

Miracolul perfecțiunii: fractali fascinanți creați de natură

Codrea Irina Rita - clasa a VII-a, Școala Gimnazială Singidava Cugir

Cârjean Andreea Maria - clasa a VII-a, Școala Gimnazială Singidava Cugir

Coordonator: prof. Predescu Stela, Școala Gimnazială Singidava Cugir

Categoria: Juniori

Secțiunea tematică: Științe fundamentale

Problema identificată:

Am fotografiat fulgii de zăpadă și ne-a uimit perfecțiunea matematică cu care sunt construiți.



Imaginea acestora ne-a stârnit interesul, ne-am documentat și am aflat că fulgul de zăpadă reprezintă un fractal, o figură geometrică fragmentată sau frântă, care poate fi divizată în părți, astfel încât fiecare dintre acestea să fie (cel puțin aproximativ) o copie miniaturală a întregului.

Termenul fractal provine din latinescul *fractus*, care înseamnă "*spart*", "*fracturat*".

Fractalii sunt structuri rafinate produse de natură, care se ascund chiar în fața ochilor noștri. Formele autosimilare repetitive au existat în jurul nostru dintotdeauna și ne-am propus să le descoperim.

Scopul proiectului: Evidențierea aplicabilității geometriei fractale în biologie, prin prezentarea unor exemple relevante de similitudini dintre figurile fractalice întâlnite în matematică, natură și corpul uman.

Obiectivele cercetării:

1. Identificarea fractalilor din natură, plante, animale și corpul uman;
2. Studiarea la microscop a preparatelor fixe, pentru a evidenția diverse structuri fractalice;
3. Identificarea similitudinii fractalilor din corpul uman cu a celor din natură.
4. Evidențierea legăturii dintre alimente și organe sau cum ne indică natura ce să mâncăm.

Metode: experimentul, observația, metode inductive (formularea generalităților despre fractalii regăsiți în natură/corpul uman pe baza particularităților lor matematice), metoda comparativă (similitudinile fractalilor din corpul uman cu a celor din natură).

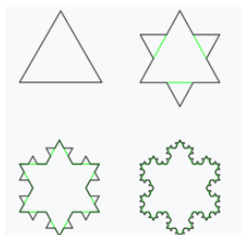
Etape parcurse:

- etapa de documentare
- realizarea cercetării
- formularea concluziilor

Etapă de documentare:

Fractalii pot fi întâlniți peste tot. În natură există mulți fractali: norii, fulgii de zăpadă, lanțurile montane, fulgerele, sau rețelele de râuri, etc. În lumea vie se întâlnesc în forma plantelor și a animalelor și creează o simetrie perfectă în tot ce ne înconjoară. Corpul uman, de asemenea, are fractalii săi, care nu diferă cu mult de cei din natură.

Un exemplul celebru de fractal este *fulgul de zăpadă al lui Koch* care se obține pornind de la un triunghi echilateral. Se înlocuiește treimea din mijloc de pe fiecare latură cu două segmente astfel încât să se formeze un nou triunghi echilateral exterior. Se execută aceiași pași pe fiecare segment de linie a formei rezultate, la infinit.



Fractalul, ca obiect geometric este autosimilar: dacă se mărește orice porțiune dintr-un fractal, se vor obține (cel puțin aproximativ) aceleași detalii cu cele ale fractalului întreg.

Principiul părții asemănătoare cu întregul (principiul autoasemănării) este foarte evident la ferigă - frunza ei nu este dintr-o singură bucată ci este formată dintr-o multitudine de părți, toate copii ale întregului. Practic, o frunză a ferigii este o copie în miniatură a întregului: nu identică, dar similară.



Se spune că „limbajul universului” este matematica și că tot ce există pe Pământ poate fi descris cu ajutorul ei. Oamenii au încercat dintotdeauna să-și explice universul prin intermediul tiparelor, pe care savanții le-au denumit fractali.

