



TAPPA 4

VITA SULLA TERRA
Obiettivo 15 - Agenda 2030

API MATEMATICHE



**MATERIALI REALIZZATI
DAI BAMBINI E RAGAZZI DELLA SCUOLA
IMC DI CEPINO**

A.S. 2022/2023



API MATEMATICHE

Il 20 Maggio è la “Giornata Internazionale delle Api”, una celebrazione istituita dall’ONU per sensibilizzare il mondo sull’importanza di questi animali nell’ecosistema terrestre.

Il lavoro svolto dalle api è fondamentale perché, oltre che fornirci miele e cera, attraverso l’impollinazione, è responsabile del ciclo di fioritura di quasi ogni pianta presente sulla terra, quindi anche frutta e verdura.

Secondo la FAO (Food and Agriculture Organization) un terzo della produzione di cibo mondiale è legata alle api.



Appare evidente quanto sia necessario preservare questi animali dai rischi legati all’attività umana, in particolare dall’inquinamento e dai pesticidi.

Ciò che pochi sanno tuttavia è che le api sono anche **eccellenti matematiche!**

Gli scienziati ritengono infatti che questi piccoli insetti siano in grado di calcolare gli angoli e persino riconoscere la curvatura terrestre.

Tuttavia la massima espressione delle loro conoscenze matematiche si può notare nell'alveare.

Un alveare è fondamentale nella vita di un'ape in quanto rappresenta sia un rifugio sicuro che un magazzino per contenere il miele.

Per queste ragioni la sua forma deve essere un esempio perfetto di ottimizzazione: deve poter contenere la **maggior quantità di miele** possibile richiedendo il **minor sforzo** in fase di costruzione.

Se osserviamo attentamente una cella di un alveare noteremo che essa è un esagono regolare.

Perchè, tra tutte le possibili forme geometriche, le api hanno scelto proprio l'esagono?

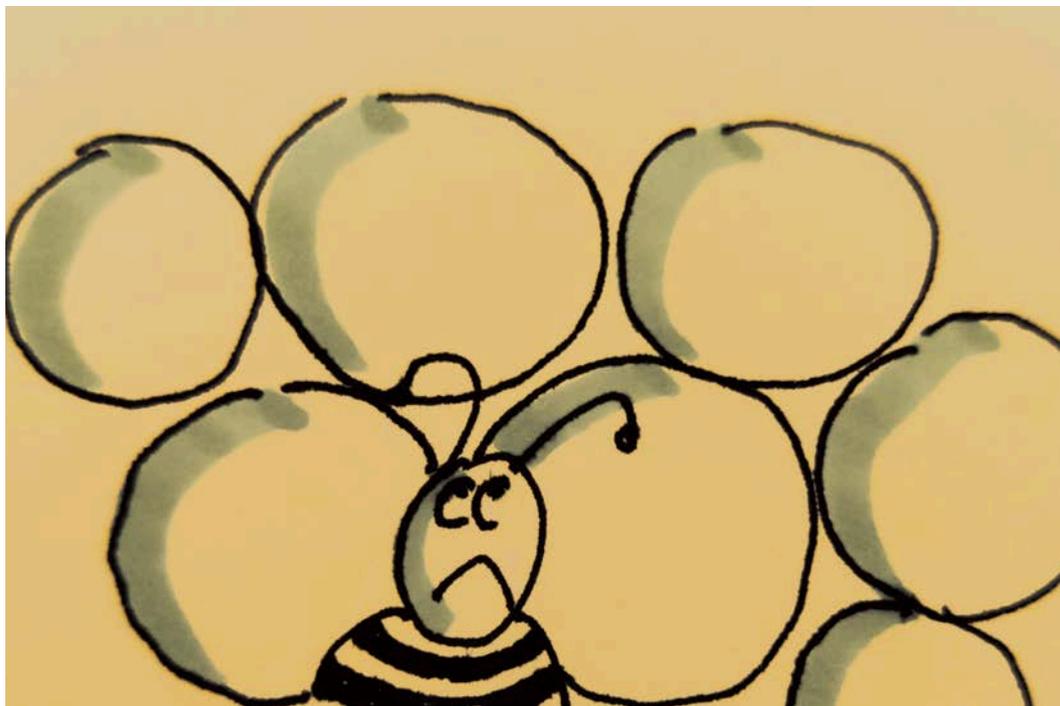
Per capire il problema dobbiamo sapere che per produrre 30 grammi di cera, il materiale di cui sono fatte le cellette, **ogni ape consuma all'incirca 250 grammi di miele!**

Un'ape dovrà perciò costruire la cella più grande possibile usando la minor quantità di cera possibile.

