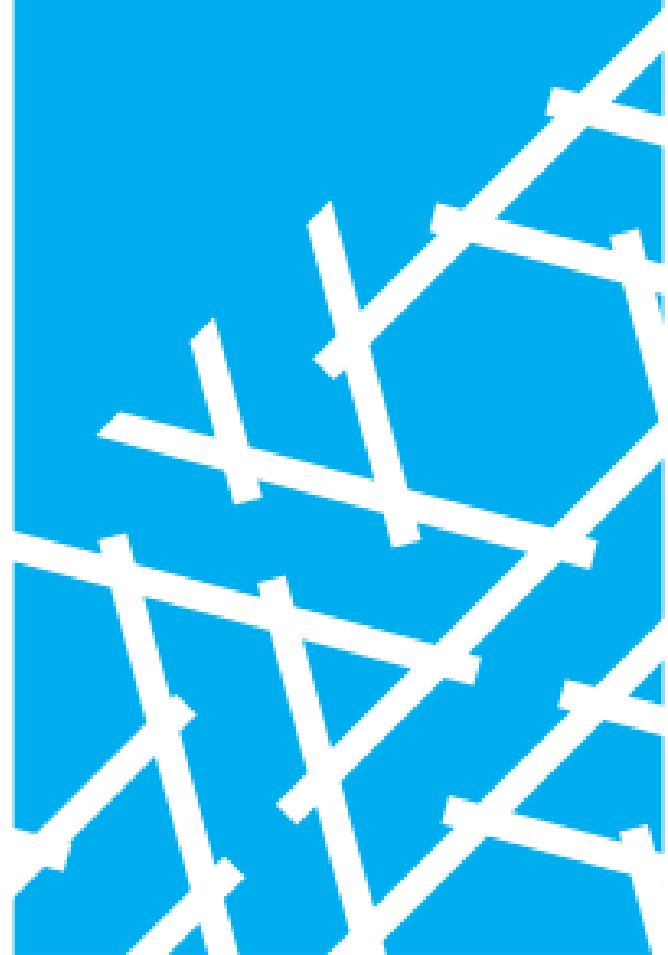


LEONARDO

Guia Didàctica



Índex

1 QUÈ ÉS LEONARDOME?
Pàgina 3

**2 CAP A UN APRENTATGE
SIGNIFICATIU**
Pàgina 4

3 L'ORIGEN
Pàgina 5

4 COMENCEM A CONSTRUIR?
Pàgina 7

**5 TRES PREGUNTES AMB
RESPOSTA**
Pàgina 13

6 ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ
Pàgina 14

ENS TROBARÀS A:

www.leonardome.com

www.mmaca.cat/les-cupules-de-leonardo



LeonarDome



LeonarDomeProject



LeonarDome



@Leonar.dome

1

QUÈ ÉS LEONARDOME ?

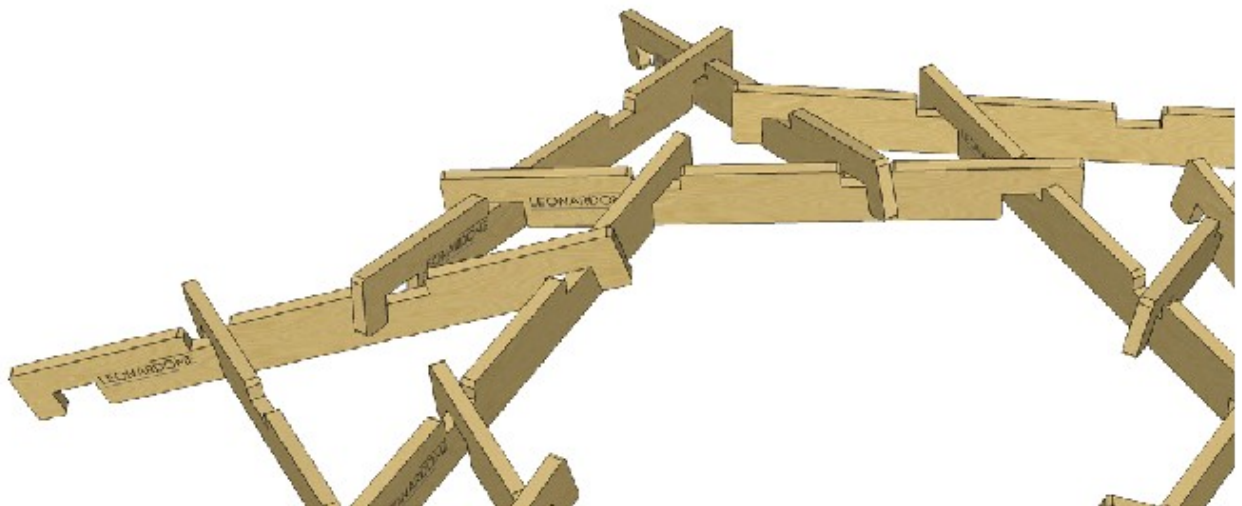
Tens a les mans el material didàctic per construir les cúpules de **Leonardo da Vinci**. Una proposta pedagògica innovadora, multidisciplinària i lúdica que ofereix experimentació i treball en equip.

Leonardome és un kit educatiu per construir estructures en forma de cúpula.

Amb 50 peces iguals de fusta ecològicament sostenible és possible aixecar estructures de 3 m de diàmetre sense cap element d'unió.

Amb 250 peces, les cúpules resultants de 5 metres de diàmetre permeten acollir sota seu un grup sencer.

El repte permet treballar diversos conceptes i habilitats, des de la geometria (base de l'activitat) fins a la història, l'art, la tecnologia o l'arquitectura.



2

CAP A UN APRENTATGE SIGNIFICATIU

Leonardome és útil per als diferents nivells educatius (infantil, primària i secundària) i per espais de lleure i formació no reglada. A partir de la dinàmica col·lectiva els alumnes desenvoluparan capacitats espacials, manuals i constructives.

Què aprendrem? Conceptes clau i coneixements

MATEMÀTIQUES

Desenvolupa la capacitat de raonament i la facultat d'abstracció.

Describeix patrons i relacions espacials i aplica transformacions geomètriques.

Utilitza la visualització i els models geomètrics per resoldre problemes.

HISTÒRIA

Es basa en un document històric (el Codex Atlanticus) de Leonardo da Vinci.

Ensenya a apreciar les diferents produccions artístiques i a contextualitzar-les en cada moment històric.

ART

Descobrirem Leonardo com a artista del Renaixement.

La cúpula forma part d'edificis al llarg de tota la història de l'art.

Ha inspirat artistes contemporanis com Rinus Roelofs i Buckminster Fuller.

TECNOLOGIA

La cúpula és una solució tècnica a un sistema de coberta.

Es tracta d'una estructura estable i de suport mutu entre els seus elements (arquitectura).

Contempla les lleis bàsiques de l'estàtica i la resistència dels materials (física).

Revoluciona el camp de l'enginyeria (cúpula geodèsica).

Fa un ús sostenible de la tecnologia (eficiència energètica i dels materials).

COMPETÈNCIES TREBALLADES

- Competència matemàtica
- Competència comunicativa
- Competència artística i cultural
- Competència d'aprendre a aprendre
- Competència d'autonomia i iniciativa personal
- Competència d'interacció amb el món físic

3

L'ORIGEN

Genial i polifacètic, Leonardo da Vinci (1452-1519) va ser l'arquetip d'home del **Renaixement**. La seva faceta d'artista és la més coneguda però també va destacar en el disseny de màquines i l'enginyeria.

