

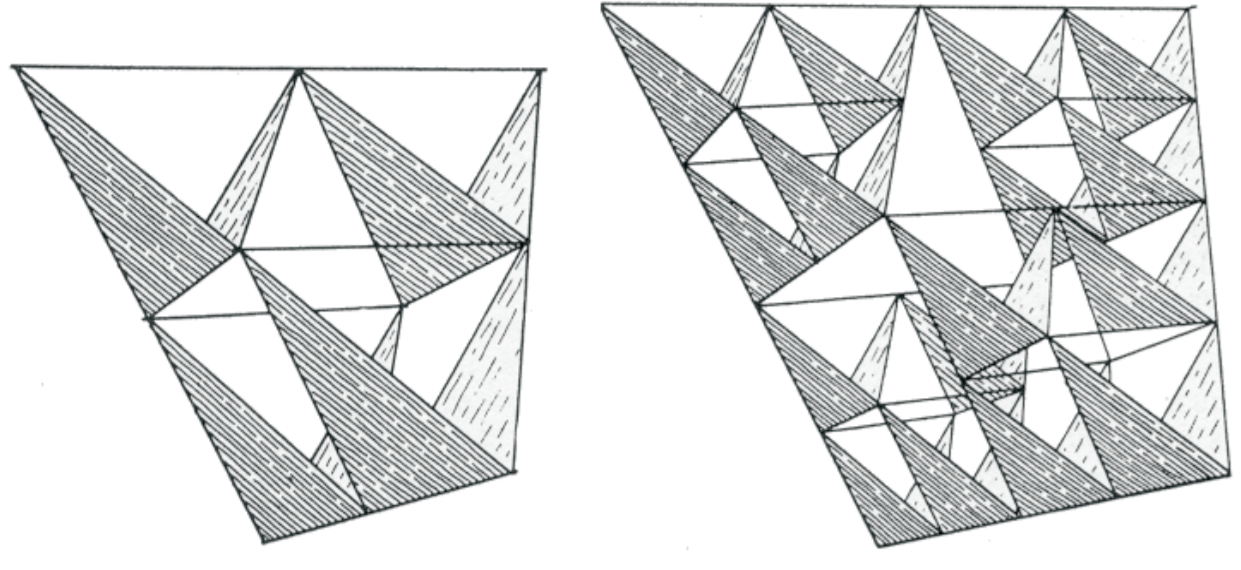
Construcción de una cometa tetraédrica

Juan Miguel Suay Belenguer

FORMATIO. Enseñanza Especializada (San Juan de Alicante)

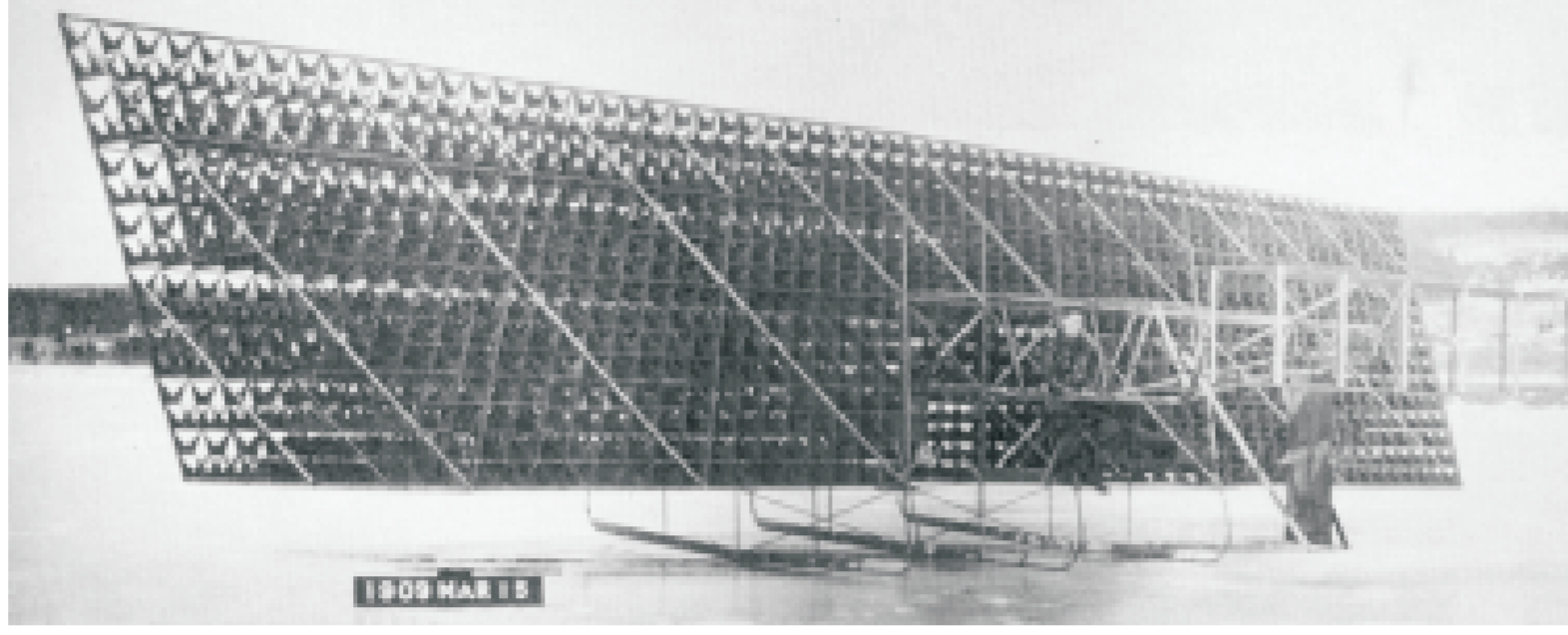
AEFIQ - Curie Associacio per a l'Ensenyament de la Física i la Química - Curie