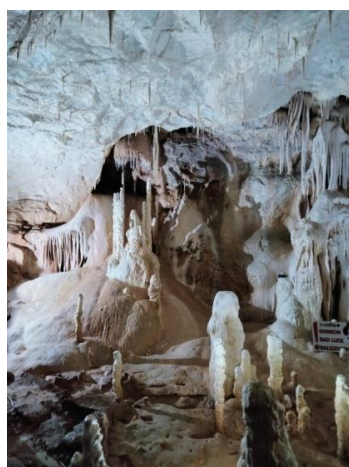
Realizarea cercetării: Mod de lucru

● **Identificarea și fotografierea fractalilor din natură:** Exemple de fractali naturali sunt: norii, fulgii de zăpadă, cristalele, fulgerele, cascadele sau stalactitele și stalagmitele din peșteră.





Cascada Izvorul Minunilor, Stâna de Vale, jud. Bihor și Vălul Miresei, Răchițele, jud. Cluj



stalactite și stalagmite - Peștera Meziad, jud. Bihor

● **Experiment - Cristale din sulfat de magneziu (sare amară)**

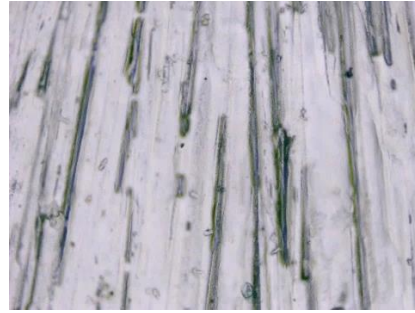
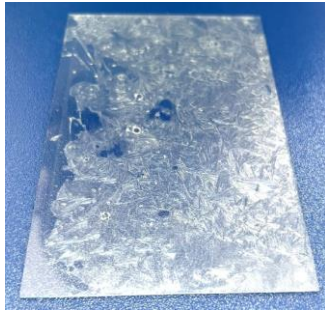
Mod de lucru: Amestecăm până la dizolvare 150 g sulfatul de magneziu cu apă la temperatura de 50-60° C. Adăugăm colorant alimentar, apoi punem amestecul la frigider peste noapte. Dimineața verificăm dacă s-au format cristalele, eventual scurgem excesul de apă.



Cristale de sulfat de magneziu (microscop 10 x)

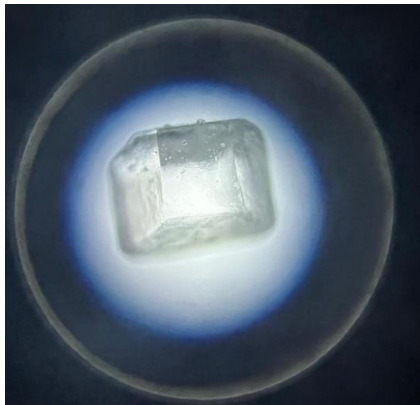
● **Experiment - flori de gheață artificiale**

Se prepară o soluție concentrată de sulfat de magneziu în bere, care se aplică pe geam. Prin evaporarea apei, pe sticlă rămân cristale de sulfat de magneziu în forme care imită florile de gheață.

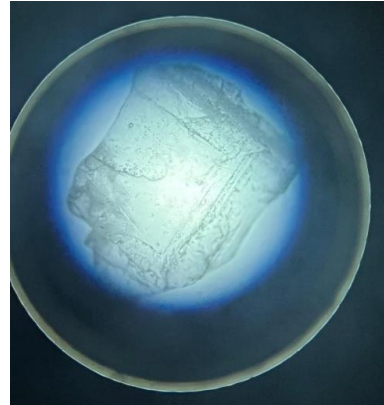


Cristale de sulfat de magneziu (10 x)