Matematicamente parlando dovrà trovare **la forma geometrica con area massima e perimetro minimo!**

Non c'è dubbio che la forma geometrica che risponda meglio a queste esigenze sia il cerchio.

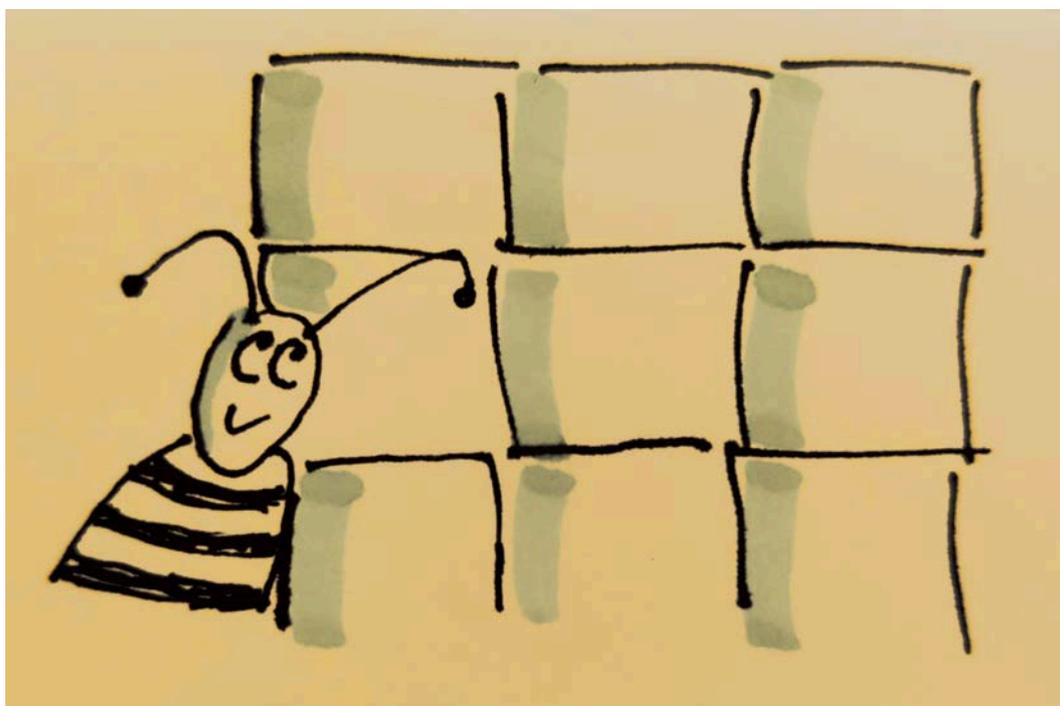
Tuttavia, come possiamo osservare dalla figura, costruendo tante cellette circolari si crea dello spazio tra le cellette, questo spazio è sprecato!



Potremmo pensare allora a dei triangoli equilateri...



Oppure a dei quadrati...



Oppure a dei pentagoni! No, i pentagoni no perché si formerebbe ancora lo spazio tra le cellette...



Curiosità:

Questo problema matematico era già noto nel 36 A.C. quando Marco Terenzio Varro si trovò a ragionare sulla forma della cella di un'ape e, avanzando qualche ipotesi, chiamò questo intricato problema “**La Congettura a Nido d’Ape**”.

La soluzione che abbiamo visto è stata dimostrata solo nel 1999 da Thomas Hales nel suo prezioso “**Teorema del Favo**”, più di duemila anni dopo!

