

Storia delle scienze naturali **A**

Lezione 1 La nascita della biologia

Lettura:

DRÖSCHER, A.: Biologia: Storia e concetti. **Cap. 1 «Le origini»**

ROSSI, Paolo: La nascita della scienza moderna ... «Premessa» & «Ingegneria»

VENTURA, Alberto: L'Islam e pensiero scientifico. (breve saggio, in mood)

Storia delle scienze naturali **A**

Lezione 1: La nascita della biologia

1-1 La nascita della biologia

1-2 Che cos'è la vita?

Programma del corso (su moodle):

0 - Introduzione

1 - La nascita della biologia

Quando e perché nasce la biologia? / Che cosa è la "vita"? / Eredità araba / La rivoluzione scientifica / Bacon

2 - La biologia e le altre scienze

2-1 Biologia e matematica

Razionalismo / Galilei / Mendel

2-2 Biologia e fisica

Cartesio / Borelli / Schrödinger

2-3 Biologia e chimica

Warburg

2-4 Biologia e medicina

Virchow

3 - I metodi della biologia

3-1 L'osservazione

Naturalismo / I nuovi mondi / La botanica / Microscopia

3-2 Raccogliere e ordinare

Collezioni sono scientifiche? / Mostri

3-3 L'esperimento

Bacon / Spallanzani / Genetica molecolare

4 - I grandi dibattiti

4-1 Funzioni vitali

Il vitalismo di Stahl / Haller / Fisiologia sperimentale

4-2 Organizzazione e individualità

Vesalio / Teoria cellulare / Teoria dei sistemi

4-3 Metamorfosi, trasformismo, evoluzione

Storicismo & progressismo / Lamarck / Darwin

4-4 Variabilità e biodiversità

Cesalpino / Linneo / Concetto di specie post-darwiniano

4-5 L'origine della vita

Redi / Spallanzani / Auto-organizzazione?

4-6 Eredità

Morgan / Lysenko / Teoria sintetica

5 - Epilogo

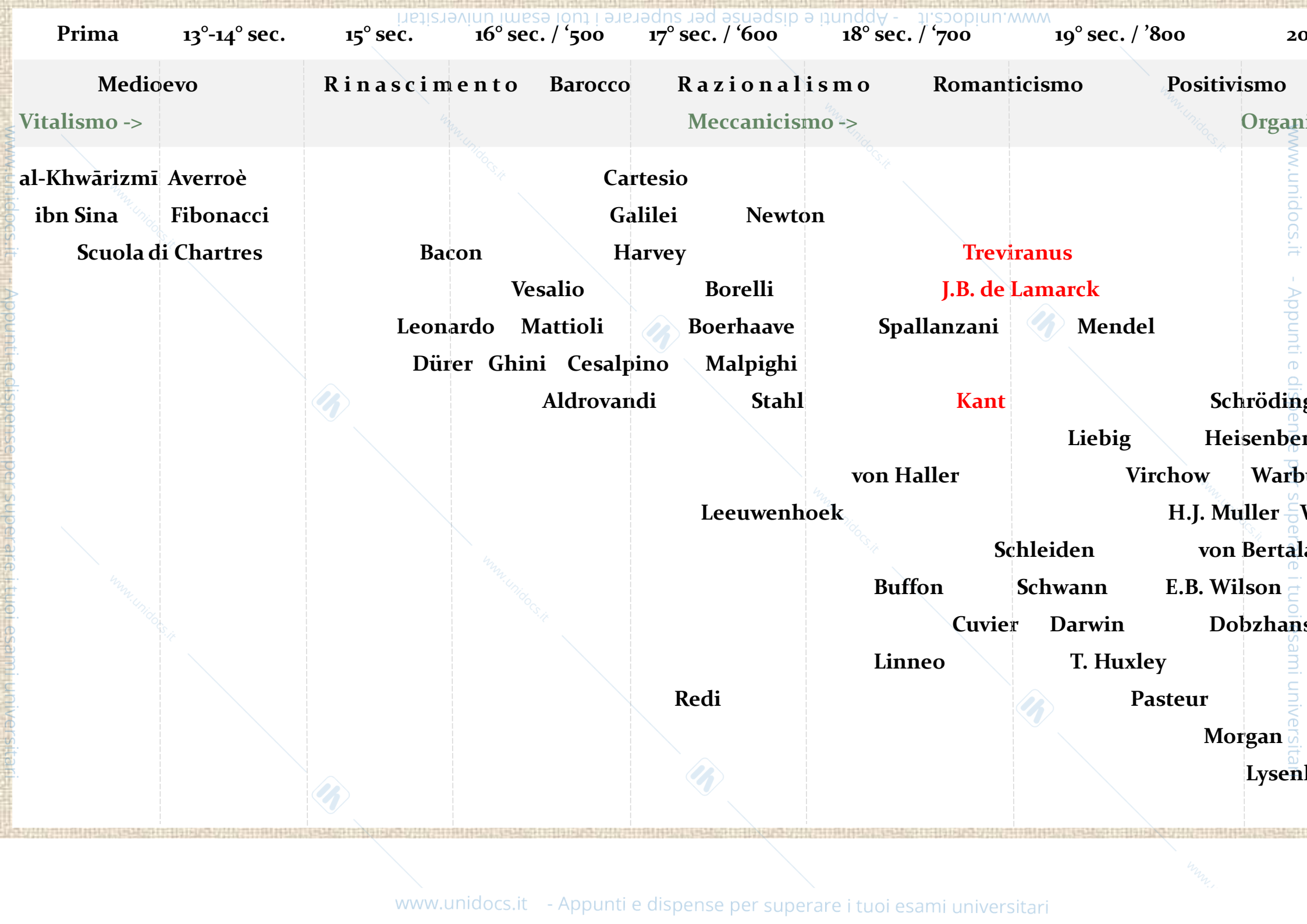
(6 - La biologia della morte)

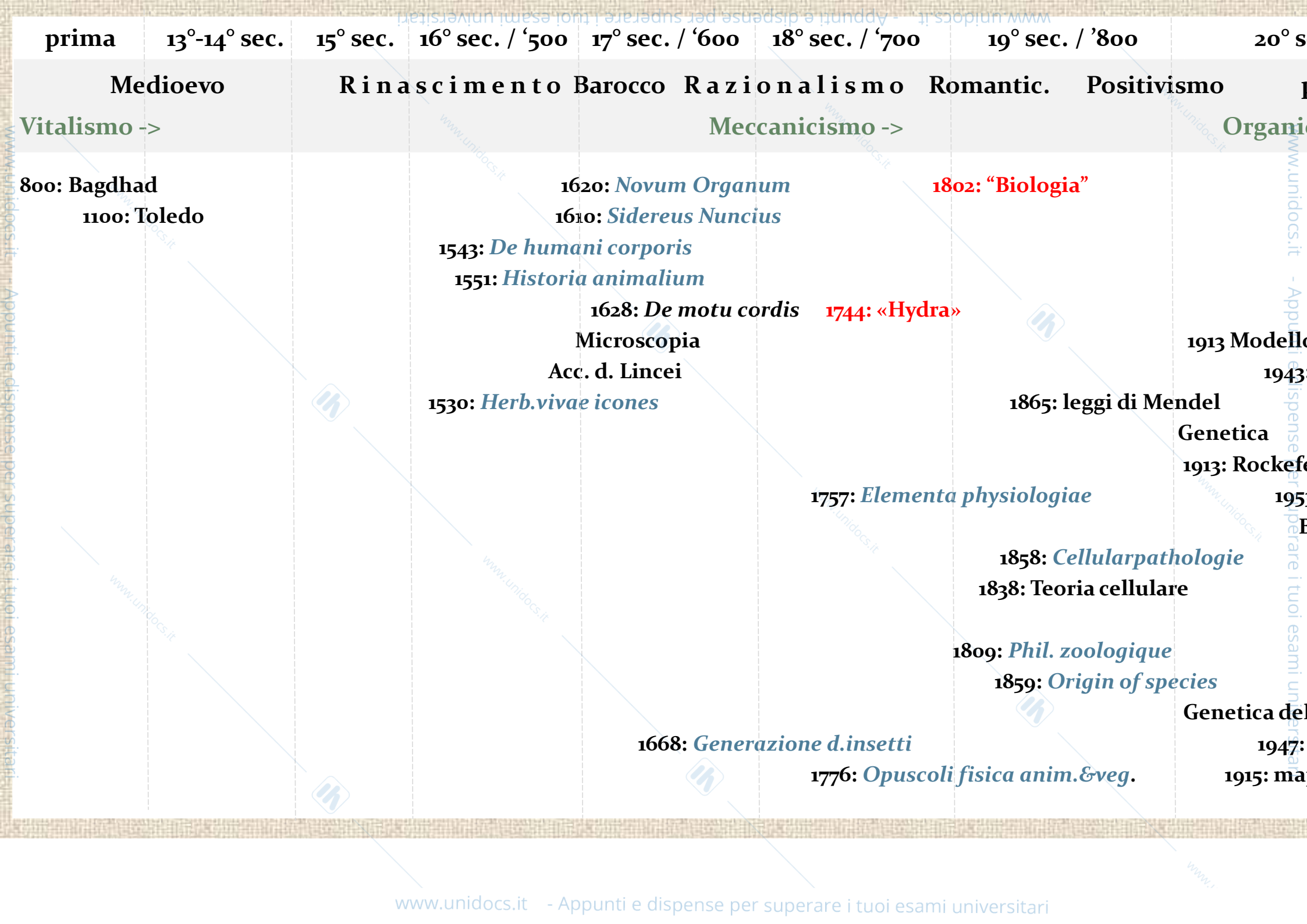
Quando nasce la “biologia”?

Tardi!

Possibili «date di nascita»:

- “nel 1744 con le osservazioni di Abraham Trembley”
- “nel 1749 con il *Premier discours* di Buffon”
- «nel 1790 con le distinzioni di Kant»
- “nel 1797 quando viene coniato il termine ‘biologia’”
- “nel 1802 (o 1808) con Lamarck (o Treviranus)”
- “nel 1838 con la consacrazione di Auguste Comte”
- “nel 1859 con *Origin of species* di Darwin”
- “fine ‘800 con il primo professore / laurea / società”
- ...

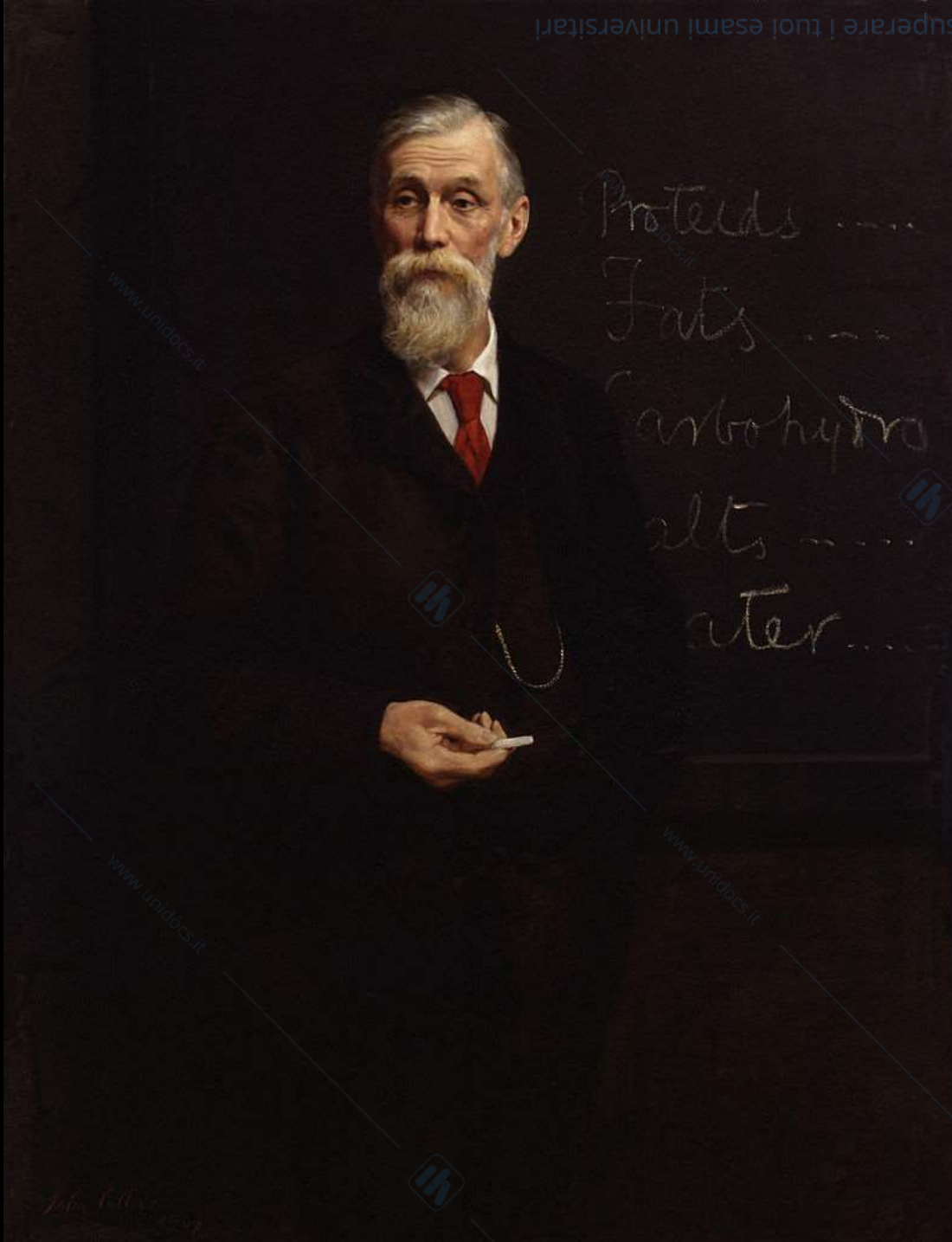




Quando nasce la “biologia”?

Curiosità

- **Le principali «sotto-discipline» (botanica, zoologia, fisiologia, anatomia comparata, embriologia ecc.) nascono secoli prima della biologia.**
La biologia, dunque, non è una disciplina che si amplia e diversifica nel corso del tempo, ma piuttosto un «contenitore» che raccoglie tanti campi di ricerca.
- **Peggio ancora, appena «fondata», mostra subito crepe e segni di frantumazione. Anche oggi, la maggior parte dei ricercatori non si definisce come «biologi» e trova pochi punti in comune con i suoi colleghi degli altri settori.**



Michael Foster, *Lectures on the History of Physiology*, Cambridge, 1899, p. 216:

«Anatomici, zoologi, fisiologi [...] diventati [...] sempre più estrani tra di loro. Invece di lavorare di mano per costruire insieme la casa comune della biologia, ognuno costruiva le proprie camere, senza riferimento ma in una completa ignoranza di ciò che gli altri stavano facendo. E adesso sono così lontani l'uno dall'altro che anche se volessero comunicarsi, loro, non sono più comprensibili»

L'approccio meccanico (scientifico)

René Descartes

René Des Cartes

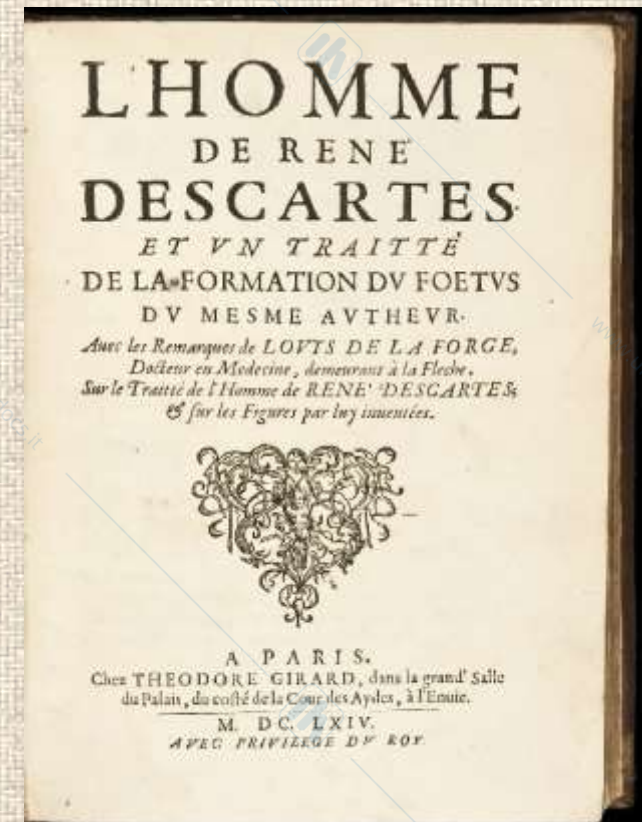
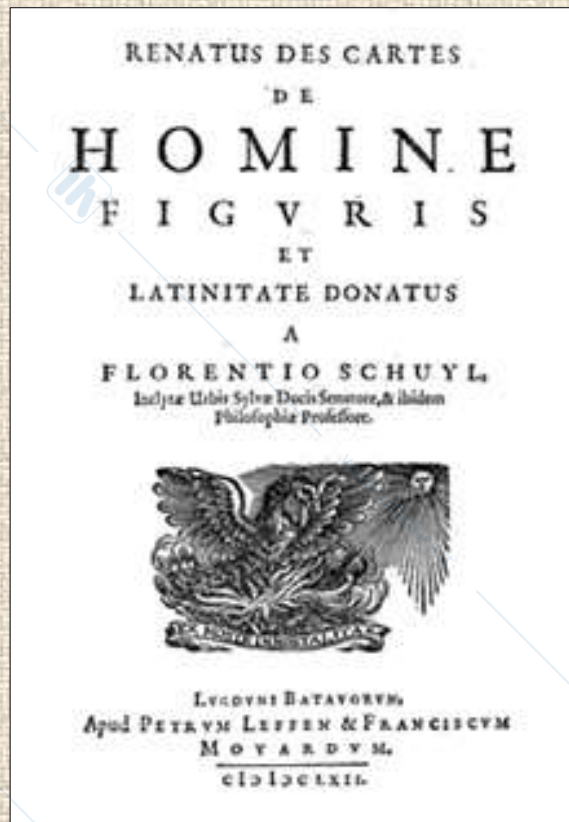
Cartesio