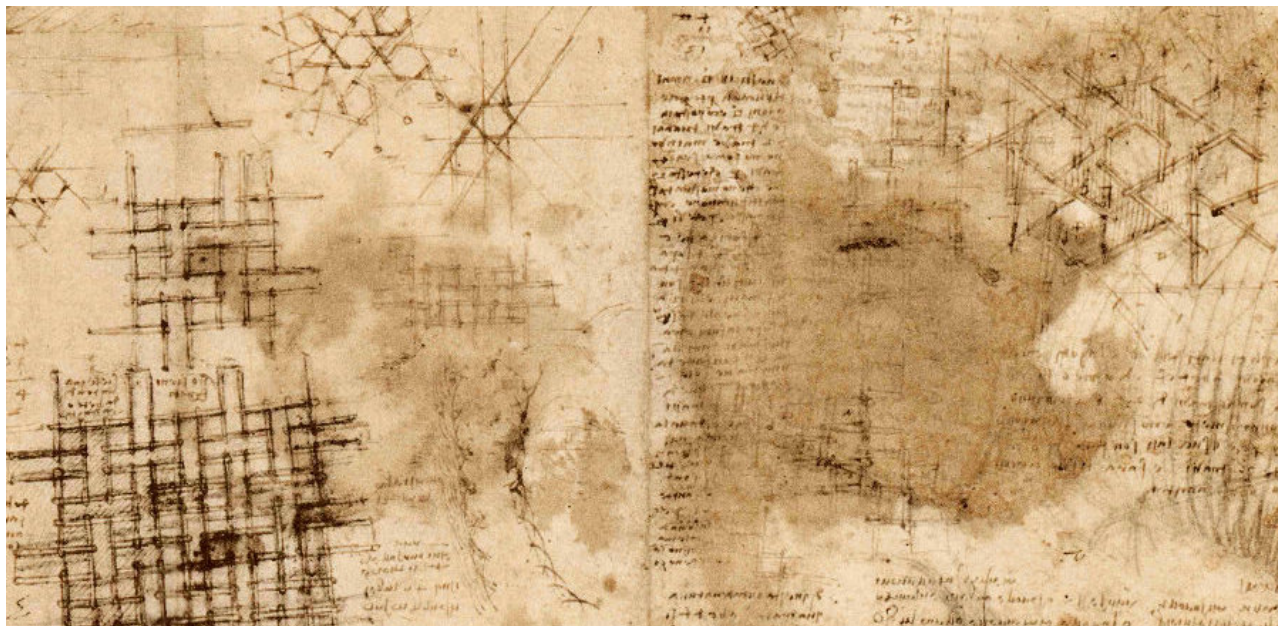
Leonardo va treballar la construcció de ponts i cúpules a partir del suport mutu de les peces.

Un dels dibuixos detallats d'aquesta idea és el del pont realitzat amb bastons



(full 71v del Codex Atlanticus).

El mateix principi que s'aplica al pont es pot desenvolupar en dues direccions per cobrir un espai. Leonardo en fa un esquema al Codex Atlanticus.



(fulls 899v i 899r del Codex Atlanticus)
<http://www.leonardodigitale.com>

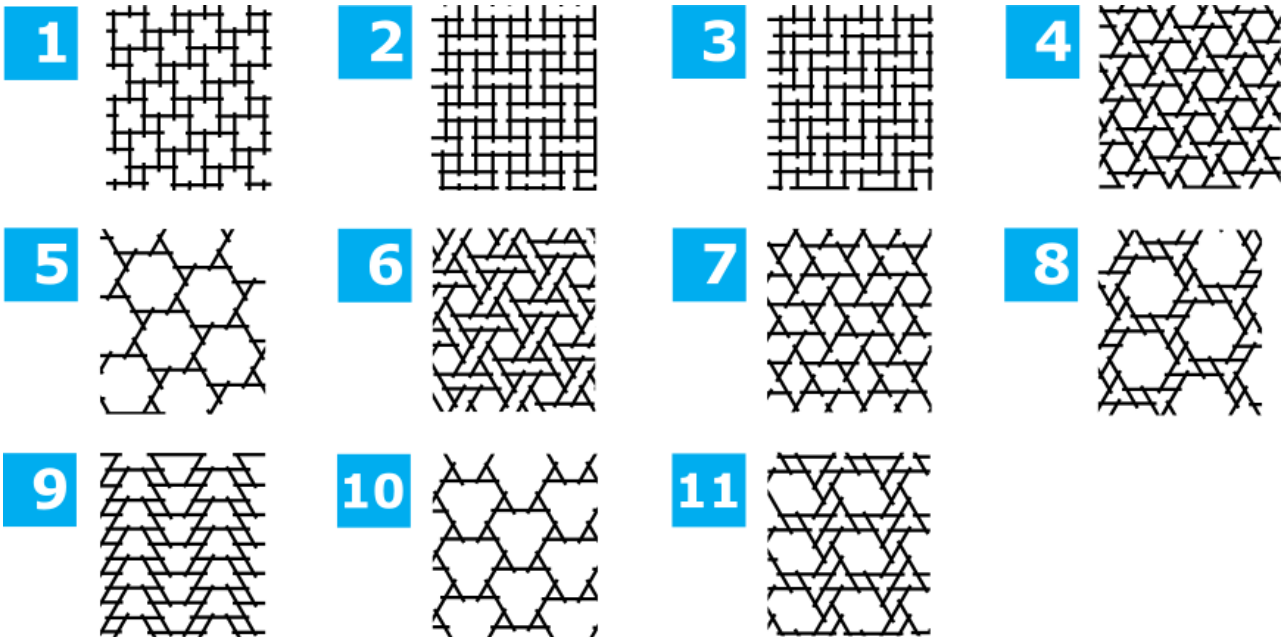
Aquest és el principi de Leonardome: un acoblament tridimensional d'elements que es donen suport mútuament. La idea es coneix com a "estructura recíproca" (reciprocal frame) en el camp de l'arquitectura.

L'escultor contemporani **Rinus Roelofs** va descobrir aquests dibuixos i n'ha investigat possibles patrons geomètrics, les seves simetries i n'ha fet magnífiques derivacions escultòriques.

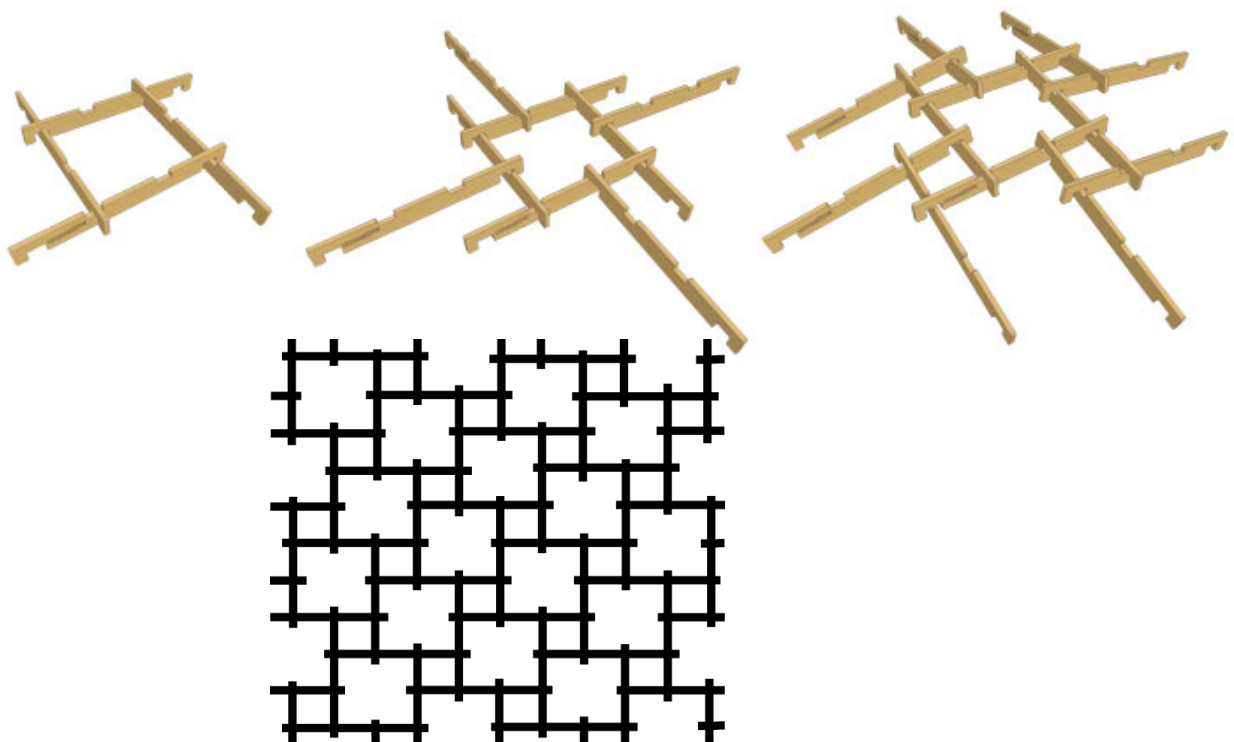
El **Museu de Matemàtiques de Catalunya (MMACA)** ha desenvolupat un disseny propi d'aquests esquemes inspirant-se en els treballs de Leonardo da Vinci i Rinus Roelofs.