Insomma, Congettura a nido d’Ape o teorema del Favo, in tutto questo tempo le api hanno continuato a costruire le loro resistenti, capienti ed efficienti celle esagonali!

BEES CAN DO MATHS

Bees are extremely important to our biodiversity.

They provide honey and wax and, most importantly, they pollinate the vast majority of the plants in the world (so fruits and vegetables as well).

According to the Food and Agriculture Organisation (FAO), a third of the world's food production depends on bees!



Nowadays bees are threatened by pesticides and air pollution. It is crucial to preserve them in order to keep the world's balance.

The World Bee Day (20th of May) raises awareness of the importance of bees and, in general, pollinators.

What many do not know is that bees are **excellent mathematicians!**

Scientists claim the tiny insects can calculate angles, and can even comprehend the roundness of the Earth.

But the most remarkable mathematical bee genius lays in the hive.

The hive is without any doubt the most important thing in a bee's life, it represents both a shelter and a place where to store the honey so it needs to be solid and at the same time spacious: in other words **it needs to be efficient!**

If we examine any piece of honeycomb, we will see that it is constructed from tightly packed hexagonal cells.

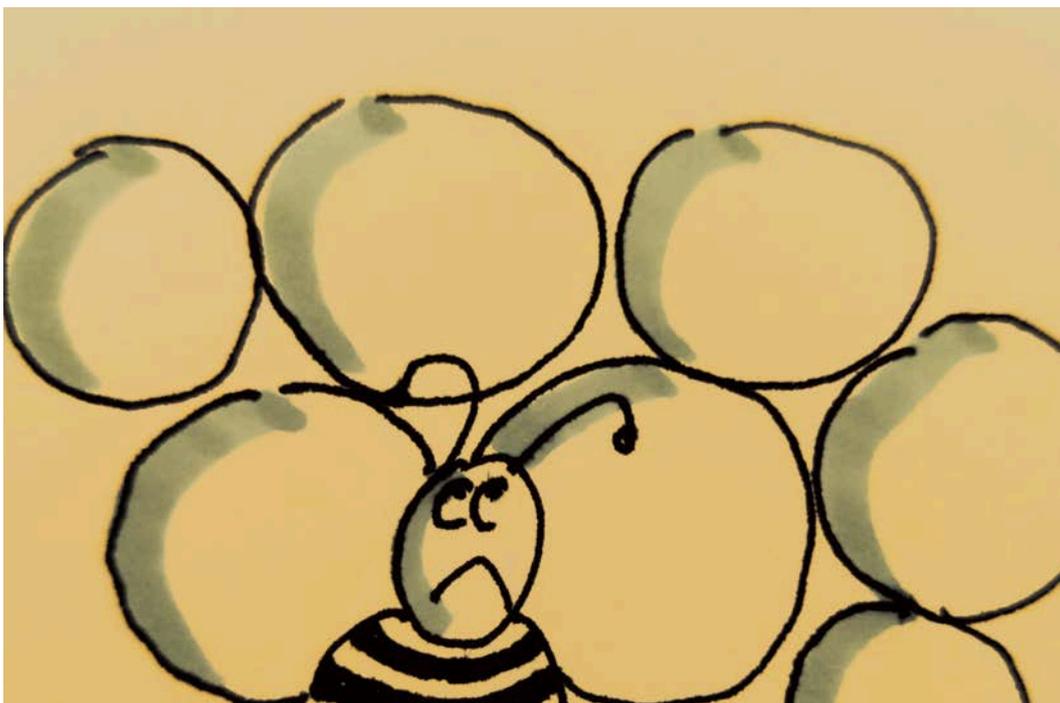
Of all the possible designs, why do honeybees chose the hexagon?

In order to understand the problem we need to know that bees have to consume 8 ounces of honey to produce 1 ounce of wax.

