

Ramon Margalef: bastir l'ecologia, fonamentar l'ecologisme



Joandomènec Ros

Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona
Institut d'Estudis Catalans

De què parlarem



- Pinzellada biogràfica
- Aportacions a l'ecologia: informació, diversitat, successió
- Una nova manera d'entendre el fitoplàncton
- Pensar el món, a totes les escales
- *Gedankenexperimenten*
- Ecòleg i ecologista
- Professor universitari

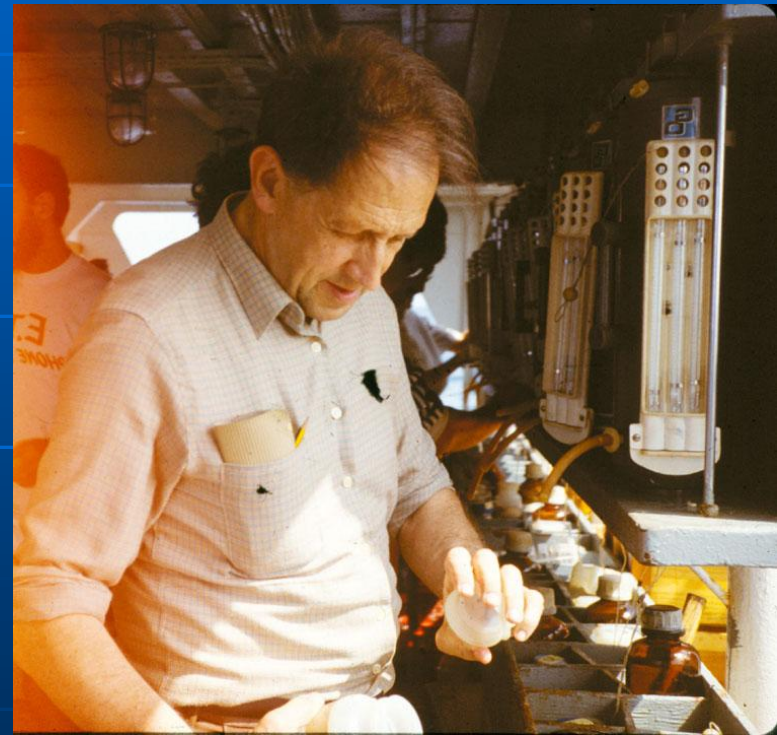
Un naturalista nat



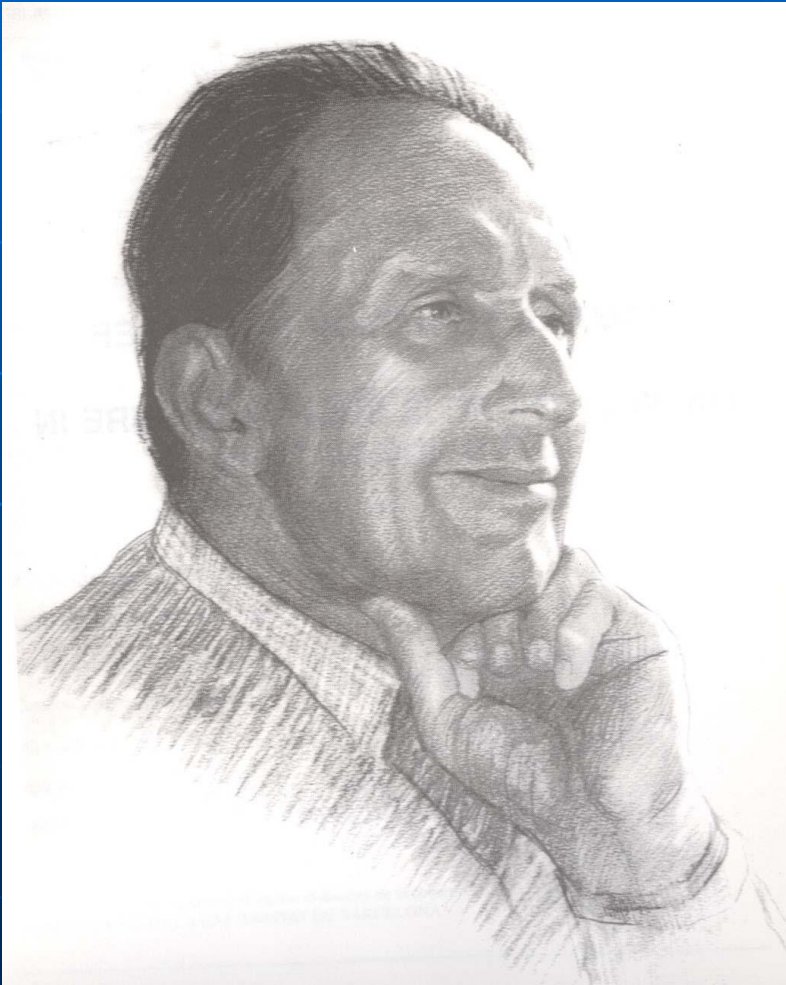
Ramon Margalef fou ecòleg, limnòleg, oceanògraf, professor universitari...

Margalef feu contribucions notabilíssimes a la limnologia, l'oceanografia i l'ecologia general, treballant al camp (o al mar) i al laboratori, i especialment pensant sobre coses que pocs s'havien plantejat abans

Tenia uns coneixements amplíssims i observava la natura amb ulls d'infant, curiosos i inquisidors



...naturalista galileà, consilient i poeta

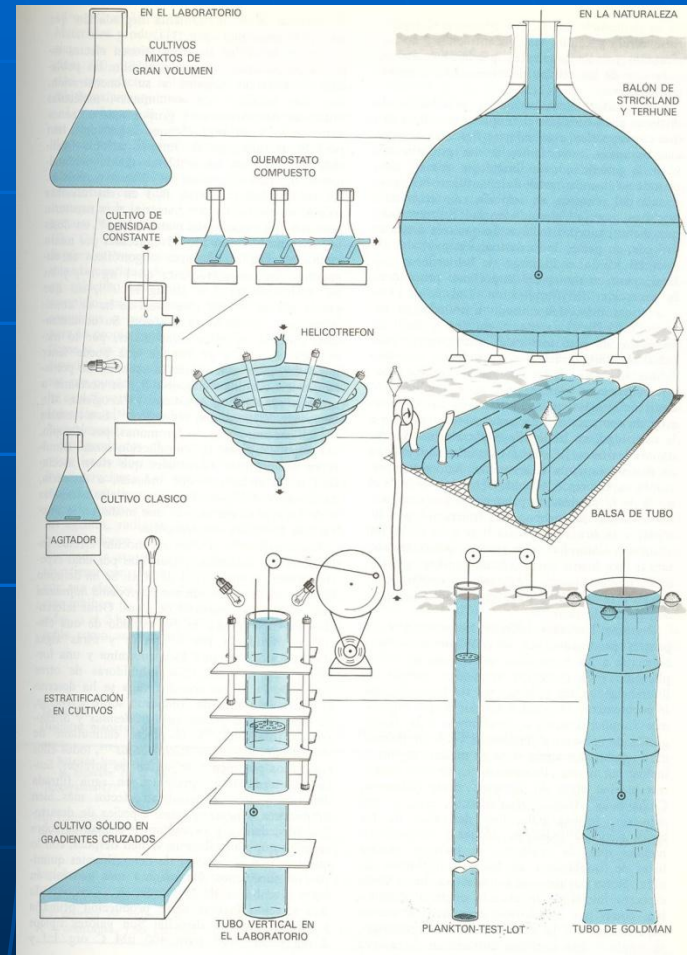


Els naturalistes galileans (de Galileo) es delecten en els enigmes intel·lectuals de la natura però, sense negar-ne la bellesa visceral, malden per a trobar-hi explicació científica

“For most topics that concern ecology, I like poets more than lawyers, and feel more inclined to phantasy, feeling and inspiration than to rigor, consistency and even responsibility.”

(Margalef, 1997)

“El bon ecòleg ha de ser capaç de collar cargols amb un martell i de clavar claus amb un tornavís”



Del microscopi fet amb peces de segona mà a les “màquines de fer ploure”

Planctòleg genial

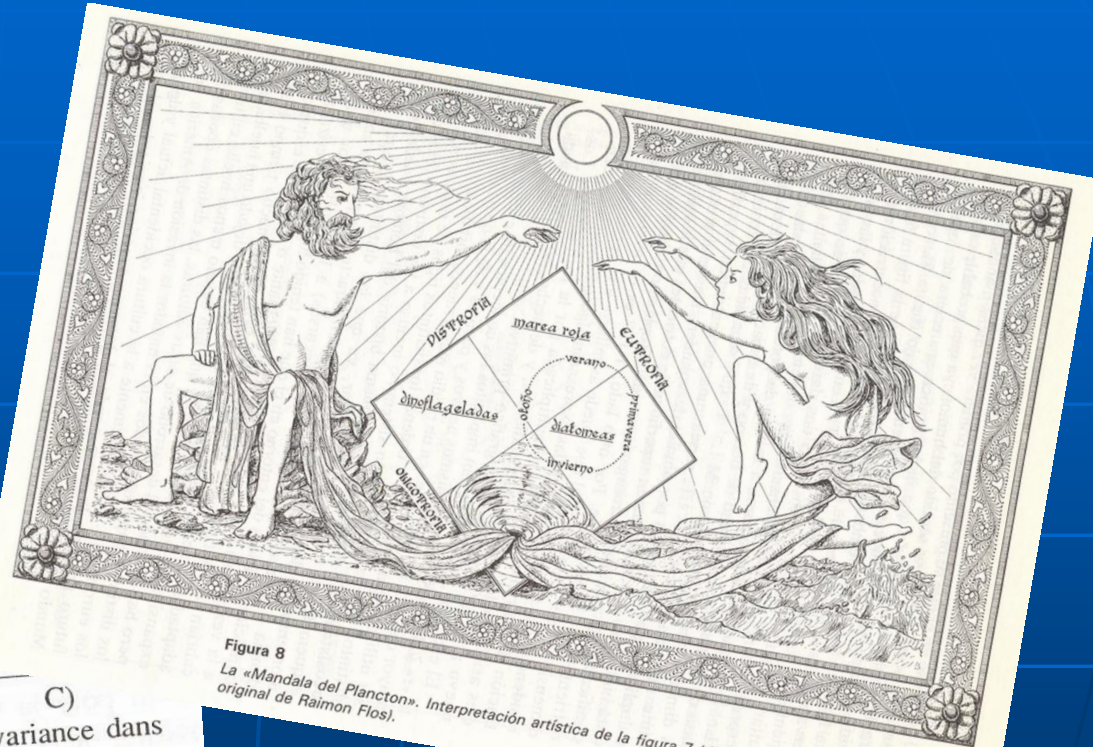


Figura 8
La «Mandala del Plancton». Interpretación artística de la figura 7 (dibujo original de Raimon Flos).

$$dB/dt + V(dB/dx) + (\text{sedimentation}) = I + (A \cdot C)$$

production totale (changement local) + (sédimentation) = I production nouvelle + (A) énergie exprimée par la turbulence (production recyclée) (C) covariance dans la distribution des facteurs de production

Però ens equivocariem si només penséssim en Margalef com a ecòleg aquàtic: fou un pensador de l'ecologia. I l'evolució no podia estar absent de la seva concepció del món

Idees genials (i fixes!)

Margalef és “reincident” en el desenvolupament de la seva teoria de la biosfera. Hi ha línia directa entre els primers treballs (*Perspectives*, 1968, i anteriors) i els darrers (*Our Biosphere*, 1997, i posteriors) en molts aspectes, entre ells la relació entre ecologia i evolució

Perspectives in Ecological Theory (1968; *Perspectivas de la teoría ecológica*, 1978)

Ecología (1974)

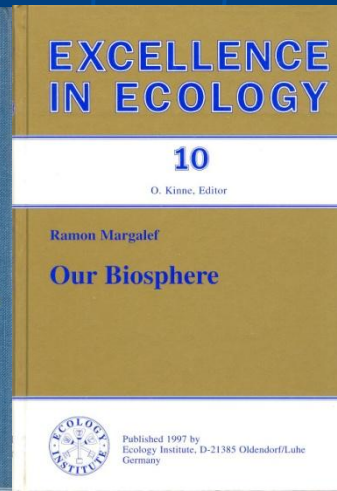
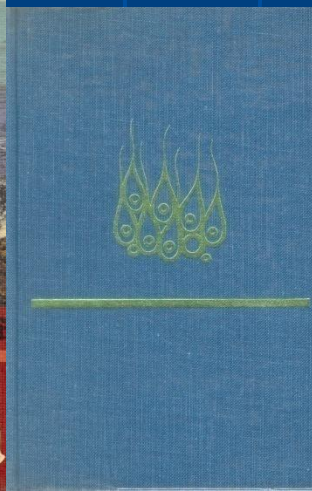
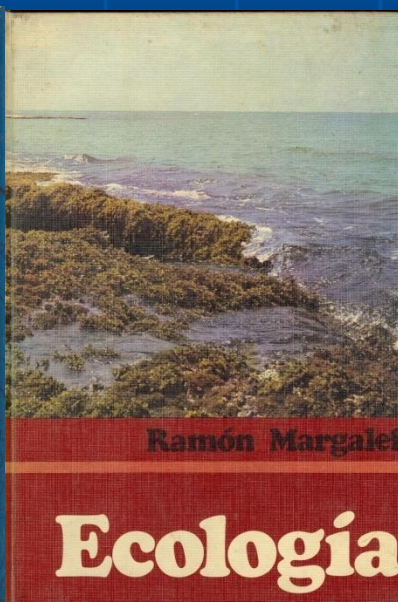
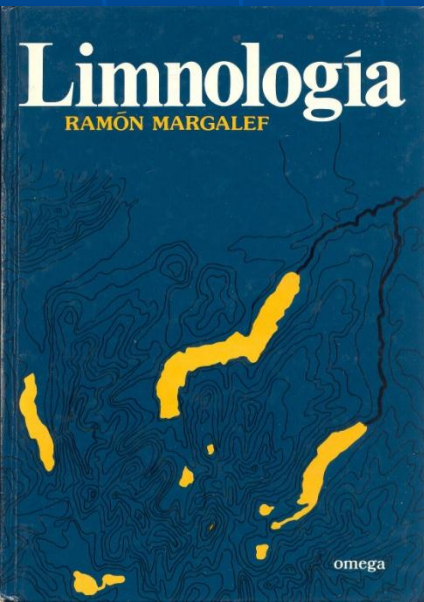
La biosfera, entre la termodinámica y el juego (1980)

Limnología (1983)

Teoría de los sistemas ecológicos (1991)

Oblik Biosfer (1992)

Our Biosphere (1997, *La nostra biosfera*, 2012)



Una nova manera d'entendre el món

Margalef va introduir el concepte d'informació en ecologia: els ecosistemes funcionen aprofitant l'energia que passa al seu través i el cicle de la matèria, però el resultat d'aquest procés és l'acumulació d'informació en forma d'estructura

“Només un univers d'energia podria no tenir passat. Si hi ha matèria, creixen i es diferencien estructures i es pot reconèixer un passat, i reconstruir-lo parcialment”
(Margalef, 1968)

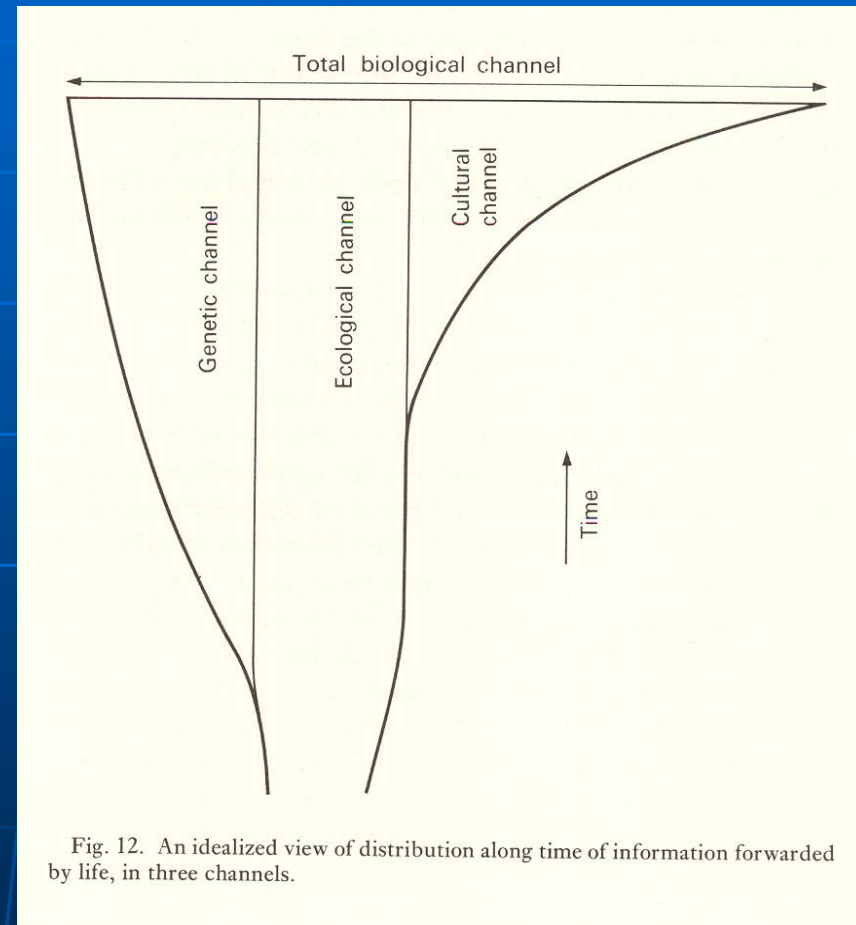


Fig. 12. An idealized view of distribution along time of information forwarded by life, in three channels.