- ***Cristale sub microscop***



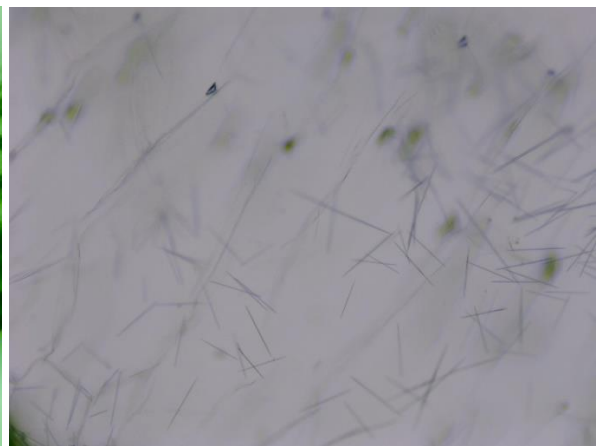
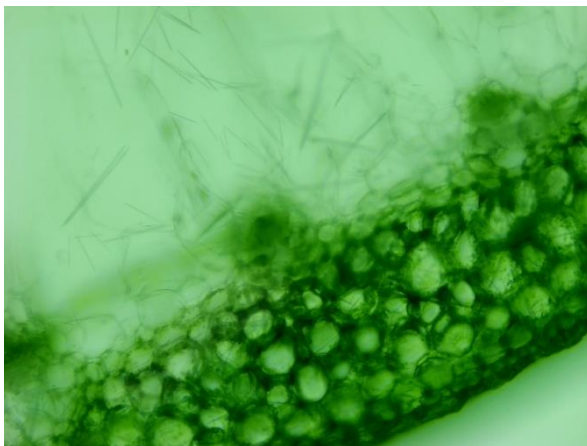
cristale de zahăr (4x)



cristale de clorură de sodiu (4x)

- ***Cristale de oxalat de calciu în frunza de Aloe vera***

Mod de lucru: Se efectuează o secțiune transversală prin frunza de Aloe vera și se examinează la microscop.



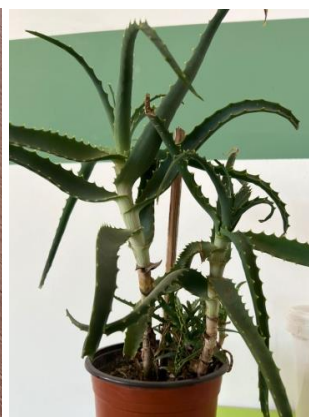
cristale aciculare de oxalat de calciu (10x)

- ***Identificarea și fotografierea diferitelor specii de plante și animale cu structură fractală.***

Copacii au organizare fractală. De la nivel macro, trunchiul copacilor se ramifică în structuri mai mici, ramurile, din care răsar frunze, până la un nivel micro - nervurile frunzelor.

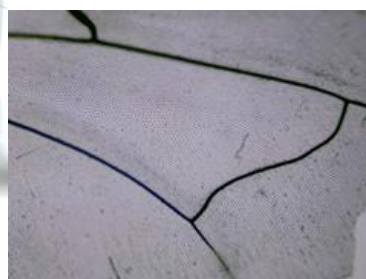


Alte plante la care se poate observa ușor autosimilitudinea sunt conopida, broccoli, ananas, varză, ceapă, aloe, conurile coniferelor.



În lumea animală întâlnim fractali la cochiliile moluștelor, coada păunului și cea a cameleonului, carapacea broaștelor țestoase, steaua și ariciul de mare, aripile și ochii compuși ai insectelor.





aripă și ochi de viespe și muscă (4x)