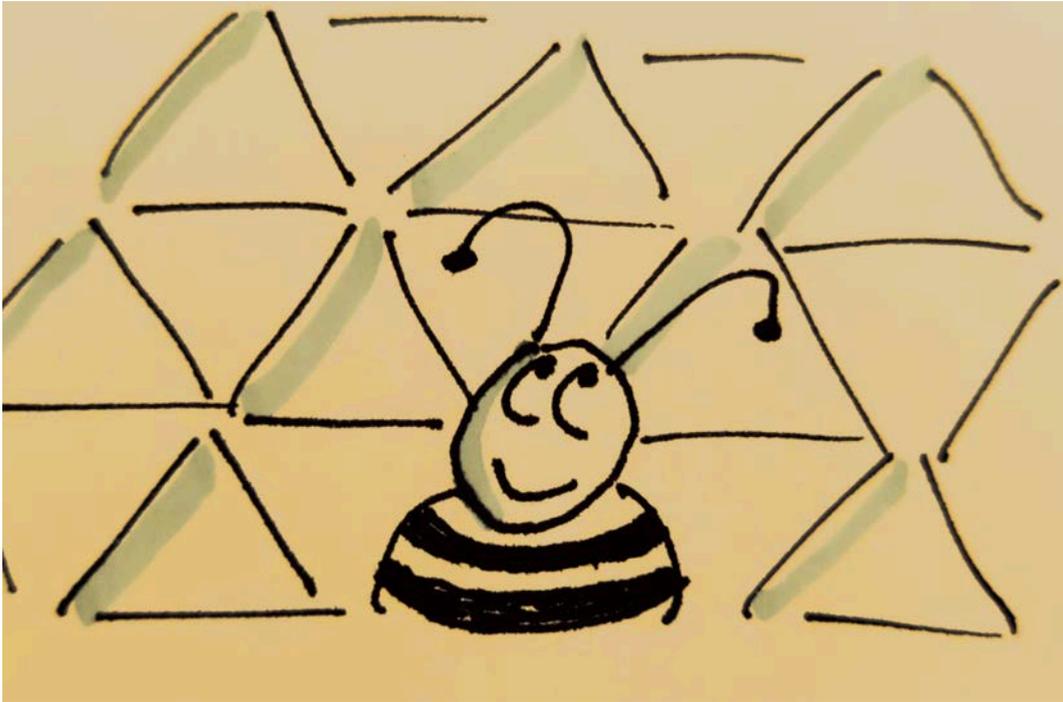
So they need a design that allows them to store **the largest possible amount of honey** using **the least amount of wax**.

Mathematically speaking this is a problem about the maximum area with the minimum perimeter!

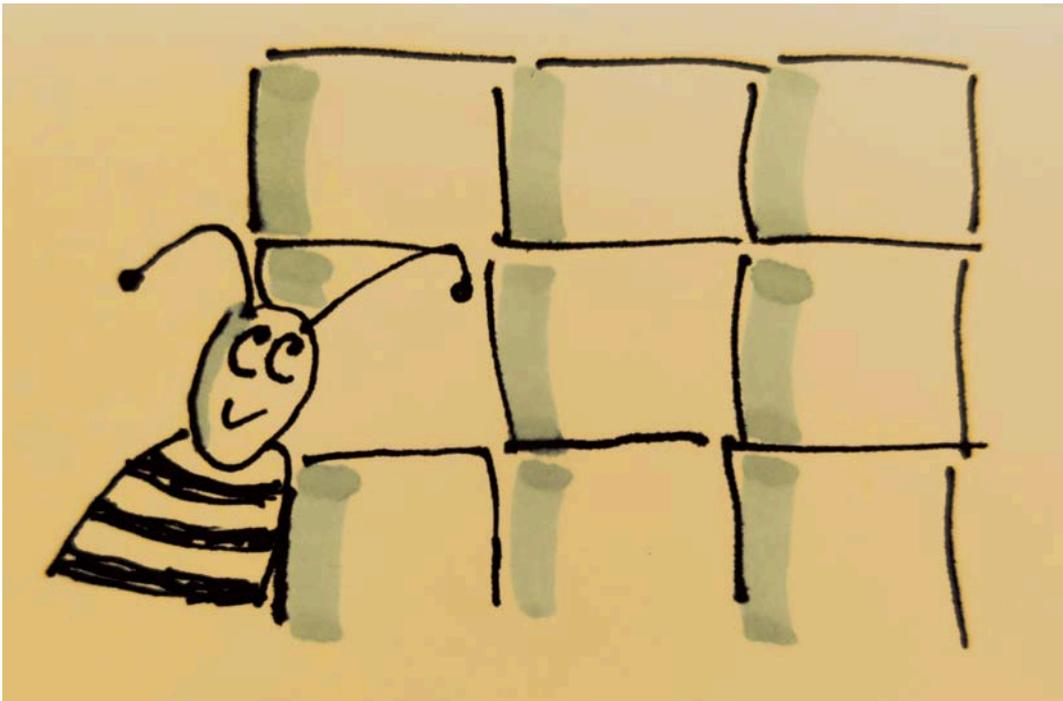
The best shape is without any doubt **the circle** but we will end up having little spaces between each unit...



