

## TEACHING PALAEOLOGY: AN OPEN ACCESS GUIDE-BOOK OF FOSSIL INVERTEBRATES

ANTONELLA C. MARRA \*

**ABSTRACT.** The project of an open-access textbook of Invertebrate Paleontology is here presented, including the first chapter dealing with basal Metazoa. The book will be composed by chapters published separately in open access to encounter the needs of teachers and students. The book is intended as a very flexible teaching tool, made of downloadable chapters.

### 1. Introduction

In the last years, the choice of text-books of Paleontology encountered problems due to the lack of a comprehensive book and to the diversification of teaching programs in different Universities.

The discipline of Paleontology is present in graduation courses of first and second level in the fields of Geological Sciences and Natural Sciences. The formation objectives can be various, having different hours of frontal and lessons and laboratory experiences, as well as giving more relevance to some branches more than other. In Italian universities, two extensive textbooks have usually been adopted, both not available in commerce (Allasinaz 1992; Raffi and Serpagli 1996; Vialli 1998; Hendricks *et al.* 2015); while a new book has recently been published (AAVV 2020). The use of English textbooks, *i.e.*, Benton and Harper D. A. (2009) and Prothero (2013), had not been success. This situation encouraged the spreading of unauthorized photocopies of parts of these books and the releasing of didactic materials by teachers. Another faced problems is, in general, the high prize of university books.

The project presented here is a response to teacher's and student's needs. The objective is to publish a series of open access peer-reviewed chapters, that can be downloaded following the requirement of each course. The teaching programs of the Italian Universities usually does include General Palaeontology and Systematic Palaeontology. The project starts from the Systematic Palaeontology and takes into accounts the requirement of a first level course. Each Phylum is treated considering: general morphology, paleontologic relevance, diagnostic features, taxonomy, paleoecology and stratigraphical distribution. The main sources are: Allasinaz (1992), Benton and Harper D. A. (2009), and Prothero (2013). Iconography has

been realized using and/or re-adapting figures released with Common Creative Licence for non-commercial purposes, or with permission by the author (inserted in acknowledgements). Specimens useful to illustrate morphology are figured and described.

The chapter here presented deals with basal Metazoans (Porifera, Archeocyatha, Stromatoporoidea, Cnidaria).

## 2. PHYLUM PORIFERA

I Porifera, noti anche con il nome volgare di Spugne, sono filtratori bentonici sessili. Il corpo dei Porifera ha una forma a sacco con un'ampia cavità interna (spongocele, 1 in Fig. 1) ed un'apertura superiore (osculo, 2 in Fig. 1). La parete interna (endoderma) è provvista di cellule flagellate (coanociti) ed è attraversata da pori semplici (5 in Fig. 1) o canali inalanti (6, in Fig. 1). Lo strato esterno (ectoderma) è costituito da sottili cellule protettive (pinacociti); il mesenchima (o mesoglea), è lo strato intermedio di vario spessore, in cui sono presenti anche gli scleroblasti, che producono le spicole.

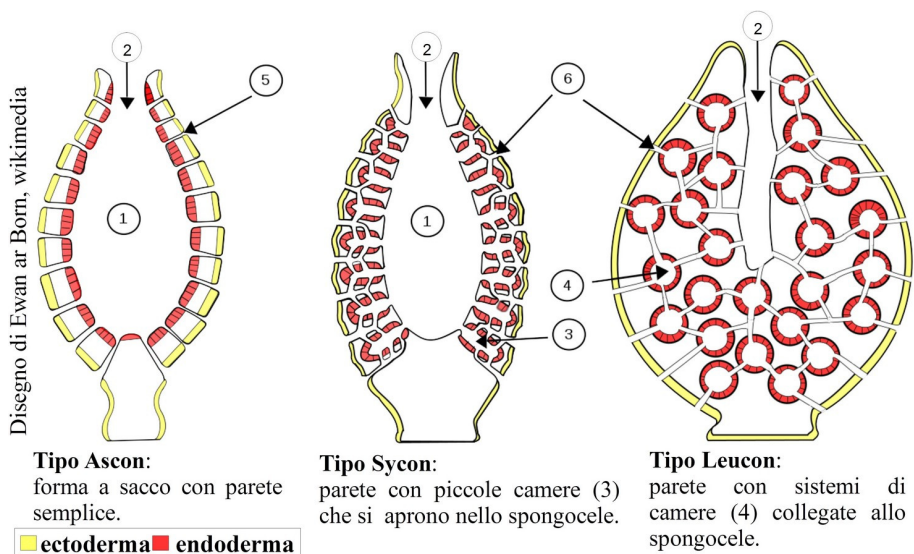


FIGURA 1. Morfologia generale dei Porifera. Spiegazione nel testo.