La cometa tetraédrica de Alexander Graham Bell (1903)



En el año 1903, el *National Geographic Magazine*, publicaba un artículo firmado por **Alexander Graham Bell (1847-1922)** titulado: *The Tetrahedral Principle In Kite Structure (Principios del tetraedro en la estructura de una cometa)*. En este artículo, Bell exponía los argumentos que le habían llevado a usar, este poliedro regular de cuatro caras, en una cometa. El interés de Bell por las cometas estaba relacionado con sus investigaciones para construir un aeroplano, en palabras suyas:

"...una máquina voladora adecuadamente construida debería ser capaz de ser usada como máquina voladora si es autopropulsada." Estos experimentos los realizó con cometas formadas por múltiples celdas tetraédricas básicas, consistentes en seis varillas de igual longitud, unidas formando un tetraedro en el que se han forrado dos caras adyacentes del mismo. Las cometas más simples, que se pueden hacer son las mostradas en la figura, formadas por cuatro y diecisiete celdas básicas, pero Bell llegó a construir cometas más complejas. En el año 1905, una cometa compuesta de 1300 celdas, bautizándola con el nombre *Frost King* fue capaz de elevar a una persona hasta una altura de 10 m. y en el año 1907, construye una cometa todavía más grande con 3393 celdas, con el nombre de *Cygnét*. Arrastrada con ayuda de un barco de vapor por la Bahía de Baddeck (Canadá), se eleva a una altura de 51,2 m. A pesar de estas pruebas, la falta de potencia de los motores, hizo que los resultados con estas cometas voladas como aeroplanos, no fueran los deseados, por lo que se abandonó el proyecto.



Pero ¿Qué hace del tetraedro una estructura tan interesante para una cometa? En 1901 se publicó un artículo en la *McClure's Magazine* titulado *Is the Air-Ship Coming?*, escrito por el matemático canadiense **Simón Newcomb (1835-1909)**, en él exponía las dificultades de construir máquinas voladoras con diferentes escalas: "Hagamos dos máquinas voladoras exactamente iguales, solo que una sea a doble escala que la otra y, por lo tanto, el peso de dos cuerpos similares es proporcional al cubo de sus dimensiones. El cubo de 2 es 8: por ello la máquina pesada pesara 8 veces mas que la ligera. Pero para las superficies se aplica el cuadrado de la dimensión. El cuadrado de 2 es 4. La máquina mas pesada expone 4 veces mas superficie al aire, y por ello tendrá una desventaja en la razón de eficiencia con respecto al peso." Por lo que concluye que: "Si hacemos nuestra estructura lo bastante grande será demasiado pesada para volar." Pero Bell se dio cuenta de que una cometa construida por celdas con forma de tetraedro, el peso de la estructura dividido por el área de las caras forradas con la vela, permanecía constante. En efecto, sea una celda tetraédrica formada por seis aristas, supongamos que cada varilla tenga un peso P_a , por lo tanto cada celda pesará: $P_c = 6 \cdot P_a$. La superficie forrada de la celda será igual a la superficie de las dos caras, que llamaremos A_c . Si suponemos que la vela no aporta peso a la estructura, la relación peso /superficie, será igual a:

$$\frac{P}{A_c} = \frac{6 \cdot P_c}{A_c}$$

Para una cometa formada por cuatro celdas, tendremos veinticuatro aristas y cuatro superficies sustentadoras:

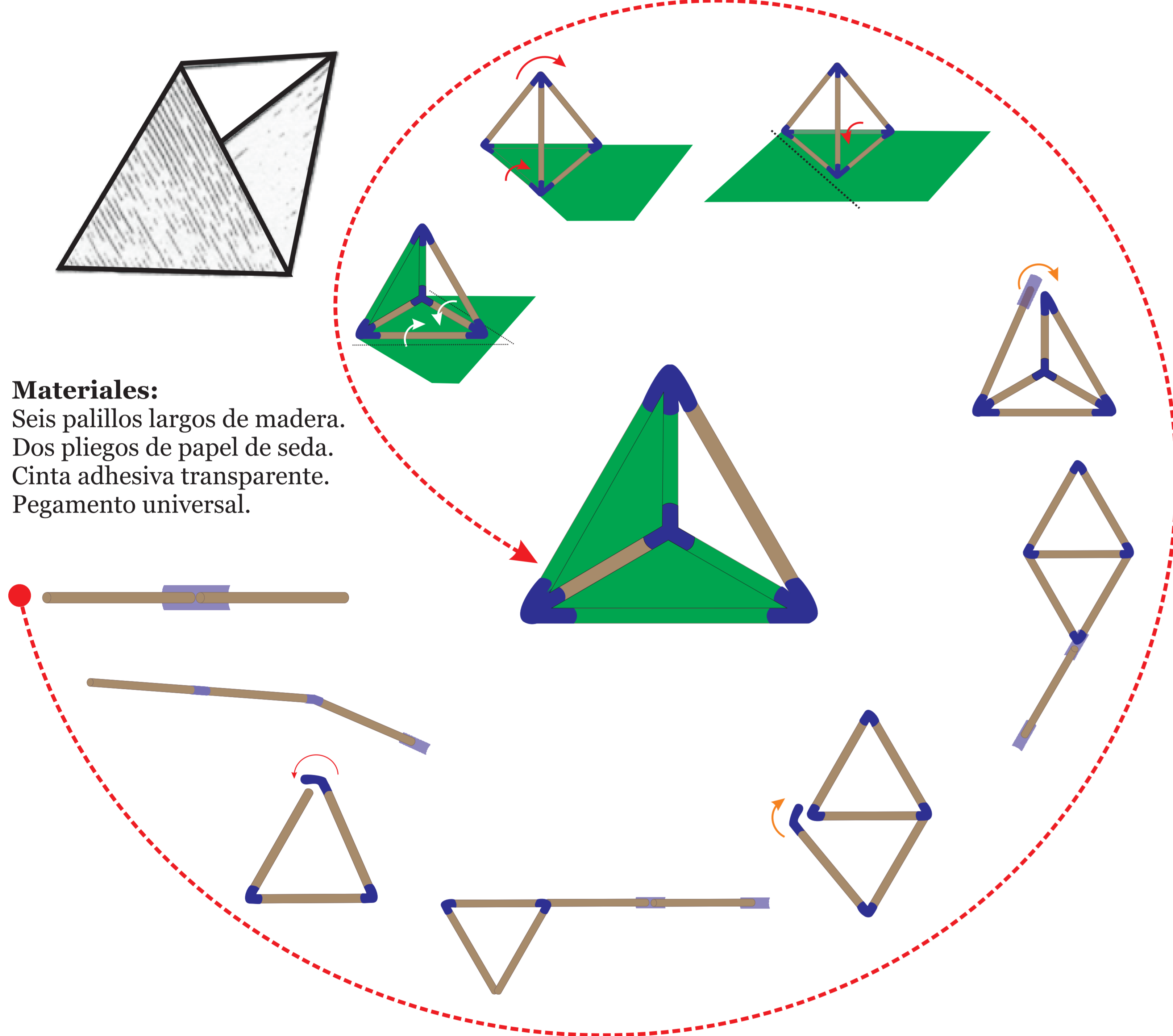
$$\frac{P}{A} = \frac{24 \cdot P_c}{4 \cdot A_c} = \frac{6 \cdot P_c}{A_c}$$