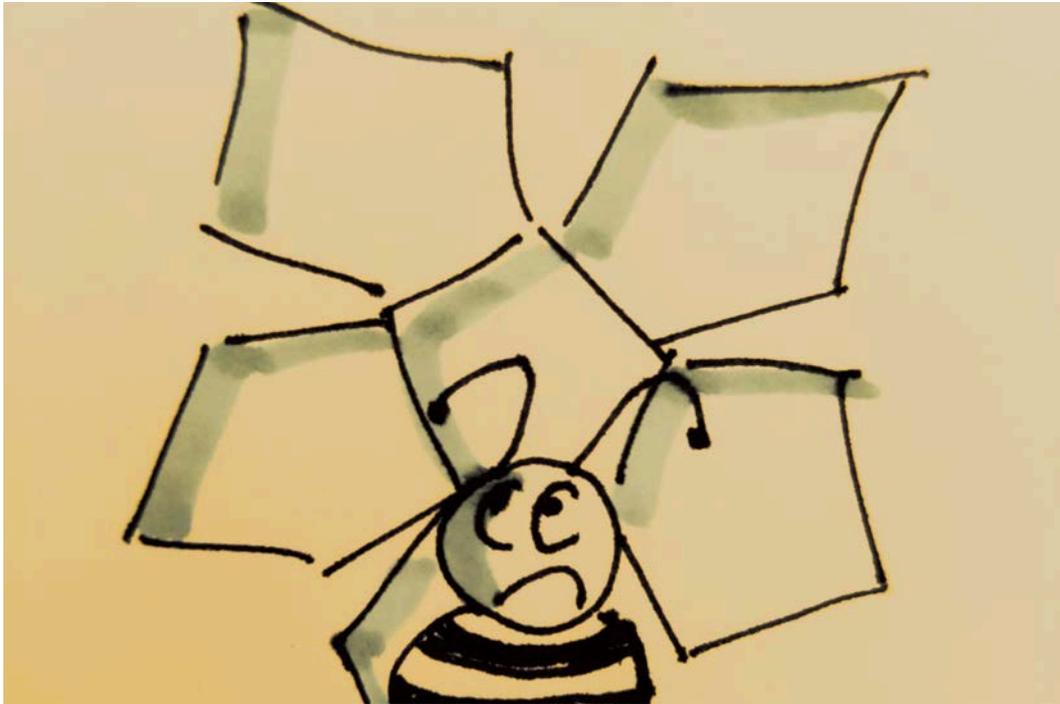
We might then choose triangles...



Or squares...



Or pentagons...but in this case we would still have spaces between units...



Or maybe we could choose hexagons...



We can easily proof that hexagon is the maximum area shape with the minimum perimeter!

$$A(\text{triangle}) = \frac{b \cdot h}{2}$$

$$A(\text{square}) = \text{side}^2$$

$$A(\text{hexagon}) = 6 \left(\frac{b \cdot h}{2} \right)$$

Curiosity:

This is a very old question.

In 36 B.C., more than 2000 years ago, Marcus Terentius Varro proposed an answer, which ever since has been called “**The Honeybee Conjecture**”. He believed that there might be a deep reason for this behavior: maybe a honeycomb built of hexagons can hold more honey, or maybe hexagons require less building wax.

However, the riddle was only solved in 1999 - more than 2000 years later! - by Thomas Hales in his celebrated “**Honeycomb Theorem**”.