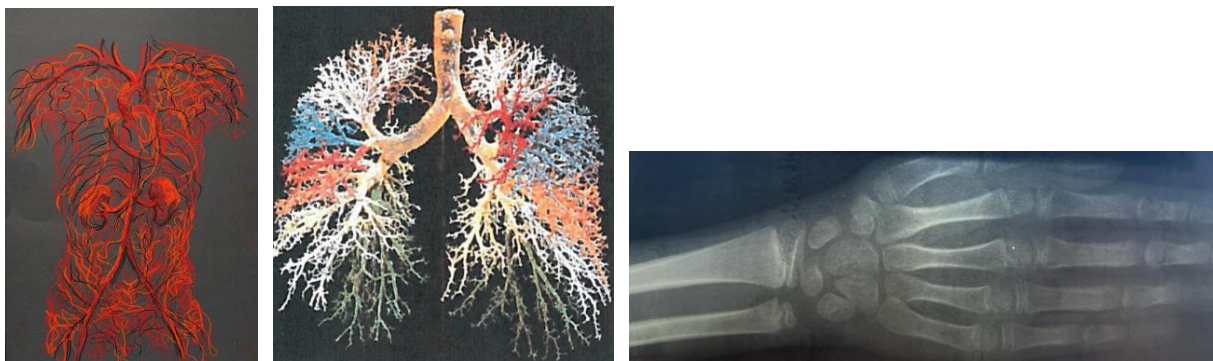


stea și arici de mare

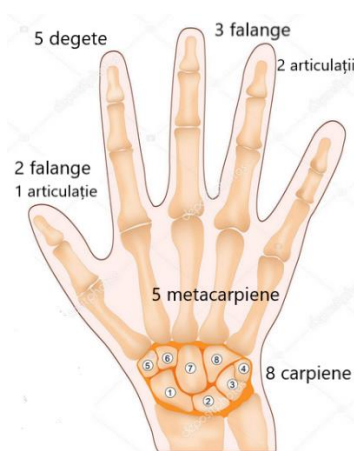


● *Evidențierea structurilor fractalice din corpul uman*

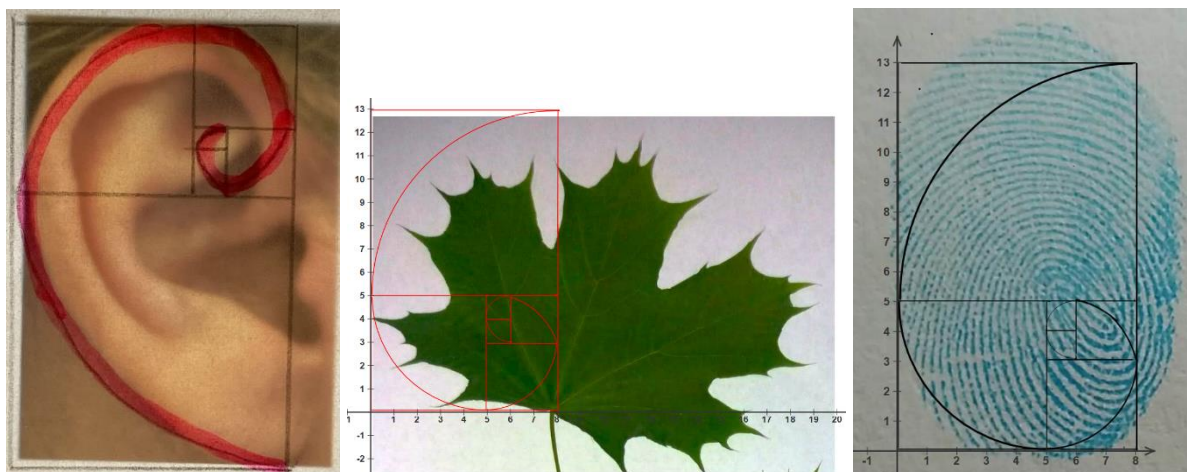
Corpul uman nu reprezintă nimic altceva decât un exemplu de obiect fractal. Aproape toate organele corpului uman au caracter fractal. Structura ADN-ului nostru, arborele bronșic, rețeaua de vase de sânge, circuitele neuronale, sistemul osos, toate respectă legile de bază ale geometriei fractale.