(1596-1650)



Meccanicismo applicato ai corpi viventi permetteva un nuovo approccio razionale

Scritto negli anni 1630/1640, pubblicato 1662 e 1664

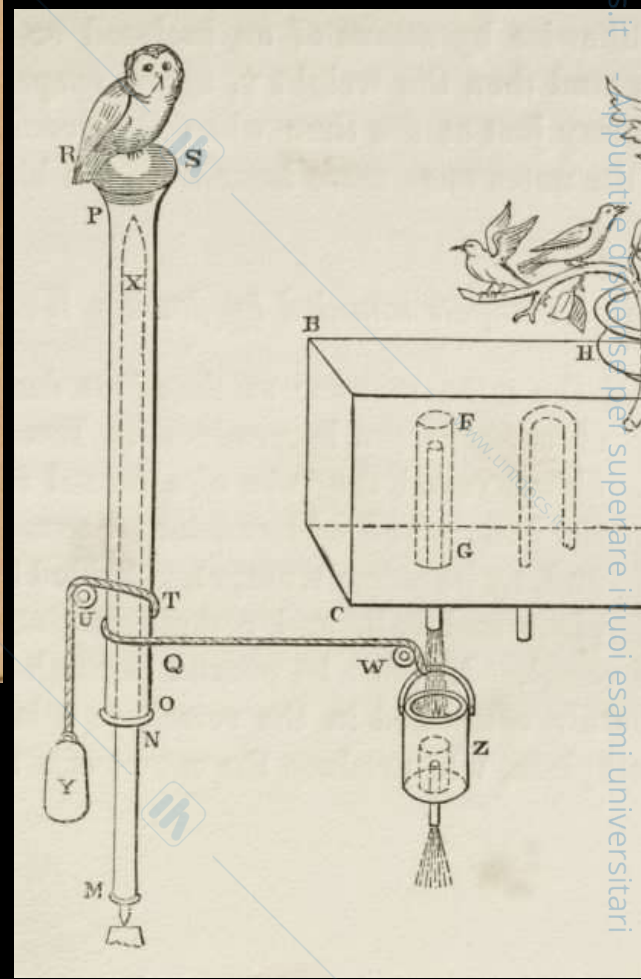
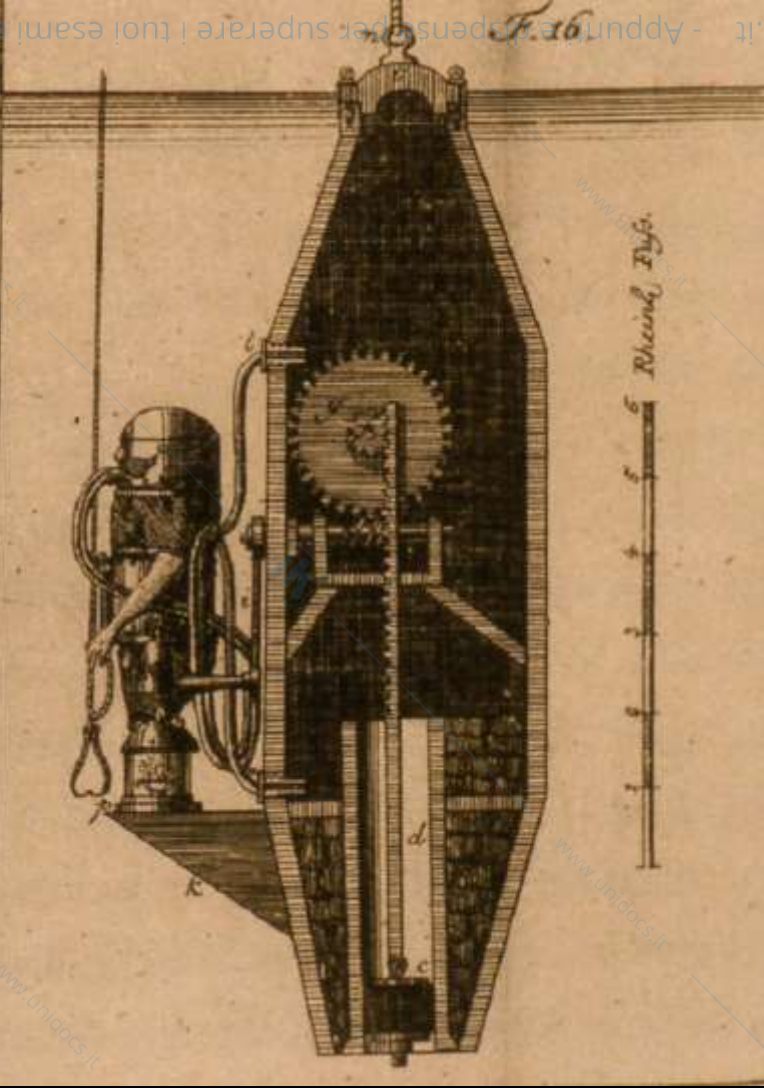


De Homine, 1662 [1632]:

“Suppongo che un corpo altro non sia che una statua o macchina di terra con all’interno tutti i pezzi che si richiedono per far sì che cammini, mangi, respiri e imiti tutte quelle nostre funzioni che possiamo immaginare dalla materia e non dipendano che dalla disposizione degli organi”.

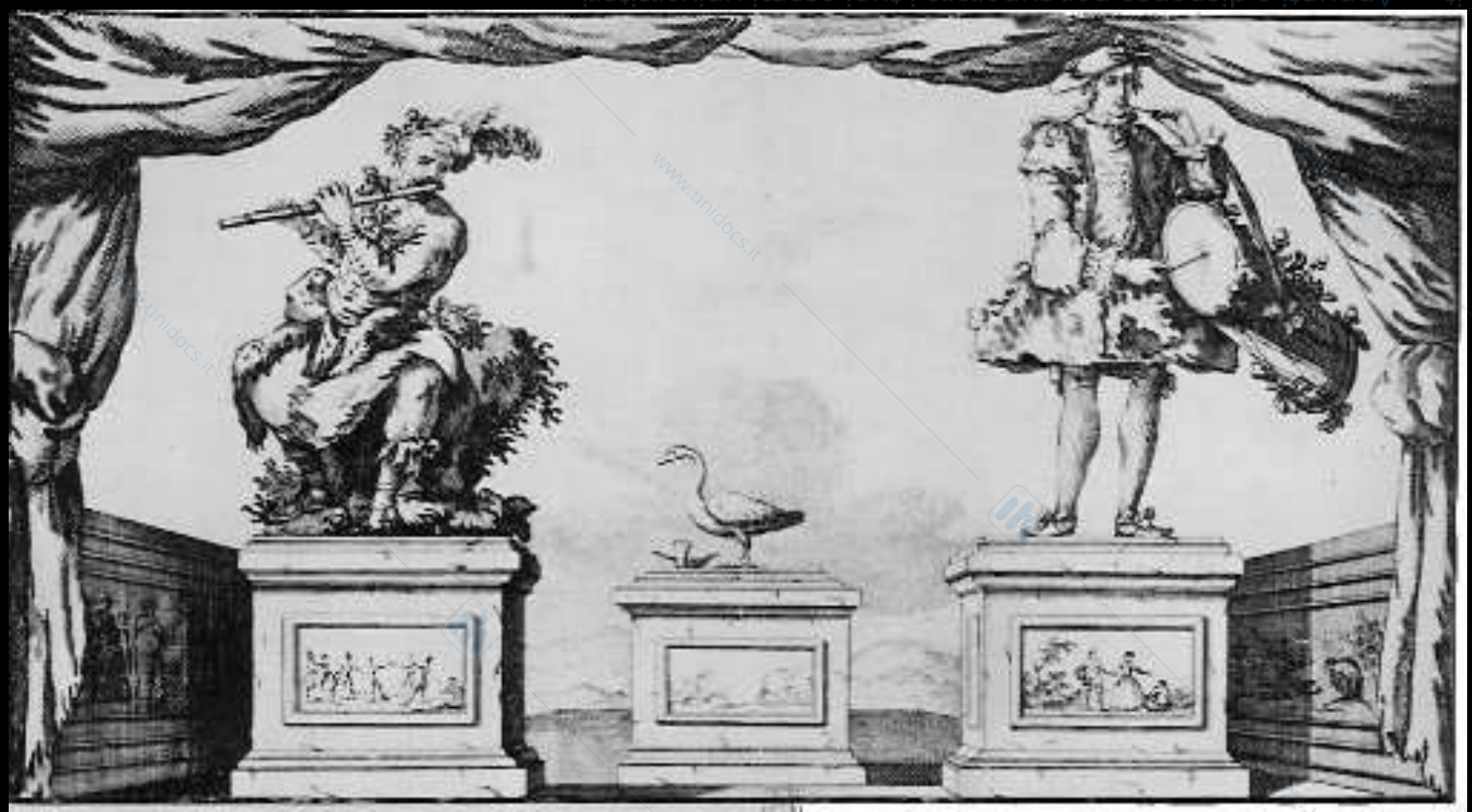
Dunque: anche tutte le funzioni vitali sono riconducibili a processi e relazioni fisico-meccanici.





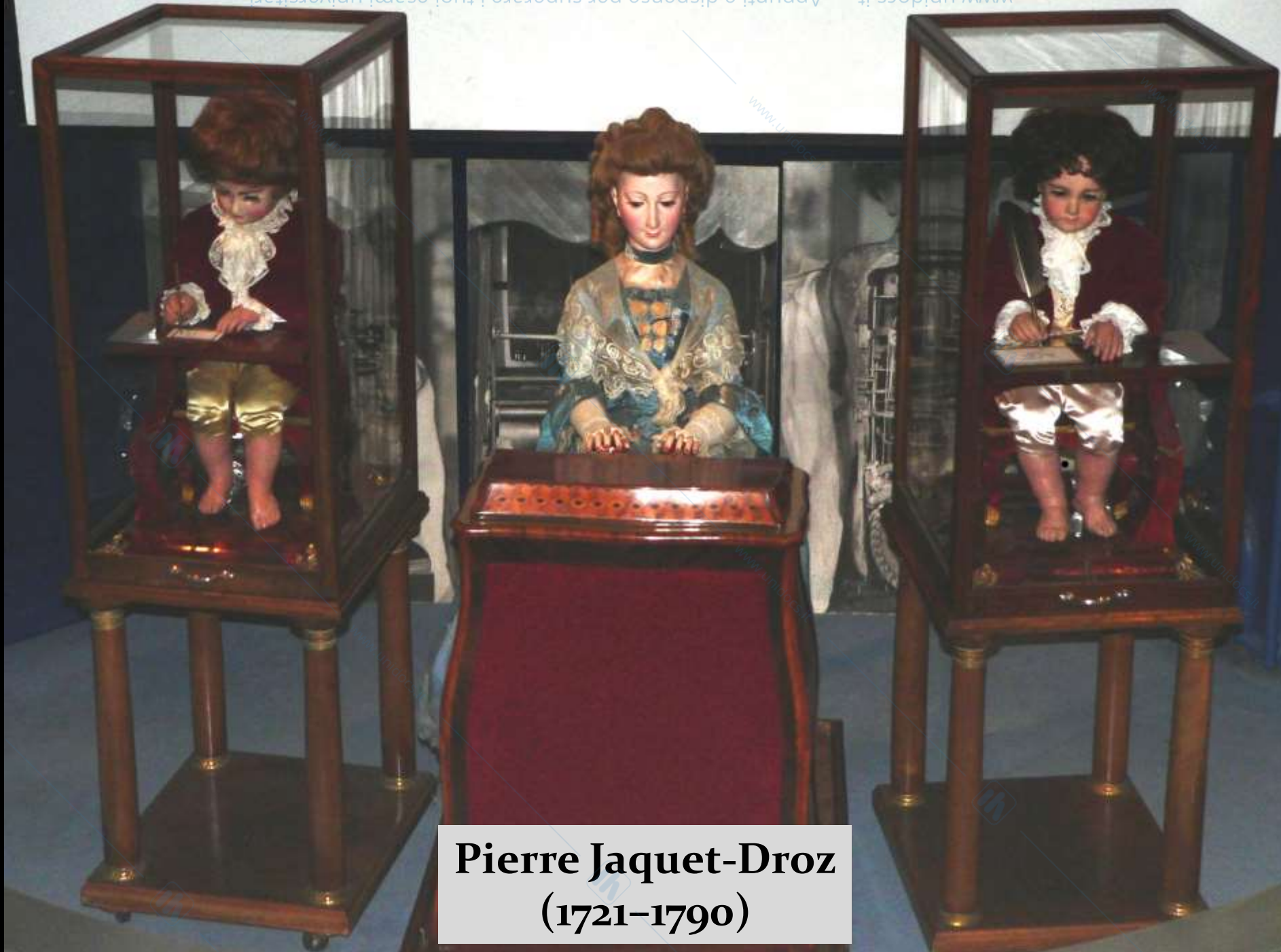
„Oracolo parlante“

automata



Jacques de Vaucanson (1709-1782)





**Pierre Jaquet-Droz
(1721-1790)**

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

Nel corso del '600 il meccanicismo viene applicato con successo allo studio dei corpi viventi



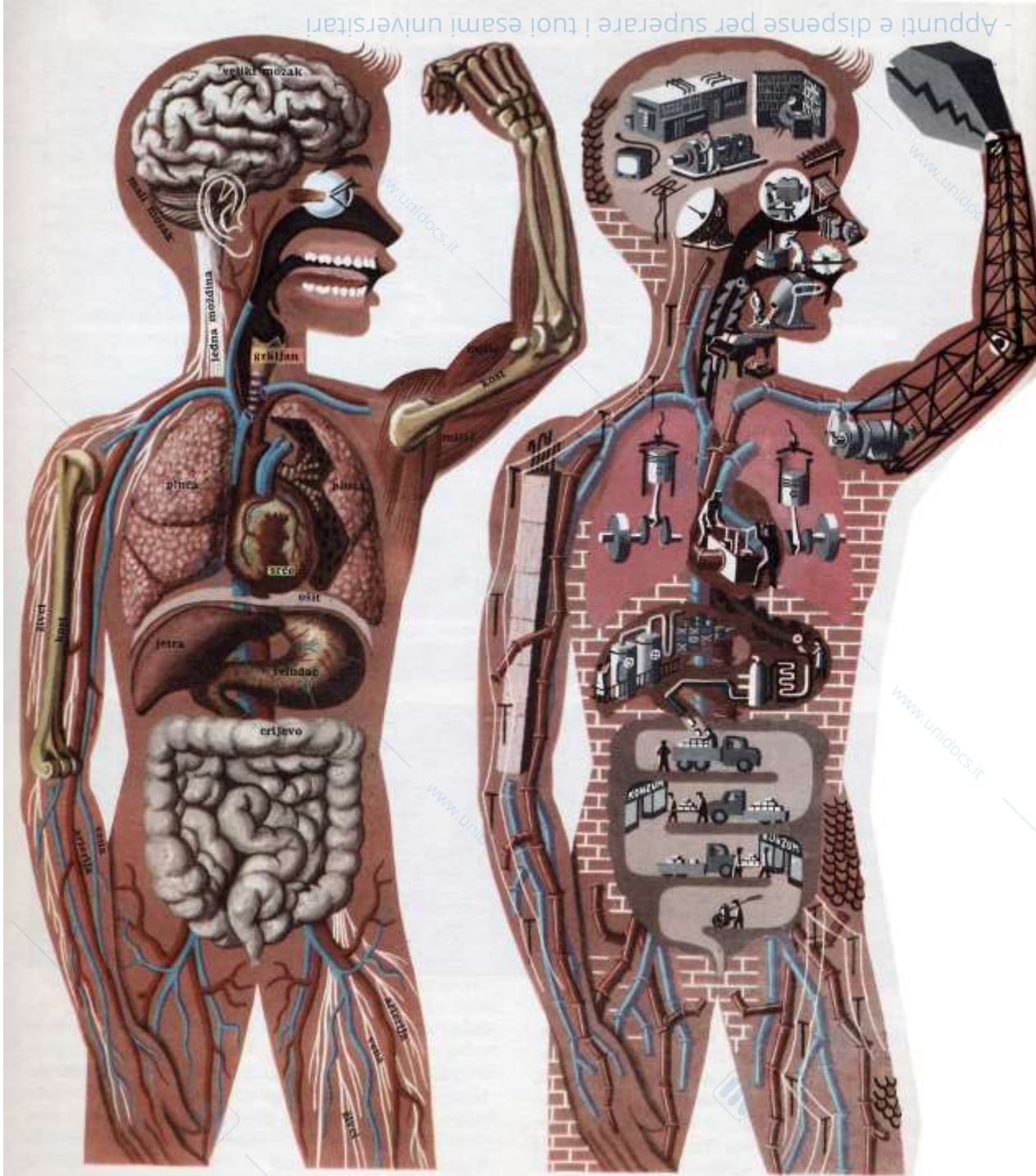
Marcello Malpighi
(1628-1694)



Thomas Willis
(1621-1675)



Giovanni Alfonso
(1608-1679)



**Il corpo vivo
è come un
macchina
(o, meglio,
aggregato
macchine**

I «controrivoluzionari»

**1740:
partenogenesi
degli afidi**



**Charles Bonnet
(1720-1793)**

Antoine Ferchault de
Reaumur,
1737,

afidi vivipari

Antoine Ferchault de Réaumur,
*Mémoires pour servir à l'histoire des
insectes*, Paris: Imprimerie Royale,
t. III, 1737, pl. 24.