En general si llamamos E al número total de aristas de una estructura formada por N celdas tetraédricas, se cumple que $E = 6 \cdot N$. Por lo tanto:

$$\frac{P}{A} = \frac{E \cdot P_c}{N \cdot A_c} = \frac{6 \cdot N \cdot P_c}{N \cdot A_c} = \frac{6 \cdot P_c}{A_c}$$

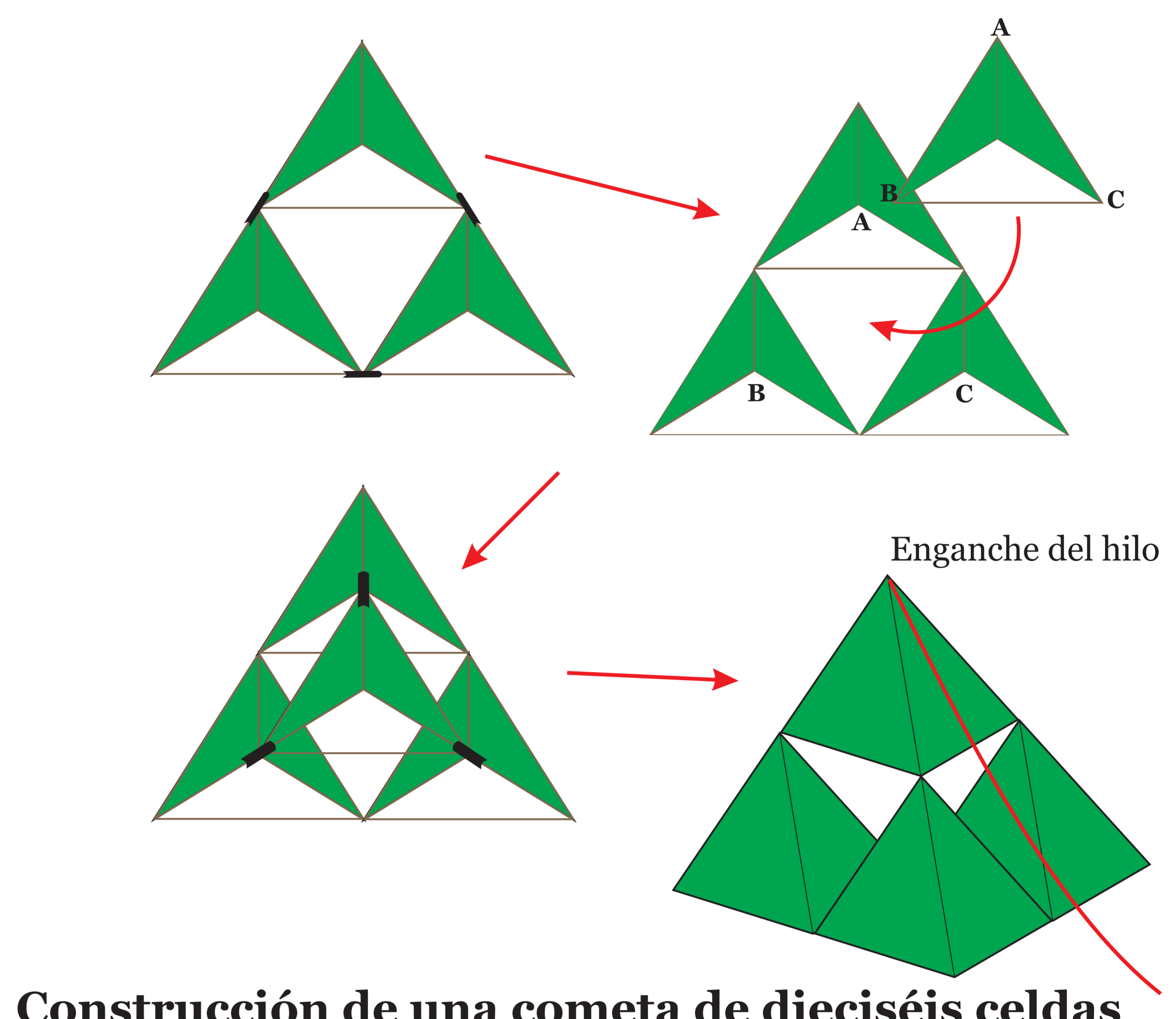
Luego dos cometas semejantes, independiente del valor de N , vuelan con el mismo viento.