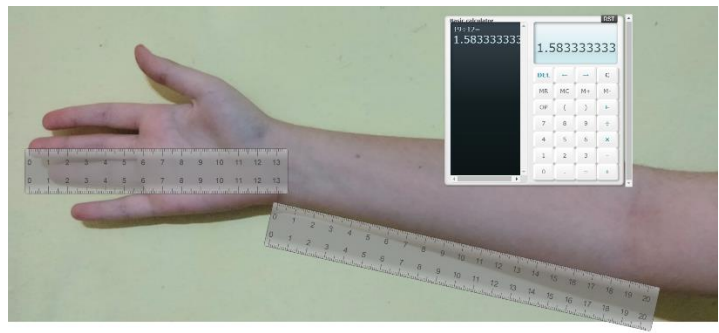
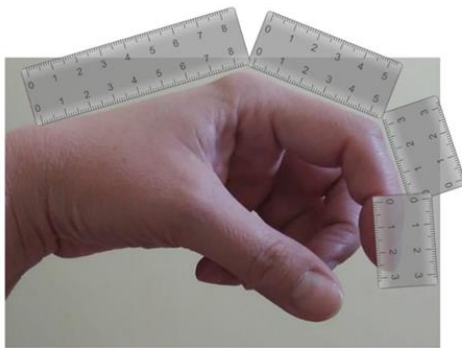
La nivelul membrului superior descoperim **Șirul lui Fibonacci**: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, Mâna are 5 degete, la nivelul degetelor există 3 falange unite prin 2 articulații, respectiv 2 la nivelul degetului mare și o articulație. Lungimile articulațiilor de la nivelul mâinii sunt: 2 cm, 3 cm, 5 cm, respectiv 8 cm. Avem 8 carpiene, 5 metacarpiene la nivelul palmei, ele având aproximativ 8 cm lungime.



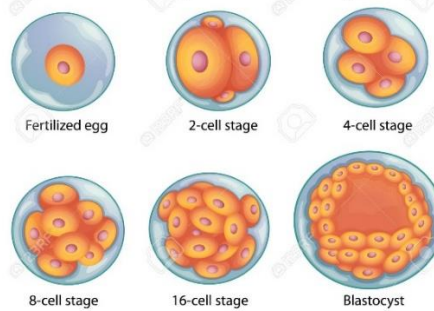
- **Aplicație geometrică a șirului Fibonacci în OpenBoard**– spirala vizibilă în forma urechii umane, frunza de arțar și dermatoglife.



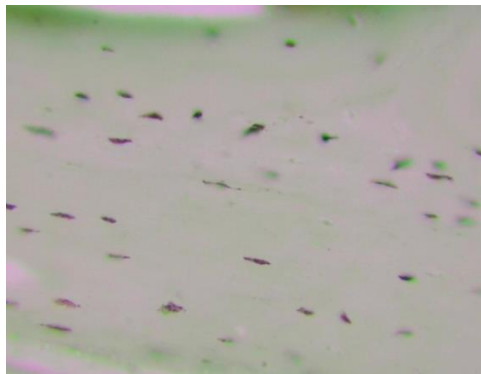
- **Phi, numărul de aur**, este egal cu 1,6180339887... și se găsește în toate lucrurile, fiind o veritabilă cheie ascunsă a universului. Dacă privim un deget, observăm că articulațiile cresc în dimensiuni spre palmă. Această creștere respectă proporția fractală 1 la 1,6. Aceeași rată de creștere apare între mână și lungimea antebrațului, între antebraț și lungimea brațului și se menține indiferent de zonele corpului nostru.



Viața debutează cu fractali - dezvoltarea embrionului din celula - ou.