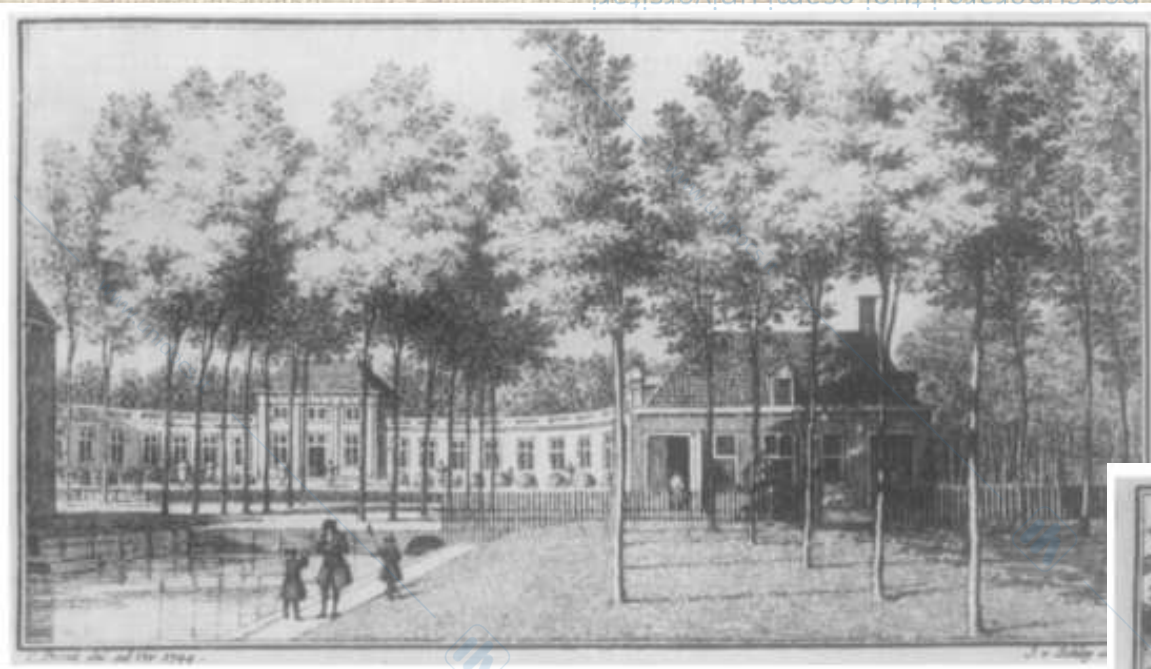


Bonnet trova nei corpi di afidi già quelli della prossima generazione che portano dentro di sé l'abbozzo della prossima generazione.

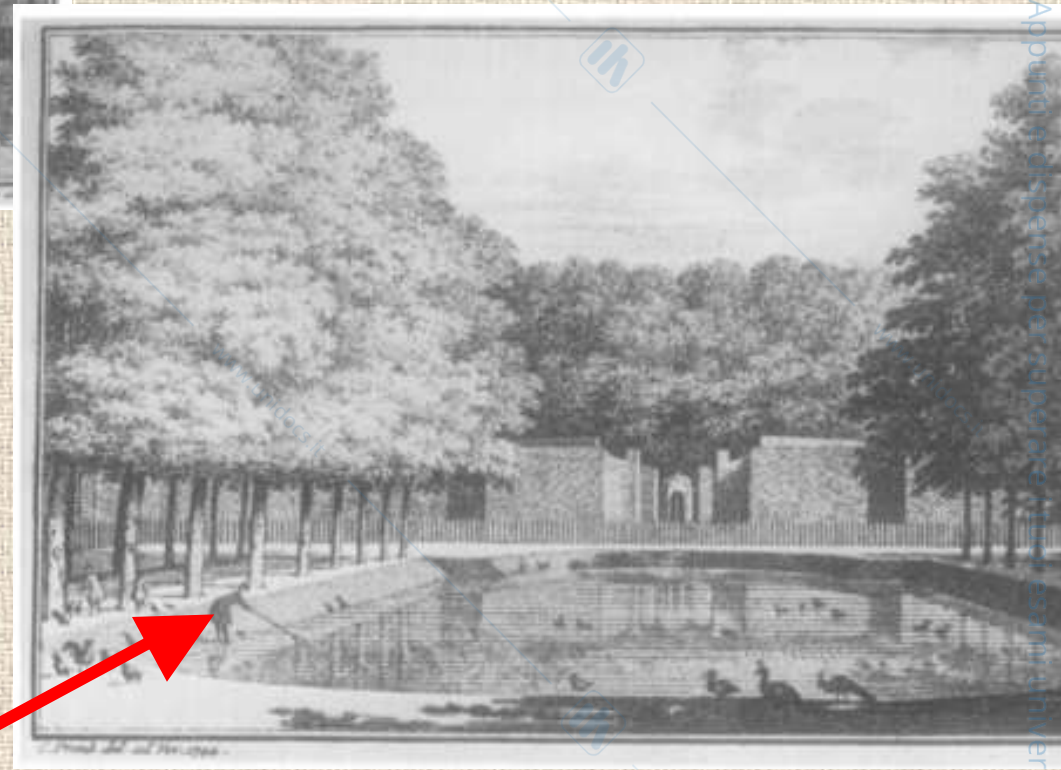
=> «Quale macchina è capace di auto-riprodursi?»

Abraham Trembley

(1710-1784)



Dal 1737 lavora come precettore dei due figli del conte de Bentinck a Sorghvliet nei Paesi bassi e dove esegue i suoi studi sugli organismi acquatici.



Da: Tom Gibson (1965). The first homografts: Trembley's experiments on the polyps. Brit. Journal of Plastic Surgery 18: 3

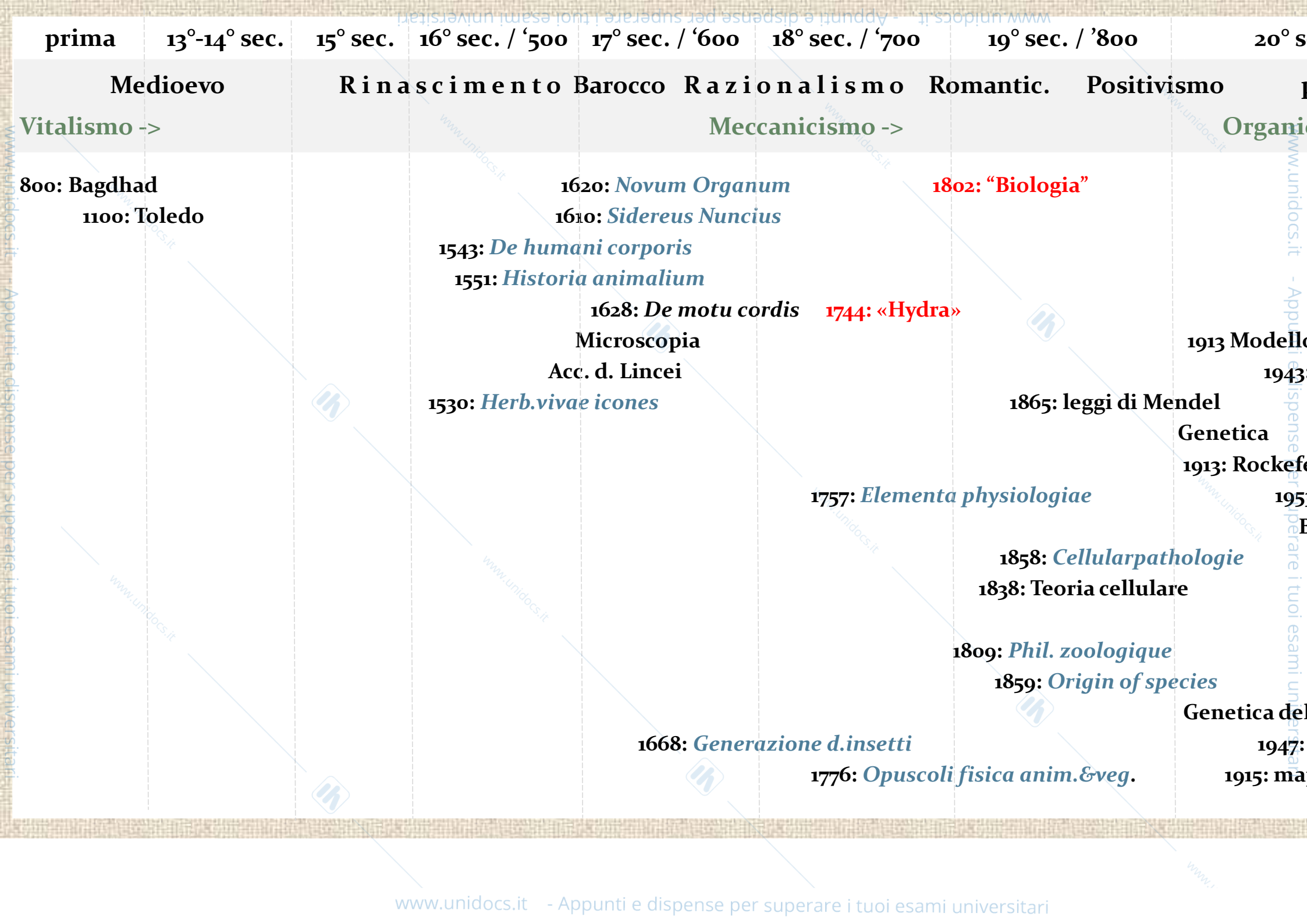


«Hydra»

1744



Quando tagliato a pezzi, ogni pezzo diventa un nuovo polipo
„La materia vivente non è passiva!“

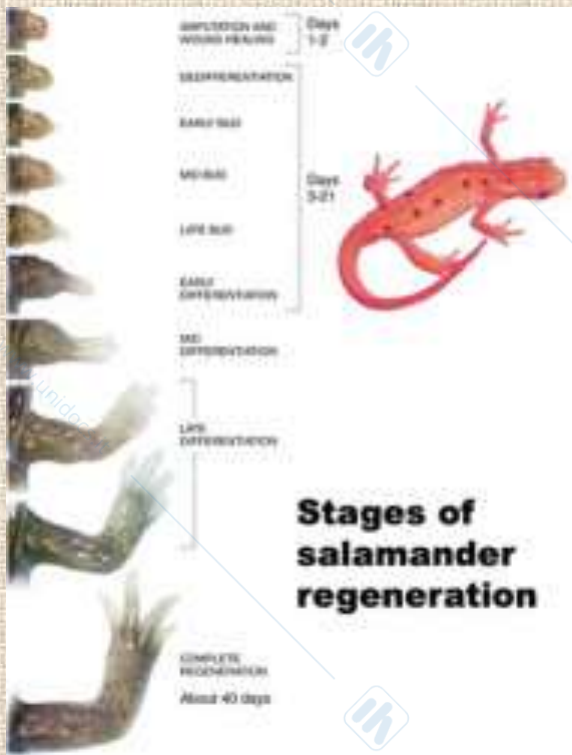


René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757)

=> «Quale macchina è
capace di auto-rigenerarsi?»



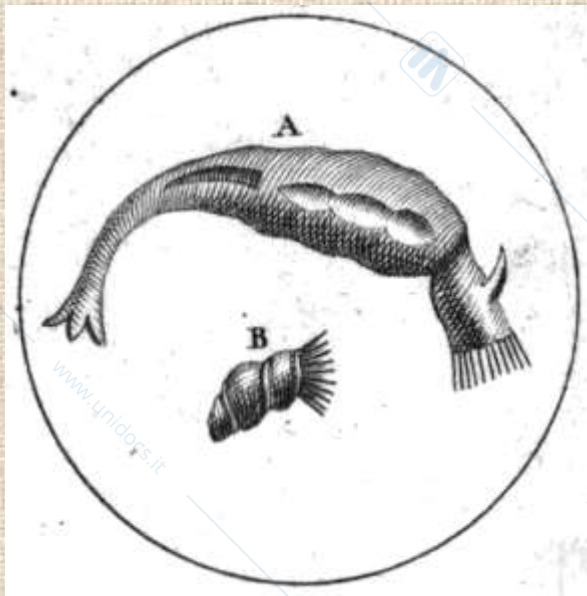
RENÉ ANTOINE FERCHAULT
DE RÉAUMUR,
(Zoologiste et Physicien)
Membre de l'Académie des Sciences
Mort à La Bernoullerie, le 25 Octobre 1757



Lazzaro Spallanzani

(1729-1799)

«Resurrezioni»?
«vita interrotta»?

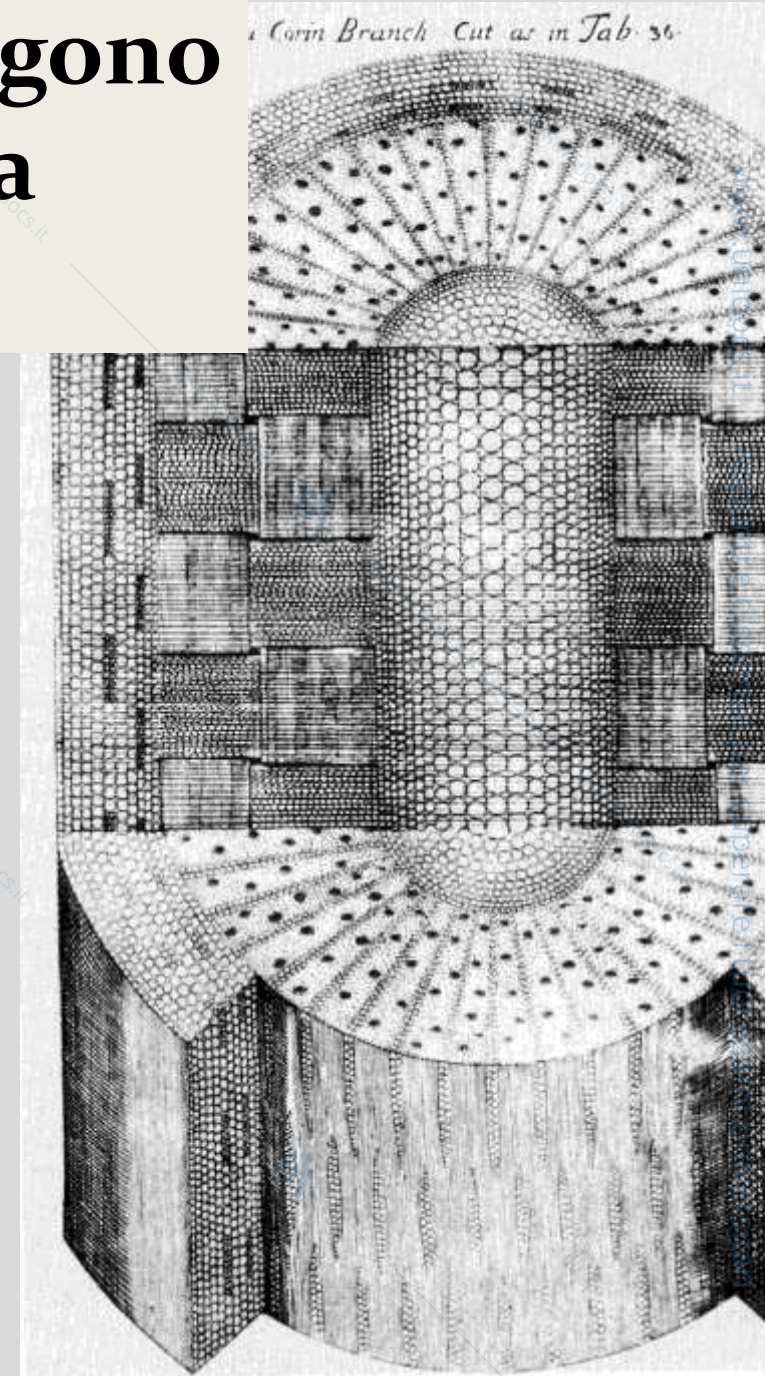
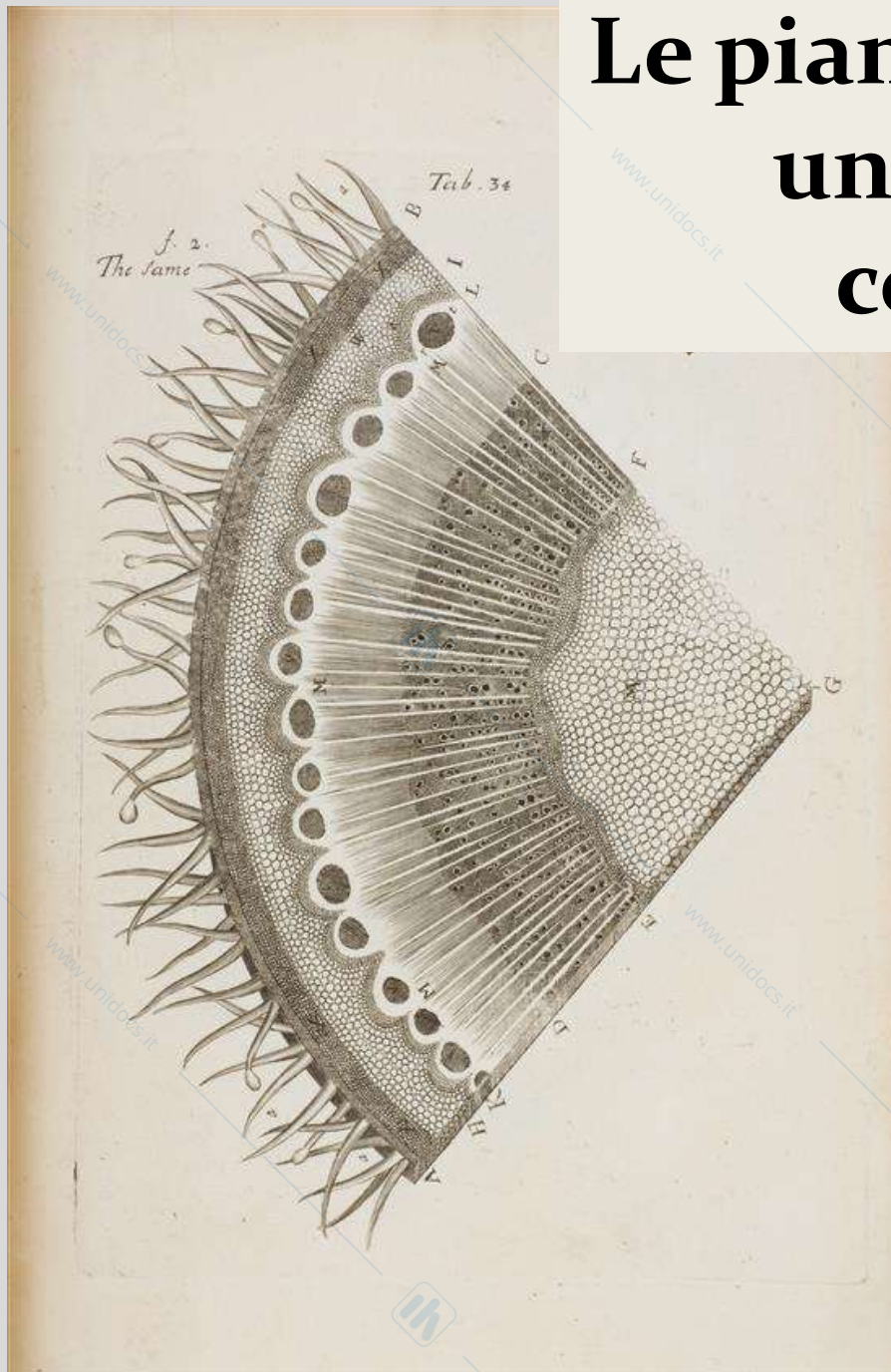