Tres canals de transmissió de la informació al llarg del temps

¿Què és la biodiversitat?

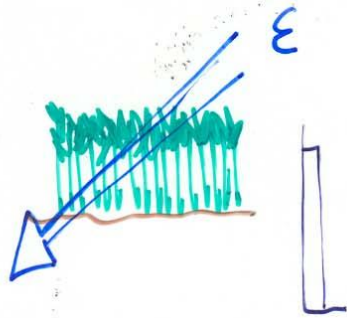
En un símil de Ramon Margalef, la **diversitat biològica o biodiversitat** seria el “diccionari” de la natura...

...però un diccionari sense gramàtica serveix de poc: la **diversitat ecològica o ecodiversitat** és aquesta “gramàtica”

És més fàcil presentar pàgines del diccionari de la natura (*sensu* Margalef) que descobrir-ne i explicar-ne la gramàtica

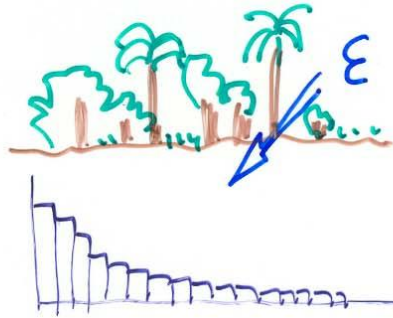


La diversitat i el flux d'energia



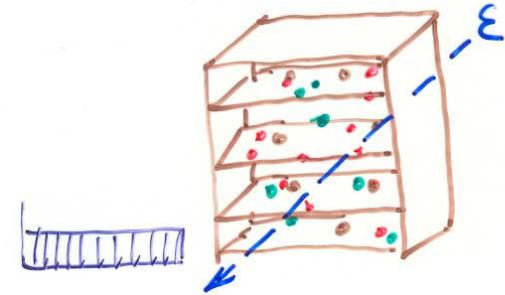
$$S = N^0$$

DEGRADACI3N
DE ENERGIA,
PROCESO



$$S = N^k$$
$$0 < k < 1$$

Sentido de la marcha
de la naturaleza
(sucesion, evolucion, etc.)



$$S = N^1$$

ENRIQUECIMIENTO
DE ESTRUCTURA,
"PATTERN"

Cerndre el mar

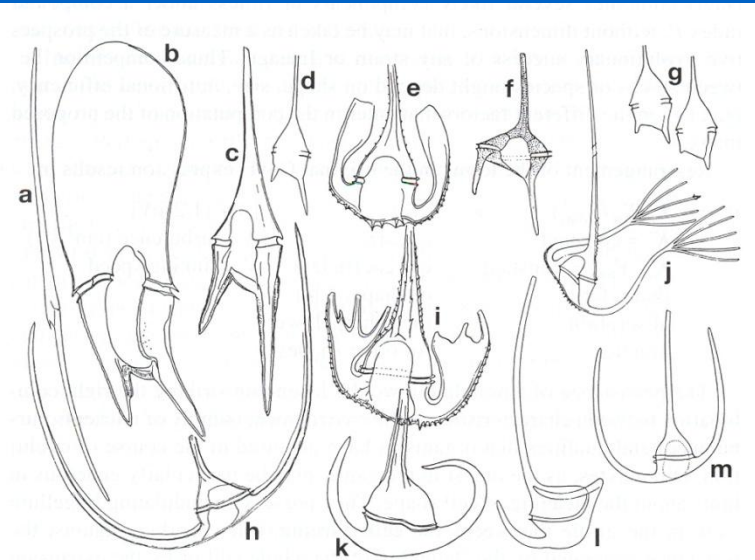


Fig. 3. Different species of *Ceratium* from marine plankton, all of which exhibit shapes believed to be significant in the relation of absorption with turbulence and diffusion, as cells become anchored in spaces of large size allowing surface currents to wash the surface of the organisms. The cell width at the girdle in the species shown is between 30 and 80 μm : (a) *Ceratium longirostrum*; (b) *C. praelongum*; (c) *C. minutum*; (d) *C. platycorne*; (e) *C. candelabrum*; (f) *C. minutum*; (g) *C. minutum*; (h) *C. minutum*; (i) *C. platycorne*; (j) *C. ranipes*; (k) *C. arietinum*; (l) *C. concilians*; (m) *C. arcticum*. Most species have chromoplasts, many of them can also ingest prey, and at least *C. ranipes* seems to be heterotrophic.

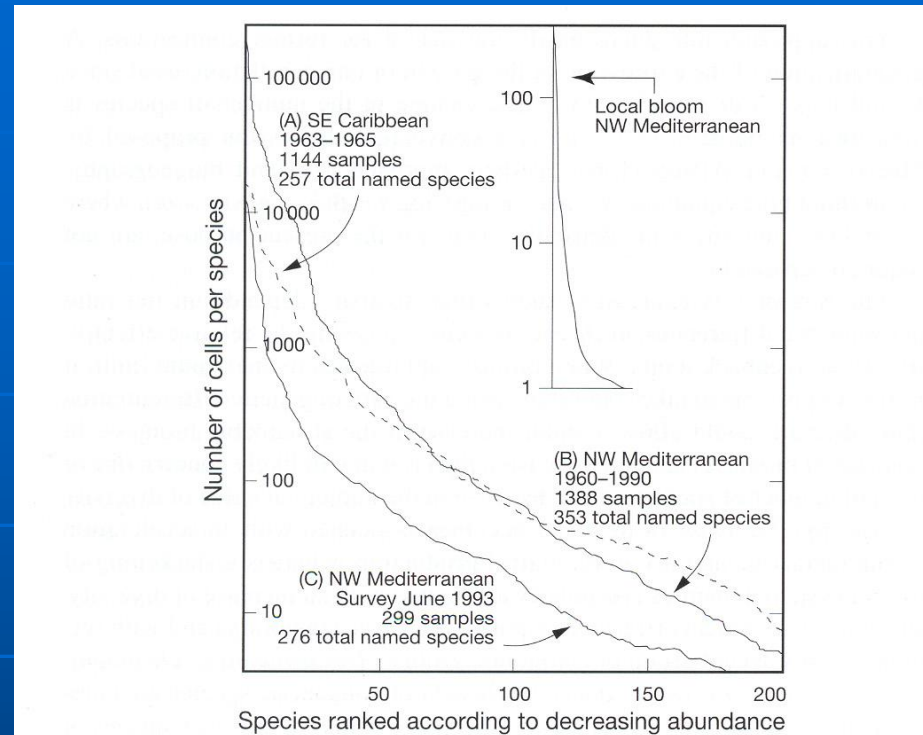
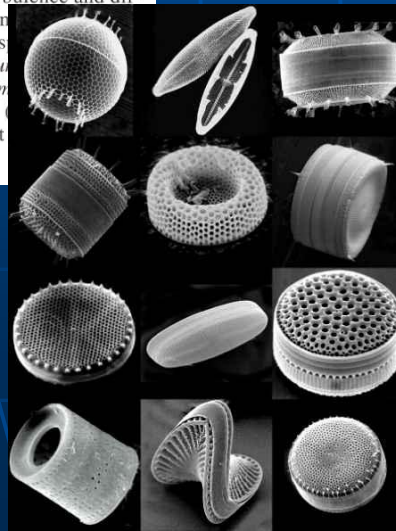
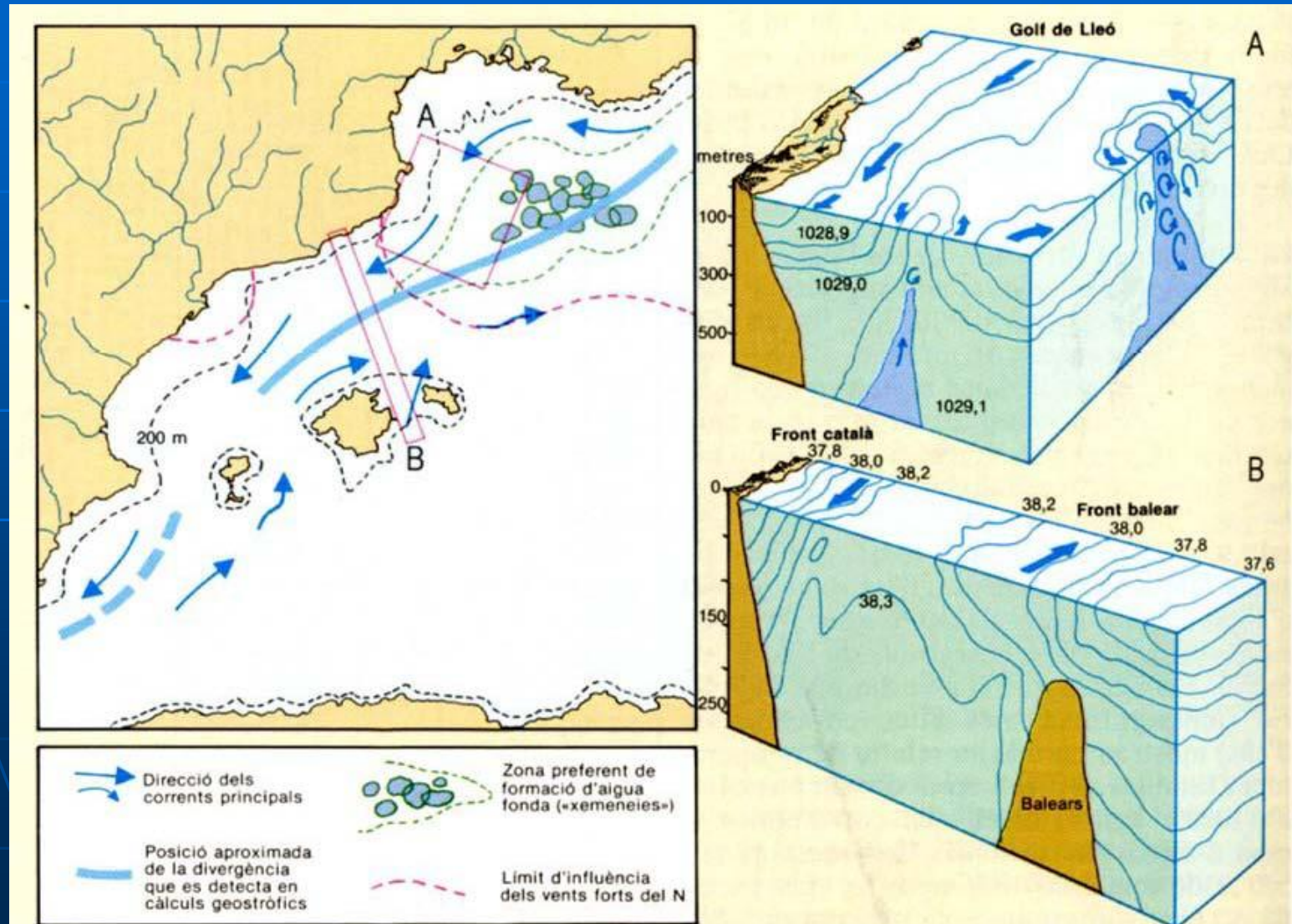


Fig. 13. Diversity of three series of pooled samples of phytoplankton collected in the Southern Caribbean, coasts of Venezuela (A, 1963-65) and in the NW Mediterranean (Catalan Sea, two series: B, 1960-91; C, 1993). The lines join the logarithms of the numbers of cells identified as pertaining to each one of the total set of different species, which have been arranged in the order of decreasing unispecific abundances. The precise order is more or less different for each one of the three series. The curves that express the decreasing frequencies of the species are not continued after the number 200 has been reached.

Series	Number of samples	Number of species named	Diatoms/ dinofl.	Phytoplankton density (cells ml ⁻¹)	Chlorophyll (mg m ⁻³)	Primary production (g C m ⁻² yr ⁻¹)
A	1144	257	7.55	97.2	0.227	172
B	1388	353	6.48	38.3	0.198	50-100
C	299	276	0.48	97.1	0.158	

The three curves refer to three series of pooled samples. Isolated samples give more spike-like graphs, in particular the samples from blooms, like the one reproduced in the inset, which refers to a volume of 2 ml obtained in the Mediterranean. The wish to compare and eventually pool samples poses quite difficult problems, not only of a statistical nature.

La Mediterrània desconeguda



El plàncton té estructura

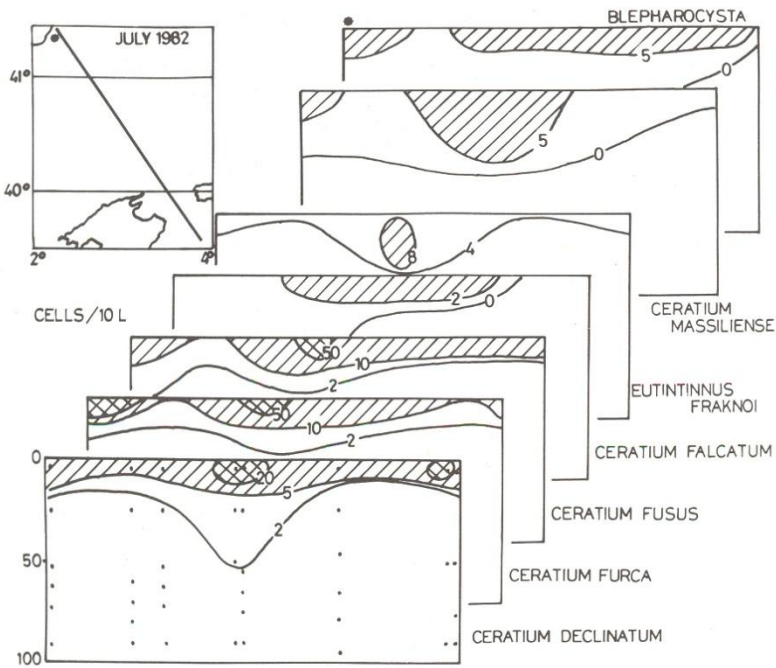


Fig. 1 Distribution of several species of dinoflagellates in the top layers, along the transect of the map. In one of the sections the sampled points have been marked.

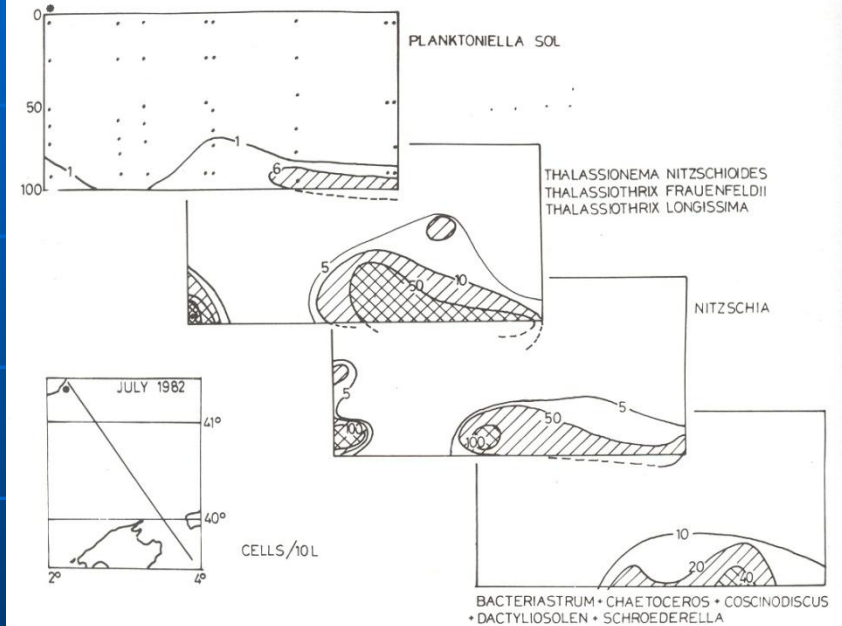


Fig. 3 Distribution of species and groups of species pooled together, representative of the diatoms, and present in the deep layers of the transect of the map. *Nitzschia* includes colonial species of the groups *delicatissima* and *seriata*. The sampled points are marked in one of the sections.