● **Lucrare practică: Examinarea fractalilor folosind preparate microscopice fixe**

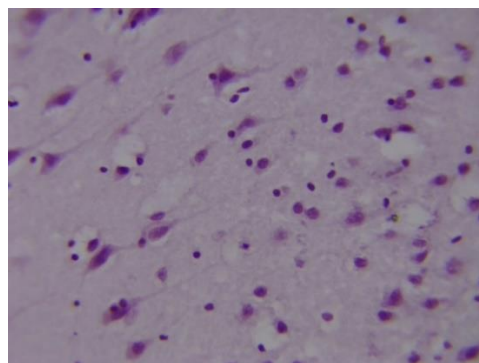


țesutul osos spongios (40 X)



țesutul osos compact (40 X)

Creierul poate fi descris ca având formă fractală datorită multiplelor legături dintre neuroni și celulele gliale.



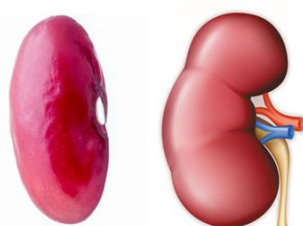
țesut nervos din scoarța cerebrală (40 X)

Anumite alimente se aseamăna cu anumite organe din corpul uman, pentru care prezintă beneficii inegalabile. Natura ne oferă mereu soluții la problemele noastre încă din cele mai vechi timpuri. Trebuie doar să fim atenți la tot ce ne înconjoară.

Morcovul tăiat transversal seamănă cu ochiul uman, mai precis cu irisul și mușchii circulari ai acestuia. El conține betacaroten – precursorul vitaminei A, esențial vederii.



Fasolea seamănă cu **rinichiul** pe care îl protejează deoarece ajută la scăderea tensiunii și reglează glicemia.



Ciupercile seamănă cu **urechea externă** și favorizează auzul, deoarece conțin substanțe care mențin elasticitatea timpanului.



Șanțurile și pliurile **nucilor** se aseamăna mult cu **creierul**. Ele sunt chiar împărțite în două și reflectă emisfera dreaptă și emisfera stângă a creierului uman. Sunt bogate în acizi grași omega 3 ce protejează creierul și prelungesc durata de viață a neuronilor.



Tulpina de țelină este copia fidelă a **sistemului osos**. Este un aliment benefic pentru rezistența osoasă.



Ciorchinii de **struguri** se aseamănă izbitor de bine cu **alveolele pulmonare**. Consumul acestora poate reduce riscul cancerului de plămâni.



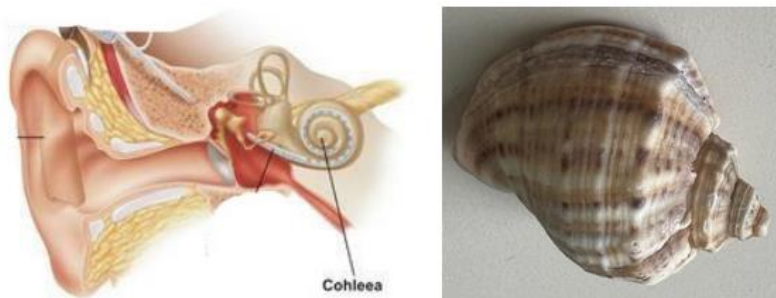
Concluzii:

1. Fractalii sunt structuri rafinate produse de natură, care se ascund chiar în fața ochilor noștri. În cadrul acestei cercetări, am observat caracteristici comune fractale (complexitate, simetrie zoom, autosimilaritate), ce se regăsesc în natură dar și în alcătuirea plantelor și animalelor.

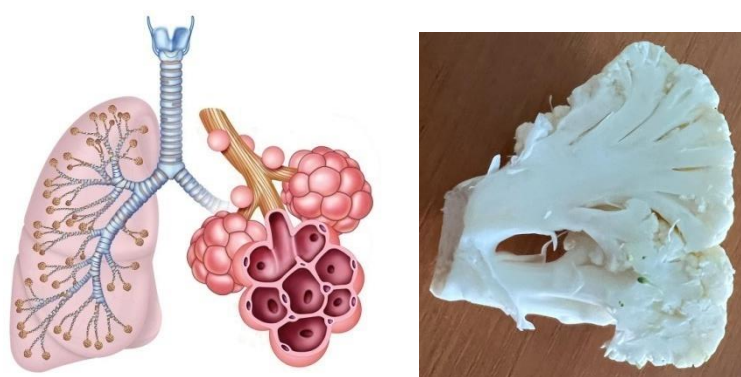
Geometria fractală este o matematică în care liniile drepte pur și simplu nu există. Și natura este un loc în care linia dreaptă este o excepție.