rotifero



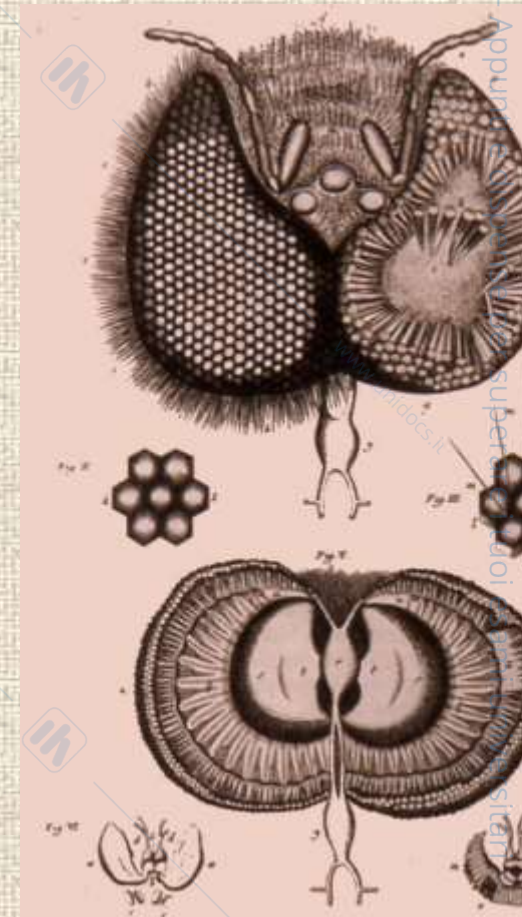
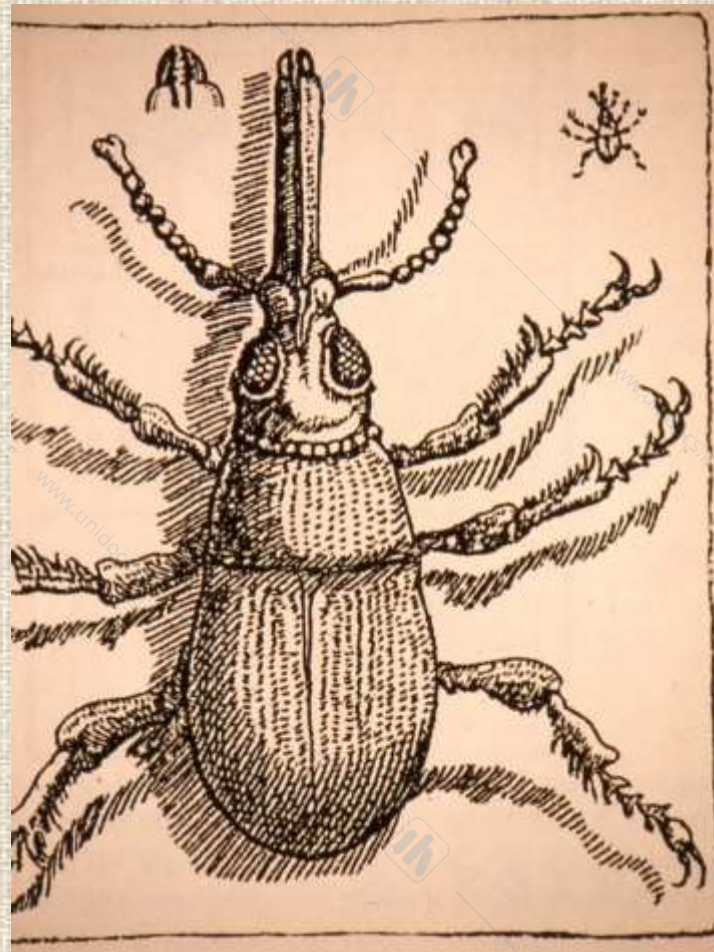
Basandosi sul criterio
meccanicista del **movimen**
l'organismo essiccato è d
considerarsi morto.

Le piante posseggono una struttura complessa



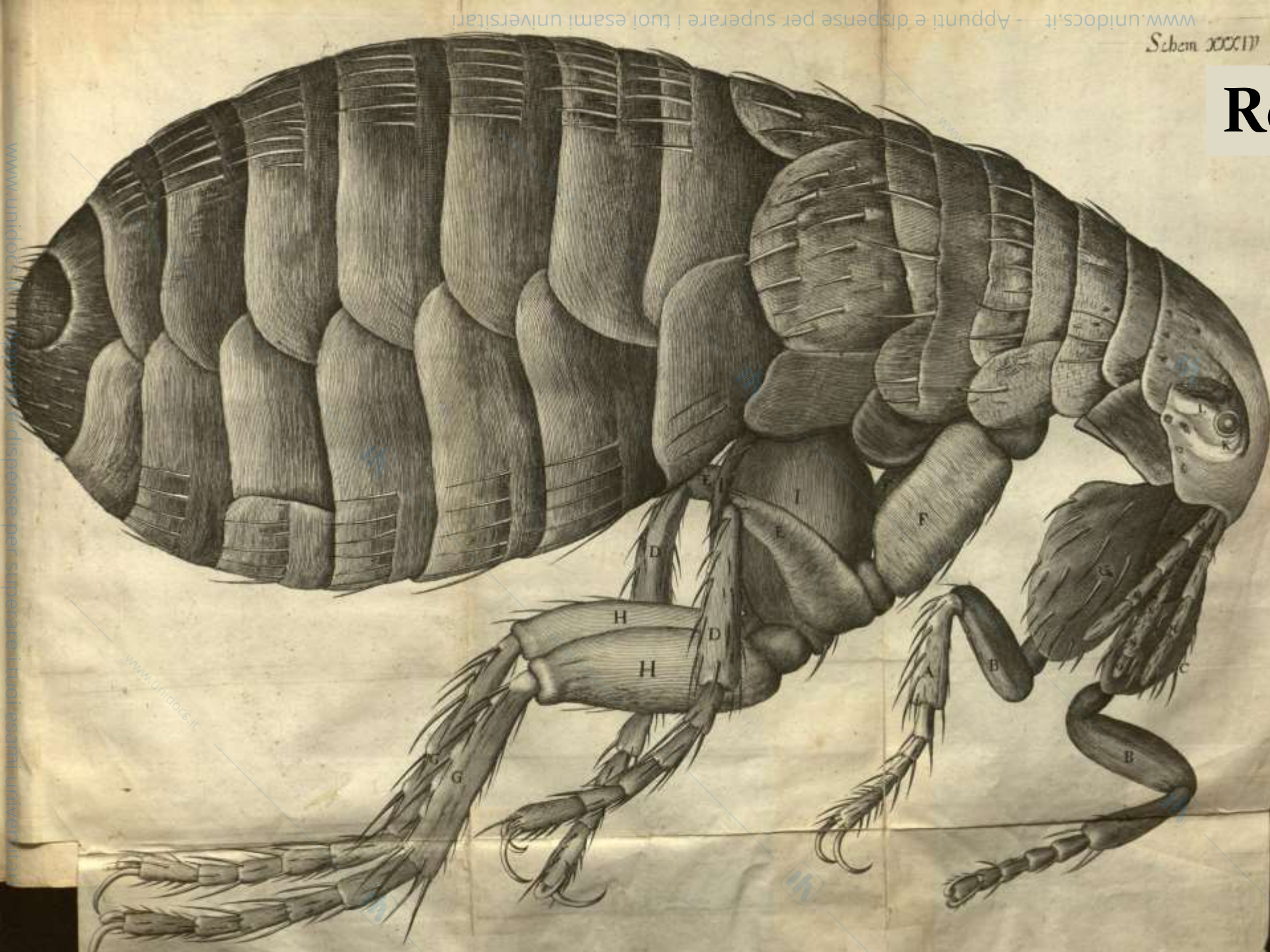
L'inattesa complessità degli esseri più piccoli