Nutrients, turbulència, successió

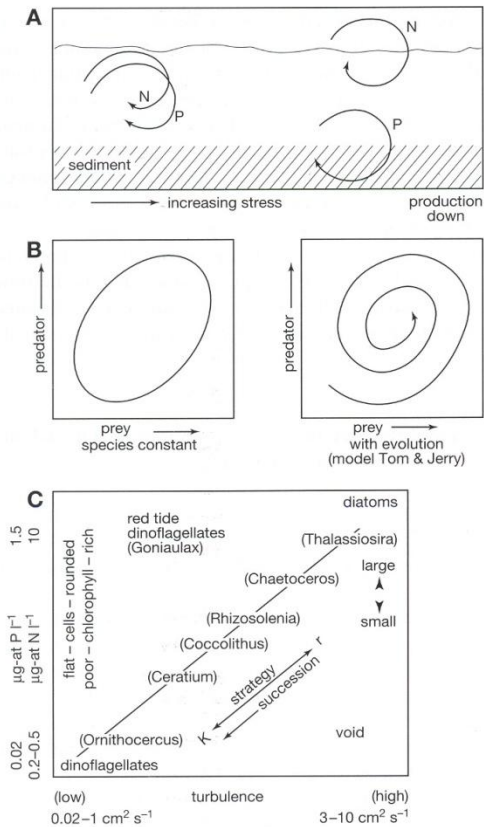


Fig. 17. Further examples of irreversible cycles in ecosystems (see also Figs. 10 and 16). (A) Differences between the cycles of N and P in water and in soils. (B) Regularity in the predator-prey cycle requires that species interact without evolution. When evolution enters into the model, a slowing down of dynamics is expected, with a decrease in the amplitude of oscillations. (C) The phytoplankton "mandala" pretends to express and explain the dominance of different life forms in phytoplankton under different combinations of environmental factors. Its irreversibility is linked to the natural cycles of change in the physical environment (cf. Fig. 10)

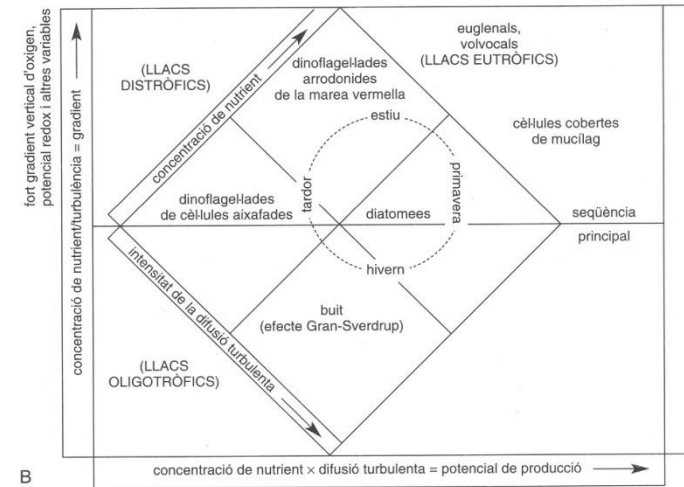
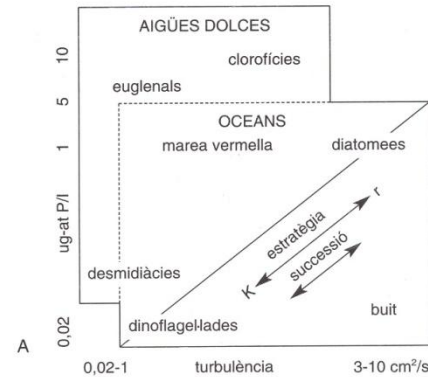


FIGURA 1. A. Presentació d'alguns grups d'organismes i comunitats planctòniques en un «espai ecològic» definit per la difusió turbulenta i per la concentració de nutrient, representat aquí pel fòsfor. — B. Rotació del mateix gràfic, amb canvi de coordenades.

La producció a mesoescala...

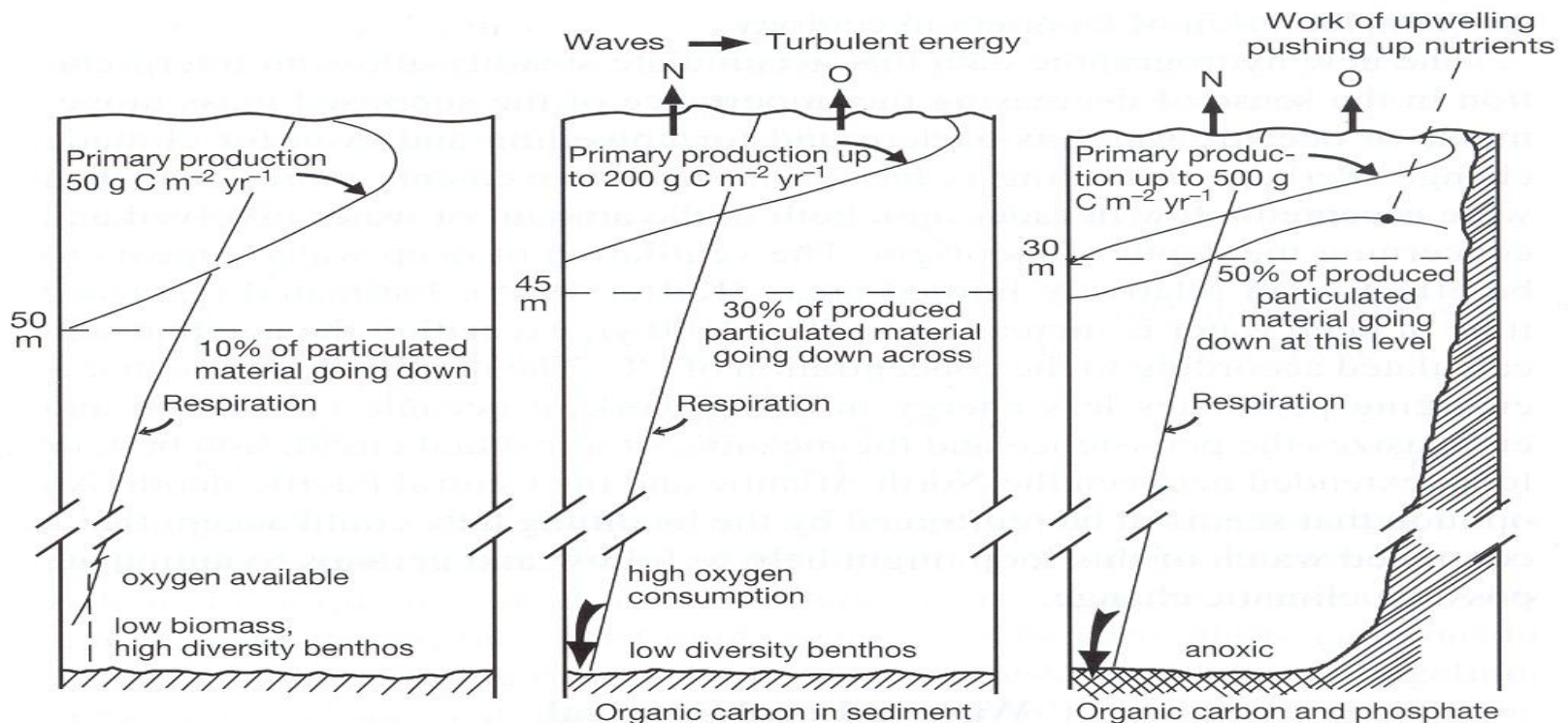
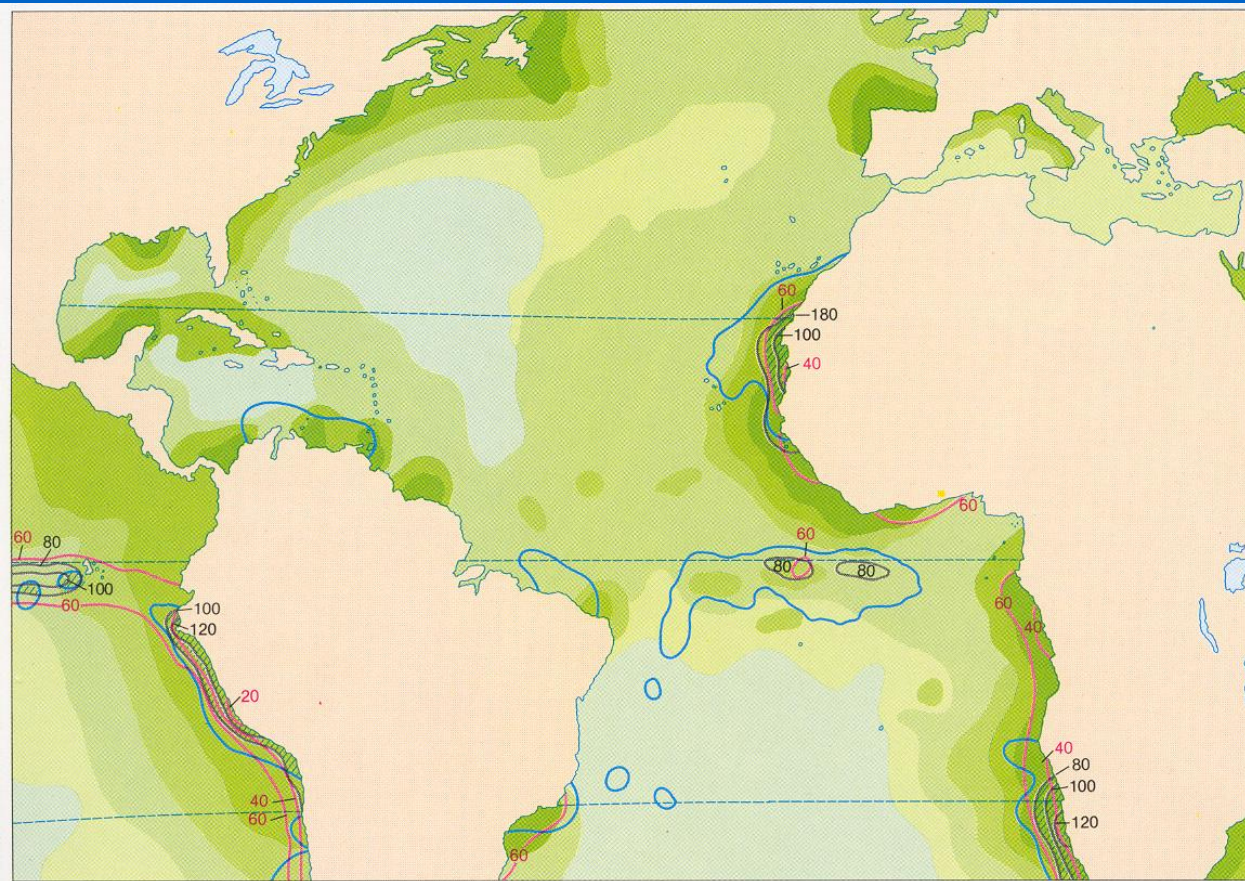


Fig. 2. Vertical organization of the productive pelagic ecosystem at sea. In the normal oligotrophic situation (at left), primary production and total respiration tend to be matched. Under moderate forcing (center), more reduced material goes to the sediment and small amounts of oxygen and nitrogen may escape to the atmosphere. These two contemplated situations could correspond, respectively, to the descriptions of oligotrophy and moderate eutrophy in freshwaters. In the upwelling along a western coast in temperate latitude (right) the effect of the oxygen valve is more intense, the deep layers turn anaerobic and phosphate is accumulated in them. It is clear that oversaturation of oxygen in the top layers of the sea closes the way to the entry of atmospheric oxygen

...i a megaescala



CANVI DE CALOR A L'ATLÀNTIC

— Flux de calor sensible (negatiu)

— Flux de calor latent (< 60 W/m²-any)

— Guany net de calor per l'oceà (> 80 W/m²-any)

▨ Coincidència, aflorament

PRODUCCIÓ PRIMÀRIA MUNDIAL

< 1,5 t/ha (pes sec)
< 60 g C/m²-any

2,3-3,7 t/ha (pes sec)
96-155 g C/m²-any

5,6-7,5 t/ha (pes sec)
233-310 g C/m²-any

1,5-2,2 t/ha (pes sec)
60-92 g C/m²-any

3,8-5,5 t/ha (pes sec)
158-230 g C/m²-any

> 7,5 t/ha (pes sec)
> 310 g C/m²-any

Entendre millor la successió...

Estrategues de la r

Estrategues de la K

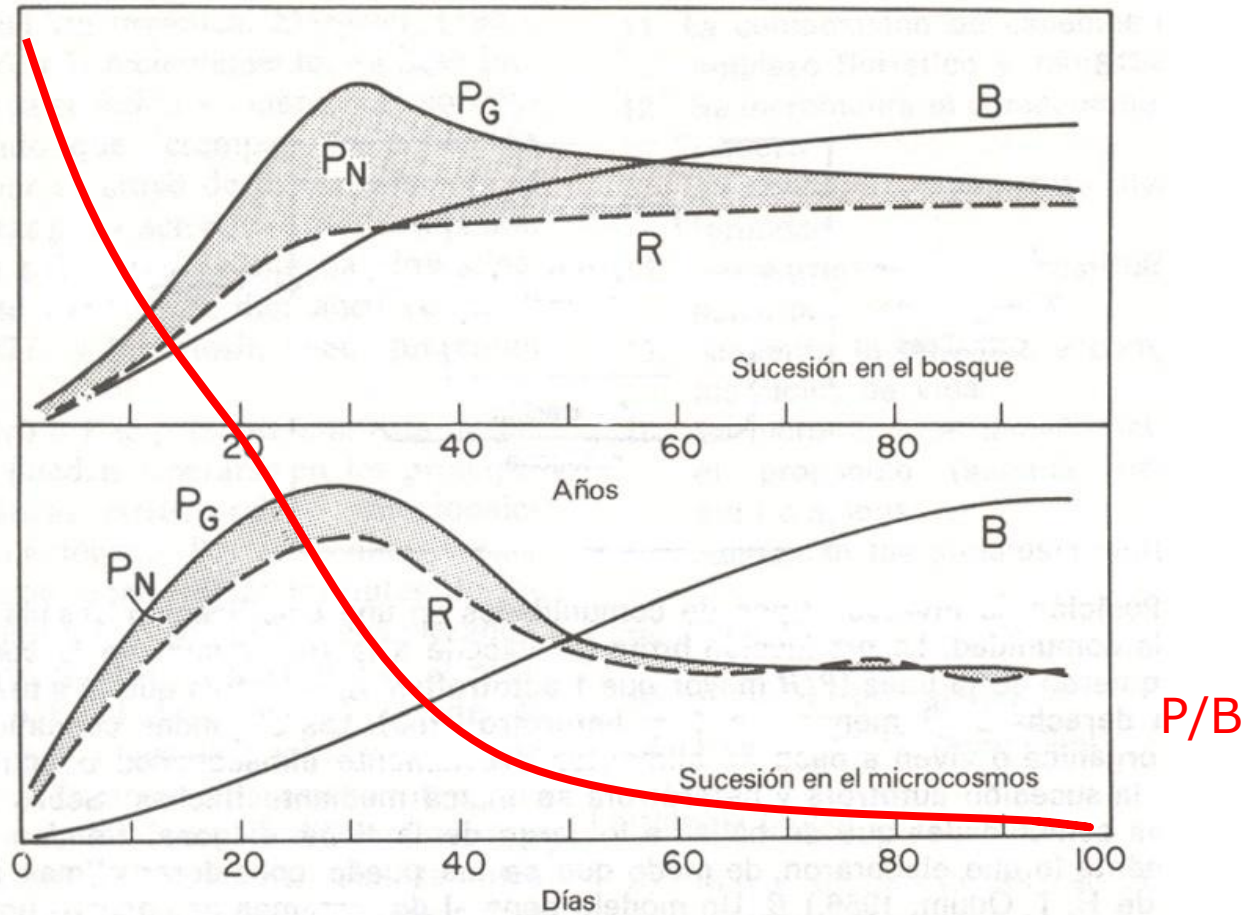
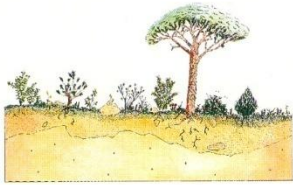


Fig. 8-2. Comparación de la energética del desarrollo del ecosistema en un bosque (redibujado de Kira y Shidei, 1967) y en un microcosmos de laboratorio (redibujado de Cooke, 1967). P_G , producción bruta; P_N , producción neta; R , respiración total de la comunidad; B , biomasa total.