Lo scheletro può essere esclusivamente organico (di spongina), oppure di spongina mista a spicole, o di sole spicole (elementi scheletrici calcarei o silicei, isolati o legati tra loro). Talvolta può essere rafforzato da grani di sedimento o resti di gusci agglutinati dall'esterno. Le spicole, o scleriti, in base alle dimensioni, si definiscono megasclere (da 0,1 a 2 mm) o microsclere (tra 0,01 e 0,1 mm); hanno diverse forme (Fig. 2).

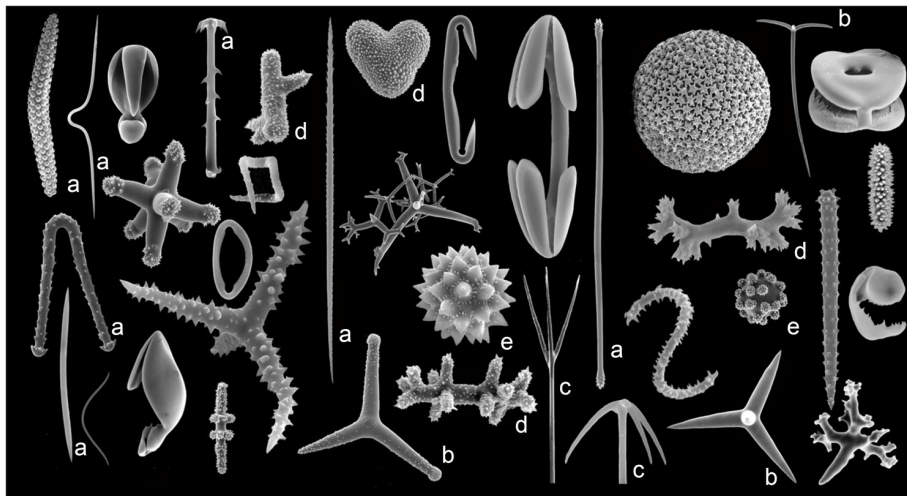


FIGURA 2. Fotografia al microscopio elettronico di spicole di Demospongiae (modificata da Van Soest et al., 2012, wikimedia). In base alla forma si distinguono spicole: a) regolari di tipo monoassone, con singolo asse diritto o curvo, con estremità appuntite o no, liscio o no, con o senza ingrossamenti terminali; b) regolari di tipo triassone con tre assi disposte su uno stesso piano o su tre piani diversi; c) regolari di tipo tetraassone (con quattro assi su piani diversi a  $109^\circ$  tra loro); d) irregolari di tipo desmoassone, con processi di diverse forme e ingrossamento; e) irregolari di tipo poliassone, a forma stellata.

## 2.1. Classificazione e distribuzione stratigrafica.

CLASSE Calcarea (spugne calcaree, Fig. 3a): hanno spicole calcaree, diffuse in ambienti marini dal Cambriano al Recente.

CLASSE Hexactinellida (Spugne silicee, Ialosponge; Fig. 3b): hanno spicole silicee, che possono essere saldate fra loro. Sono di ambienti marini profondi. Diffuse dal Precambriano (?) - Cambriano al Recente.

CLASSE Demospongiae (spugne comuni, Fig. 3c): hanno scheletro di spongina, o spongina e spicole silicee o solo spicole silicee; nelle Sclerospongiae (spugne coralline attuali) è presente anche uno strato di aragonite o calcite fibrosa laminata. Diffuse in ambienti acquatici marini, salmastri e dolci, dal Cambriano al Recente.

**Paleoecologia.** I Porifera sono animali bentonici sedentari e vivono fissati in vari substrati e ambienti, a diverse profondità. Quando è attiva, la spugna crea correnti d'acqua grazie al movimento dei flagelli dei coanociti e facendo passare l'acqua attraverso i pori, bloccando così i nutrienti ed espellendo l'acqua dall'oscuro. Alcuni Porifera sono carnivori, poiché hanno sviluppato la capacità di intrappolare con i flagelli pesci o artropodi e di digerirli rapidamente. I Porifera Clionidi producono caratteristiche perforazioni nelle conchiglie dei Mollusca, note in paleoicnologia come Entobia. Hanno pochi predatori, occasionalmente pesci e tartarughe marine.