... con organi
loro volta
complessi

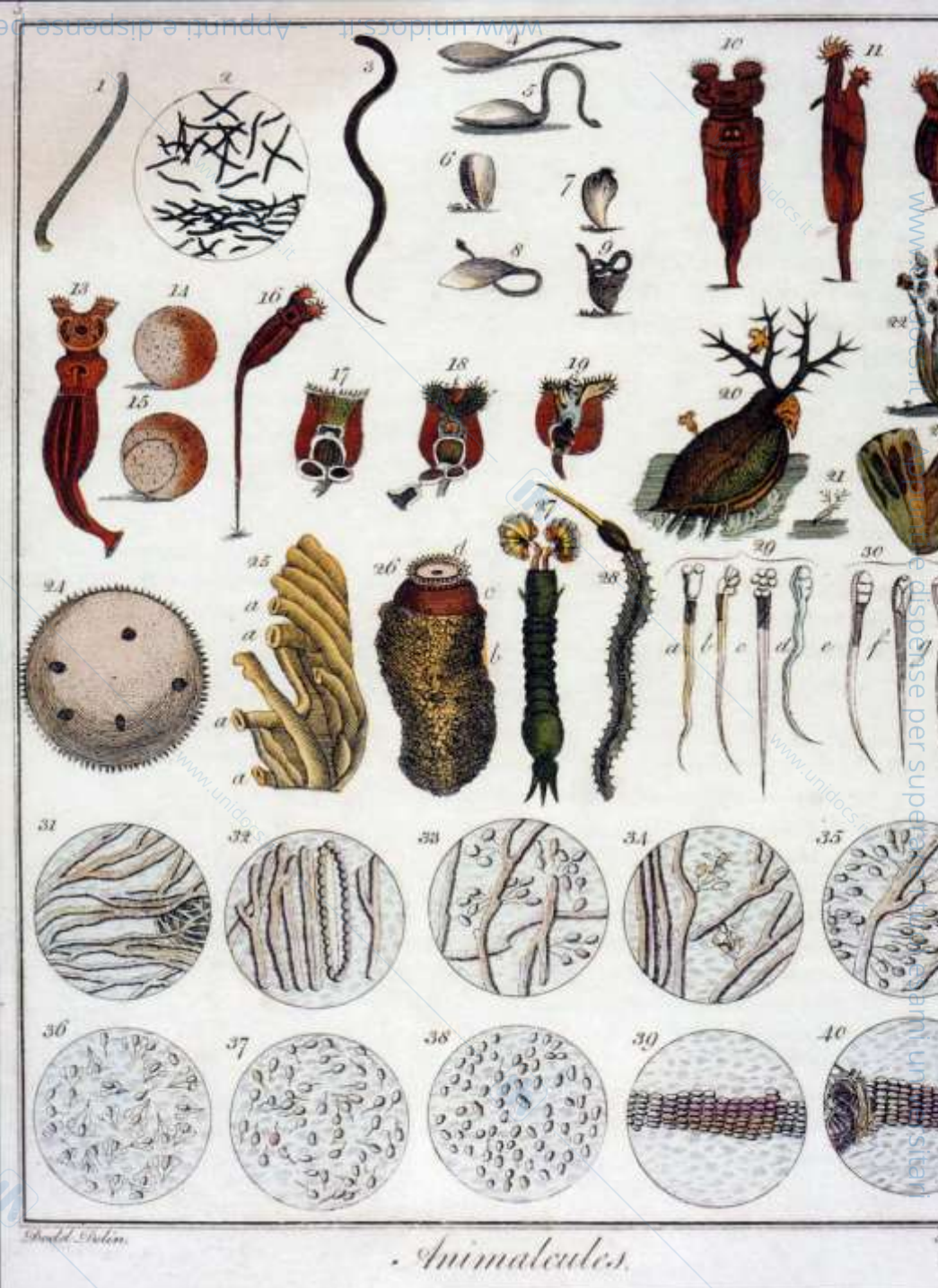


Schem XXXIII

Robert H

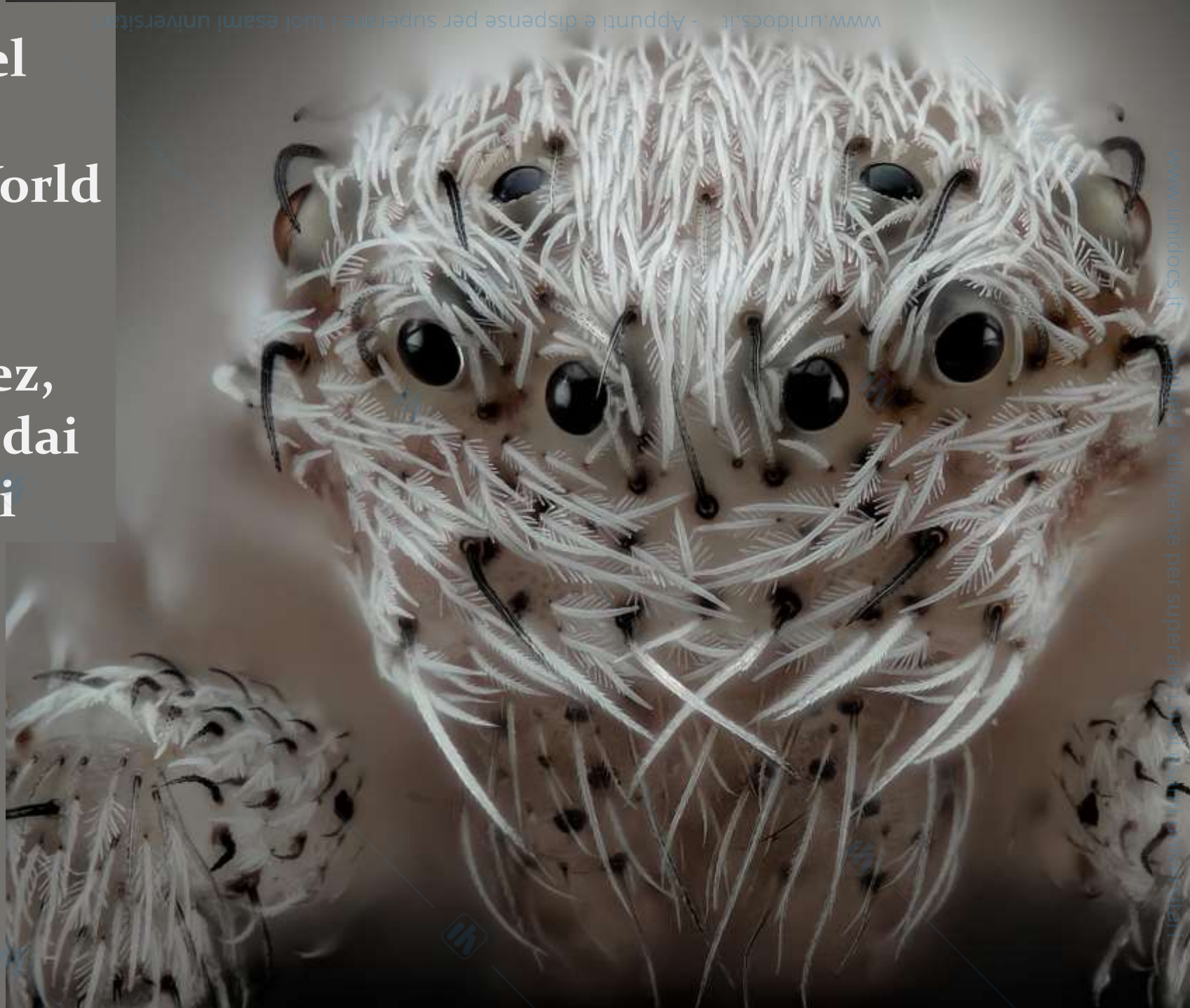


**Strani e complessi esseri
microscopici, molto
differenti da tutte le forme
macroscopiche conosciute**



6to posto del
concorso
**Nikon Small World
2019**

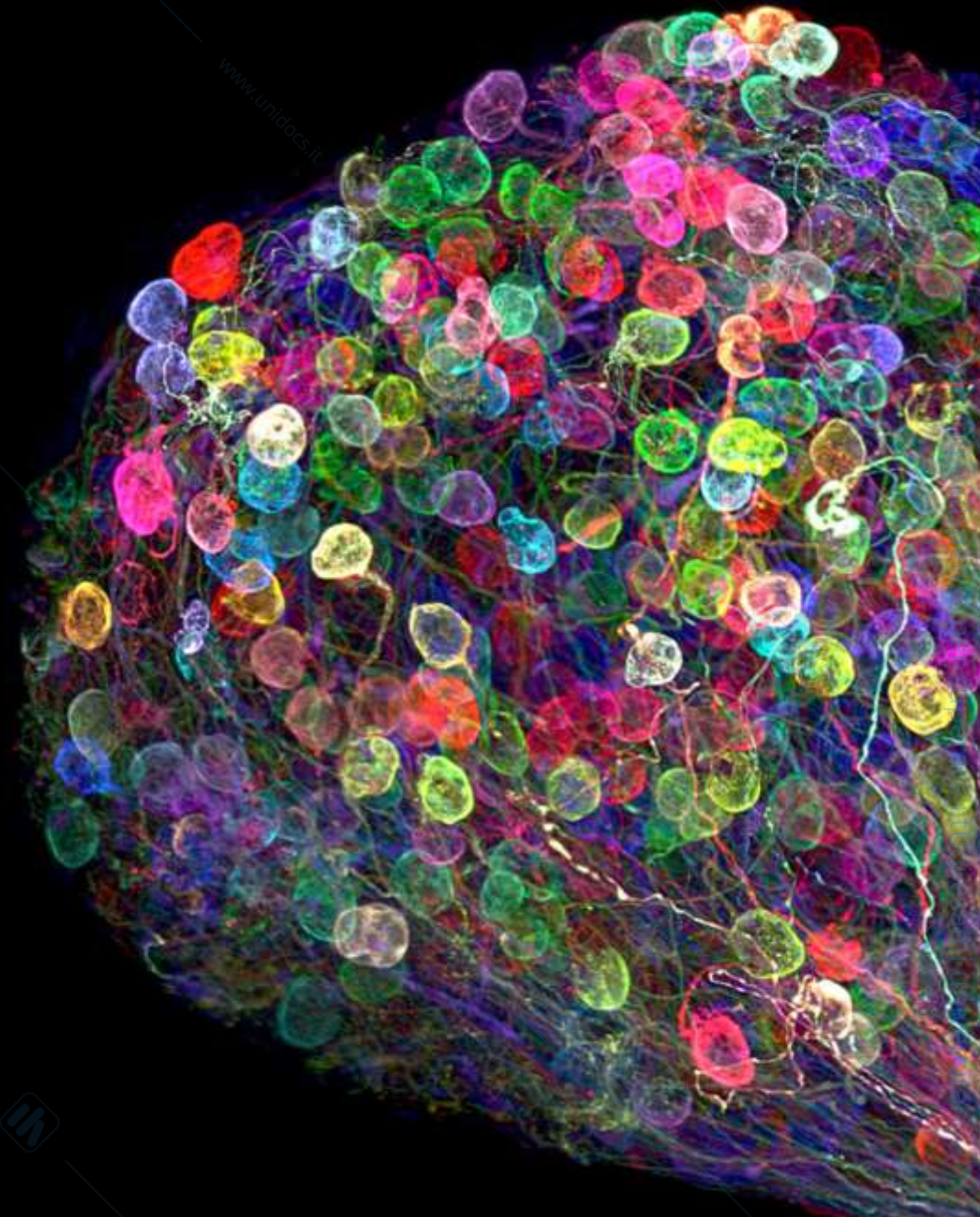
**Javier Rupérez,
Piccolo ragno dai
peli bianchi**





7mo posto del
concorso
Nikon Small World
2017

Ryo Egawa,
Assoni del ganglio
ciliare di embrione
di pulcino marcati
individualmente





Il mondo degli esseri piccoli diventa un *fundus* di meraviglie e bellezze

Steven Blankaart (1650-1704),
1688,

copertina di

“Teatro dei bruchi, vermi, bachi
e del mondo animale volante”

Nel '700 i fenomeni vitali diventano un rinomato argomento filosofico



G.E. Stahl (1660-1734)



A. von Haller (1708-1777)



**G.W. Leibniz
(1646-1716)**

Immanuel Kant,

Critica del giudizio [1790], II, § 75, p. 483:

“È assolutamente certo che noi non possiamo imparare a conoscere sufficientemente, e tanto meno spiegare gli esseri organizzati e la loro possibilità interna, secondo i principi meccanici della natura. Questo è così certo che si potrebbe dire arditamente che è umanamente assurdo anche soltanto concepire una simile impresa, o lo sperare che un giorno possa sorgere un Newton, che faccia comprendere sia la produzione d’un filo d’erba per via di leggi naturali non ordinate da alcun intento: assolutamente negare agli uomini questa veduta.”



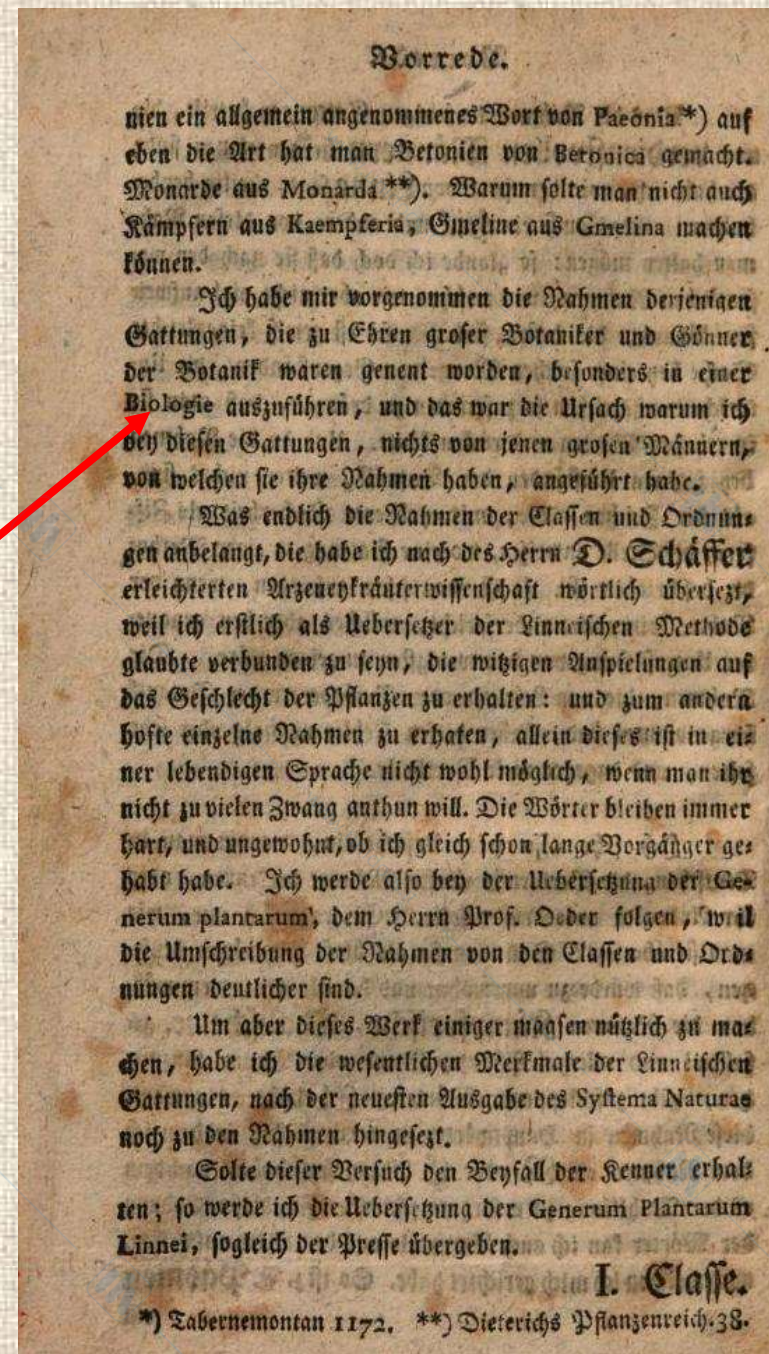
Il termine

Johann Jakob Planer,

1771

lo usa 1 sola volta

e come sinonimo di
«biografia»

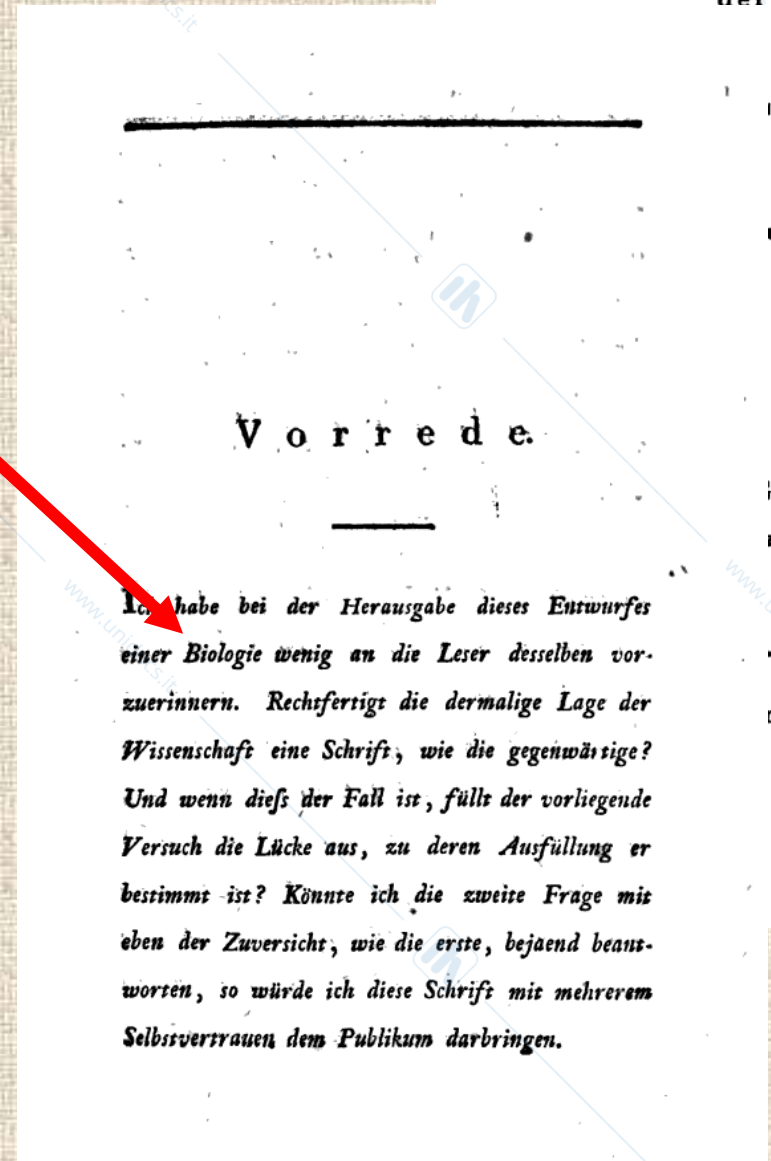


Il termine

Theodor Gustav
August Roose,

1797

1 sola volta, come
sinonimo di fisiologia





Gottfried Reinhold Treviranus

(1776-1837)

1802

Biologie oder Philosophie der lebenden Natur ..., 1802, pag. 4:

“Gli oggetti delle nostre ricerche saranno costituiti dalle differenti **forme** e **manifestazioni** della vita, dalle **condizioni** e dalle **leggi** secondo cui questi fenomeni hanno luogo e dalle **cause** per cui esse sono determinate. La scienza che si occupa di questi oggetti sarà da noi designata con il nome di biologia, ossia scienza della vita.”



Jean-Baptiste de Lamarck

(1744-1829)

1802

Recherches sur l'organisation des corps vivants ..., 1802:

à mesure que notre attention fut dirigée sur ce qui est hors de nous, sur ce qui nous environne, et particulièrement sur les objets qui se sont trouvés à la portée de nos observations, entre les corps inorganiques et sans vie qui composent presque la masse entière de notre globe, nous avons distingué et reconnu l'existence d'une multitude de corps singuliers qui, quelques différens qu'ils soient les uns des autres, ont tous une manière d'être qui leur est commune et qui leur est à la fois particulière.

Ces corps ont tous au même genre d'origine, des termes à leur durée, des besoins à satisfaire pour se conserver, et ne subsistent qu'à l'aide d'un phénomène intérieur qu'on nomme la vie, et d'une organisation qui conduit à ce phénomène physique de l'existence.

C'est à ces corps singuliers et vraiment admirables qu'on a donné le nom de corps vivans; et la vie qu'ils possèdent, ainsi que les facultés qu'ils en obtiennent, les distinguent essentiellement des autres corps de la nature. Ils offrent en eux et dans les phénomènes divers qu'ils présentent, les matériaux d'une science particulière qui n'est pas encore fondée, qui n'a pas même de nom, dont j'ai proposé quelques bases dans ma philosophie Zoologique, et que je nommerai biologie.

C'est parce que la biologie n'est pas véritablement fondée; et qu'on n'a pas même pensé à en faire un sujet d'étude particulière, qu'on voit tant de fausses opinions émises à l'égard des caractères des animaux et des végétaux, tant d'hypothèses inconséquentes relativement aux différens systèmes particuliers de l'organisation animale et aux phénomènes variés qui en résultent, enfin, tant de vues contraires à la marche de la nature, à l'égard des facultés qui ne sont que des phénomènes physiques,

corps vivans, et dont j'ai exposé les principaux résultats dans le discours d'ouverture de mon cours de l'an 9 au Muséum, seront le sujet de ma Biologie, troisième et dernière partie de la Physique terrestre.

On y trouvera, parmi d'autres considérations importantes, un grand nombre d'observations qui attestent que l'organisation des corps vivans, c'est-à-dire, que la conformation interne de ces corps et de leurs parties est uniquement le résultat des mouvemens des fluides qu'ils contiennent, et des circonstances qui ont concouru à l'extension et à la diversité de ces mouvemens;

Que l'état de cette organisation dans chaque corps vivant a été obtenu petit à petit par le progrès de l'influence des mouvemens de ses fluides;

Que les formes acquises furent conservées et transmises successivement par la génération, jusqu'à ce que de nouvelles modifications eussent été de nouveau acquises par la même voie et par de nouvelles circonstances;

Enfin, que, du concours non interrompu de ces causes ou de ces lois de la Nature et d'une série incalculable de siècles qui ont fourni les circonstances, les corps vivans de tous les ordres ont été successivement formés.



Jean-Baptiste de Lamarck

(1744-1829)

1802

Recherches sur l'organisation des corps vivants ..., 1802:

“Biologia (la): è una delle tre parti della **fisica** terrestre; essa comprende tutto ciò che si riferisce ai corpi viventi e particolarmente alla loro **organizzazione**, ai suoi **sviluppi** sua **composizione crescente** con l'esercizio prolungato delle pratiche della vita, alla sua **tendenza a creare degli organi speciali**, a isolarli, a centralizzarne l'azione in un nucleo, e

La biologia intesa come “scienza *generale* della vita”

cioè

**la ricerca di leggi o piani *comuni* a
tutti gli esseri viventi,**

**mentre prima si indagavano solo i
vari aspetti specifici**

**Tuttavia, nel 1802 le leggi comuni sono più un
speranza che un dato di fatto**

Le teorie unificatrici della biologia

**(anni '20: embriologia,
chimica organica,
anatomia comparata)**

1838/39: teoria cellulare

1859: teoria dell'evoluzione

1900: teorie ereditarie

(metà '900: “molecolarizzazione”)

Perché nasce la “biologia” (come scienza autonoma)?

Perché molti naturalisti e filosofi naturali erano convinti che nessuno degli altri rami delle scienze naturali poteva fornire gli strumenti teorici e metodologici necessari, ma allo stesso tempo crede la scienza potrà fornire le risposte migliori.

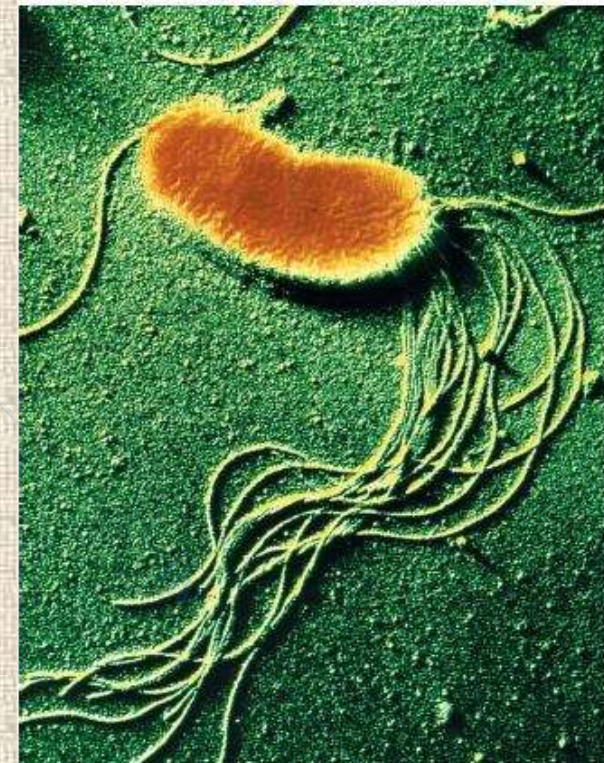
“La biologia è la **scienza(?)
generale(?) della **vita(?)!**”**

Che cos'è la vita?



1980:

**Il microbiologo Anand
Chakrabarty con il brevetto
di un organismo transgenico
(batterio *pseudomonas*)
molecolarmente modifi-**



Diamond v Chakrabarty (1980)

L'esaminatore dell'Ufficio Brevetti:

rifiutò perché *Pseudomonas* è un organismo vivente e dunque non incluso nella definizione giuridica di “soggetto” brevettato.

Court of Customs and Patent Appeals:

concesse perché “il fatto che microorganismi ... sono vivi ... [è] senza significato legale”.

Supreme Court:

confermò (5-4 maggioranza) perché è irrilevante se la cosa da brevettare è vivente ma piuttosto se il ‘composto di materia’ è ‘manufatto’ e che prima non esisteva in natura.