Reconstituïó ideal d'una pineda sobre un terreny silici abandonat.



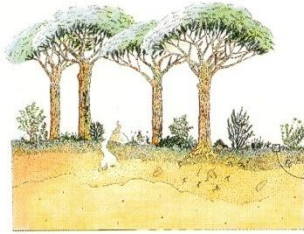
Any 0



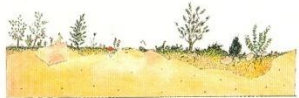
20-25 anys



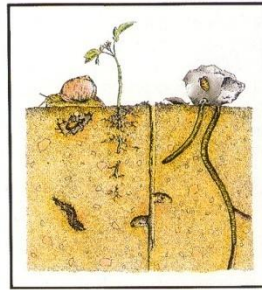
1-3 anys



35-50 anys



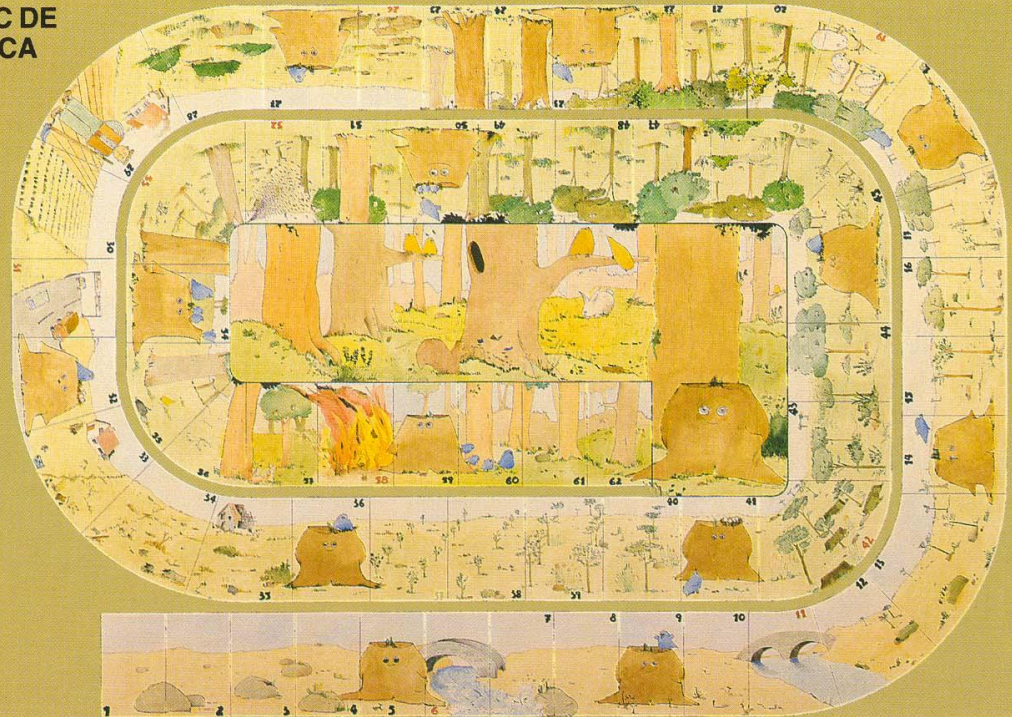
5-10 anys



Secció del sòl. L'acció continuada dels microorganismes és imprescindible perquè el procés funcioni.

...i fer-la entendre

EL JOC DE LA SOCA



“Adherència” entre successió i evolució

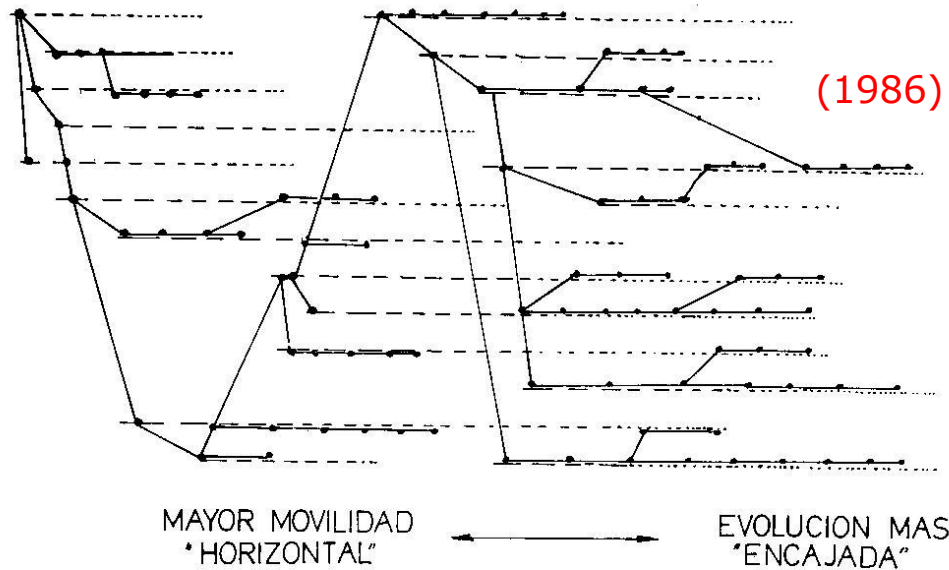


FIGURA 4. La evolución (líneas continuas) va associada al paso de las especies de unos a otros ecosistemas y a cortos períodos de adherencia de cada población sobre la sucesión ecológica local (líneas de trazos). Es natural encontrar una mayor movilidad «horizontal» (es decir, de unas a otras localidades) en la base de las estirpes, y una mayor «adherencia» o «canalización» de la evolución sobre trayectoria sucesionales más o menos largas hacia las etapas tardías de la evolución de las estirpes.

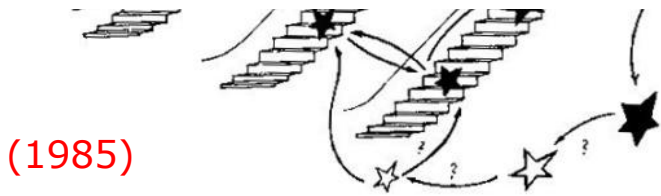


Fig. 5. System of escalators as a model for adherence of evolution on succession. Each population is pushed up the escalation by the local trends of change. To keep the same environment, organisms shift to a lower step on the neighboring escalator. With catastrophic change, i.e., falling off the escalator, organisms adjust to an empty space with less or different constraints and start again ("punctuation").

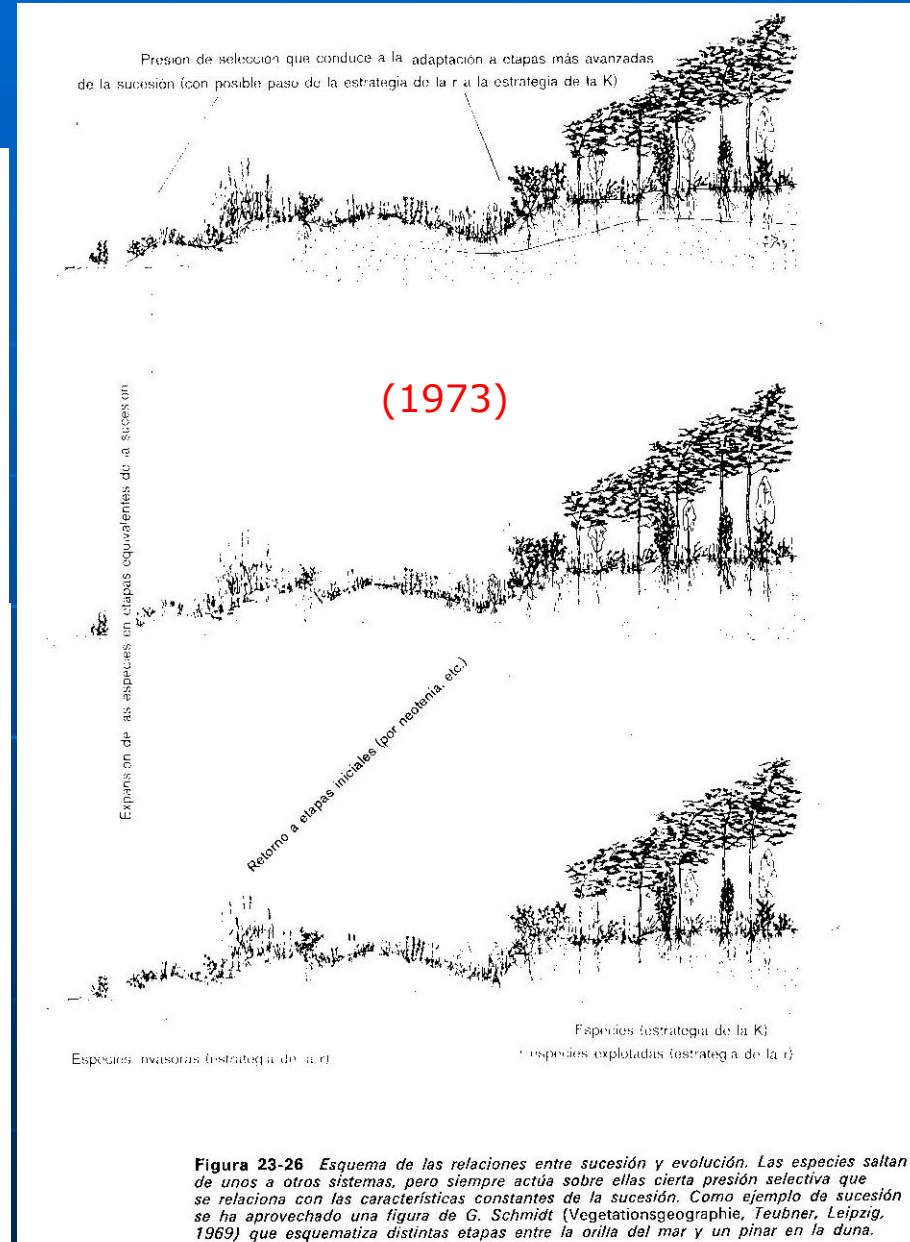


Figura 23-26 Esquema de las relaciones entre sucesión y evolución. Las especies saltan de unos a otros sistemas, pero siempre actúa sobre ellas cierta presión selectiva que se relaciona con las características constantes de la sucesión. Como ejemplo de sucesión se ha aprovechado una figura de G. Schmidt (Vegetationsgeographie, Teubner, Leipzig, 1969) que esquematiza distintas etapas entre la orilla del mar y un pinar en la duna.

Teoria de base empírica

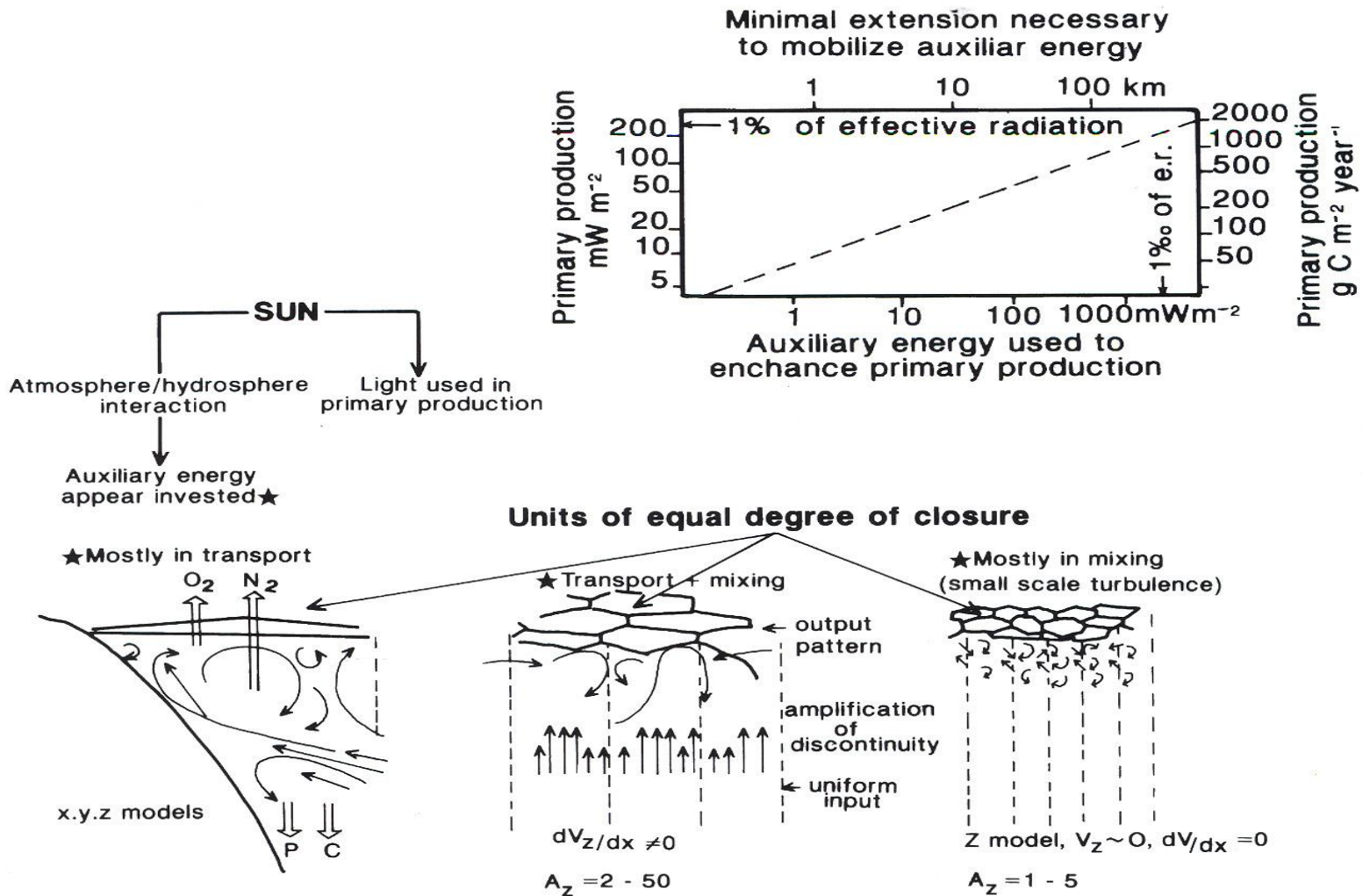


FIG. 2. – Schematic representation of typical oceanic situations in function of vertical flow and of turbulence. Energy involved in upwelling of deep water or in simple mixing of water enhances primary production, in a degree proportional to the supplied extra energy. (Deduced from right to left (Deduced from Margalef, 1974 and Watt, 1973).