Construcción de una celda básica tetraedrica

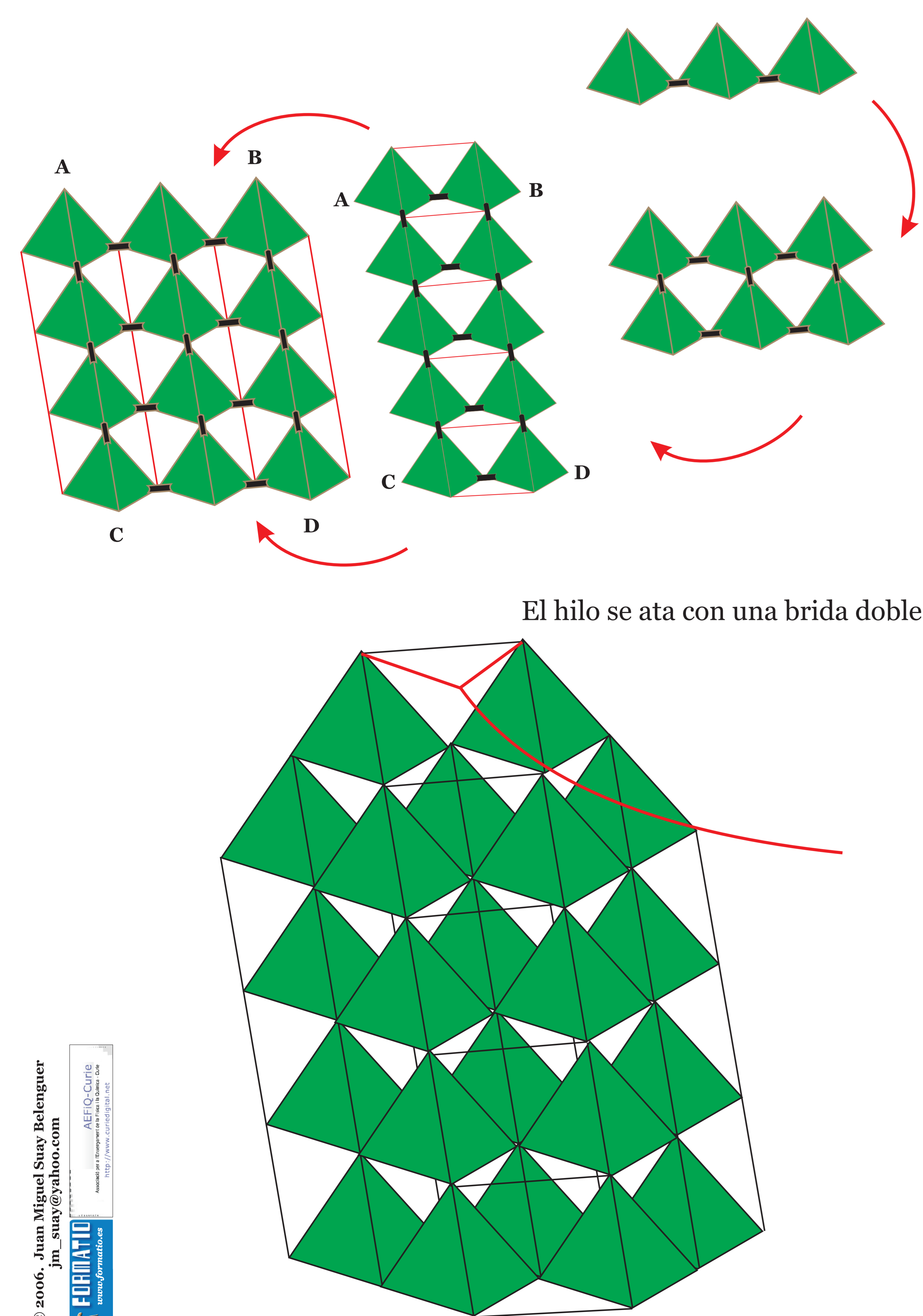


Materiales:
Seis palillos largos de madera.
Dos pliegos de papel de seda.
Cinta adhesiva transparente.
Pegamento universal.