I Porifera sono importanti biocostruttori, insieme ai coralli, nelle scogliere attuali e antiche. La loro importanza come biocostruttori declina nel corso del Mesozoico, quando

comincia il grande sviluppo dei coralli *Scleractinia* che, grazie alla simbiosi con le alghe zooxantelle, hanno un metabolismo più efficiente, seppure condizionati da un buon livello di illuminazione (Veron *et al.* 2016).

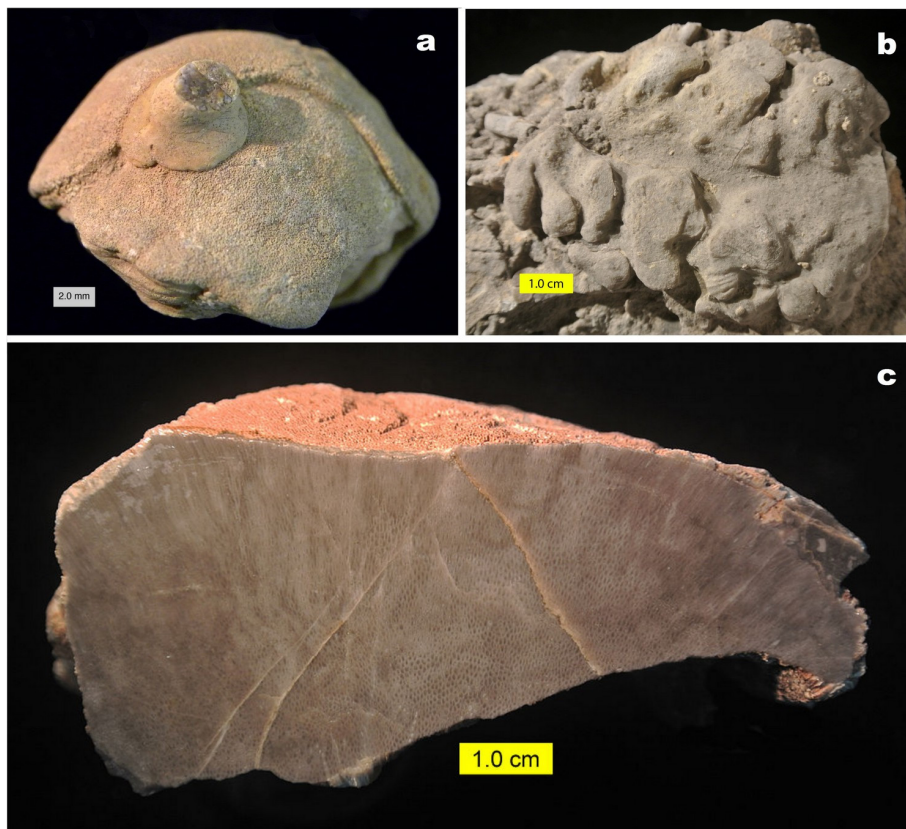


FIGURA 3. a) Spugna della Classe Calcarea, con peduncolo di crinoide incrostante, Giurassico Medio della Matmor Formation di Makhtesh Gadol, Israele (Ph. Wilson44691, wikimedia); b) Spugna della Classe Hexactinellida, Pattersonia ulrichi Rauff, 1894; an rdoviciano, Cinciccati, Ohio USA (Ph. Wilson44691, wikimedia); c) Spugna della Classe Demospongea sezionata, Carbonifero Superiore, Bird Spring Formation, Nevada, USA (ph. Wilson44691, wikimedia).

### 3. INCERTAE SEDIS VICINI AI PORIFERA

Stromatoporoidea e Archeocyatha sono gruppi di animali estinti di incerta attribuzione tassonomica, considerati vicini ai Porifera.

#### 3.1. STROMATOPOROIDEA.

Sono stati organismi marini tabulari e modulari diffusi nel Paleozoico e Mesozoico. Non è chiaro se siano del tutto estinti, perché esistono demosponge attuali, come *Astrosclera* e *Calcifimbrospongia* che hanno un'architettura da stromatoporoide.

Possedevano uno scheletro basale calcareo costituito da lamine orizzontali irregolari e pilastri verticali. Sono rappresentati da ammassi di varia forma (cilindrici, tabulari, discoidali, a duomo, dendroidi), spesso con superficie superiore caratterizzata da parti rilevate (mammelloni) e da tipici solchi a forma di stella detti astrorize simili ai pori dei canali esalanti di certe forme attuali (Fig. 4).