4 COMENCEM A CONSTRUIR?

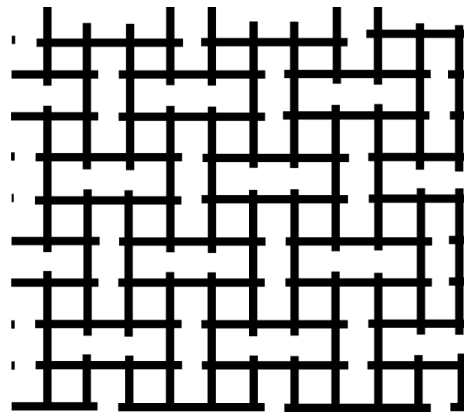
Aquests són els 11 patrons que proposem per començar



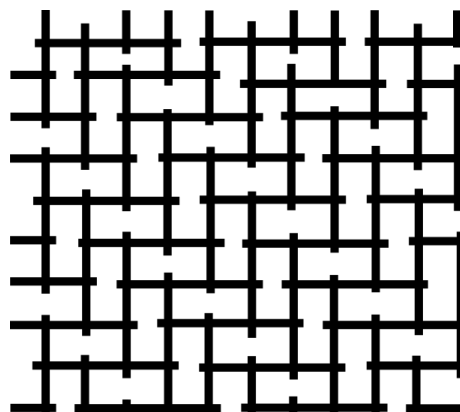
El model número **1** format per quadrats de dues mides



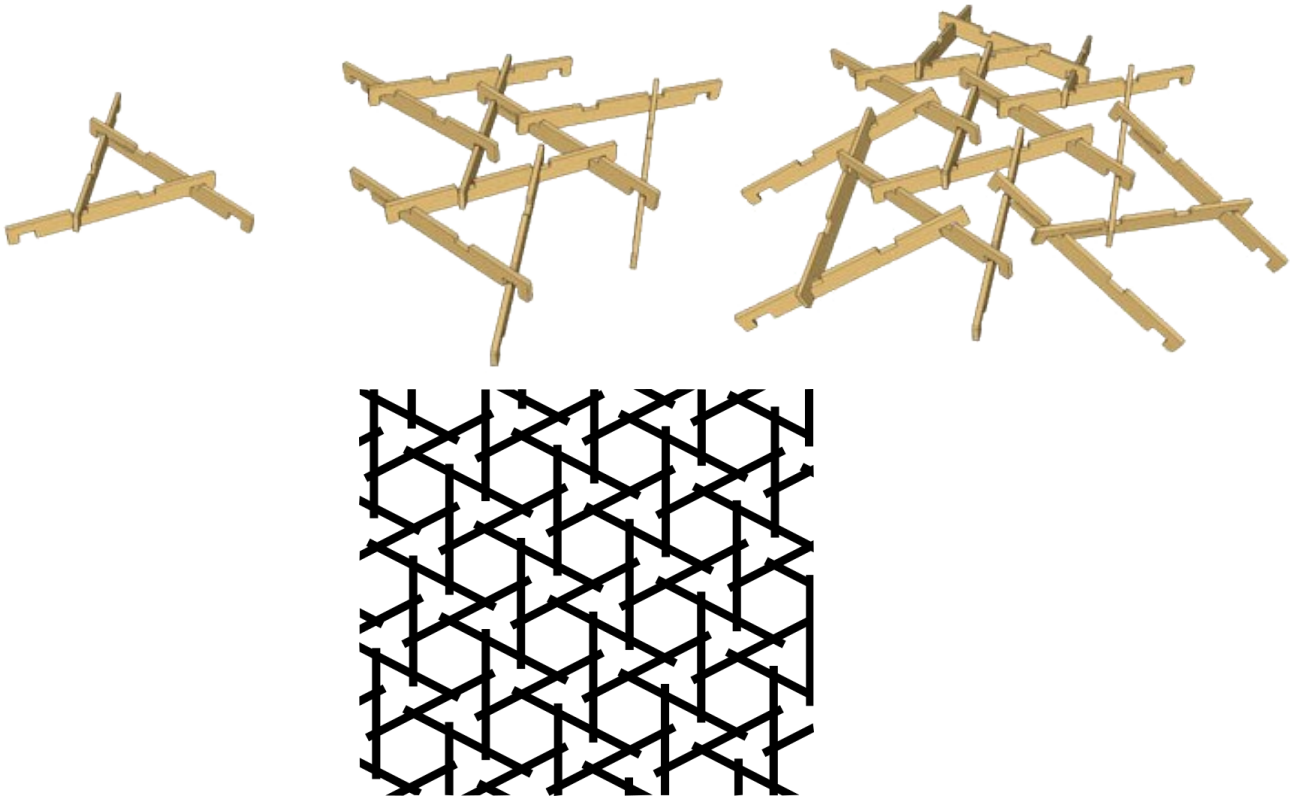
El model número **2** format per rectangles i quadrats.



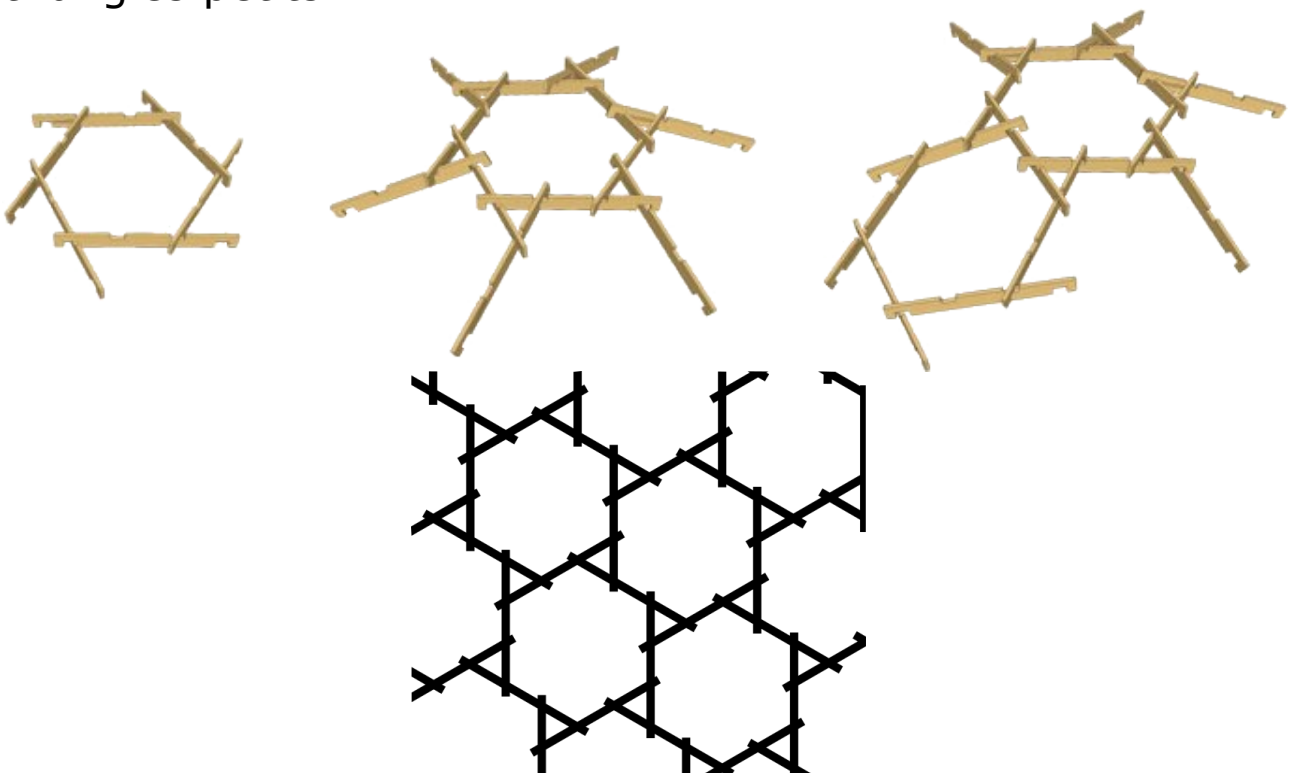
El model número **3** format per rectangles iguals col·locats en forma d'espiga.



