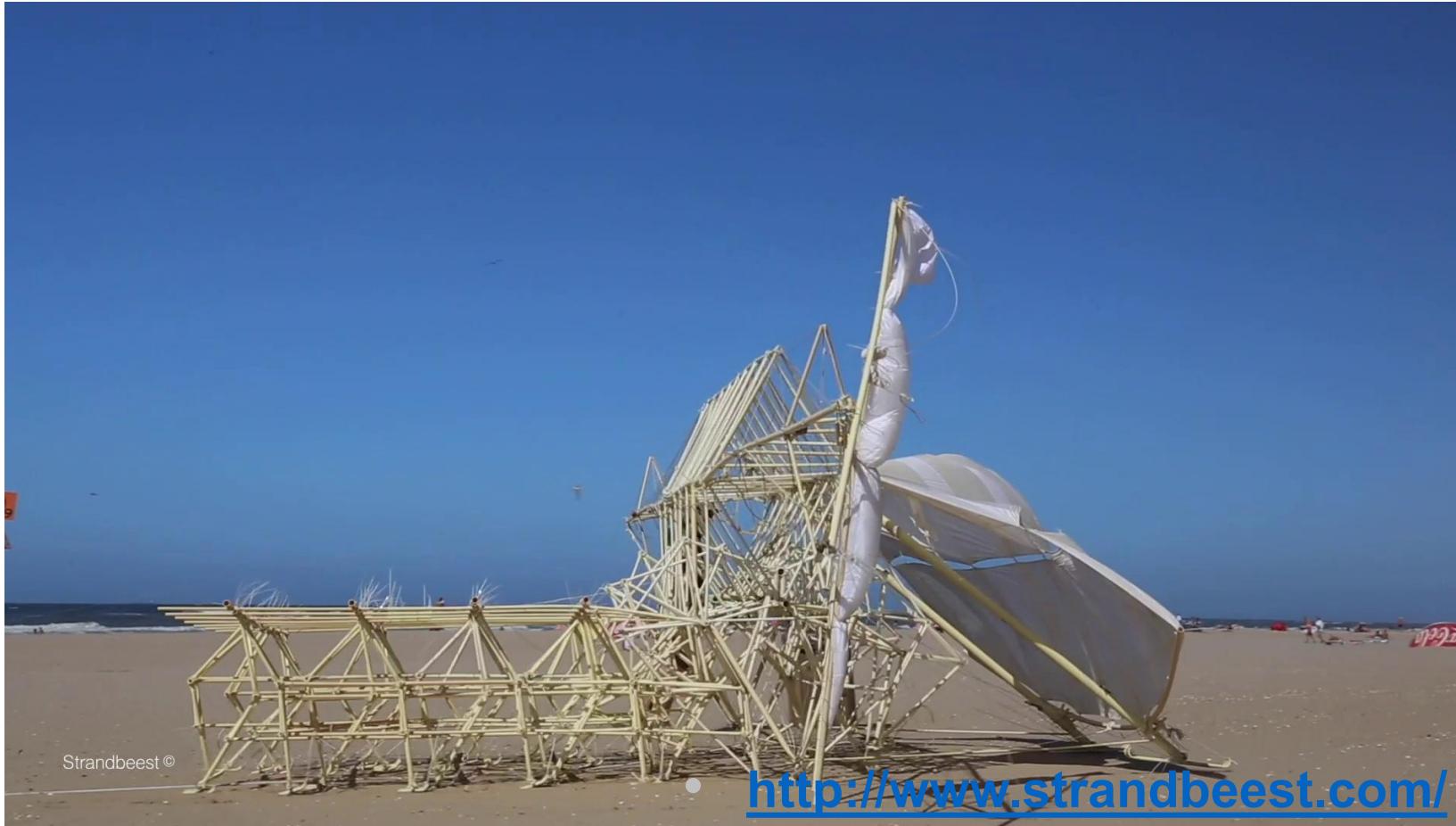
Mecanismo de Chevyshev en GeoGebra



Mecanismo de Chevyshev en GeoGebra



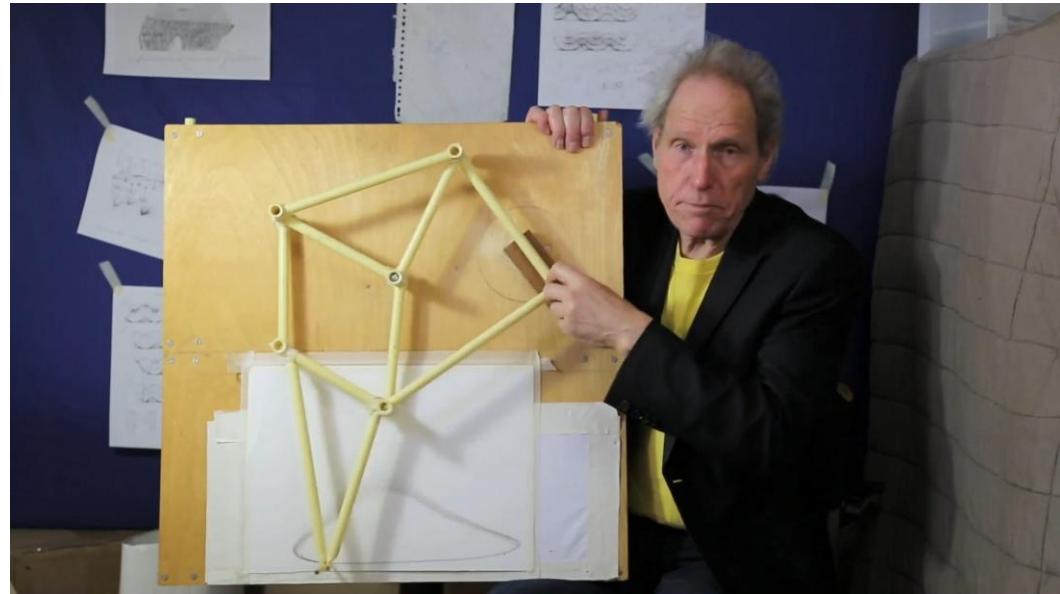
Strandbeests by Theo Jansen



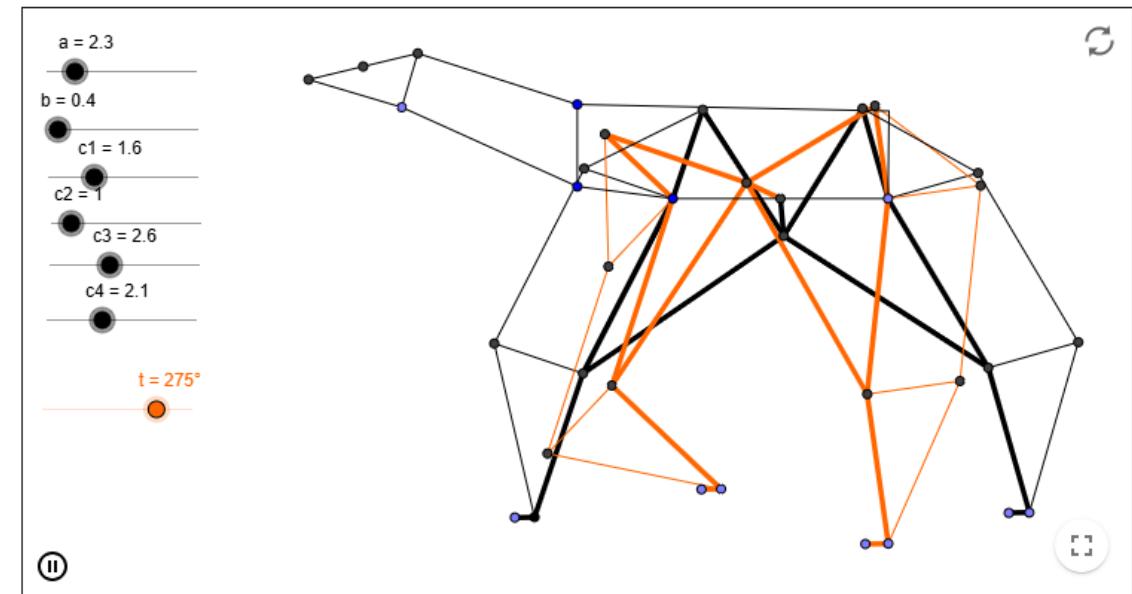
• <http://www.strandbeest.com/>

Animaris Multi Tripodes 2020, a burly strandbeest with 36 legs

Strandbeests by Theo Jansen



<https://www.strandbeest.com/explains>

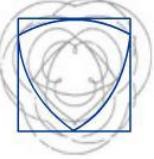


Pata en GeoGebra

<https://www.geogebra.org/m/mNheeHTS>
(por Markus Hohenwarter)



Para saber más

 <p>Associazione MACCHINE MATEMATICHE</p>	http://www.macchinematematiche.org/