FIGURA 4. a) sezione schematica di stromatoporide (modificata da wikimedia); b) sezione di stromatoporide, Devoniano, Ohio, USA (ph. Wilson44691, wikimedia).

**Paleoecologia.** Sono abitualmente associati a sedimenti carbonatici di acque basse, spesso depositati in ambienti ad alta energia. Molti generi sono stati importanti costruttori di scogliera, specialmente durante il Siluriano e il Devoniano e spesso il loro scheletro offriva ancoraggio a epibionti. Si ritiene che questi organismi non si avvantaggiassero della simbiosi con alghe fotosintetiche e che vivessero in acque ricche di nutrienti per provvedere ai loro bisogni di filtratori. Non rivestono grande interesse paleontologico e non sono usati in biostratigrafia.

**Distribuzione stratigrafica.** Comparsi nell'Ordoviciano Medio, hanno raggiunto il loro acme durante il Devoniano Medio e hanno conosciuto il declino nel resto del Paleozoico e nel Mesozoico; molti gruppi si sono estinti con la crisi biologica della fine del Cretaceo.

### 3.2. ARCHAEOCYATA.

Il nome significa "antica coppa" per la forma del corpo. Sono esclusivi del Cambriano. Formavano estese scogliere, che hanno dato origine ai "calcarei ad Archeociatine". Studi recenti suggeriscono un grado di organizzazione simile ai Porifera. Lo scheletro (calice), generalmente a forma di cono rovesciato, è costituito da  $\text{CaCO}_3$  polimicrocristallino. Gli Archeociati vengono studiati in sezioni sottili, ma spesso i calcari Cambriani in cui si rinvengono sono ricristallizzati e i dettagli della struttura sono andati perduti.

Il calice ha forma di un cono rovesciato che delimita una cavità centrale e si ancorava al substrato con l'apice (Fig. 4). La parete è composta da una muraglia interna ed una esterna, entrambe finemente porose, che delimitano uno spazio (intervallo) separato in spazi intersettali da setti verticali. Alcune forme hanno una sola muraglia.

Le dimensioni medie vanno da 1 a 10 cm in altezza a 0,5-2,5 cm di diametro; vi sono anche forme grandi (15 cm) e giganti (30 cm).

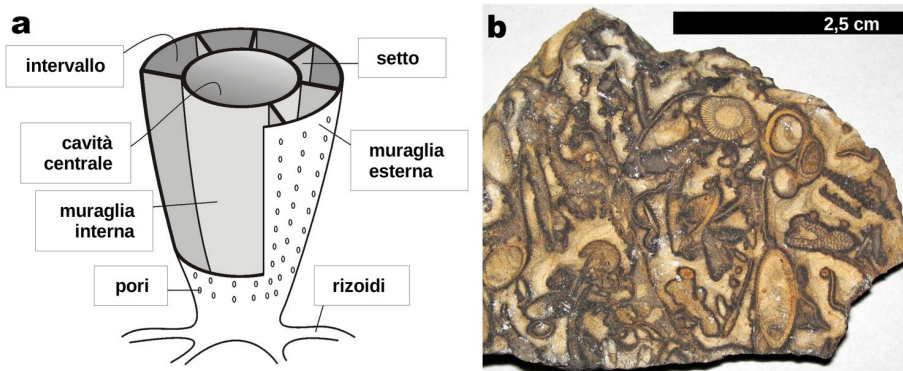


FIGURA 5. a) schema della morfologia degli Archaeocyatha. I pori percorrono anche la muraglia interna, seppure non rappresentati (fig. modificata, Muriel Gottrop, wikimedia); b) calcare ad Archaeocyatha, Cambriano Medio-Superiore, Formazione Wilkawillina Limestone, Australia (figura modificata, J. St. John, wikimedia).

La classificazione degli Archaeocyatha in Regolari e Irregolari, basata sulla disposizione degli elementi scheletrici, è stata di recente messa in discussione perché i caratteri distintivi indicherebbero solo le preferenze ecologiche, pertanto si tratterebbe di eco-morfotipi.

**Paleoecologia.** Organismi esclusivamente marini, solitari (preponderanti all'inizio del Cambriano) o coloniali. Probabilmente vivevano a profondità di -20 -30 m su substrati carbonatici dove si ancoravano e crescevano secondo una crescita "modulare" che consentiva alle colonie di raggiungere grandi dimensioni.