El model número **4** format per hexàgons petits envoltats de triangles.



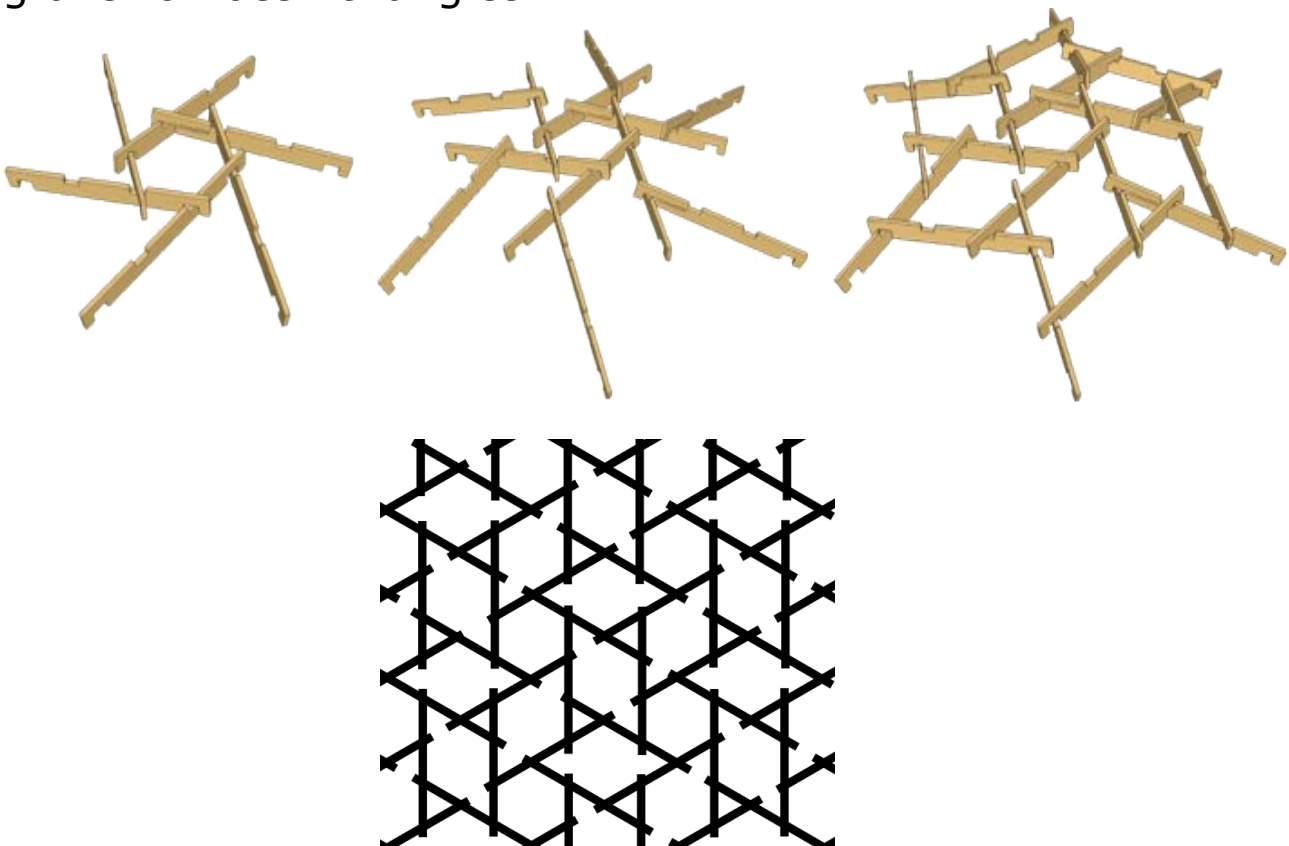
El model número **5** format per hexàgons grans i triangles petits



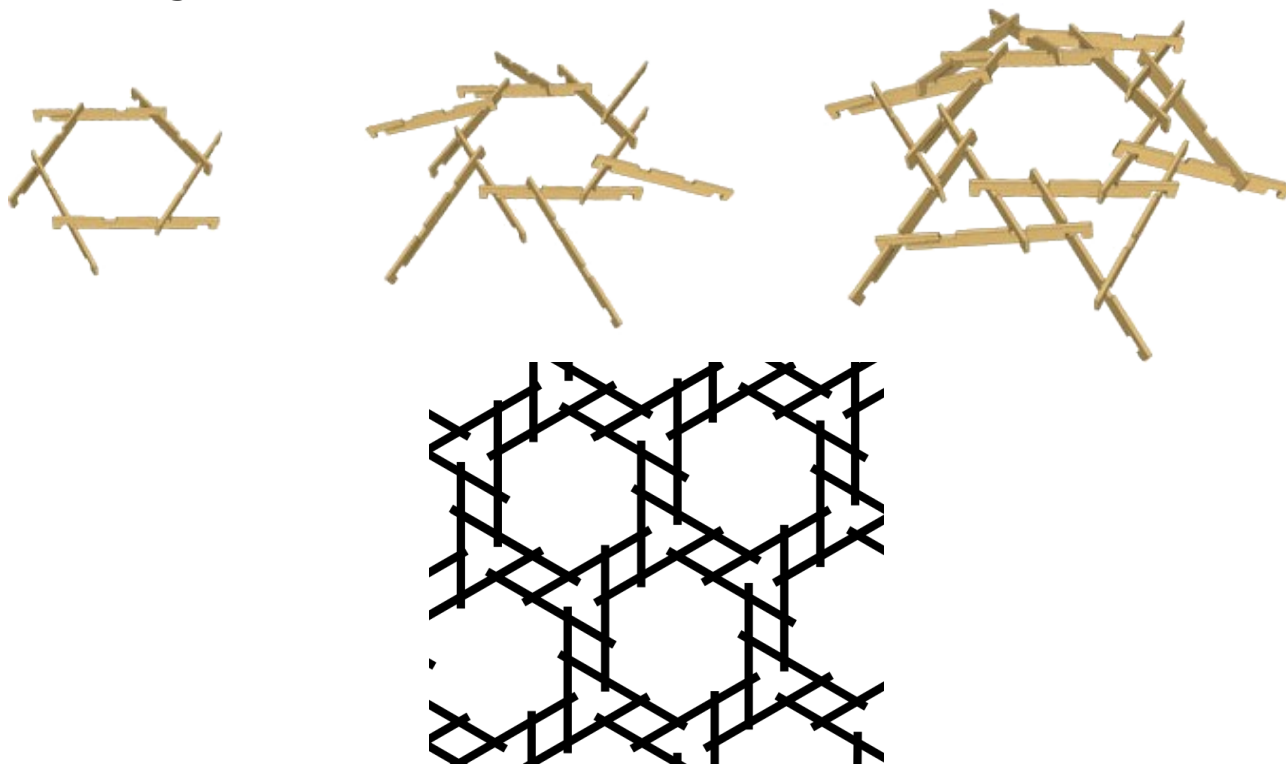
El model número **6** format per hexàgons envoltats de paral·lelepípedes.