Teoritzador tot terreny

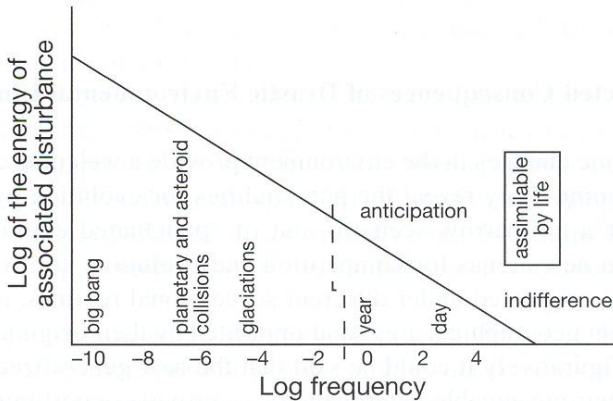
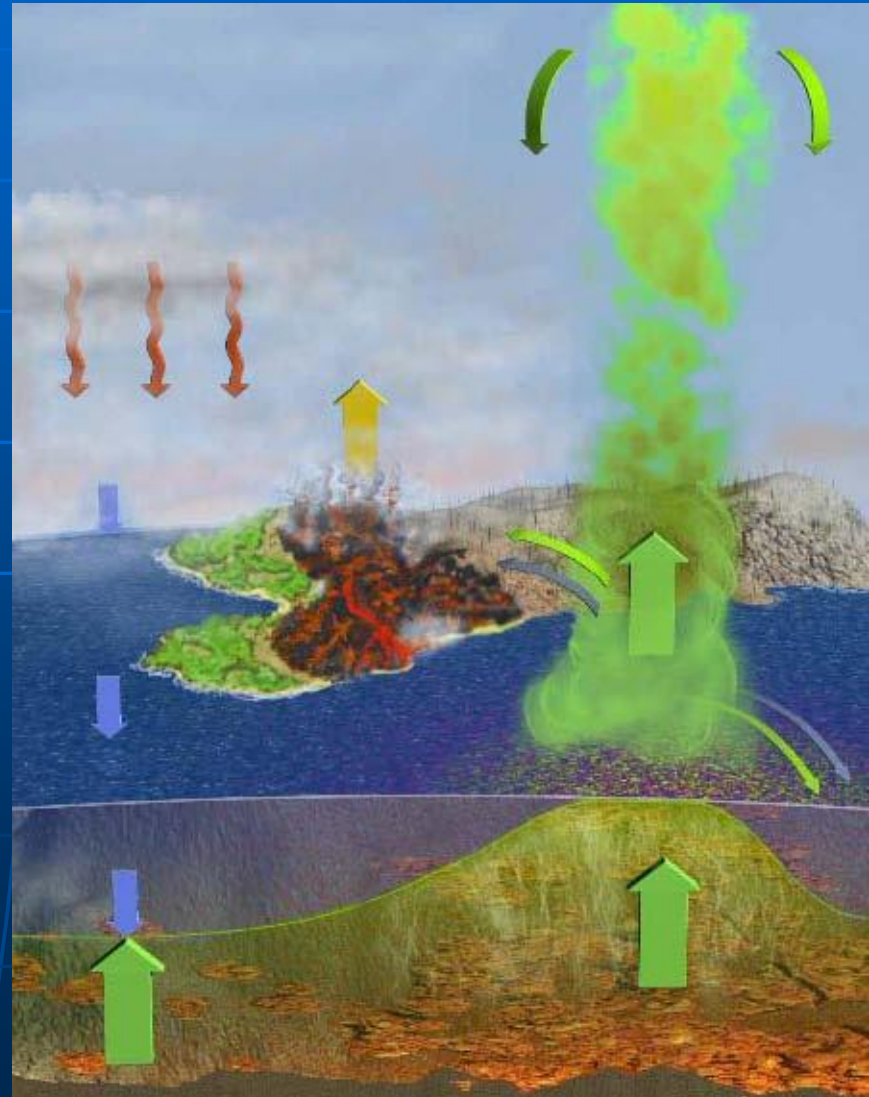


Fig. 19. Ideal relation between frequency of events of change and their respective intensity, for the whole universe

El coneixement dels ambients aquàtics li permeté teoritzar sobre la possible causa de les extincions en massa del passat: alliberament sobtat de gasos tòxics: sulfhídric, metà, etc. Recentment aquesta hipòtesi s'ha confirmat



L'evolució és natural

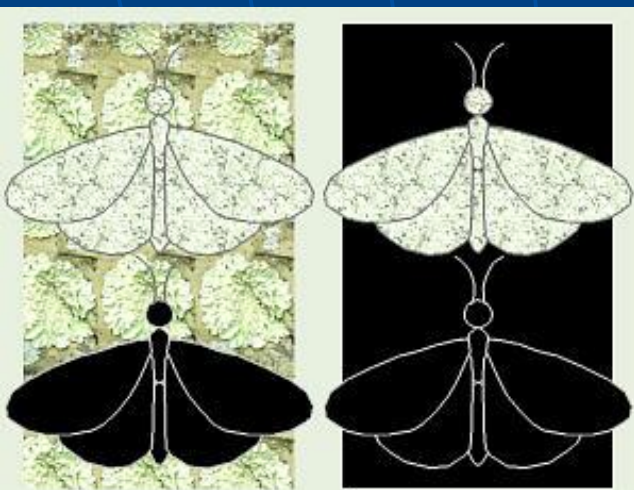
“Es pot dir que vaig mamar l'evolució directament de la naturalesa, i sempre vaig trobar el darwinisme com el més natural del món”
(Margalef, 1993)

“Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution”
(Dobzhansky, 1973)

These principles — accretion of information, cheap copying, impossibility of going back in reverse or of orderly disassembling of the stores of information — are the essence of the Darwinian mechanism of evolution by natural selection. Ecology helps us to understand how the different aspects and events of the evolutionary process complement themselves in the frame of a relatively closed biosphere.

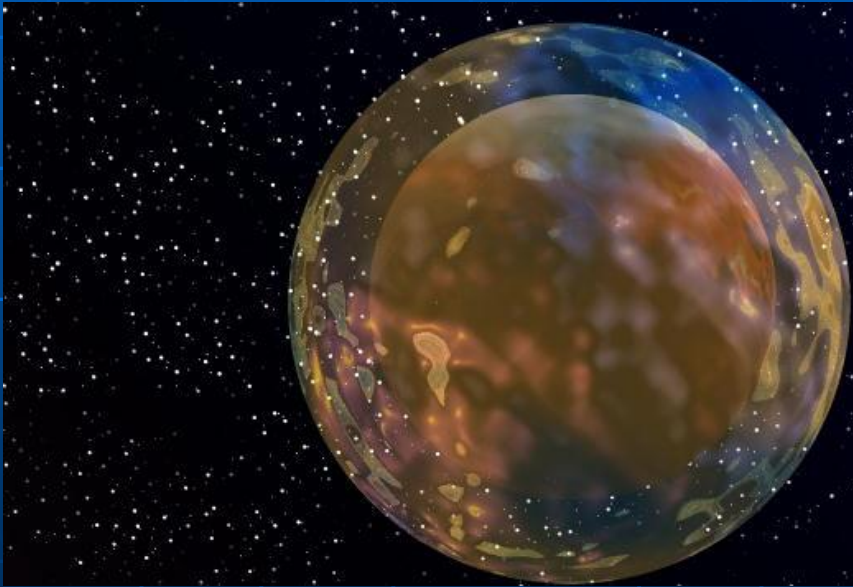
“L'evolució no es pot entendre excepte dins del marc dels ecosistemes” (Margalef, 1968)

“Ecología y evolución son inseparables” (Margalef, 2001)



Gedankenexperimentator

Plantejava grans preguntes teòriques, la solució de les quals donava clàries del món:



¿Per què la biosfera és discontinua, fragmentada en organismes diferents, i no una ameba gegantina i prima, estesa per terres i mars?

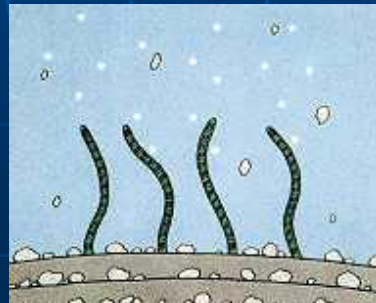
La part superior hauria de ser autòtrofa, la inferior heteròtrofa, separades per pocs mil·límetres, els necessaris per generar una diferència de potencial redox per acoblar producció i respiració

Una biosfera continua?



Les tensions fisiològiques i ecològiques d'un film viu d'aquestes característiques serien enormes, i provocarien la seva fragmentació en unitats menors, cadascuna d'elles adaptades a l'entorn immediat: els individus de diferents espècies que hi ha actualment

Aquesta biosfera impossible, monoespecífica i monoindividual, sense diversitat, podria ser molt eficient en la fotosíntesi; els tapets microbians i els estromatòlits, reals, en serien les comunitats vives més similars



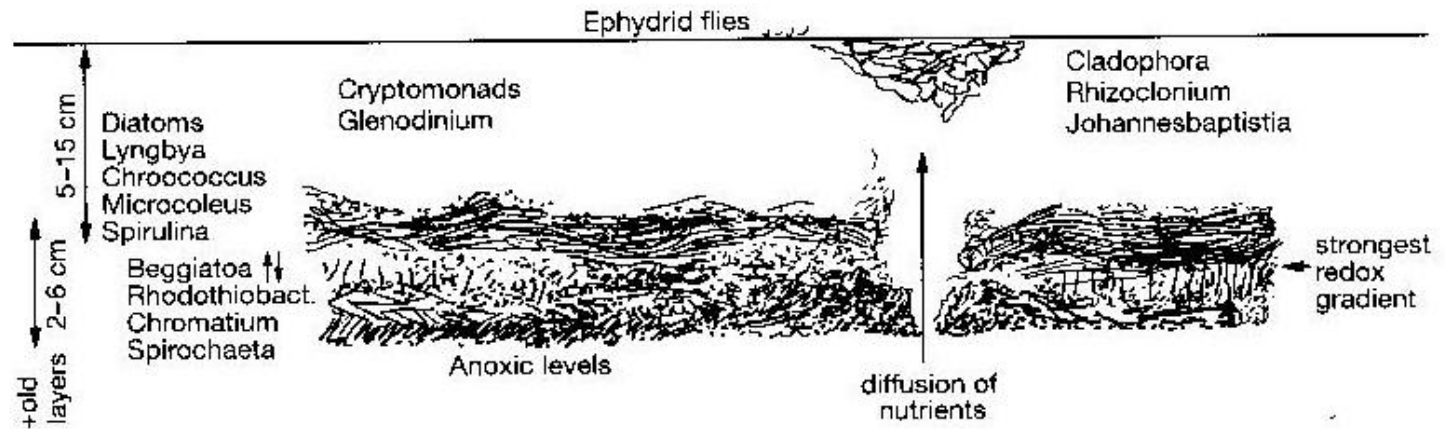
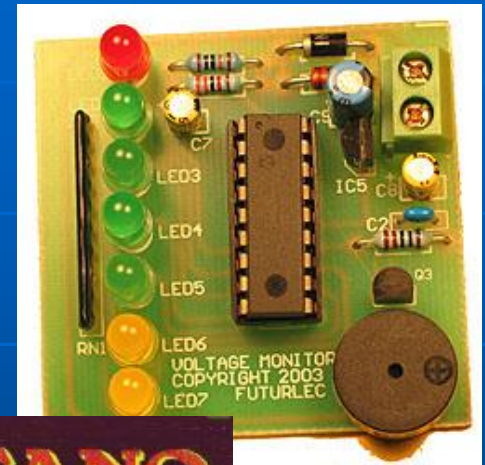
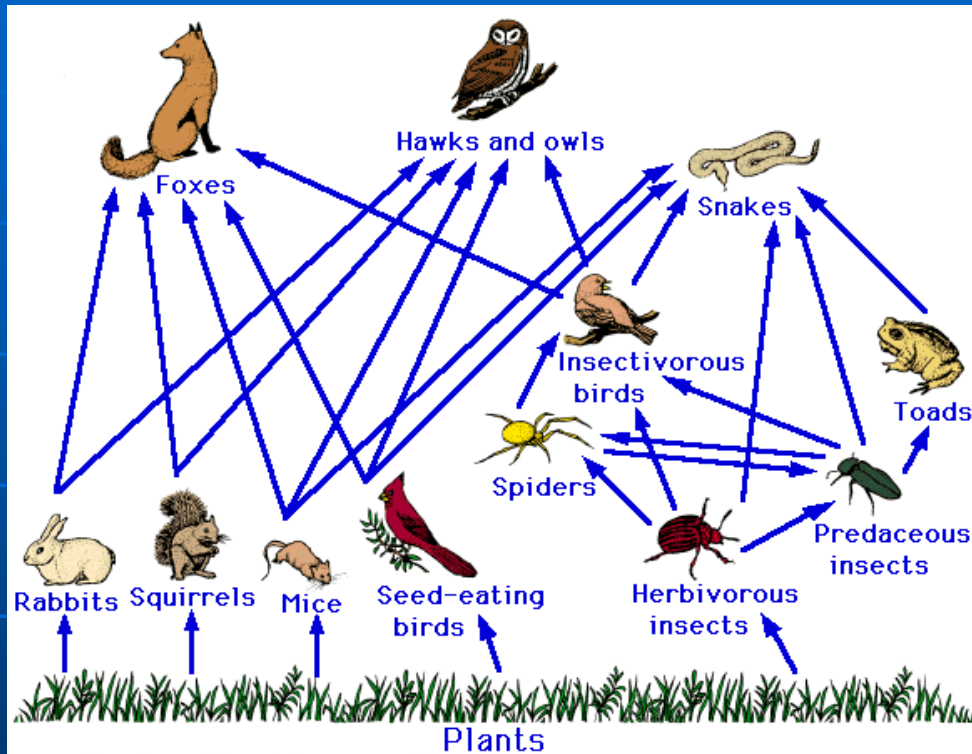


Fig. 5. Organization of an algal mat, a compact ecosystem that maintains strong biochemical vertical gradients. The top layers oxidize the environment, the bottom reduces it, enclosing between both a sharp biochemical gradient often exceeding 1 volt. This illustrative example refers to mats growing on shallow (10 to 30 cm) ponds, whose level remains quite constant a long time. They contain hypersaline water that feeds the salt ponds in the area south of the island of Majorca. The compact ecosystem has an upper level made up of *Microcoleus* and above it and in part mixed with it further cyanophyta (or cyanobacteria) with colored sheaths and with associated diatoms on the top. The lower level contains rhodothiobacteria and other bacteria, with some gypsum and other mineral precipitates. *Beggiatoa* moves up and down across the sharp gradient of redox potential. Apparently, N recycles faster on the top, P faster in the bottom, and S in between. Once every 2 to 5 yr the ponds in the area dry and the surface of the mud appears cleft in polygons 20 to 60 cm across. When water rises again and the ponds refill, vertical diffusion of nutrients becomes intensified in the vertical above the open clefts, allowing for the development of thread-like algae in such places, that persist visibly from weeks to 1 month. In spring, metamorphosed *Ephyrididae* flies congregate in patches above the surface film of water. If pieces of old and compact mats are taken out of place and placed in water in jars or aquaria, their organization breaks down rapidly, the ecosystem becomes accelerated, often with copious proliferation of *Chromatium*, and diversity drops rapidly

Estudiós
dels tapets
microbians
avant la
lettre

La recerca de models generals

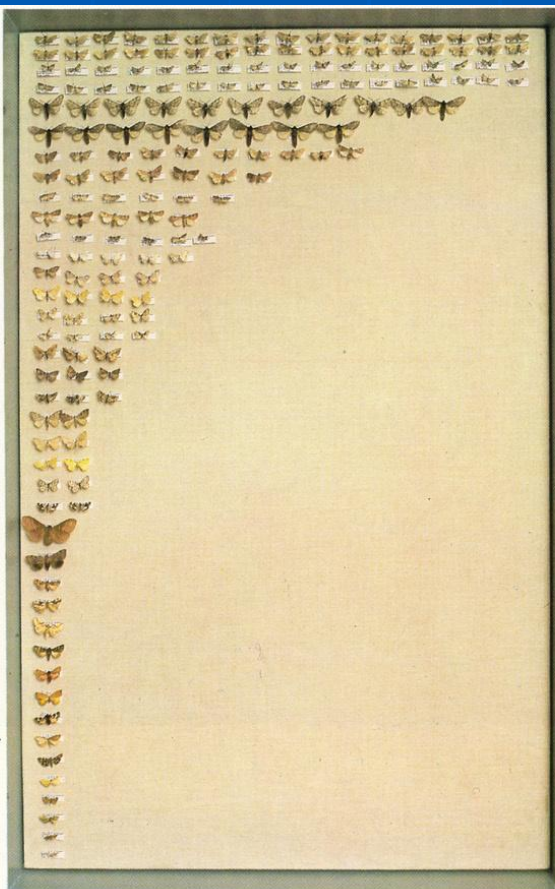


Les comunitats d'organismes estan constituïdes per espècies que tenen unes abundàncies, interconnexions i diversitats determinades, en relació al seu paper en el funcionament d'aquests...