L'oncomouse[©]



Topo nel quale è stato inserito un gene che ha l'effetto di aumentare la probabilità di essere affetti da cancro.

Che cos'è la “vita” ?

- Un a grande difficoltà è costituita dal fatto che persone chiedendo “Che cosa è la vita?” spesso non cercano una definizione scientifica ma risposte a domande sull'essenza e sul senso della vita (che non sono domande scientifiche).



Sir Bertrand Russell (1872-1970)

On the philosophy of science (1965):

**“La scienza moderna può dirci ‘come’ qualcosa è
la domanda ‘perché’ non è la sua materia.”**

Che cos'è la “vita” ?

<http://it.wikipedia.org/wiki/Vita>: (31/03/2019)

“La vita è l'insieme di caratteristiche che distinguono i sistemi viventi che esibiscono processi biologici come l'omeostasi, il metabolismo, la riproduzione e l'evoluzione da quelli non viventi, i quali non esibiscono suddetti processi o perché tali funzioni sono cessate o perché non le hanno mai esibite (in questo ultimo caso si tratta di sistemi inanimati (...))

Il concetto di vita si contrappone quindi a quello di morte solo parzialmente, in quanto la morte è la fine della vita, e non coincide con la condizione della materia che non ha mai avuto vita.”

Che cos'è la "vita" ?

Definizioni tratte da: M. Rizzotti (ed.): *Defining life, the central problem in theoretical biology*, Padova 1996, pp. 9, 25, 39, 129 e 187.



André Brack (biofisico nucleare):

“Vita è un **sistema chimico** capace di **replicarsi** attraverso **autocatalisi**, e di **commettere errori** che gradualmente **aumentano l'efficienza** dell'auto-catalisi

Camilo J. Cela-Conde (filosofo):



“Cose viventi sono esseri che processano informazioni in modo tale che nella sequenza (stimolo ambientale – costruzione di conoscenza – risposta motorica), i risultati possibili (risposte motoriche) in termini di inputs (stimoli ambientali) non possono essere predetti meccanicamente.”

Lorenzo Colombo (biologo):

**“Vita è un ordine macromolecolare
basato sul tempo.”**



Abir U. Igamberdiev (fisiologo e biochimico):

“Vita è un’attività auto-organizzante e auto-generante di sistemi aperti non-equilibrati, determinati dalla loro struttura interna semiotica.”

Pietro Omodeo (biologo evoluzionistico):



“L’essere vivente è un **sistema aperto, cellulare, a riprodotto, con flussi autoregolati di materia, energia e informazione** che lo attraversano e controllano la sua crescita e lo stato attuale. A causa di questi attributi un tale sistema è capace di **evoluzione, adattandosi** alle condizioni ambientali che cambiano”

Che cos'è la “vita”?

- Un a grande difficoltà è costituita dal fatto che persone chiedendo “Che cosa è la vita?” spesso non cercano una definizione scientifica ma risposte a domande sull'essenza sul senso della vita (che non sono domande scientifiche)
- Non esiste una definizione scientifica di *vita* generalmente accettata.

**Caratteristiche esclusivi degli
esseri viventi?**

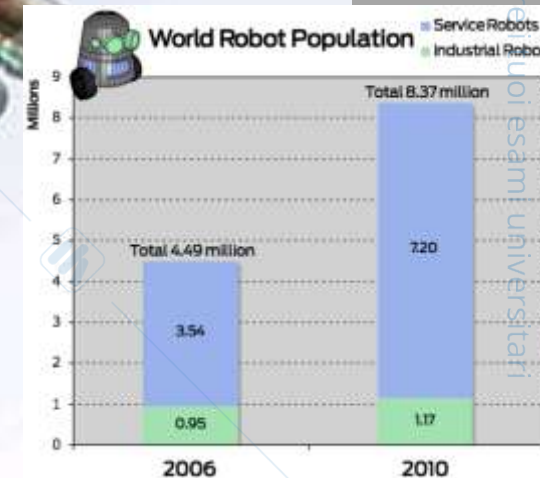
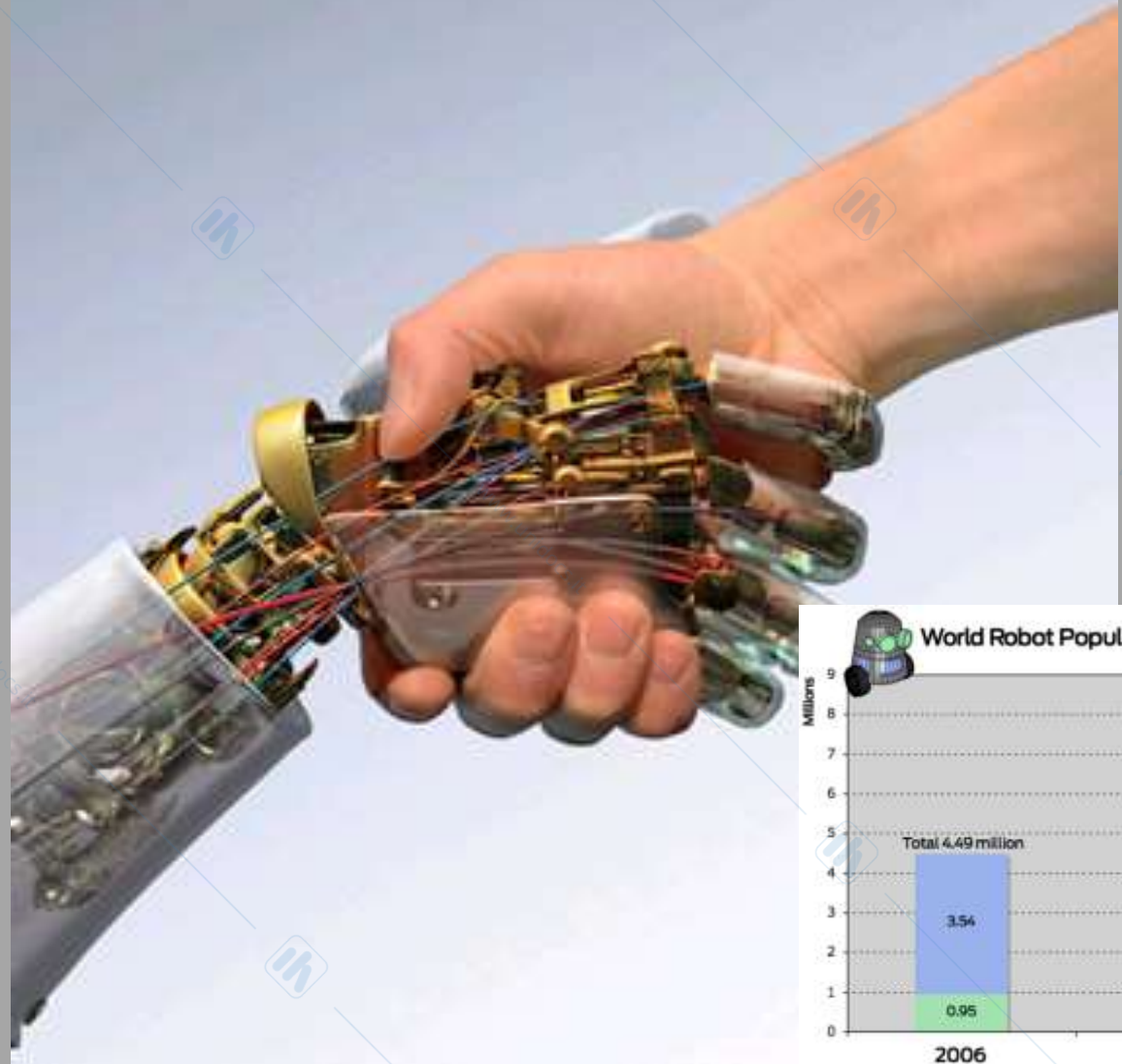
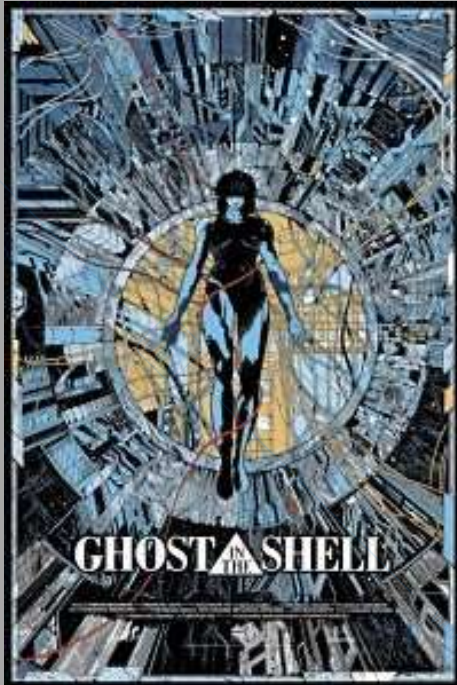
**Caratteristiche indispensabili
per esseri viventi?**

Sostrato organico

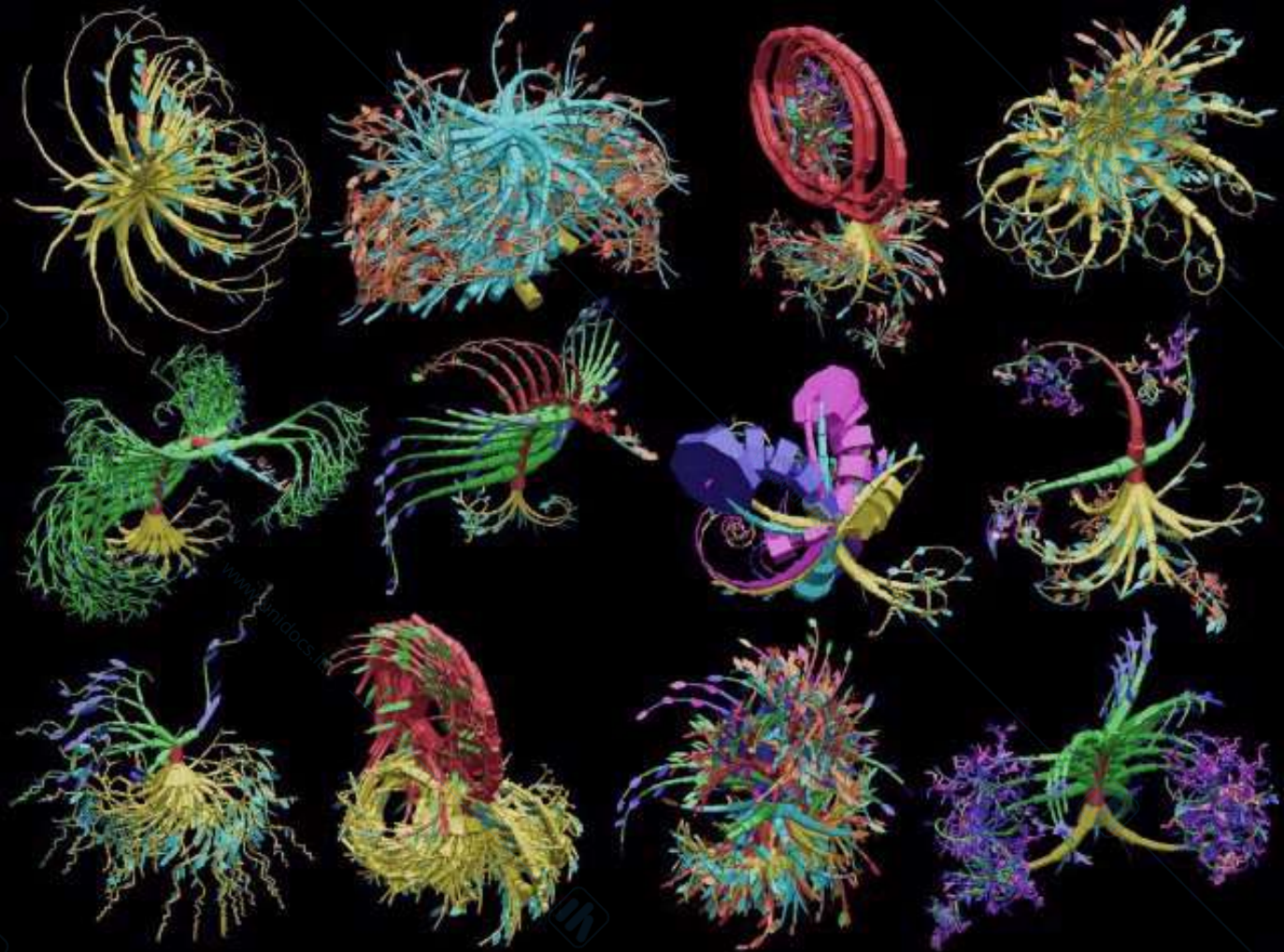


**Esperimento
Stanley Miller**
nel 1953 riesce
a convertire il carbonio
in composti organici
il 2% dei quali
si trasforma in
aminoacidi
di cui alcuni
polimerizzano

Robot viventi?



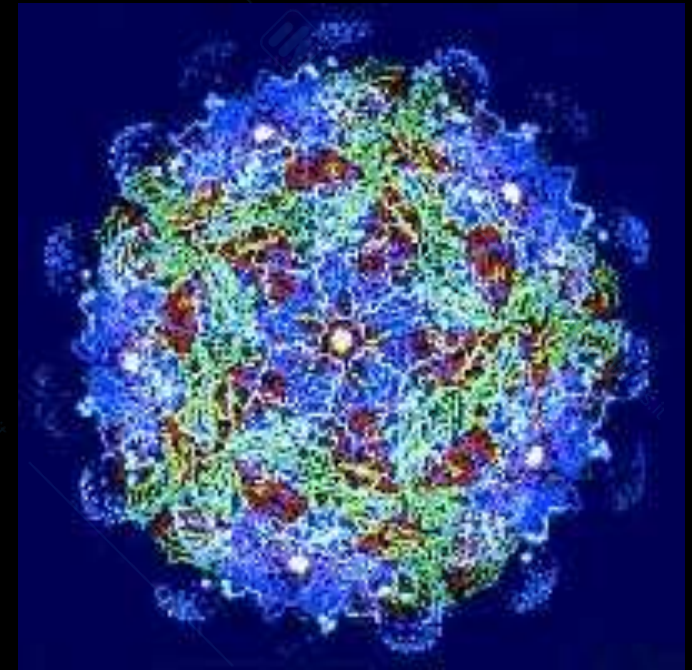
La vita – legata alla sostanza organica, cioè al carbonio?



Evoluzione

Computer life

include la capacità di adattarsi alle circostanze e di svilupparsi autonomamente e spontaneamente



Self-replicating automata

Evolutionary robotics: robot dotati di intelligenti trial-and-error algoritmi



Attività cerebrale o sensitiva





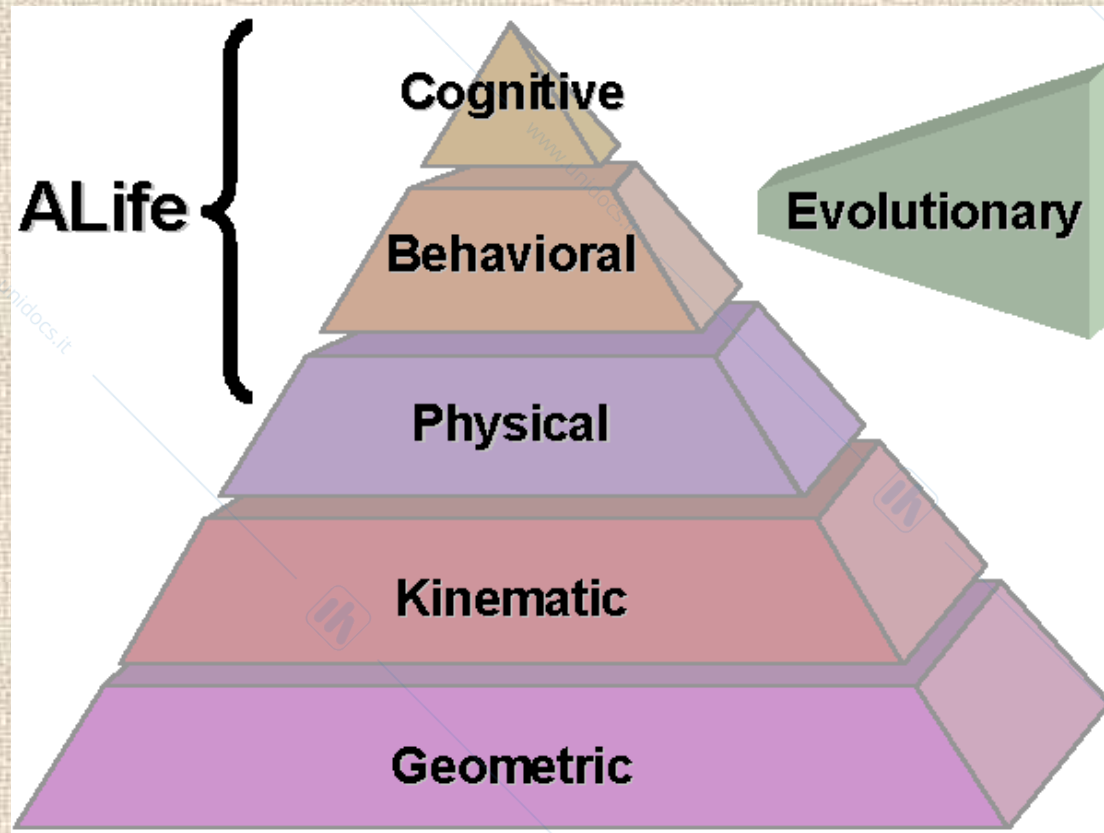


Nel 1968 il 'rapporto di Harvard' cambiò ufficialmente la definizione di morte basandosi non più sull'arresto cardiocircolatorio, ma sull'encefalogramma piatto.

Tuttavia, il corpo è ancora sufficientemente vivo per esportare e trapiantare gli organi oppure portare avanti una gravidanza avanzata.