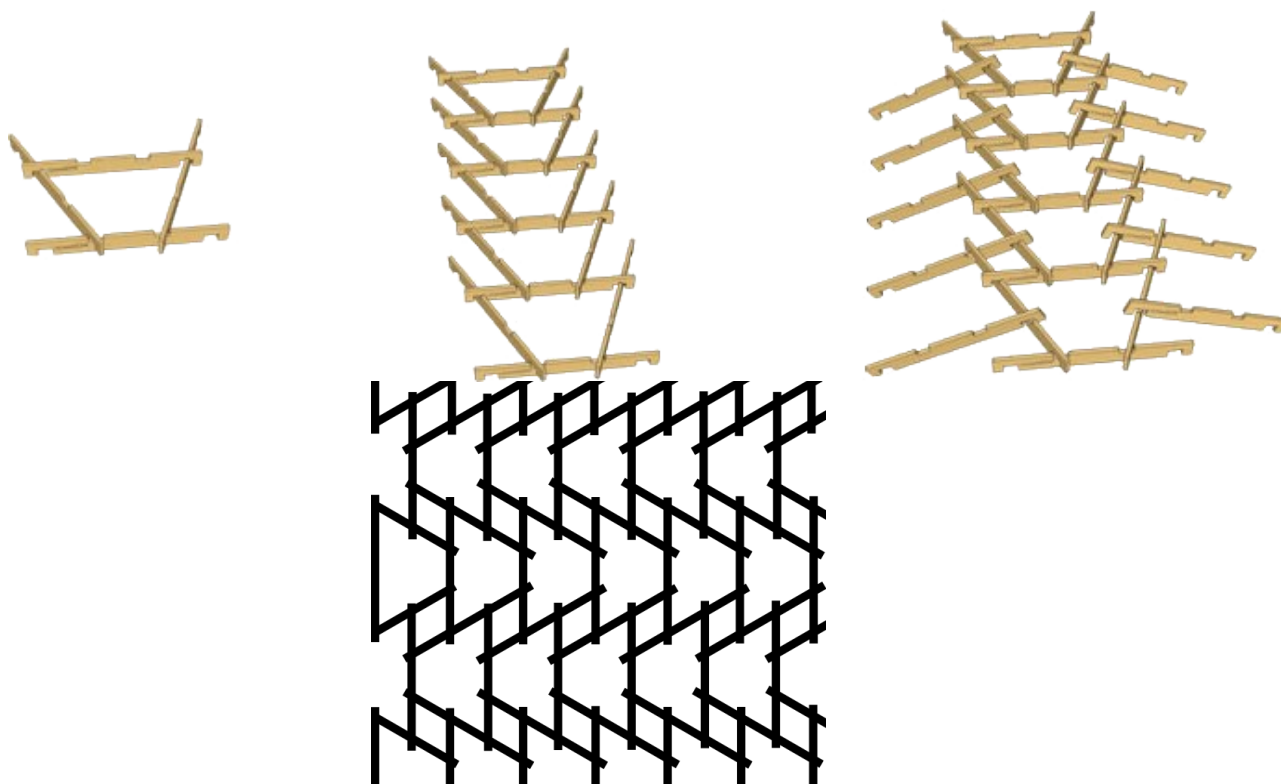
El model número **7** format per hexàgons envoltats de grans rombes i triangles.



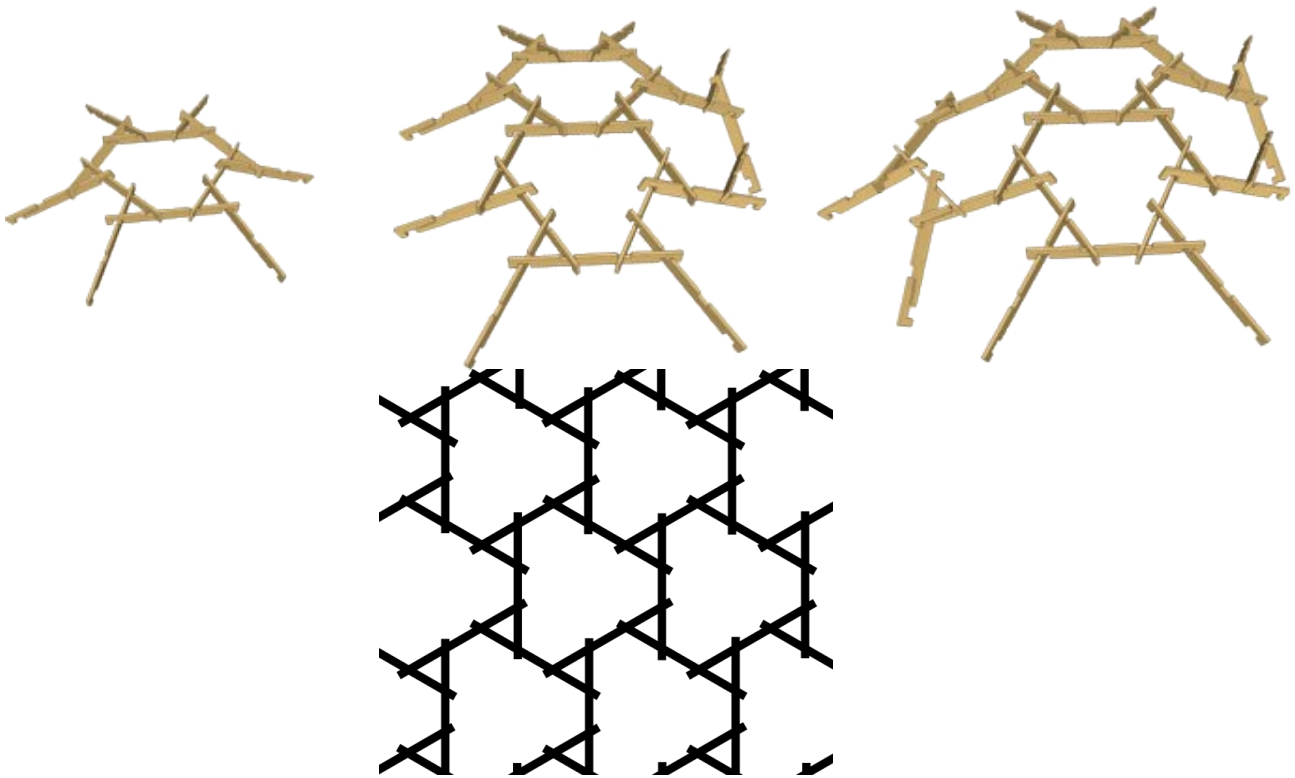
El model número **8** format per grans hexàgons separats per una sanefa de triangles i rombes.