La recerca de models generals

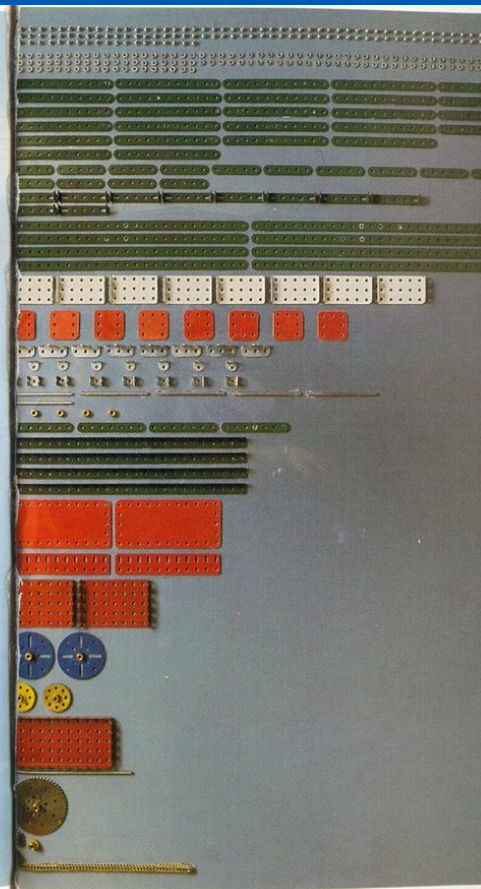
...talment com passa en andròmines i màquines que funcionen, ja siguin fetes amb peces de Meccano, amb components electrònics, etc.

Orthosia cruda Schiff. F. Noctúids
Eupithecia sp. F. Geomètrids
F. Piràlids. Sp. 1
Biston strataria Hfn. F. Geomètrids
Peridea anceps baetica G. F. Notodònt.
Spudaea rutilicilla E. F. Noctúids
Orthosia stabilis Schiff. F. Noctúids
F. Ecoforids. Sp. 1
Agrotis exclamatoris L. F. Noctúids
F. Tortricids. Sp. 1
Scopula ornata Sc. F. Geomètrids
Chesias rufata F. Geomètrids
Aspilates ochrearia L. F. Geomètrids
Xanthoroe fluctuata L. F. Geomètrids
F. Geomètrids. Sp. 1
Hemerophila abrupta L. F. Geomètrids
Rhoctria asperaria Hb. F. Geomètrids
Amephana aurita F. F. Noctúids
Aplocera plagiata L. F. Geomètrids
Adactylotis gesticularia L. F. Geom.
Opisthograptis luteolata L. F. Geom.
Chiasma clathrata L. F. Geomètrids
Acontia luctuosa Schiff. F. Noctúids
Macrothilacia rubi L. F. Lassiocàmpids
Minucia lunaris Schiff. F. Noctúids
Hadena perplexa Schiff. F. Noctúids
Habrosyne pyritoides Hfn. F. Tiatirids
Tyatira batis L. F. Tiatirids
Valeria jaspidae V. F. Noctúids
Phragmatobia fuliginosa L. F. Arctiids
Drepana binaria Hfn. F. Drepaníds
Eucharia casta Esp. F. Arctiids
Pachycnemia hippocastanaria L. F. Geom.
Heliothis dipsacea Hfn. F. Noctúids
F. Piràlids. Sp. 2
Scopula rubiginata Hfn. F. Geomètrids
Eupithecia venosata F. Geomètrids
F. Piràlids. Sp. 3
F. Pteroforids. Sp. 1



Una col·lecció de papallones atretes de nit a la llum en una localitat del Montseny. Hi ha poques espècies representades per molts individus i moltes espècies representades per exemplars únics.

Peces usades en la construcció d'una roda de parc d'atraccions, classificades per menes. Vegeu que la distribució és comparable a la de les papallones.



La fascinació (i subjectivitat) de l'engany

COMUNICACIÓN Y ENGAÑO. ASPECTOS E IMPLICACIONES DE LA CRISIS, ADVERTENCIA Y MIMETISMO

(1977)

POR

Ciertamente, si podemos entretenernos en escarceos como el de este artículo, se debe a no estar solicitados por empresas más prácticas y más urgentes, y, si no más, vemos aquí la indisolubilidad de nuestras características culturales y de la forma como interpretamos el mundo biológico. Al fin y al cabo, los etólogos modernos ponen en sus observaciones sólo algo menos de su personalidad que la que ponían Esopo y La Fontaine. Y suelen ser tan enfadosamente moralizantes como ellos, y a veces menos divertidos.

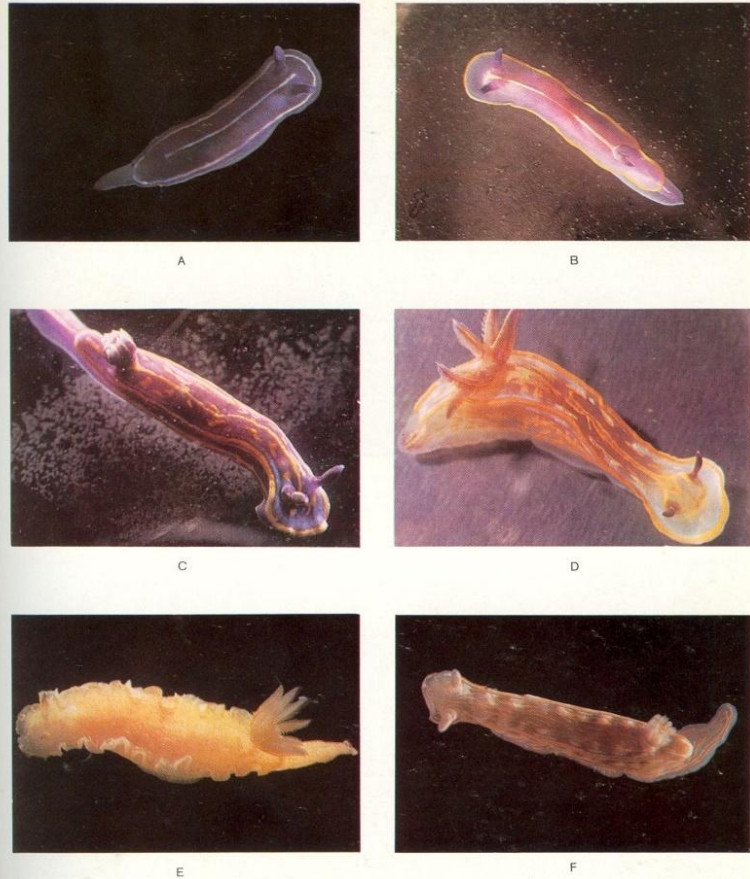


Figura 16-14 Ejemplos de círculos miméticos müllerianos en gasterópodos desnudos marinos del género *Glossodoris*. Por lo menos algunas especies de este género están bien defendidas (secreciones mucosas, etc.) y existen uniformes aposemáticos de contraste (en esta figura, principalmente azul-violetáceo y amarillo) compartidos por diferentes especies. Morfos de una misma especie (*G. valenciennesi*) pueden pertenecer a círculos diferentes. a, *G. tricolor*; b, *G. messinensis*; c, *G. valenciennesi*; d, *G. fontandraui*; e, *G. valenciennesi*; f, *G. gracilis*. (Fotografías de J. D. Ros.)



L'evolució cerca l'eficiència

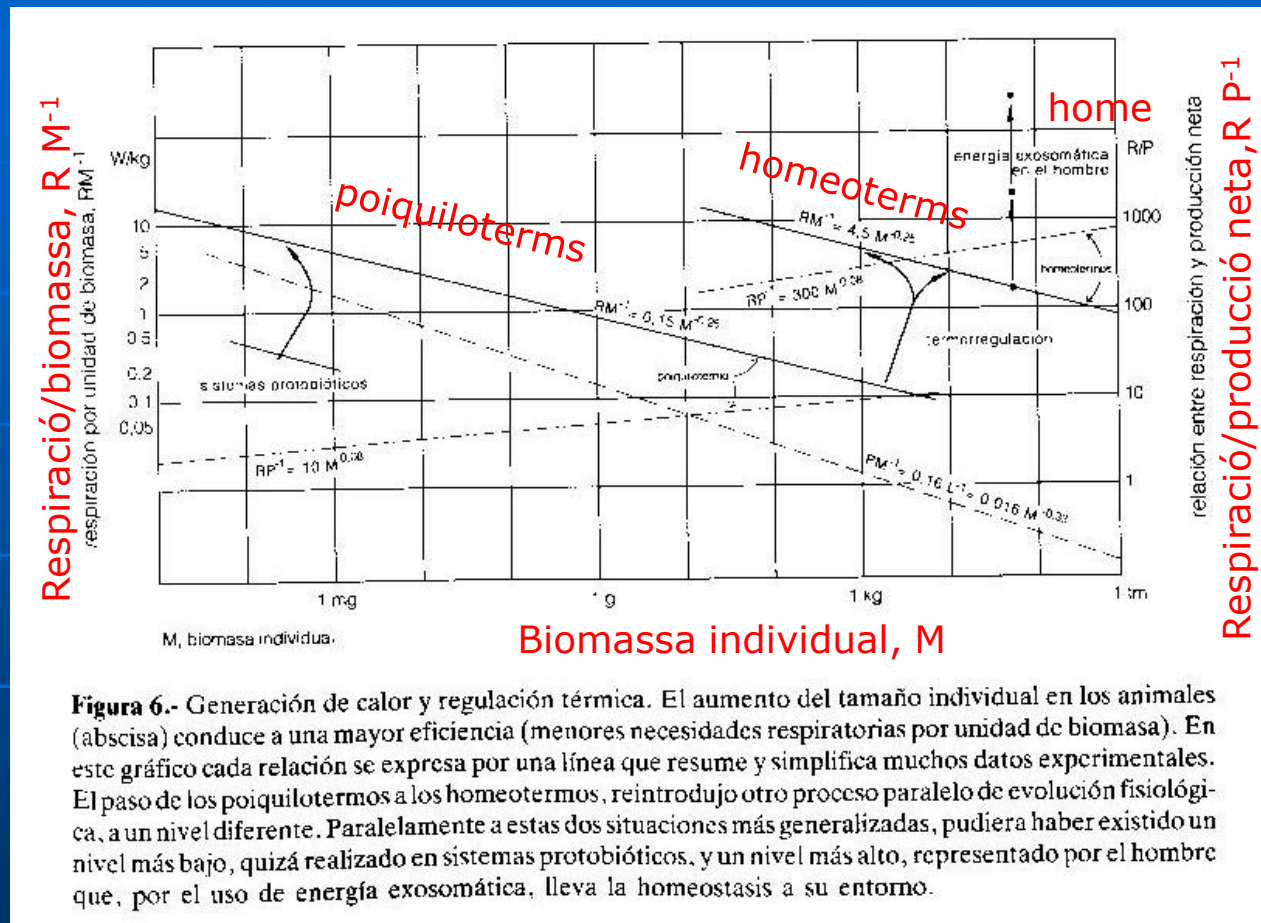
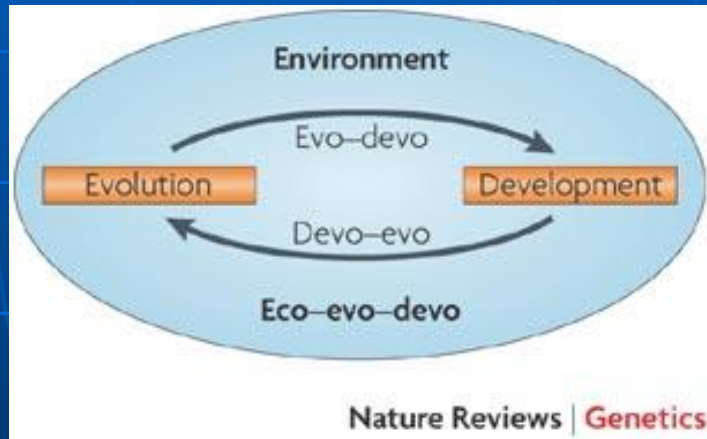


Figura 6.- Generació de calor i regulació tèrmica. El augment del tamany individual en els animals (abscisa) condueix a una major eficiència (menors necessitats respiratòries per unitat de biomassa). En este gràfic cada relació se expressa per una línia que resume i simplifica molts dats experimentals. El pas de los poiquiloterms a los homeotermes, reintrodujo otro proceso paralelo de evolución fisiológica, a un nivel diferente. Paralelamente a estas dos situaciones más generalizadas, pudiera haber existido un nivel más bajo, quizá realizado en sistemas protobióticos, y un nivel más alto, representado por el hombre que, por el uso de energía exosomática, lleva la homeostasis a su entorno.

Molt interessat per la resposta dels organismes a les variacions tèrmiques (tema de la tesi doctoral) i les seves implicacions ecològiques i evolutives

Reivindicació de l'eco-devo



ECO-EVO, EL ESPACIO DONDE SE ENCUENTRAN LA ECOLOGIA Y LA EVOLUCION, O LA DINAMICA SUCESIONAL DEL ECOSISTEMA COMO MATRIZ DE LA EVOLUCION

Ramón Margalef
Universidad de Barcelona

(2001)

morfológicas y fisiológicas en series, supuestas evolutivas, de casi todos los grupos de organismos. Parece ser común que la existencia de organismos relativamente grandes en relación con lo que es normal, para el grupo taxonómico al que pertenecen, implique la existencia de toda una serie otros más chicos.

El desarrollo de la genética conduce a sospechar que la evolución hubiera podido ir mucho más rápida de lo que, en general, ha solido ir y que ello se debe a la propia organización de los ecosistemas que ha refrenado la dinámica de la evolución, por ejemplo, por el sencillo procedimiento de la duplicación celular o añadiendo más mudas o etapas los artrópodos. En todo caso, tanto el número de especies, como el grado de continuidad, o relativa estabilidad, de las relaciones numéricas que comporta, tiende a aumentar en el curso de lo que ya podemos llamar la sucesión ecológica, cuyo remate o etapa final resulta menos variable en el tiempo, lo cual se interprete como resultado ya muy avanzado o conseguido del equilibrio dentro de las condiciones de entorno locales. En tales etapas finales se imagina, o supone, que la velocidad de evolución de cada una de las especies está siendo mantenida en raya por el gran número de relaciones o ligazones interspecificas que se han formado y subsisten en el seno de los mismos ecosistemas.

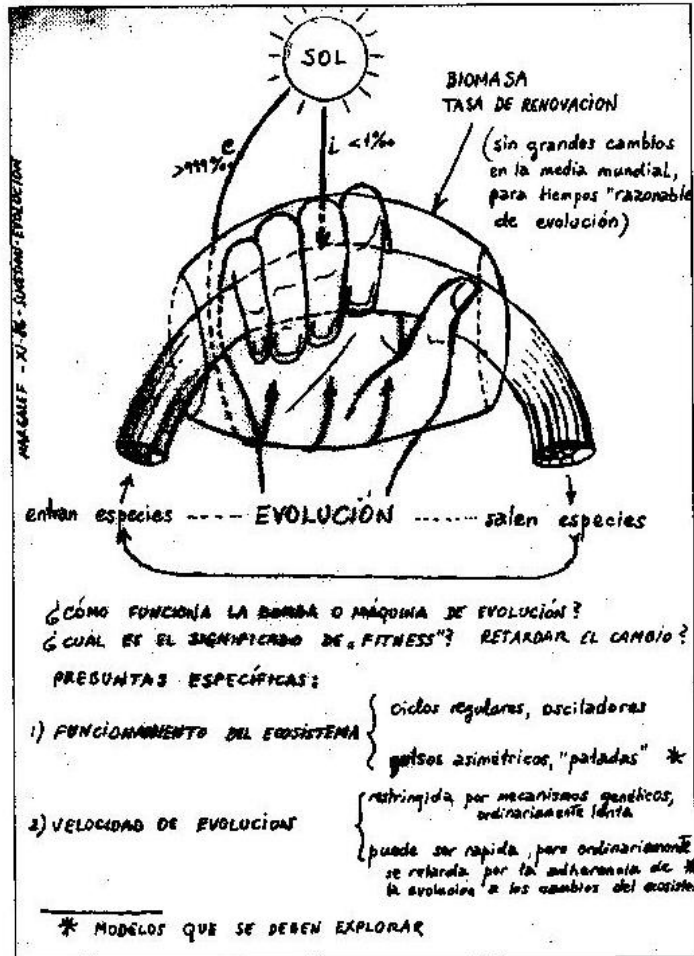
Las biocenosis o ecosistemas son los talleres donde se genera la evolución "normal", en contraste con los ambientes experimentalmente forzados de nuestros laboratorios. La naturaleza ha dispuesto del tiempo suficiente para crear el mundo presente, con la flor que se abre, el niño que nos sonrío y el biólogo que cavila, sin perder del todo su perplejidad, dentro de los límites de la unidad funcional del individuo pensante. El tiempo es cosa muy relativa y quiero creer que uno de los frutos de la evolución ha de ser permitir que la naturaleza continúe su autoexamen, haciéndose consciente de la ruta que ha seguido, reflejada en tantos cabos que andan sueltos par ahí.