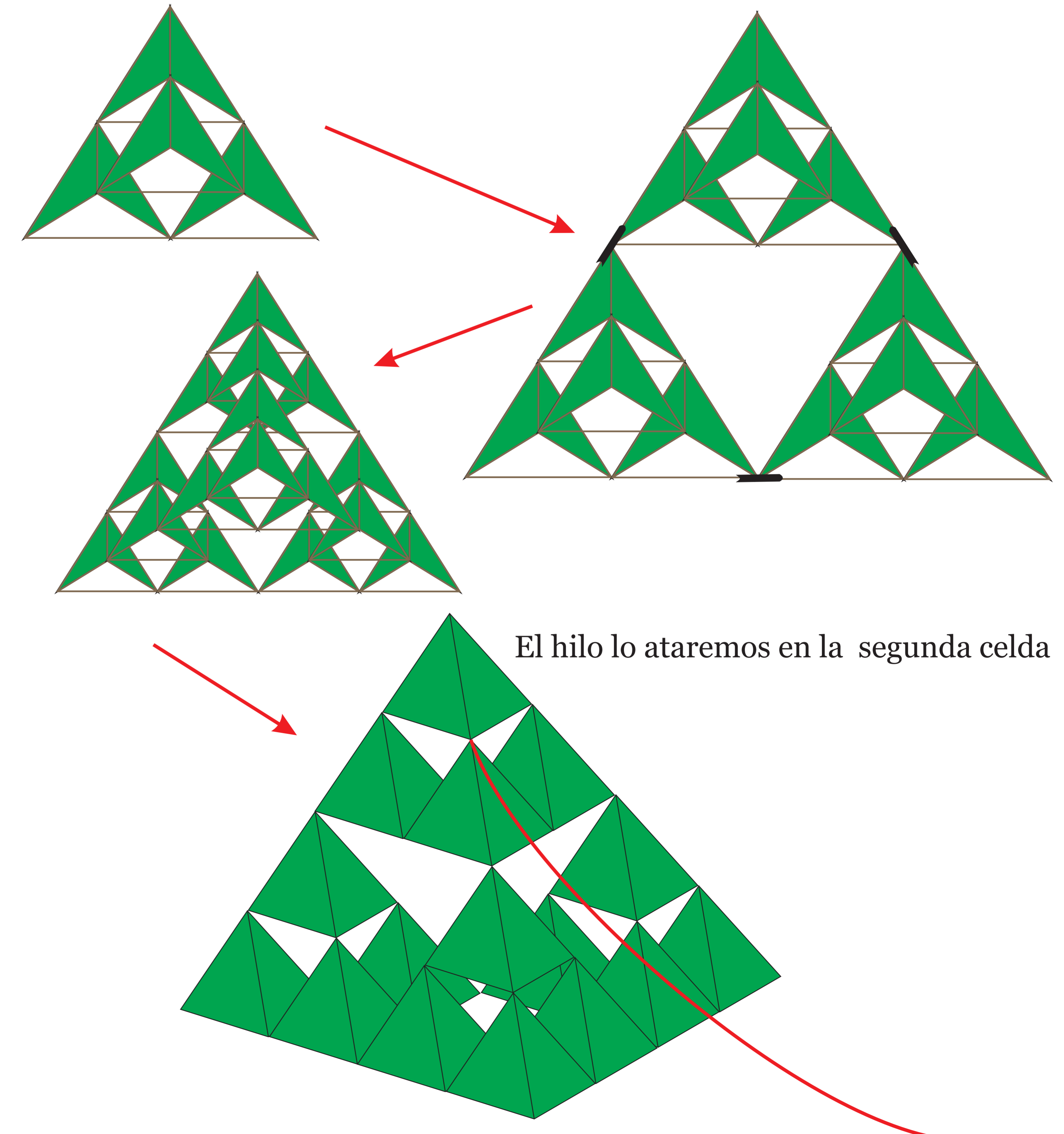
Construcción de una cometa de cuatro celdas



Construcción de una cometa de veintidós celdas



Construcción de una cometa de dieciséis celdas



Otras estructuras posibles