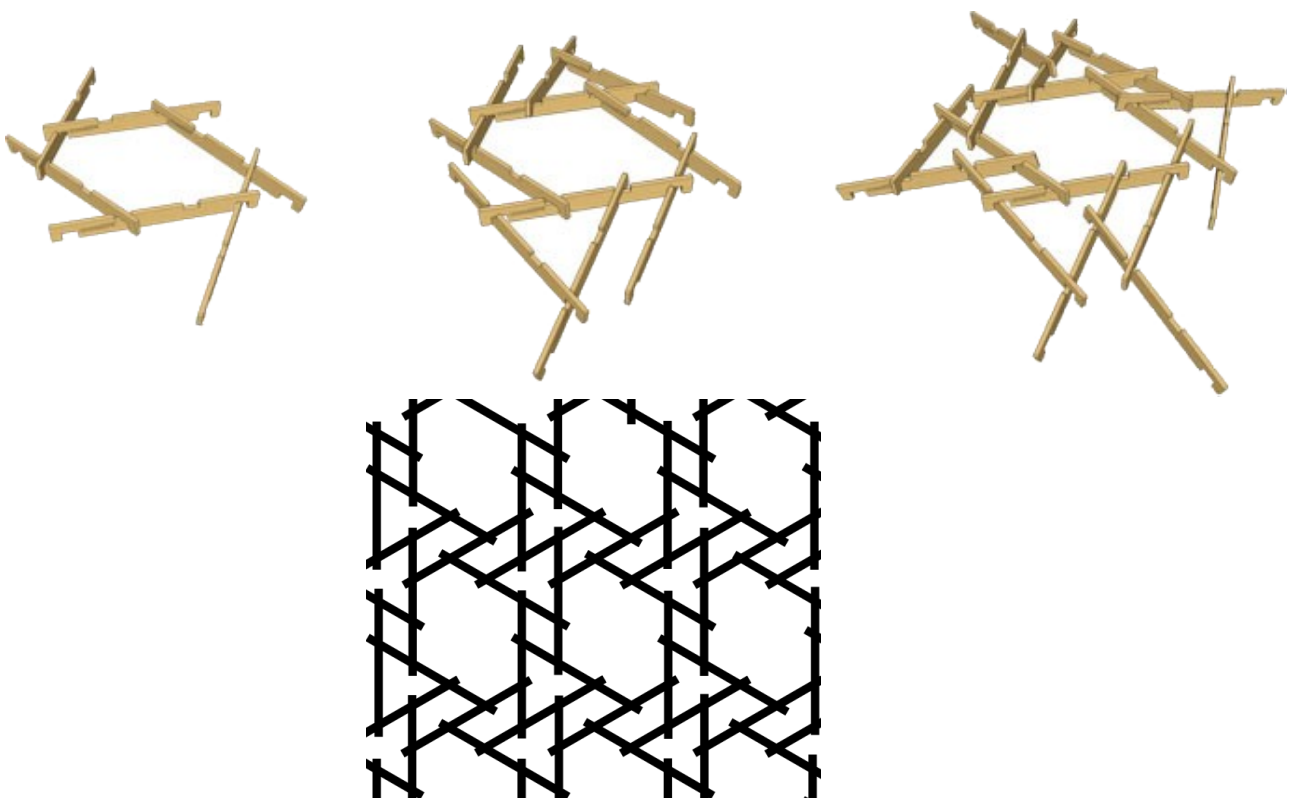
El model número **9** format per trapezis en forma de fletxa que alternen dos sentits.



El model número **10** format per hexàgons irregulars i triangles petits.



El model número **11** format per hexàgons irregulars, rombes i triangles.



5

TRES PREGUNTES... AMB RESPOSTA

- **Si segueixo patrons plans, per què s'acaba formant una cúpula?**

El motiu que l'estructura es vagi corbant, és que el fons de les 4 osques no està alineat. Això provoca una deformació de l'estructura plana. Si les osques superiors fossin més profundes, l'estructura no s'aixecaria.



- **Per què costa més col·locar les últimes peces?**

La flexibilitat de l'estructura es va exhaurint a poc a poc. Especialment en les cúpules formades per grans hexàgons s'arriba ràpidament al punt que, en posar una peça més, salten les peces veïnes.

- **Es pot arribar a tancar la cúpula com si fos una pilota?**

Amb aquests 11 patrons no és possible, ja que són estructures planes. És possible, però, crear una estructura derivada de l'icosaedre truncat (la pilota de futbol) formada per 12 pentàgons i 20 hexàgons. Caldria subjectar totes les unions de forma que es mantinguin en posició invertida.

6

ACTIVITATS D'AMPLIACIÓ

Rotllana autosostenible!

Comenceu fent una rotllana amb tots els participants drets, aneu girant a la vegada que feu el cercle cada cop més petit i tothom s'apropa. Seguiu-vos acostant i poseu-vos de costat; farem la rotllana encara més petita acostant-nos als companys i posant les mans sobre les espatlles del que tenim davant nostre.

Ara, a poc a poc, ens podem anar flexionant fins a quedar completament asseguts sobre els genolls del company de darrere, mentre que el company de davant el tenim assegut sobre els nostres genolls.

Si ho fem amb compte i de forma coordinada no caurem i ens adonarem que estem reproduint el mateix principi de les cúpules de Leonardo: les diferents peces se sostenen mútuament!

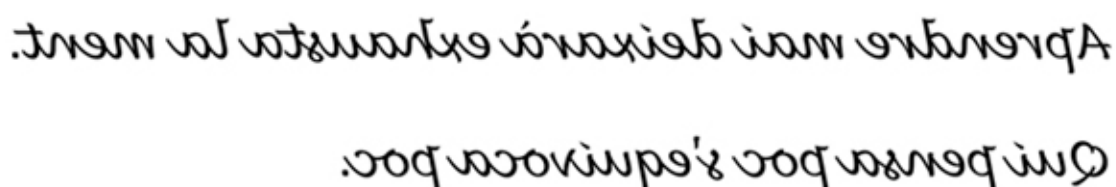
Si no hem caigut, podem seguir amb un seguit de reptes cada cop més difícils: aixequem la mà interior, aixequem les dues mans, toquem el terra de la part interior de la rotllana, ...

Espectura especular

Sabies que Leonardo da Vinci va escriure la majoria de les seves anotacions personals fent servir l'espectura especular? Aquest senzill mètode de xifratge consisteix a escriure sobre el paper en la direcció oposada a la que utilitzem la majoria de les persones. Així, el resultat és una imatge especular de l'espectura normal ("al revés"): apareix normal quan es reflecteix en un mirall.

Es creu que Leonardo la utilitzava per "camuflar" alguns dels seus textos, que podrien considerar-se inapropiats per l'època; també podria estar relacionat amb el fet que era esquerrà.

Pots provar, per exemple, de llegir aquest pensament de Leonardo:



Aprimare mai dekará extrata la ment.
Qm bvera doc & ednoca doc.

Hi ha una altra forma d'escriure que no és especular però hi està estretament relacionada: es tracta d'escriure també de dreta a esquerra però sense girar les lletres individualment.

Per exemple, llegiu i transcriviu la següent frase:

***.uev al racexia'd uitom abort on ,alrap èuq ed pas
tatirev ed iuQ***

Hi ha noms com ANNA o LLULL que es llegeixen igual en els dos sentits. Són els palíndroms. També hi ha frases amb aquesta característica, per exemple:

Català

***Sé on no és.
És així, ase!
No sap pas
on!***

Español

***Sé verle del revés
La ruta natura.
No traces en ese
cartón.***

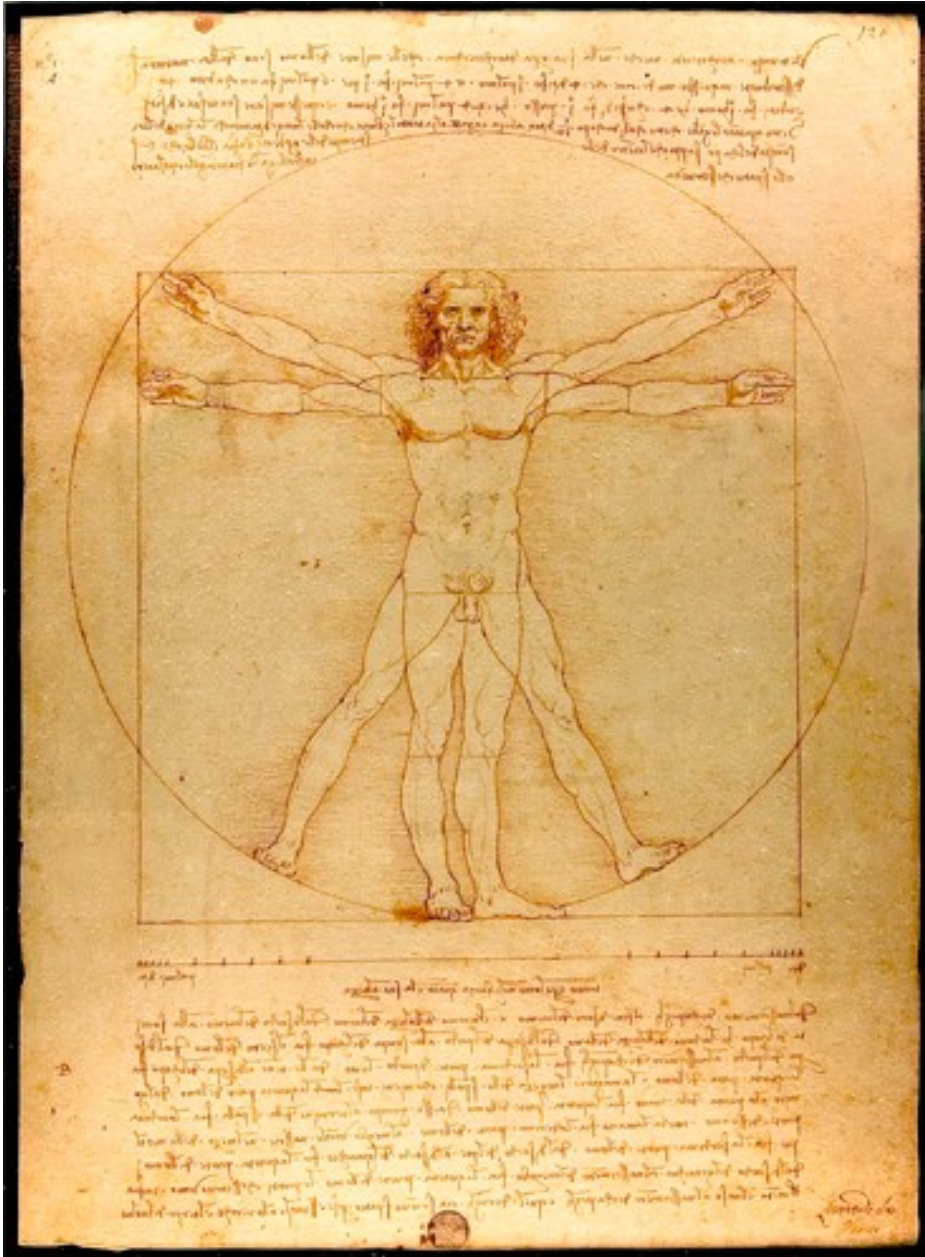
English

***God saw I was
dog.
Madam, I'm
Adam.
Never odd or
even.***

Podeu buscar-ne més?

Tots som iguals: Les proporcions del cos humà

El cèlebre Home de Vitruvi és el protagonista de la següent proposta. El dibuix representa una figura masculina en dues posicions sobreimpreses de braços i cames i inscrita en un cercle i un quadrat.



L'Home de Vitruvi, dibuix de Leonardo da Vinci cap a 1492 ([Wiquimedia Commons](#))

Estem davant d'un estudi de les proporcions del cos humà, realitzat a partir del tractat De Architectura de Vitruvi, arquitecte de l'antiga Roma. També es coneix com el Canon de les proporcions humanes.

Segons escriu el mateix Leonardo, l'alçada d'una persona és exactament la longitud dels braços estesos (envergadura). Voleu comprovar-ho?

Assenyaleu la vostra alçada en una paret, estireu els braços i veureu com, tocant el terra, arribareu a tocar exactament aquest punt.

A més, Leonardo ens parla d'altres proporcions que podem comprovar per cadascú de nosaltres.

- Un palmell equival a l'amplada de quatre dits.
- Un avantbraç equival a l'amplada de sis palmells.
- L'alçada d'un home són quatre avantbraços.

Així que podem concloure que tots tenim la mateixa alçada! (si la mesurem amb els nostres dits).

Calculeu, doncs, exactament, quants dits mesurem d'alçada.

El paracaigudes de Leonardo

Leonardo estava fascinat amb el vol dels ocells: els seus escrits estan plens de dibuixos d'ales, màquines voladores o, fins i tot, paracaigudes.

Et proposem comparar el temps de caiguda de dos fulls de paper de la mateixa mida. Un d'ells serà llis i l'altre, arrugat en forma de pilota. Què ha passat?

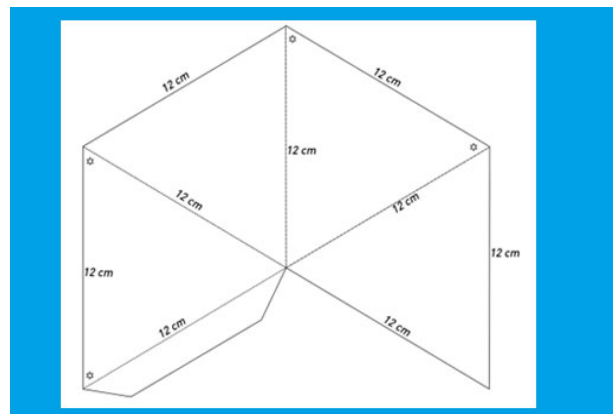
Si la caiguda només depengués del pes, haurien de caure exactament igual, com passaria en un ambient sense aire (per exemple, a la lluna o dins una cambra de buit).

Leonardo va ser un dels primers a entendre que l'aire té pes i volum i va dibuixar un paracaigudes en forma de piràmide.

T'animes a construir el model amb cartolina?

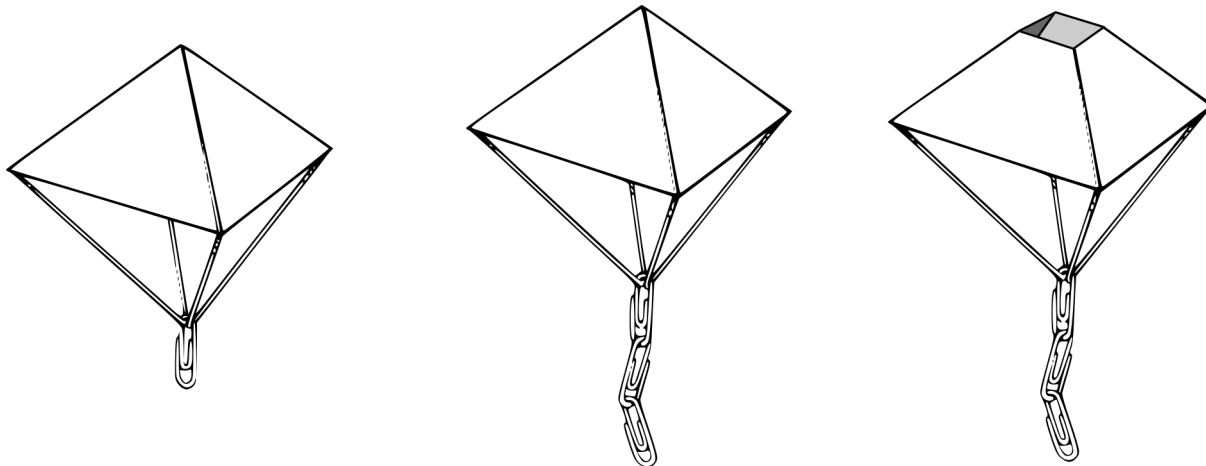
Necessites: Full A4 de 120 g/m² (cartolina), fil, clips, tisores, pega, regla, compàs.