Hay regularidades notables, locales y próximas al mundo de nuestro discurso presente: por ejemplo, el notable parecido entre los resultados de las influencias, numerosas y variables, que operan sobre la evolución en el seno de ecosistemas muy diversos, un tema que me sedujo muy tempranamente y de cuya realidad sigo convencido. Lo expuse en una breve contribución enviada al *XVth International Congress of Zoology*, de Londres, en Julio de 1958, en la que sustancialmente relacionaba cada etapa de una sucesión ecológica con la amplitud y prospectiva del abanico de oportunidades que ofrecía para la evolución.

Dichas oportunidades dependerían: (1) De las fluctuaciones del entorno físico, cuya amplitud suele disminuir a medida que se atenúan las consecuencias de alguna perturbación inicial y, de ordinario, disminuye la reserva de recursos disponibles. (2) De la dispersabilidad, que en general resulta más fácil para los organismos propios de las primeras etapas de la sucesión, — los primeros invasores —. (3) De la duración total de la vida individual activa, que suele ser

Bio- (i eco-) diversitat

El continuo paso de especies a través del escenario de la biosfera los modifica en algo, de manera que salen cambiadas en relación a como eran cuando entraron.



más breve, o más subdividida en períodos discontinuos, en los organismos propios de las etapas iniciales de la sucesión. Y (4) de las formas de ejercerse la competición, relativamente brutal en las primeras etapas sucesionales, en comparación con la sutileza que puede reconocerse en las interacciones que ocurren en ecosistemas más "maduros".

Estos ecosistemas calificables de maduros son, también, los más complicados, en parte porque han tenido tiempo para asimilar un mayor número de especies de los numerosos inmigrantes en potencia que existen en todas partes. Este juntarse de muchas especies, incluyendo competidores potenciales, se da preferentemente en entornos poco fluctuantes.

Siempre se propone como ejemplo de dicha situación a la Amazonia, aunque hay otras áreas tropicales en tierra, más los arrecifes coralinos, así como las grandes profundidades marinas, que son igualmente muy ricos en especies, manteniéndose sus respectivos entornos con las mismas características relativamente constantes en el tiempo. Si la relativa constancia en las condiciones del entorno físico se refleja también en la segregación complementaria de actividades entre las especies, permite coexistir a competidores en potencia, muchos de los cuales hubieran quedado excluidos en los ecosistemas menos diferenciados en el tiempo o en el espacio. Hay una influencia mutua entre: (1) la dinámica interior de los ecosistemas o su propensión a variar y (2) sus efectos de guía o canalización y variaciones en la velocidad de evolución que inducen o toleran en las especies componentes.

La naturaleza dispone casi siempre, allí mismo o en la vecindad de cualquier punto que consideremos, de un número elevadísimo de gérmenes genéticamente distintos y es dudoso que, en la superficie del planeta, y aun por bastantes metros debajo de ella, se configuren ambiente que encuentren inquilinos dispuestos a ocuparlos relativamente pronto.

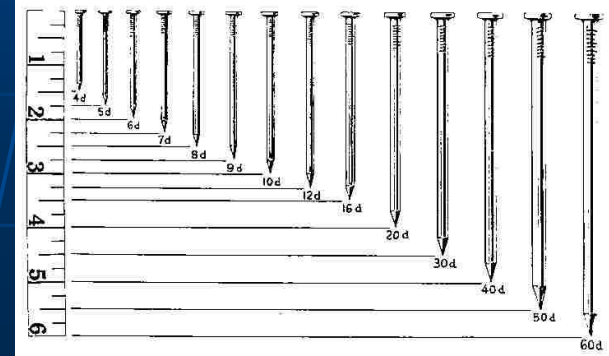
Mi punto de vista es que existe una enorme reserva genética en la naturaleza (la sacrosanta biodiversidad) que va siendo utilizada en diferentes combinaciones, expresada en la diversidad o ecodiversidad de cada lugar, que bailan al ritmo que les tocan. Si no hay muchas desviaciones en las características ambientales casi siempre hay lugar para que se junte un número considerable de especies y la riqueza del conjunto suele aumentar a medida que la sucesión ecológica avanza en el tiempo. En tanto que los organismos sigan vivos, están sujetos a la selección natural y experimentan cambios genéticos que podrían estar en la base de una ulterior y posible evolución.

Esta manera de ver puede tener el interés suplementario de ayudar a distinguir entre una *biodiversidad* genética, referible a la riqueza total de genes utilizables en organismos viables, y una diversidad ecológica que consiste en los organismos realizados que encuentran oportunidades para vivir plena y realmente y, mientras ello dure, tal vez para evolucionar.

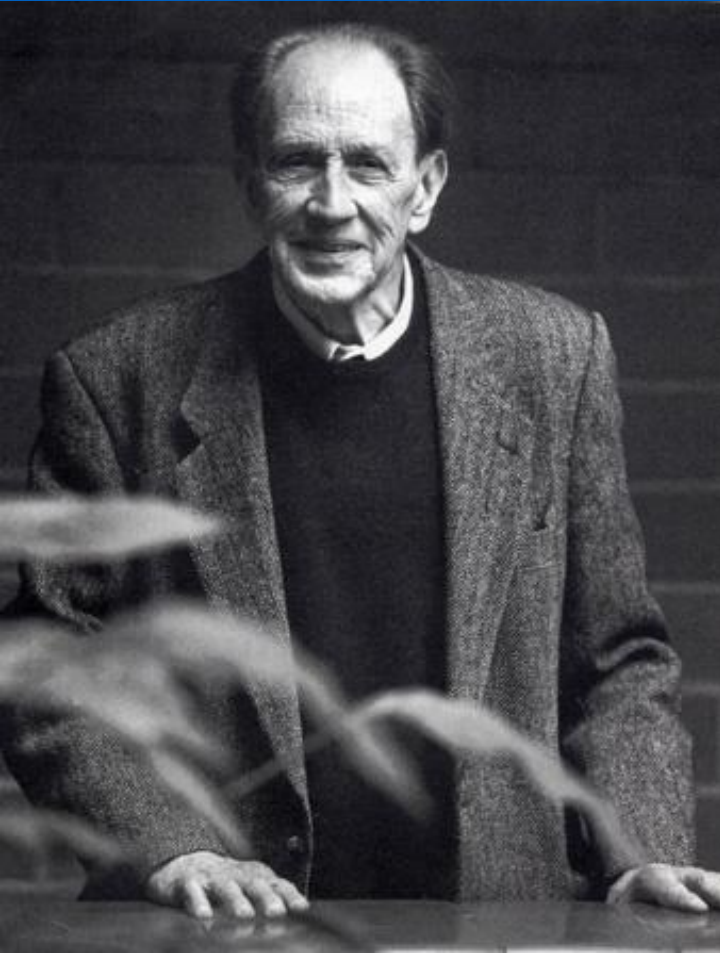
Puede proponerse como típica, por estar relativamente bien estudiada, la historia de la estacionalidad del plancton, con la alternancia entre períodos de

Evolució per duplicació cel·lular

Evolució per una via ràpida: duplicació del nombre de cèl·lules, resultat de l'acció de gens amb gran capacitat organitzativa (com els homeobox). Volvocals (*Volvox...*) i altres cloròfits (*Pediastrum...*), amb 2ⁿ cèl·lules en els seus cenobis. També en *Daphnia* i altres artròpodes: mosques i papallones “del 2, del 4, del 8...”, com passa amb estris humans: cargols, sabates, sobres de carta, automòbils, etc.



L'home forma part de la biosfera



De les moltes coses que devem al mestratge de Margalef, dues estan molt relacionades amb el paper de l'home dins la biosfera:

- a) la nostra espècie és una més de les que hi ha a la Terra, i depèn com aquestes del seu entorn (l'home en la biosfera)
- b) si hi ha una cosa que ens distingeix de les demés no és tant la capacitat de pensar (*Homo sapiens*) sinó la d'usar energia externa (*Homo energeticus*)

Dues estratègies diferents, dos móns

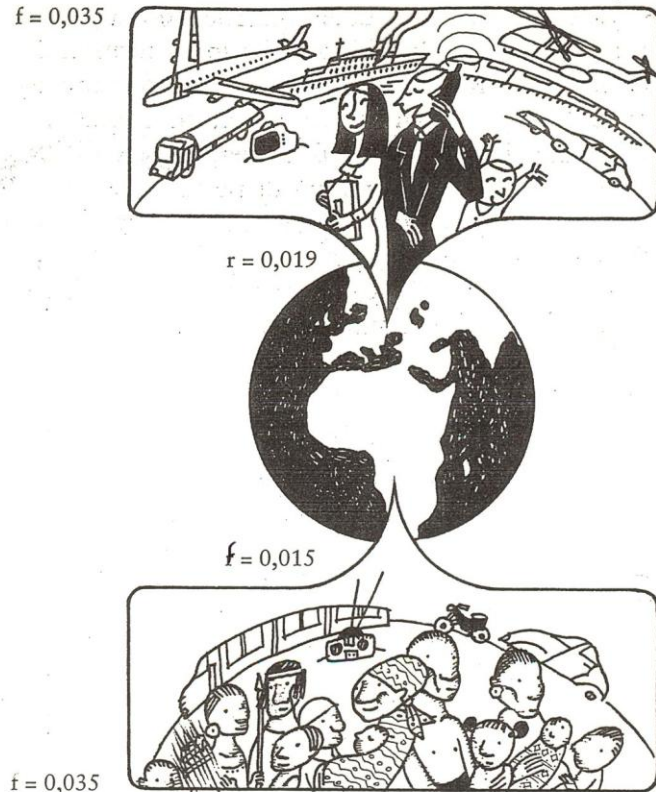


Fig. 5-6

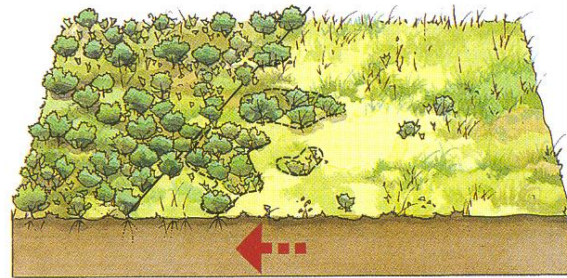
La taxa d'augment de la població (r) i la taxa d'augment de l'energia consumida per càpita (f) estan capgirades en els països rics i en els pobres. De manera molt esquemàtica això és evident en la figura: els països rics augmenten en l'ús d'energia al mateix ritme que els països pobres augmenten llur població, i ambdues taxes són aproximadament el doble de les taxes a què els països rics augmenten llur població i els pobres l'ús de recursos energètics. El gran drama d'aquestes desigualtats entre el Primer i el Tercer Món és que no fan més que créixer. Basat en Margalef, 1985.

Les taxes de creixement demogràfic (r) i d'augment en l'ús d'energia (f) en el primer i el tercer móns estan invertides...

Només quan atenyen un cert estat de benestar les diferents poblacions humanes deixen de créixer molt demogràficament

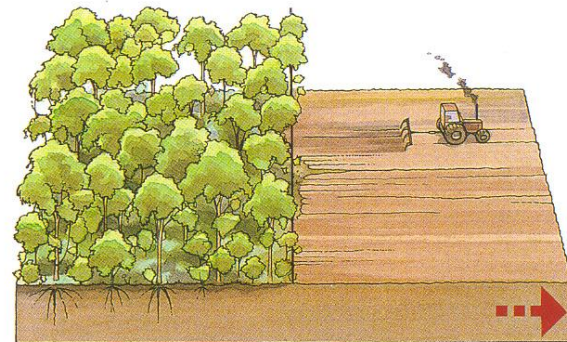
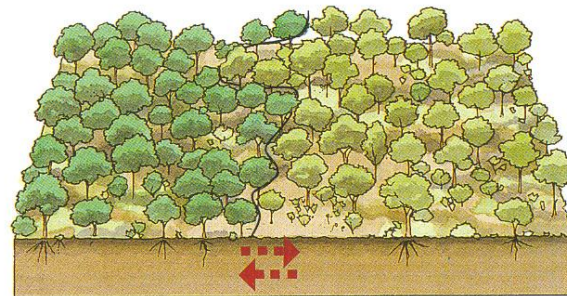
Acabar amb les desigualtats entre Nord i Sud és la millor manera d'eradicar la fam al món

De la dinàmica de les fronteres...



97 Les tres fronteres o ecotons de la figura representen tres situacions ben diferents. A dalt, una frontera ben marcada, com la que hi podria haver entre un bosc i una clariana o un conreu abandonat; la tendència de l'ecosistema més madur d'explotar el menys madur comporta la colonització progressiva d'aquest darrer per espècies del primer i passar a una línia de frontera més sinuosa, que rebaixa les tensions. El segon exemple (al mig) és precisament el de dos ecosistemes semblants, de límits articulats i sinuosos entre els quals els intercanvis són equilibrats. El tercer exemple (a baix) és el d'un límit rectilini mantingut de manera forçada per l'explotació humana que impedeix qualsevol colonització pels organismes dels ecosistemes de l'entorn i que exporta cap als centres urbans més o menys allunyats tota la producció.

[Dibuix: Biopunt, a partir de dades elaborades per l'autor]

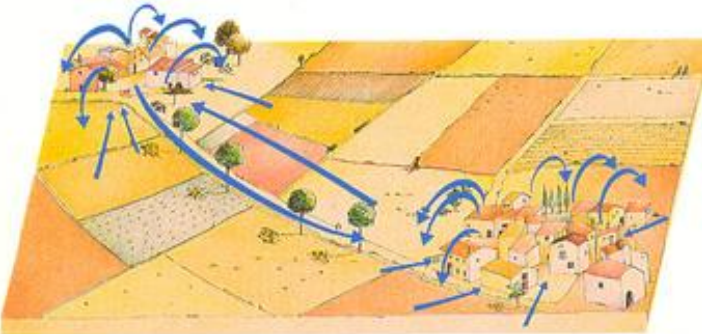


De les relacions d'explotació uni- o bidireccional, de successió, de tipus de límits entre taques de maduresa diferent...

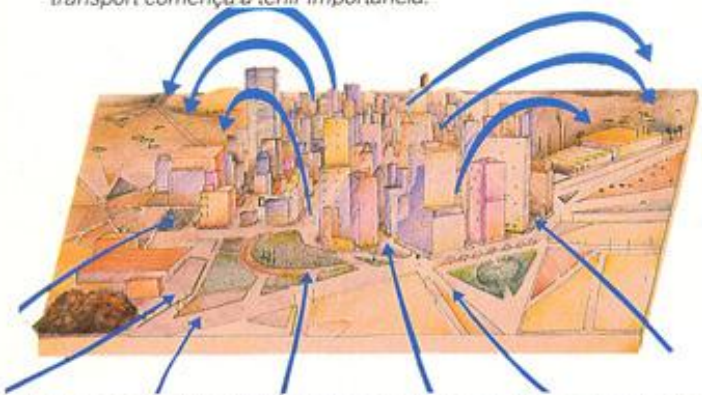
...a preguntes que no ens fem



a) Nuclis petits gairebé autosuficients. L'energia usada en transport és molt escassa. Les deixalles es reciclen.

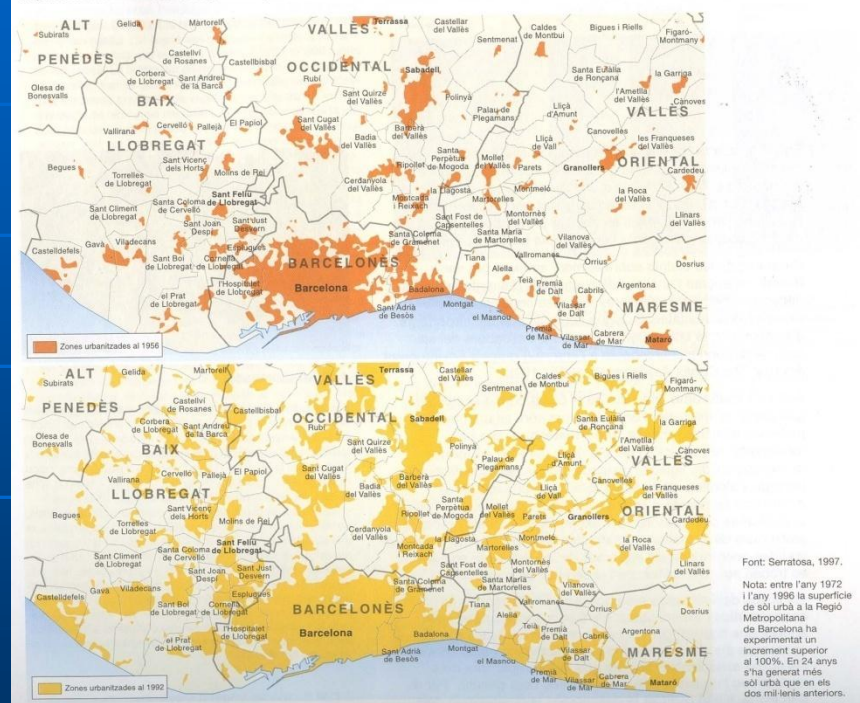


b) Nuclis mitjans. Ja no són autosuficients. L'energia dedicada al transport comença a tenir importància.



c) Gran nucli urbà. Tot s'ha de transportar, tant el que es consumeix com les deixalles. El consum energètic és molt elevat.