 <p>KINEMATIC MODELS FOR DESIGN DIGITAL LIBRARY an open access, multimedia resource for learning & teaching about kinematics and the history & theory of machines <i>Geometry of Pure Motion</i></p>	https://digital.library.cornell.edu/collections/kmoddl
<p>Matemáquinas por José Antonio Mora</p>	 http://jmora7.com/GG5/Maquinas/indice_mecan.html
<p>LEGO linkages by Zoltán Kovács</p>	 https://github.com/kovzol/lego-linkages

Nudos entrelazados

Un **nudo entrelazado** es un patrón continuo e interminable de hilos conectados o trenzados.

Características de un entrelazado:

- Las hebras o bandas se deben **alternar** una y otra vez.
- **No** debe haber **extremos** ni colas en el patrón. Debe formar un patrón continuo sin fin.



Azulejo (s. XV y XVI)
hispano-árabe en la
catedral vieja de Coimbra



Reproducción de azulejo
árabe de la Alhambra



Celosía del monasterio de San
Andrés de Arroyo (1200).
Santibáñez de Ecla (Palencia).

Nudos entrelazados



Simbología celta. Museo Arqueológico del Monte Santa Tecla. La Guardia (Pontevedra).



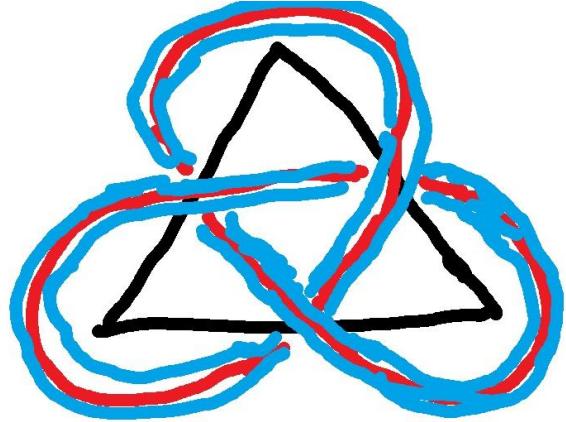
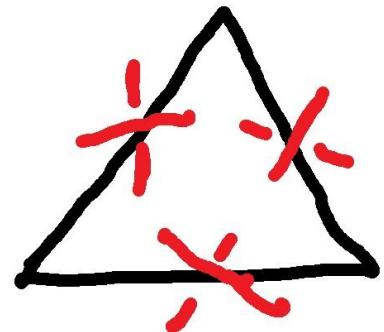
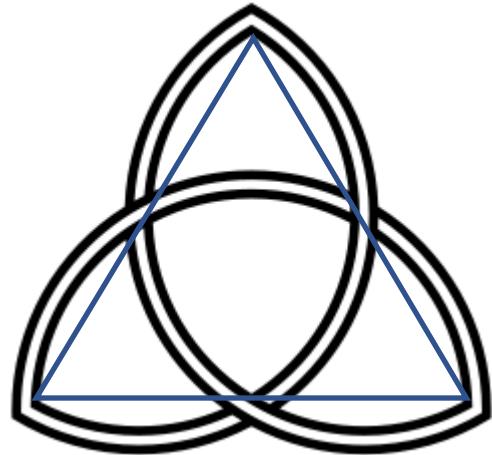
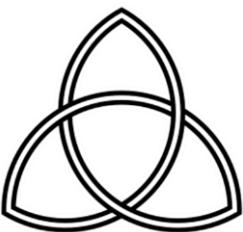
Entrelazados de arquería ciega y de celosía. Puerta de San Miguel (s. VIII). Mezquita de Córdoba.