2. În corpul uman, pot fi modelate cu ajutorul fractalilor: structura scheletului, arborele bronșic, rețeaua de vase sangvine, țesutul nervos și osos. Un exemplu în acest sens este respectarea regulii de aur a proporțiilor, foarte evidentă la nivelul mâinii.

3. Geometria fractală scoate în evidență similitudinile dintre corpul uman și natură, de exemplu:



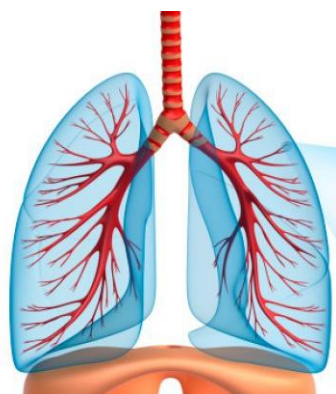
cochilia de melc și cohleea umană



bronhiiolele cu sacii pulmonari și conopida

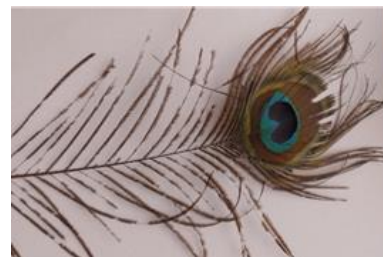
Căile respiratorii se divid la nesfârșit. Fiecare segment din plămân se împarte în bronhii, apoi bronhiiole și în cele din urmă se finalizează cu alveolele pulmonare.

Ramurile unui copac sunt distribuite în mod similar cu arborele bronhic care formează plămânii noștri. Forma fractală a plămânilor noștri nu este similară cu ramurile unui copac doar din coincidență, ambele joacă un rol în respirație, la fel cum ne folosim plămânii pentru a respira, la fel și copacii sunt plămânii Pământului.



arborele bronșic și crengile copacului

Coada păunului, formează un model frumos sub formă de fractali care amintește de sute de ochi. La fel, aripile multor fluturi simulează doi ochi mari ca o pasăre de pradă pentru a avertiza posibili prădători.



aripa fluturelui ochi de păun de zi (*Inachis io*) și de noapte (*Saturnia pyri*) și pană de păun

4. Asemănarea izbitoare nu este deloc întâmplătoare. Anumite alimente se aseamănă cu anumite organe, pentru care prezintă beneficii inegalabile. Dincolo de aspectul științific sau mai puțin științific al acestui punct de vedere, un lucru este cert: natura ne-a oferit întotdeauna cele mai bune soluții, iar aceste alimente în niciun caz nu ne fac rău!

Implicarea altor persoane în proiect și motivul implicării: nu este cazul

Rolul membrilor echipei în proiect: Membrele echipei au studiat bibliografia, s-au consultat cu profesorul coordonator în stabilirea designului cercetării, a modului de lucru.

Andreea Cârjean a realizat fotografiile care surprind fractali în natură, în alcătuirea plantelor și a animalelor, realizând totodată o colecție de fractali și aplicația geometrică a șirului lui Fibonacci.

Irina Codrea a realizat experimente prin care a creat cristale folosind sulfatul de magneziu, a identificat fractali din corpul uman dar și similitudinile dintre corpul uman și natură.

Împreună au studiat preparate microscopice și au formulat concluziile.

Anexă:
Colecții de fractali