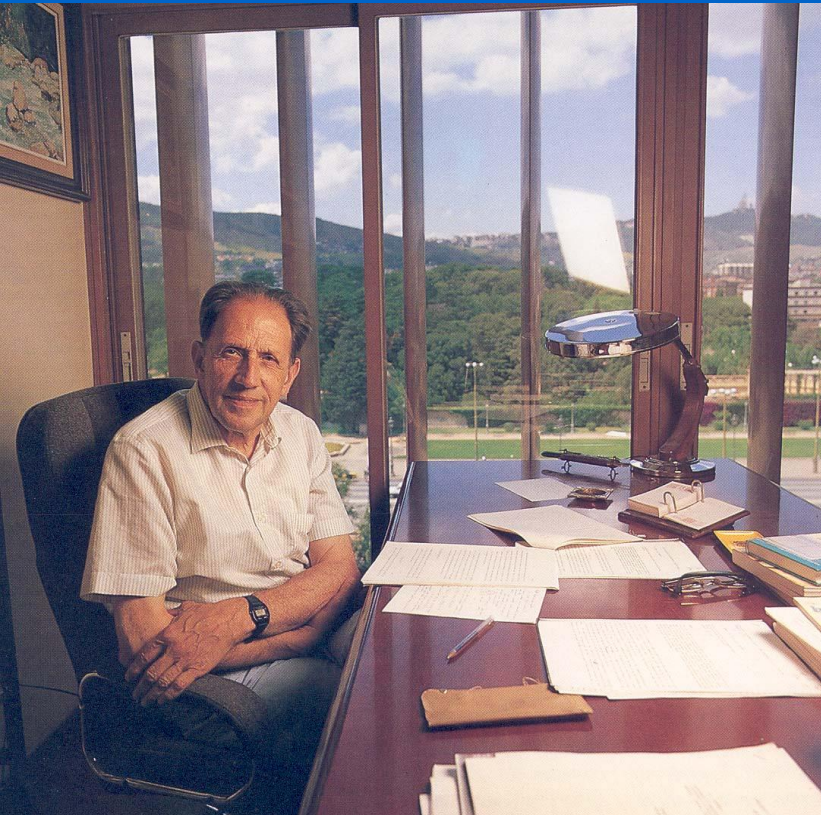
Mapa 5. La urbanització de la Regió Metropolitana de Barcelona.



Font: Serratos, 1997.
Nota: entre l'any 1972 i l'any 1996 la superfície de sòl urbà a la Regió Metropolitana de Barcelona ha experimentat un increment superior al 100%. En 24 anys s'ha generat més sòl urbà que en els dos mil·lennis anteriors.

¿Quin serà l'efecte sobre el funcionament de la biosfera de la inversió de la topologia del paisatge?

Implicaciones per a l'espècie humana



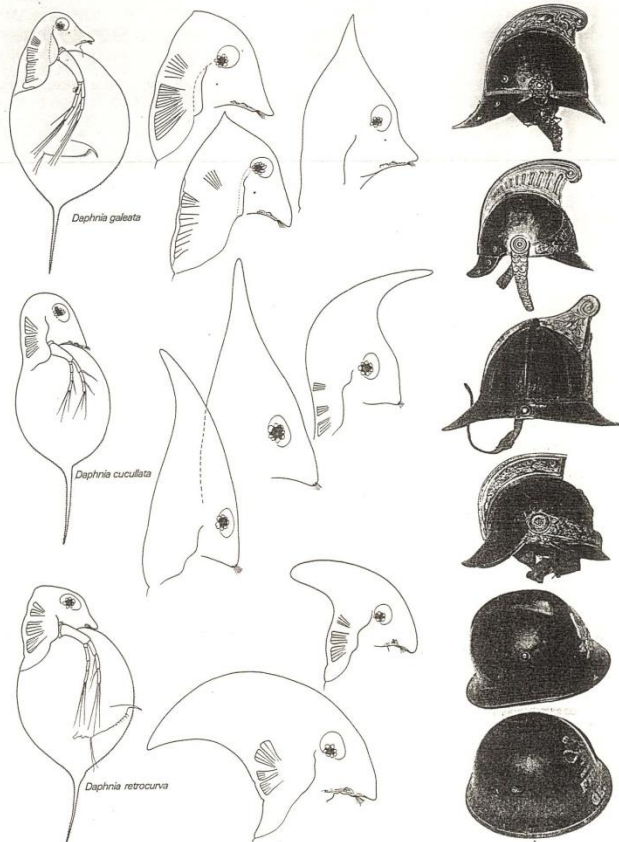
“La sucesión implica un progresivo aumento de la masa de artefactos transmitida (ciudades, maquinaria, vías de comunicación, libros) y la relación entre la masa de dichos artefactos y la biomasa propiamente dicha aumenta continuamente... dentro de las propias organizaciones humanas, los elementos menos creadores y más conservadores son más persistentes y se acumulan con tasa mayor: en cualquier centro científico, los administradores tienen una tasa de aumento mayor que la de los investigadores, y... las máquinas de escribir [o los ordenadores] una tasa de aumento mayor que la de los microscopios utilizados.”

(R. Margalef, 1974)

Creo que hay que ver la evolución de las especies, como muy canalizada o dirigida por las rutas o trayectorias normales que se crean, se conservan o se repiten en los ecosistemas, gracias a la sucesión ecológica (MARGALEF, 1997). Soy consciente que el mismo concepto de sucesión — que confluye con el de historia —, ha suscitado críticas, algunas desafortunadas (DRURY & NISBET, 1973), pero la vida no puede prescindir de capacidades generadas en el curso de su propio pasado y de su historia actual, que continúa regida por la selección natural. Esta misma selección se comprueba en el desarrollo de tantos artefactos exosomáticos por la humanidad, desde herramientas y casas a vehículos, ordenadores y satélites. Por lo que se ha escrito antes, se puede reconocer en todo esto la misma capacidad de mejorar ciertas condiciones de supervivencia. Biológica, evolutivamente y, en fin, culturalmente, se pueden comparar nutilagos, maderas, terpenos, los grandes termiteros y los artefactos de nuestra civilización.

Ensenyar tot divertint...

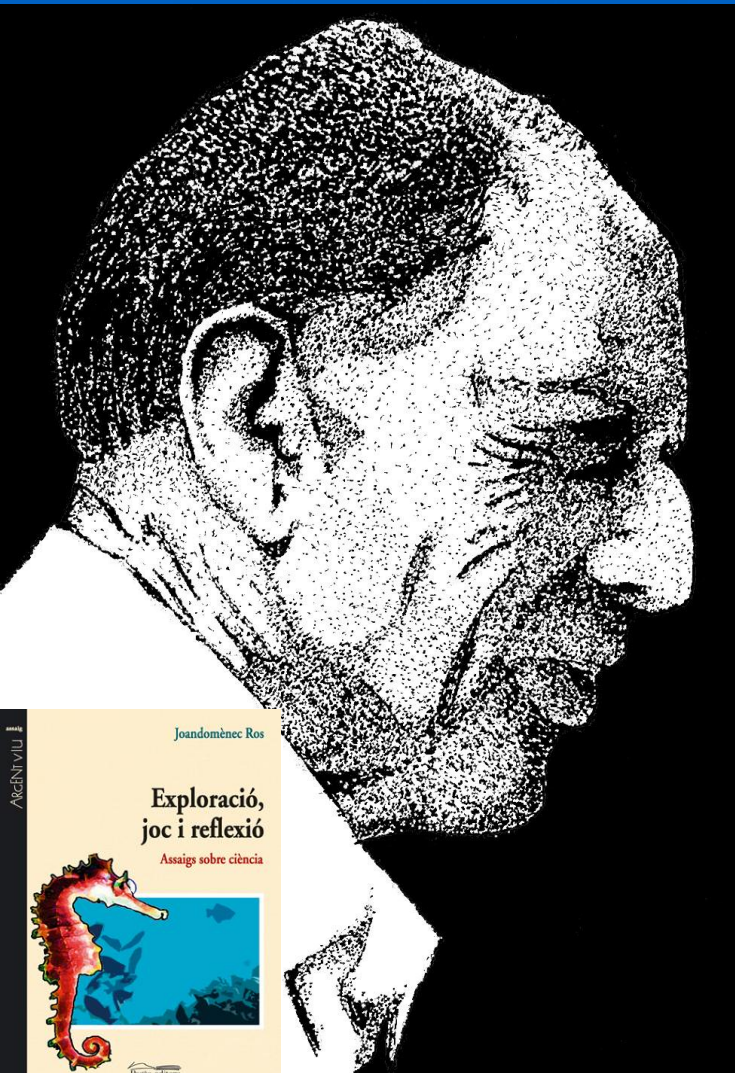
Figura 8. Formes ciclomorfològiques estivals de diverses espècies de *Daphnia* del grup *pulex*, amb els seus característics elms, les diferències entre els quals potser tenen el mateix significat biològic que les que hi ha entre diferents cascs de bombers, com els il·lustrats. (De Margalef, 1983b).



“Hace unas semanas tuve que pronunciar otro “sermón” en relación con el Mediterráneo, acerca de cuyo acontecer en el curso de los 40 últimos años me creo relativamente informado, dentro de lo que cabe. Chocó que no fuera más catastrofista y caí pronto en la cuenta de cómo hubiera debido ser un lenguaje más correcto políticamente, que, para ser sincero, me hubiera dado repelujo: “Sí, en efecto, el Mediterráneo se está muriendo, aunque quizá no podamos decir que está totalmente muerto. Con nuestro esfuerzo, si movilizamos debidamente a la gente, y con la ayuda de los gobiernos, aún hay esperanzas de poder salvarlo”. Y, motivada la gente, podría proseguir el relato explicando las desgracias presentes y las que se avecinan si no obramos adecuadamente.”

(R. Margalef, 1996).

L'home de ciència complet



“La recerca ha de fer avançar el coneixement damunt d'un canemàs molt ampli. És **exploració, joc i reflexió** alhora, aplicats a cada punt de l'orbit i de la trama. La recerca en què penso ara tant pot dur a millorar la producció de botons, o a substituir-los, o al funcionament d'una depuradora d'aigua, com a sintetitzar un nou compost químic o a descobrir relacions, que encara no s'havien copsat, entre fenòmens naturals o activitats humanes, i que ens menen a una nova descripció més breu i més generalitzable que les que teníem. És una aventura no totalment imprevisible, rarament gratuïta i amb una positiva qualitat d'addicció.”
(R. Margalef, 1981).

Ecòleg i mestre d'ecologistes

PLANETA AZUL, PLANETA VERDE

RAMON MARGALEF



“Se necesita valor para estudiar la diversidad biótica entre tanta adversidad.”

(R. Margalef, 1992).

“Si la Universitat no s’atreveix a mirar endavant -baldament només sigui per a aixecar un moment els ulls del present-, qui ho farà?”

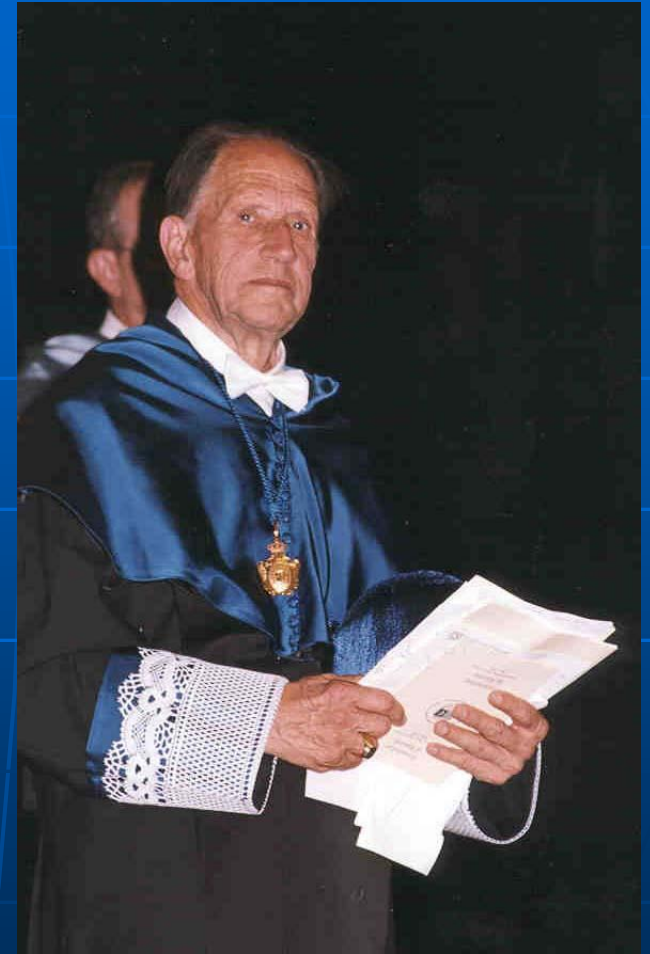
(R. Margalef, 1981).

“Ecologists and “paraecologists” (=econuts) are sensibilizing people and increasing responsiveness. If prophets are heard, if people become aware, catastrophes can be avoided. Ecology can do this job and falsify -hopefully- its own predictions. It is better to have the predictions proven false than to have the dubious satisfaction of saying “We told you so”.”

(R. Margalef, 1973)

Premis i distincions acadèmiques

- Medalla Prince Albert, Institut Océanographique de Paris (1972)
- Premi A. G. Huntsman d'Oceanografia Biològica, Bedford Institute (Canadà, 1980)
- Medalla Narcís Monturiol, Generalitat de Catalunya (1983)
- Premi Santiago Ramón y Cajal, Ministerio de Educación y Ciencia (1984)
- Medalla Naumann-Thienemann, Societat Internacional de Limnologia (1989)
- Premi Italgas de Ciències Ambientals (Itàlia, 1989)
- Premi Fundació Catalana per a la Recerca (1990)
- Premi Alexander von Humboldt (Alemanya, 1990)
- Comanador de l'Orde d'Alfonso X el Sabio (1990)
- Premi S. Francesco d'Assisi (Itàlia, 1993)
- Premi Excellence in Ecology, Ecological Institute (Alemanya, 1997)
- Creu de Sant Jordi, Generalitat de Catalunya (1997)
- Ingeniero de Montes de Honor (1998)
- Premi Rainier III de Mònaco (1998)
- Medalla d'Or, CSIC (Espanya, 2002)
- Medalla d'Or, Generalitat de Catalunya (2003),
- Premi Nacional de Medi Ambient, Generalitat de Catalunya (2004, pòstum).



I mitja dotzena de doctorats
honoris causa

Profeta en la seva terra



Margalef treballà, investigà i ensenyà en tot el món, però sempre romangué en el seu país, malgrat les ofertes que rebé d'universitats d'arreu. La seva obra fou, però, universal, i així ha estat reconeguda

Al costat d'un gran home sempre hi ha una gran dona

Ramon Margalef i Maria
Mir



Un premi d'importància mundial



Premi
RAMON
MARGALEF
d'ecologia



David Tilman (2014)

Sally Chisholm (2013)



Tots els premiats al llarg dels 10 anys del premi expliquen el mateix: sentir o llegir Margalef els canvià la vida científica; seguien els seus suggeriments o les seves idees, i així encetaren noves línies de recerca molt fructíferes

El mestre en el record



Ha estat un privilegi haver conegut Ramon Margalef, haver après ecologia (i molt més) amb ell, i un plaer poder parlar-ne aquí
Moltes gràcies!