“morte cerebrale”

Infatti, la legislazione dello Stato del New Jersey, per esempio, prevede che i familiari possono rifiutare che il loro parente venga dichiarato morto su base del concetto di morte cerebrale, accettando quindi un divario tra la morte come fenomeno clinico-razionale e come fenomeno emotivo-culturale.

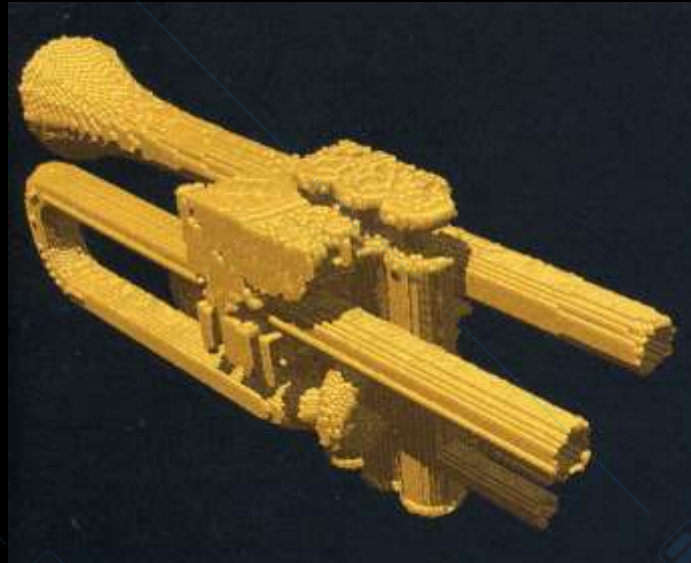
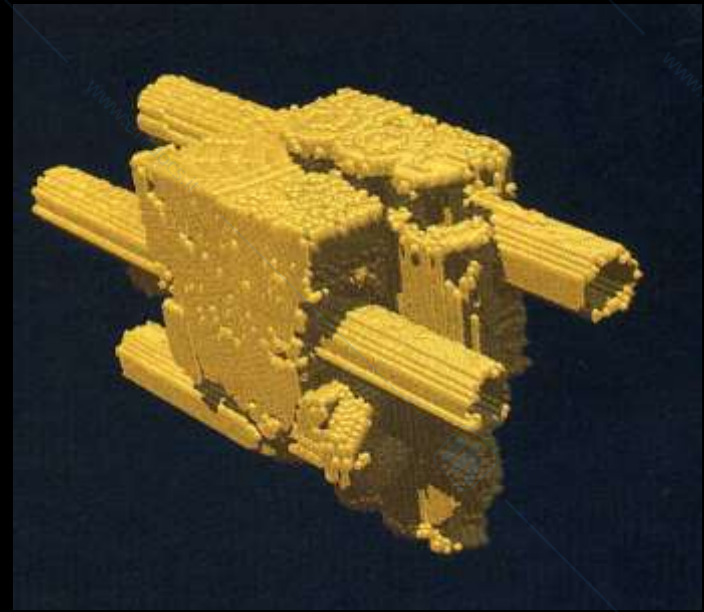
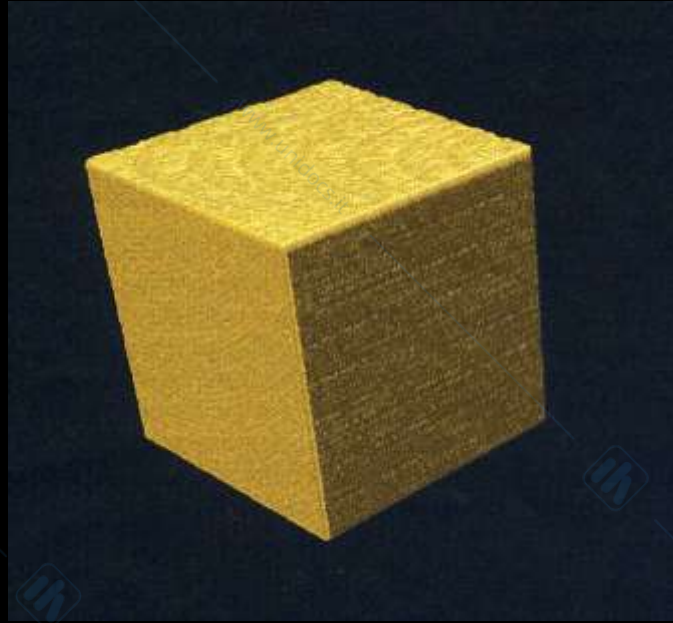


**Capacità cognitive:
massima espressione di
vita?**

**Piante =
vita inferiori**

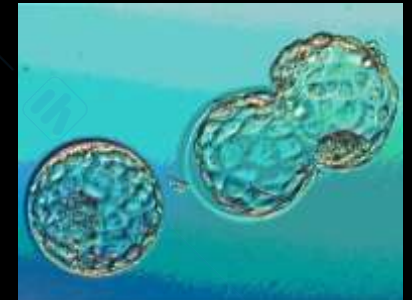
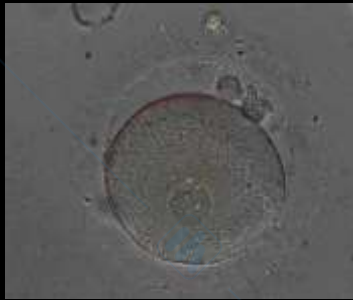


Auto-organizzazione



Sviluppo

La meraviglia dello sviluppo *sensato* degli esseri viventi?

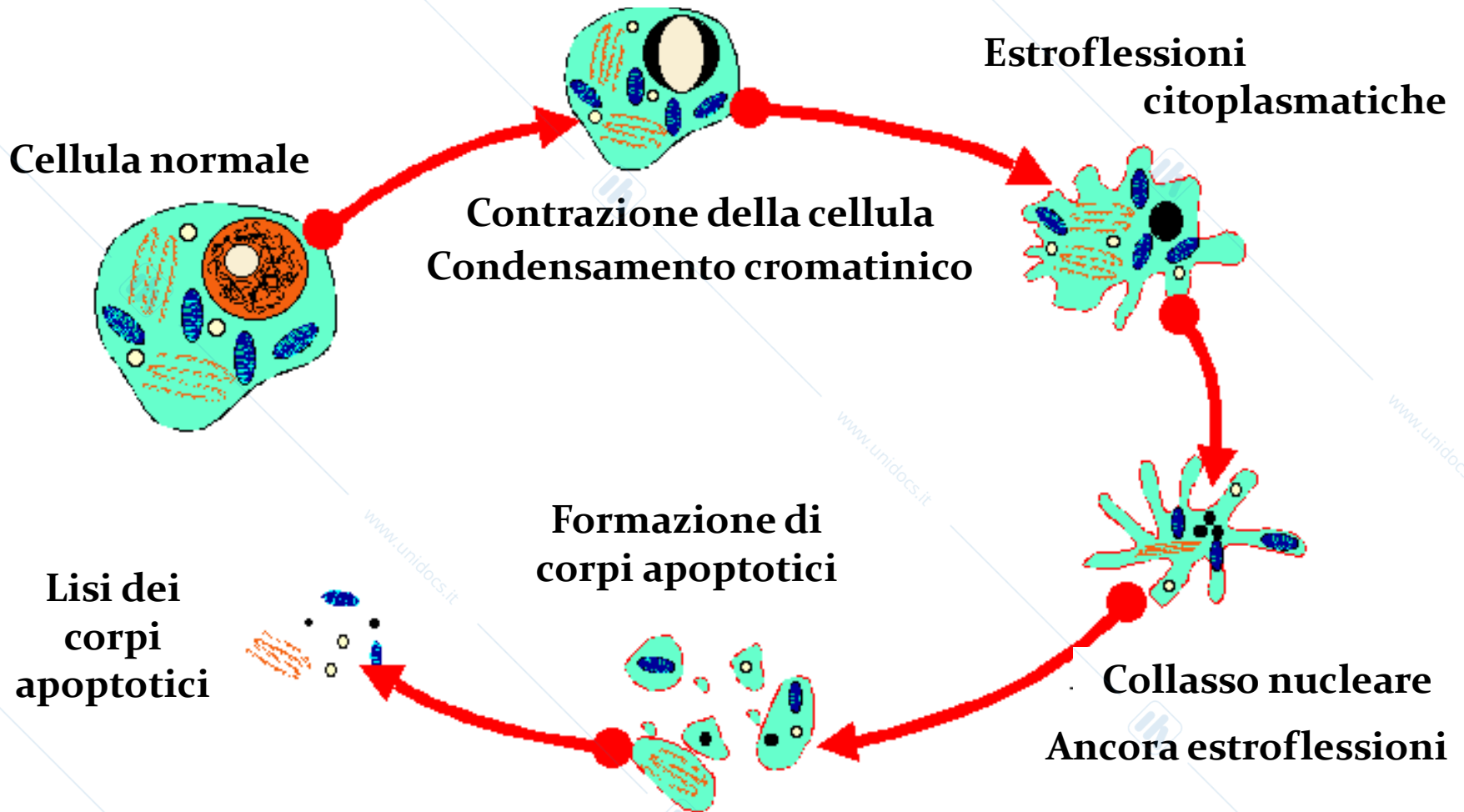


Cristalli crescono e mantengono stabilmente la forma acquisita – quindi sono vivi?



Apoptosi

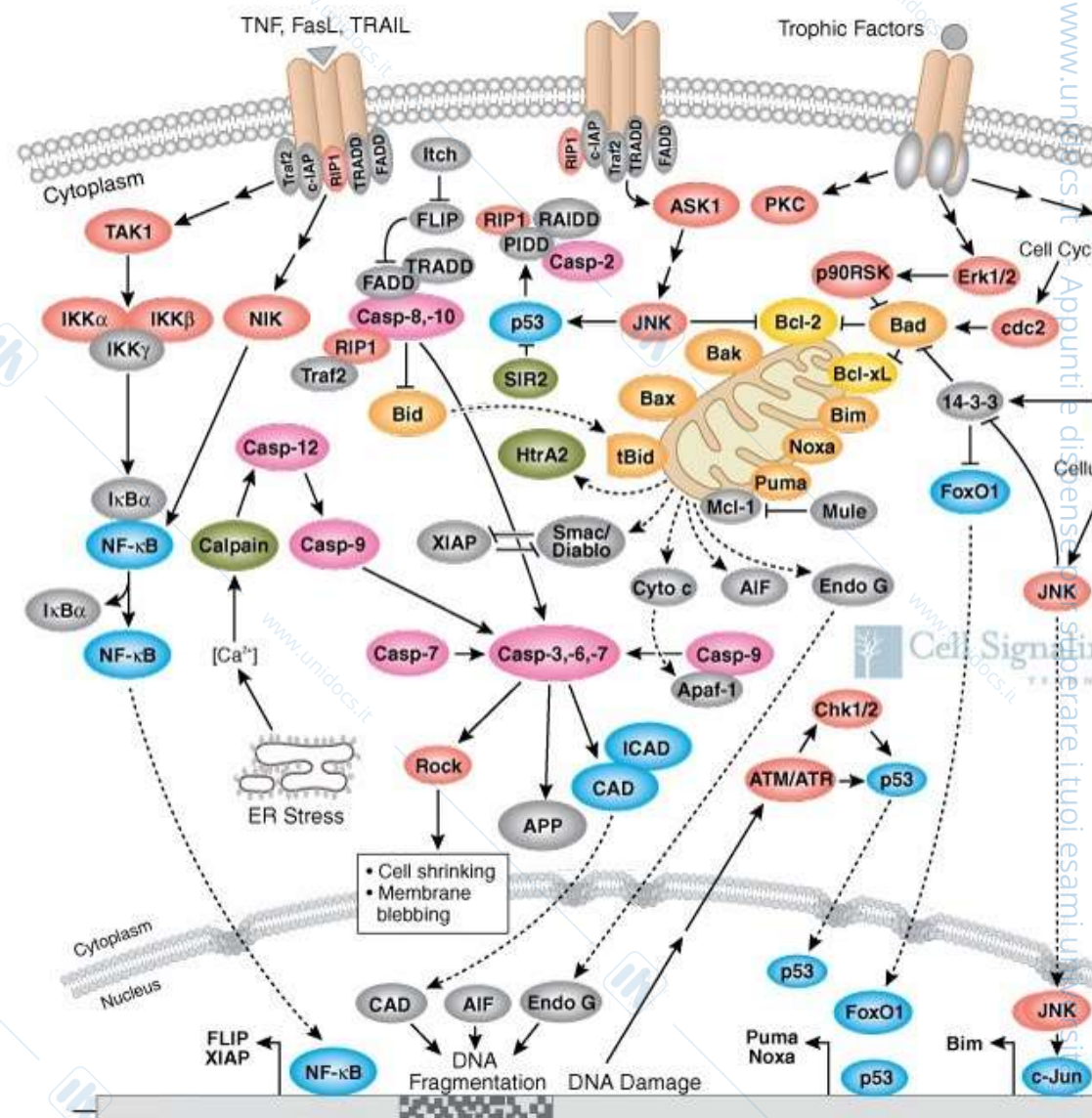
(La morte programmata di cellule)



La (complessa) “macchina della morte”

coinvolge una moltitudine di geni, segnali e agenti che in altre circostanze garantiscono la sopravvivenza.

Il cancro, per esempio sembra causato dalla non-morte di cellule difettose.



Riproduzione

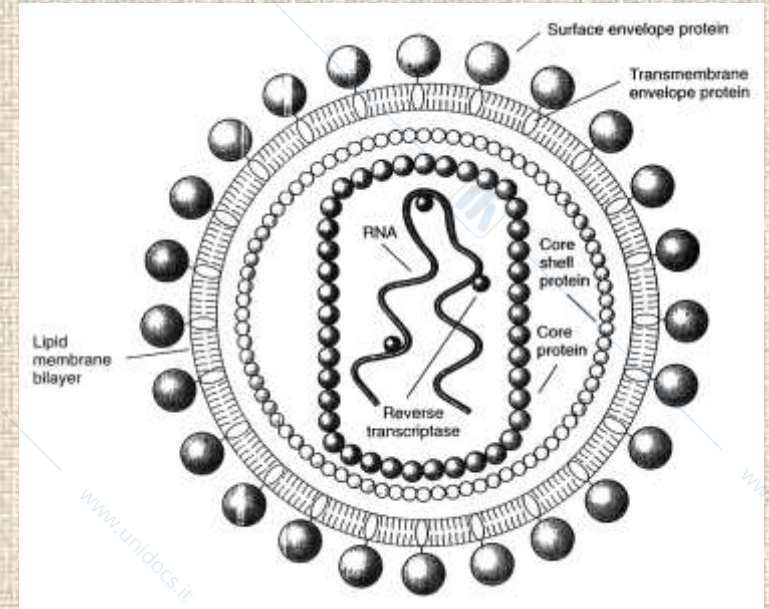
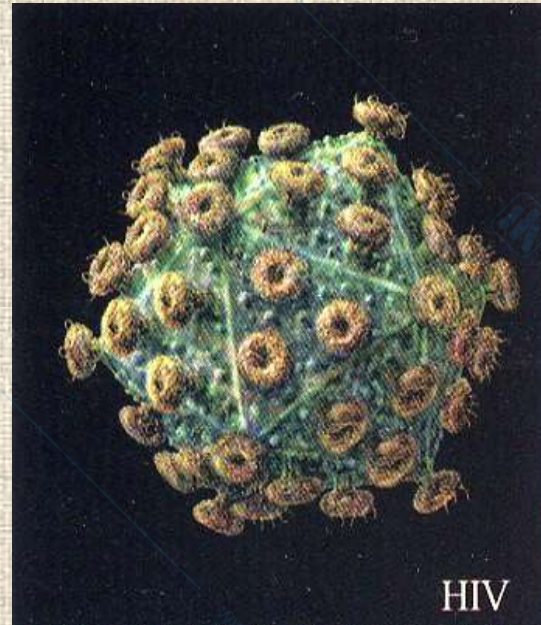
**Il fuoco si nutre,
cresce e si riproduce –
quindi è vivo?**



**Soltanto l'ape
regina si
riproduce –
quindi le altre
non sono vive?**



Un virus è un organismo vivente? O è solo una macchina chimica di riproduzione?



il virus dell'AIDS,

consiste solo di un involucro proteico e un pezzo di DNA
e praticamente non sa fare niente tranne riprodursi.