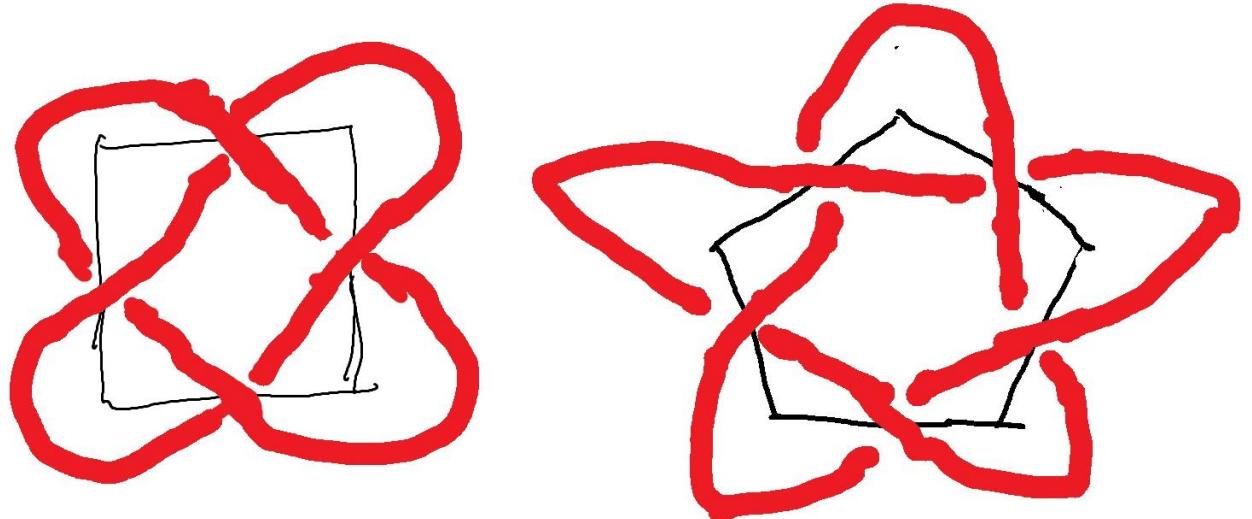
Capitel del claustro de la antigua catedral románica. Pamplona (s. XII). Museo de Navarra.

Entrelazados

El trebol



Otros polígonos



Dibuja entrelazados basados en polígonos de diferente número de lados y observa qué pasa con la continuidad del trazo