- Imprimeix la pàgina 22 o dibuixa la figura.
- Retalla per les línies contínues.
- Doblega per les línies de punts.
- Fes 4 forats en els llocs assenyalats per estrelles.
- Enganxa la pestanya.
- Passa dos trossos de fil pels forats i lliga'ls.
- Posa un clip com a pes. Si cal, modifica la llargada dels fils. El clip ha de quedar centrat.



Ha arribat el moment de la veritat: deixa anar el paracaigudes des d'una alçada. Què ha passat?

Posa-hi més clips; funciona millor?



Segurament el paracaigudes es capgira. El motiu és que l'aire de dins la piràmide ha de sortir d'alguna forma i, en fer-ho pels costats, crea unes forces que el fan bolcar. És per això que molts paracaigudes tenen un forat central per permetre que l'aire surti sense crear forces laterals.

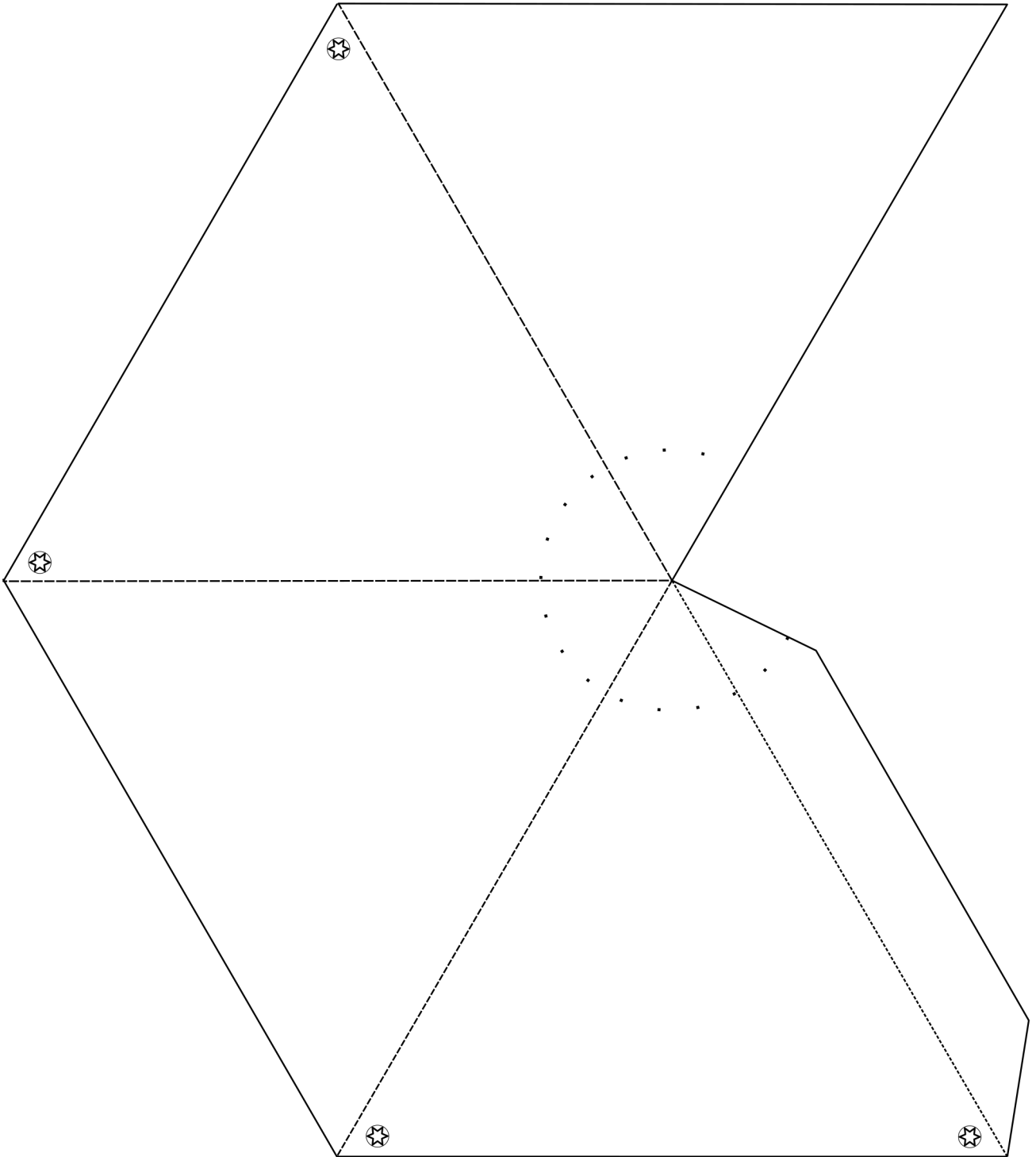
Talla el vèrtex de la piràmide de forma que quedi un forat quadrat d'1 cm aproximadament. Prova ara el paracaigudes.

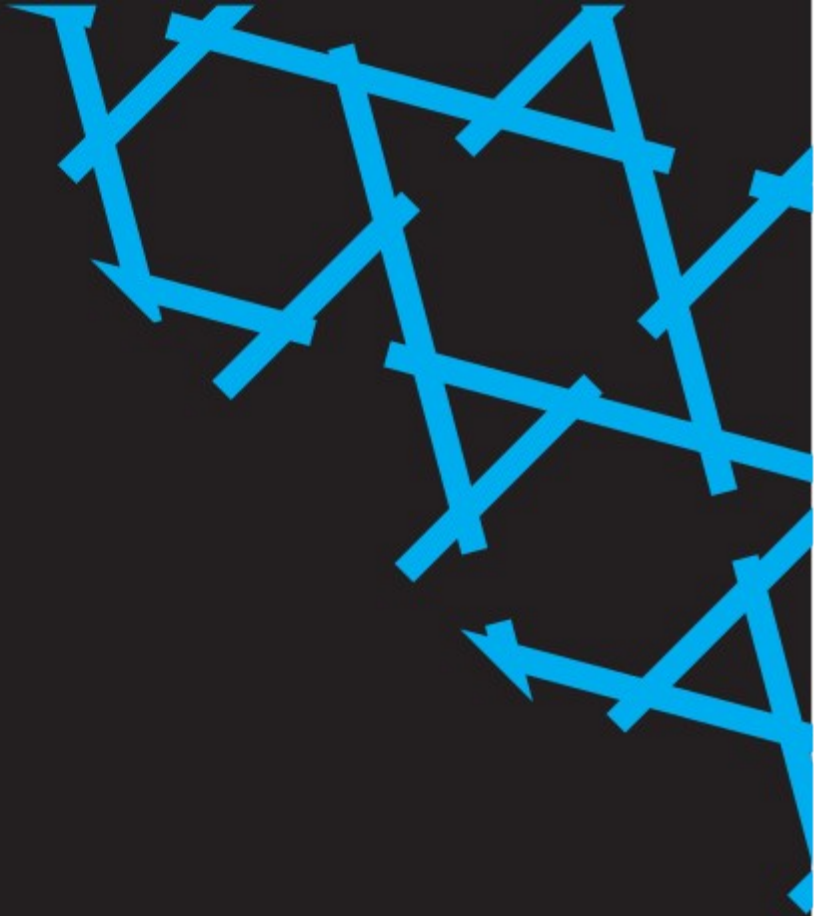
Pots provar diferents mides del forat central, com més gran menys es bolca. El problema és que el paracaigudes cau més de pressa, ja que n'hem disminuït la superfície.

Pots experimentar diferents dissenys de paracaigudes, per exemple, fent la piràmide més plana o fent més forats.

Més possibilitats:

- Construcció d'un paracaigudes reciclant un paraigua vell: <https://www.instructables.com/id/Umbrella-Parachutes/>





www.leonardome.com