Movimento autonomo



Selaginella lepidophylla

La (falsa) rosa di Gerico

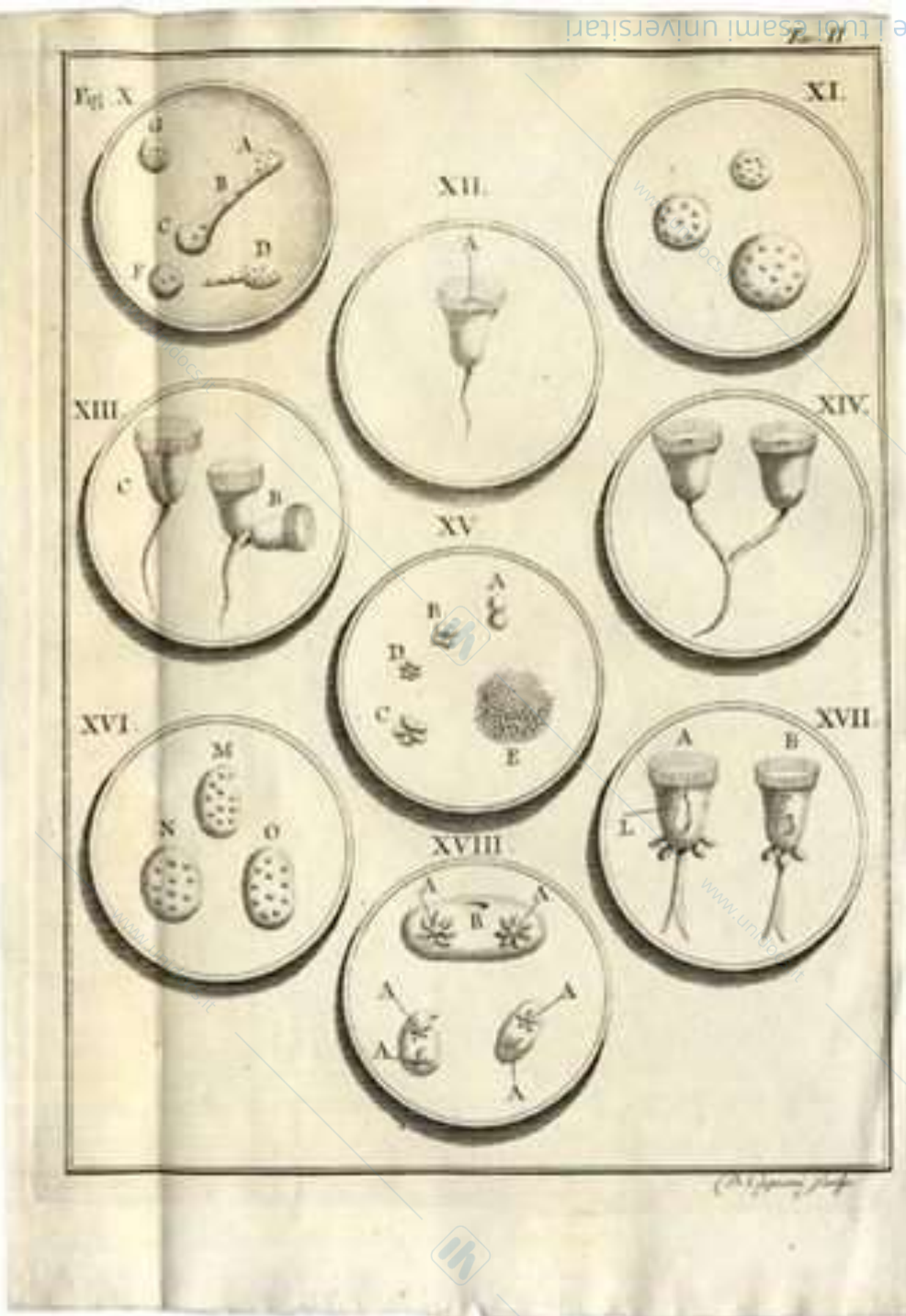
<https://www.youtube.com/watch?v=BMiQpjRQZP4>

Una delle circa 330 specie di “piante della resurrezione”

Una resurrezione di *animalculi* microscopici



Lazzaro Spallanzani
(1729-1799)



Metabolismo

Vita sospesa?

- **Semi e spore che possono stare senza segni vitali anche per alcune centinaia (o anche migliaia) di anni**

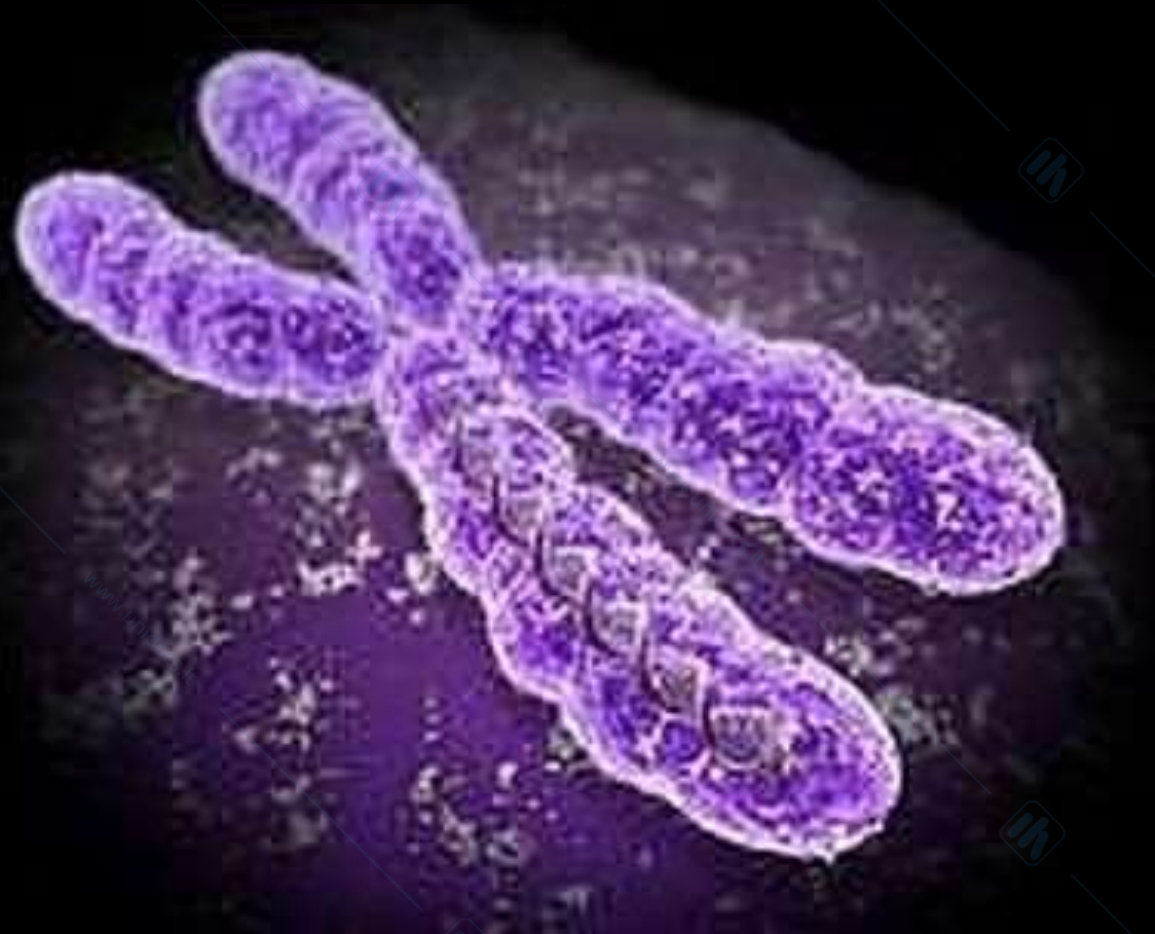


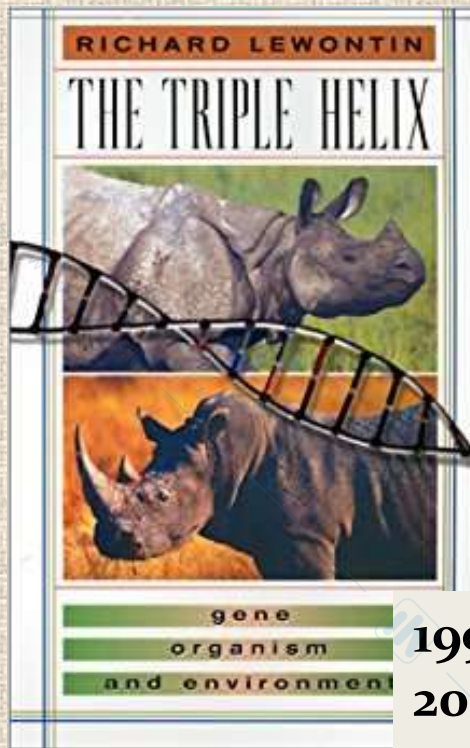
Vita sospesa?

- **Semi e spore che possono stare senza segni vitali anche per alcune centinaia (o anche migliaia) di anni**
- **Spermatozoi possono essere congelati (uovuli non fecondate no!), e anche alcuni microrganismi possono essere seccati e poi riutilizzati.**

Programma genetico

Il possesso di un programma genetico

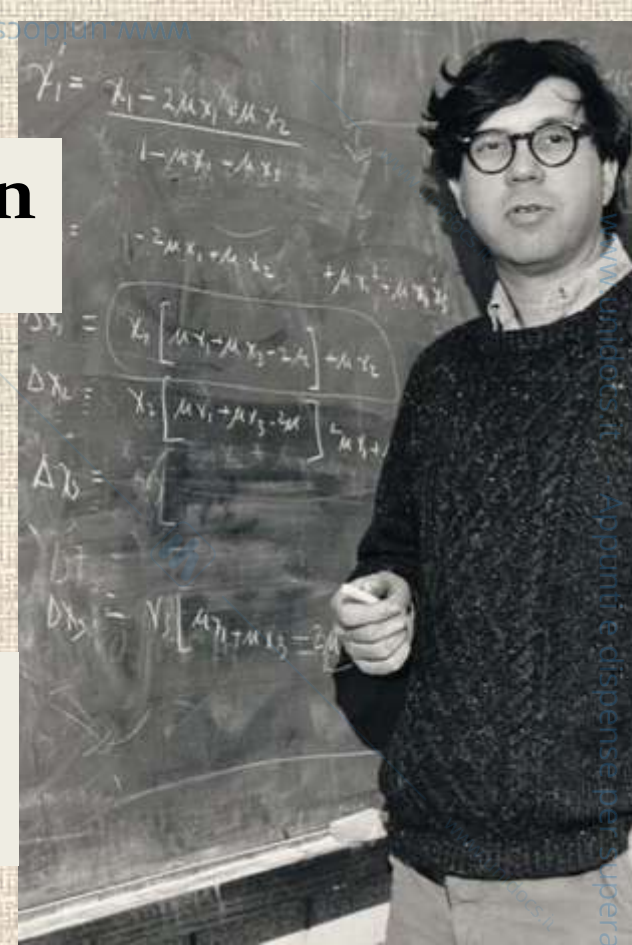




Richard Lewontin (*1929)

1998: "Gene, organismo e ambiente."

2000: "The Triple Helix. Gene, Organism and Environment"



DNA \longleftrightarrow **Vita**

(ma: che cosa è vita?)

Che cosa distingue gli esseri viventi dalla materia inerte?



Benton C. Clark,
astrobiologo,
consigliere della NASA

“Gli esseri viventi esibiscono 102 qualità osservabili, ma nessuna di loro è per sé ‘vita’ e, elencando tutti 102 in una (lunghissima) definizione ancora non si ha catturato il fenomeno vita.”

Che cos'è la “vita”?

- Un a grande difficoltà è costituita dal fatto che persone chiedendo “Che cosa è la vita?” spesso non cercano una definizione scientifica ma risposte a domande sull'essenza e sul senso della vita (che non sono domande scientifiche).
- Non esiste una definizione scientifica di *vita* generalmente accettata.
- Non esiste una lista né completa né esclusiva di attributi indispensabili che include *tutte* le forme vitali.

Categorie

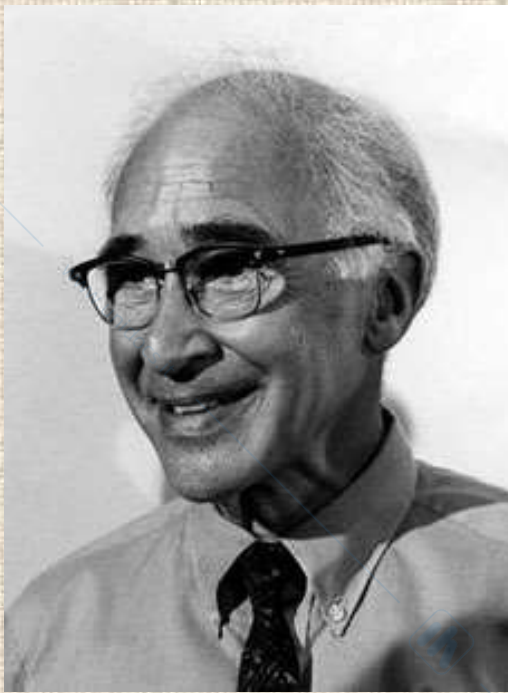
(per es. «Vita», «Scienza», «gene»)

«1.b. Nella filosofia moderna e contemporanea, e segnatamente nel pensiero kantiano, ciascuno dei concetti fondamentali del pensiero può essere considerato come una funzione attiva del pensiero, cioè delle forme *a priori* della nostra conoscenza, che rappresentano funzioni attive del pensiero, ordinatrici della realtà fenomenica. [...]

2. Partizione nella quale si comprendono individui o cose di una medesima natura o di un medesimo genere.»

(Dizionario Treccani)

Si tratta, dunque, di uno strumento indispensabile per ordinare e comprendere. Ma bisogna essere consapevoli che sono artificiali e non sempre rispecchiano pienamente la realtà.



George Wald,
Innovation in biology, 1958, p. 113:

“Tempo fa i biologi si sono convinti che non è utile definire la vita. Il problema di qualsiasi una di queste definizioni è che uno può sempre costruire un modello che soddisfa la definizione, ma che chiaramente non è vivo.

E, certamente, non misuriamo mai la vita. Possiamo misurare tante delle sue manifestazioni in modo molto accurato; e combiniamo questi con quelli che osserviamo, ma probabilmente non possiamo misurare in modo tale da avere un concetto che cosa significa essere vivo. **La vita stessa non è mai né osservata né misurata.** E' la somma e il giudizio sulle nostre misurazioni e osservazioni.”

Perché nasce la “biologia” (come scienza autonoma)?

Perché molti naturalisti e filosofi naturali erano/sono convinti che solo la biologia possa fornire gli strumenti teorici e metodologici necessari.

È davvero così???
Le scienze fisiche e chimiche non possono spiegare i fenomeni vitali?

www.unidocs.it - Appunti e dispense per superare i tuoi esami universitari

**Marcio Cabral,
I riflessi dei
raggi UV sulle
foglie di
*Paepalanthus***

**Foto vincitore
del concorso
*Nature
Photographer
of the year
2016***

<https://naturephotographeroftheyear.com/previous-editions/npoty-2016-results/>

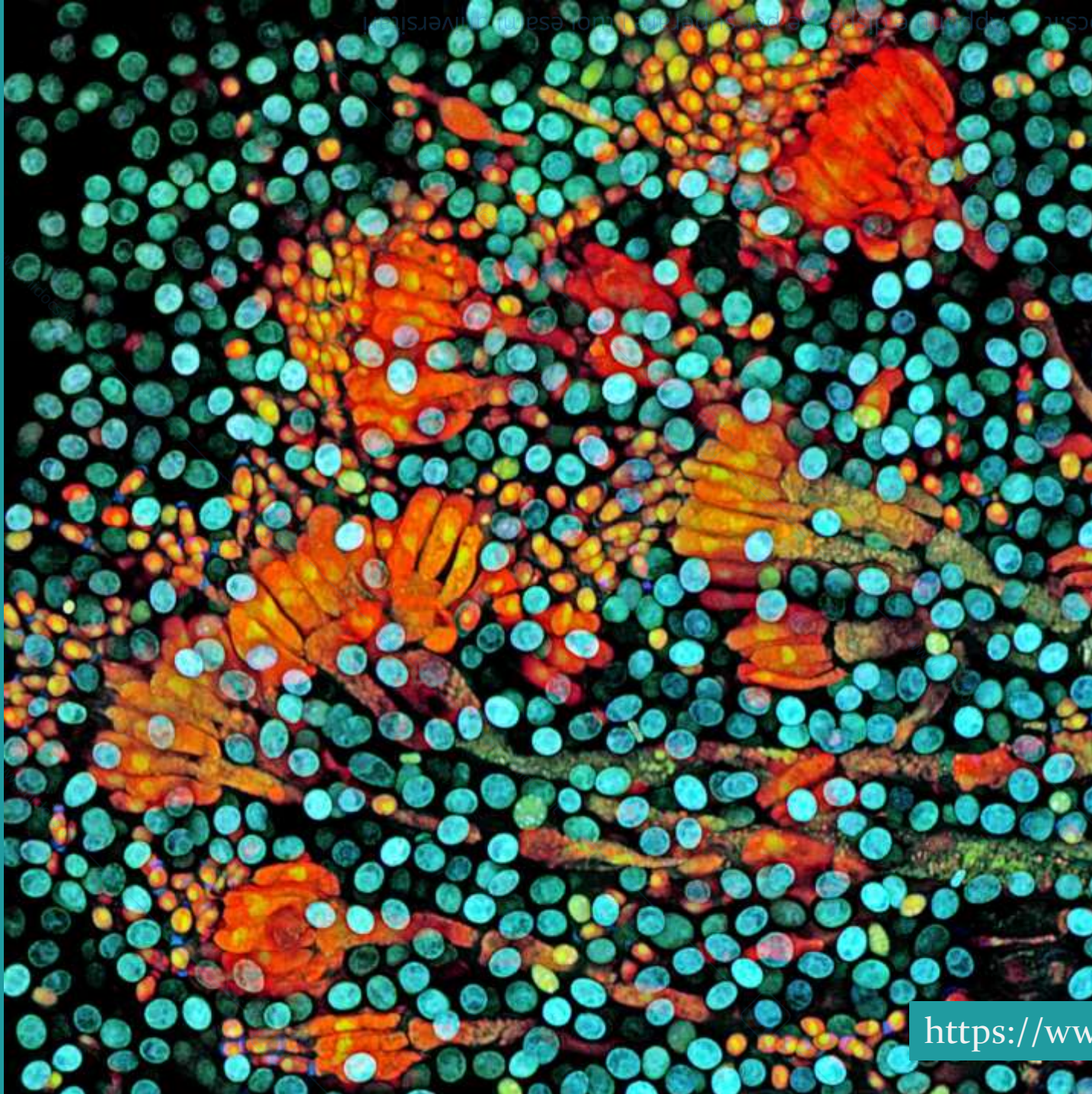


©UPY2023 / Rafael Fernandez Caballero

Vincitore
del concorso
Underwater
Photograph
er of the
Year 2023



<https://underwaterphotographeroftheyear.com/>



Nikon Small World
2019

Tagide de
Carvalho,

Le spore del fu
Penicillium

<https://www.nikonsmallworld.com/galle>

“La biologia è la **scienza(?)
generale (?) della vita!”**