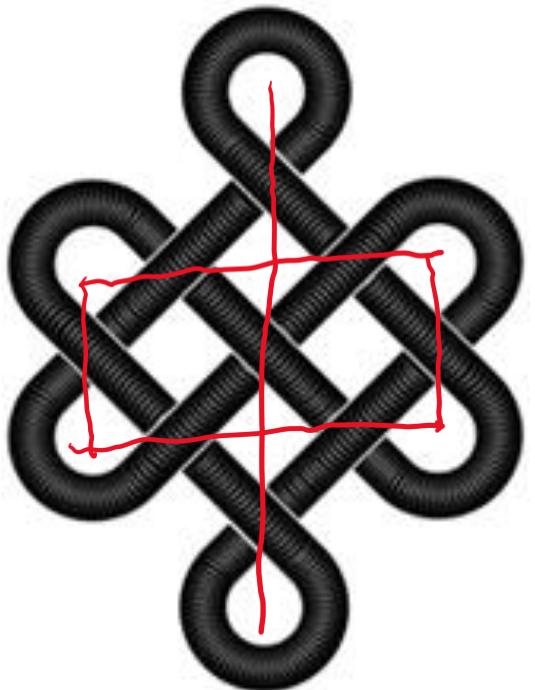


Triquetra celta

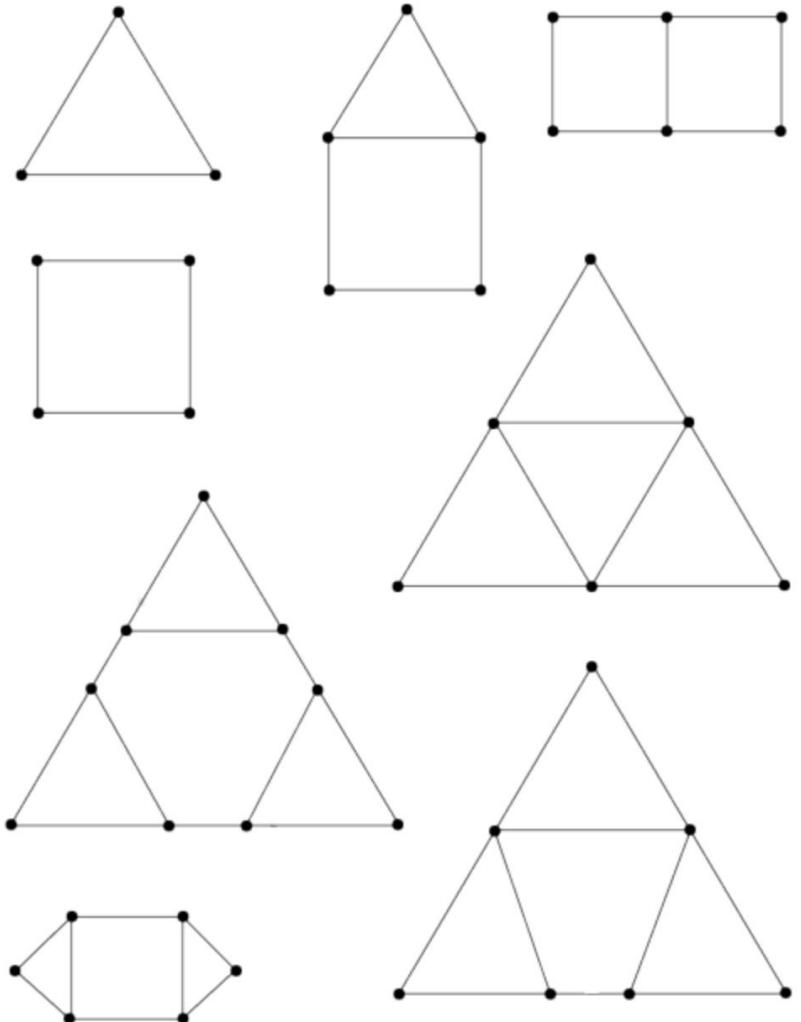


Entrelazados

Nudo chino



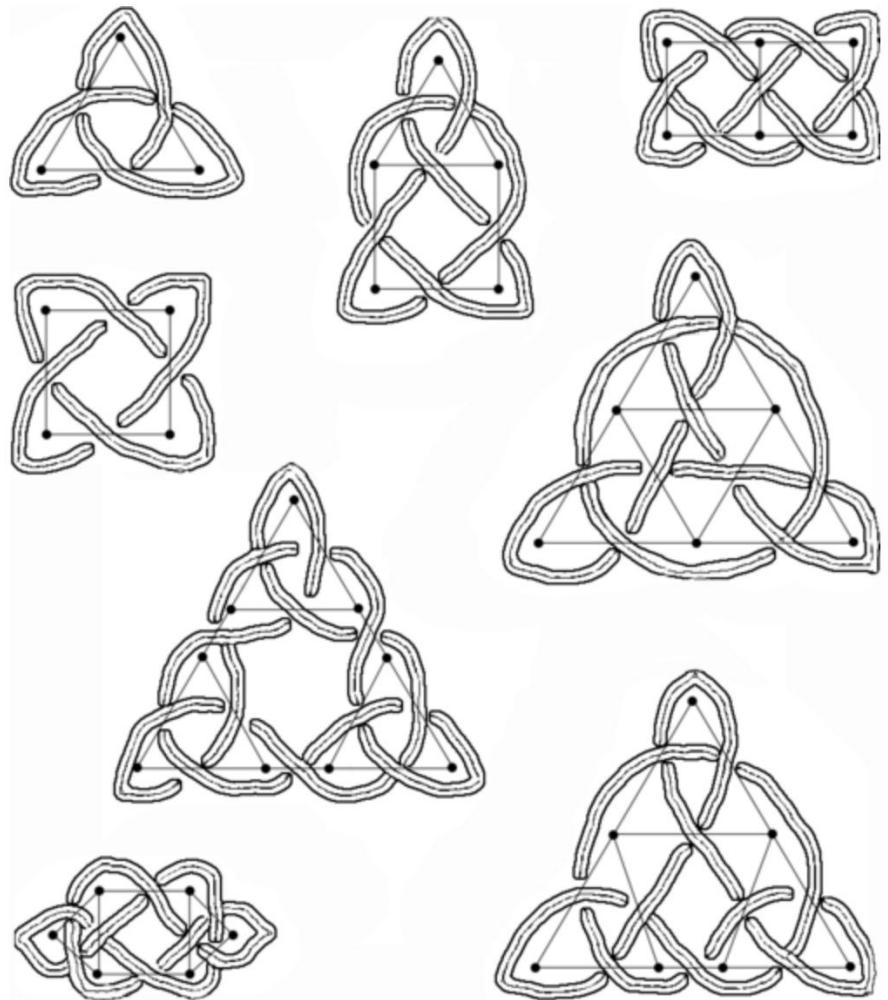
Probamos con estos patrones



<https://entrelacs.net/Ejercicios.html>



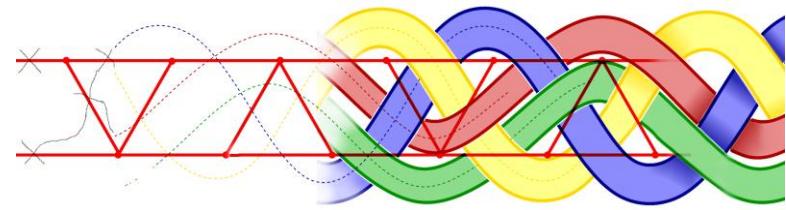
Probamos con estos patrones



<https://entrelacs.net/Respuestas.html>



Para saber más



Celtic Knotwork: the ultimate tutorial

Portada del sitio > Nudos y entrelazados: el último tutorial > 1. Introducción

1. Introducción

Todas las versiones de este artículo: [Deutsch] [English] **[Español]** [français] [עברית] [italiano] [Português do Brasil]

Usted podría estar interesado en entrelazados celtas porque vio una página iluminada de una Biblia medieval como el *Libro de Kells*, que se puede encontrar en el [Trinity College](#) en Dublín.



Es posible que desee tratar de hacer cosas similares, como esta página que he iluminado para un artículo que escribí en *Pour la Science*, la versión francesa de *Scientific American*. Caligrafía de Chantale Fachinetti.

<https://entrelacs.net/-Nudos-y-enlaces-el-ultimo-tutorial-.html>

Autor: **Christian Mercat** (IREM de Lyon, Université de Lyon I)