Gli Archaeocyata hanno avuto un ruolo importante come biocostruttori di scogliera nel Cambriano, associati a Spugne e probabilmente a batteri capaci di fissare il carbonato di calcio. Le scogliere ad Archeociati avevano spessore di circa 3 m e diametro di 10-30 metri.

**Distribuzione stratigrafica:** Cambriano.

#### 4. PHYLUM CNIDARIA

Il Phylum Cnidaria comprende animali solitari o coloniali di acque marine e dolci, con alternanza di generazioni di forme bentoniche sessili, i polipi, e forme pelagiche, le meduse. Sono denominati anche Celenterati, perché caratterizzati dal *celenteron*, ampia cavità gastrovascolare delimitata dalla parete del corpo.

Il corpo è a forma di sacco delimitante l'ampia cavità gastrovascolare (celenteron) ed è costituito da una parete molto semplice in cui si distinguono: una serie di cellule esterna (ectoderma); una serie di cellule interna (endoderma); una interposta mesoglea, con cellule sparse ed un alto contenuto d'acqua. Il sistema nervoso è costituito da una rete diffusa di cellule nervose; il sistema muscolare consta di cellule mioepiteliali originatesi dalla parete del corpo; la digestione è in gran parte extracellulare ed avviene dentro il celenteron. Intorno alla bocca sono presenti tentacoli che possono essere dotati di cellule urticanti (cnidoblasti). Il celenteron può essere suddiviso in setti (mesenteri).

Vi sono due tipi di organizzazione del corpo: medusa e polipo (Fig. 6). Entrambi i tipi

possono vivere isolati o in colonie dotate di un periderma, una cuticola che le riveste, ed un cenosarco, che mette in comunicazione i singoli individui. Il polipo conduce vita bentonica sessile, fissato al substrato. La medusa conduce vita pelagica, libera, e il corpo è a sacco “ribaltato” a formare un ombrello con la faccia superiore convessa (esombrello) e la faccia inferiore, dove si apre la bocca, concava (subombrello); è dotata di rudimentali organi di senso statico (statoblasti) e di senso visivo (ocelli).

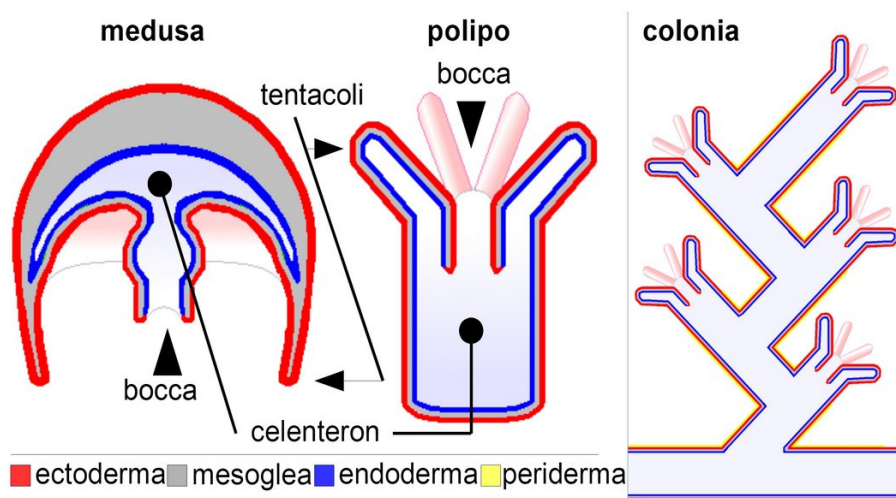


FIGURA 6. Morfologia generale degli Cnidaria (modificata da Philca, wikimedia).

La riproduzione avviene con alternanza di generazioni per via sessuata e asessuata (metagenesi): polipo → riproduzione asessuata per scissione → medusa → riproduzione sessuata (produzione di gameti maschili e femminili) → planula → polipo. Quando uno dei due stadi prevale (medusa o polipo), è la forma larvale a provvedere allo stadio “saltato” per completare la metagenesi con la riproduzione sessuata.

Le colonie possono essere: monomorfe (individui con un solo tipo di organizzazione); polimorfe (individui specializzati: gastrozoidi, deputati alla nutrizione; gonozoidi, deputati alla riproduzione; dattilozoidi, deputati alla prensione del cibo; tentaculozoidi, deputati alla prensione del cibo).

I polipi possono condurre vita solitaria (isolati) o coloniale (polipai) e possono avere esoscheletro carbonatico. Le colonie di polipi crescono per gemmazione (riproduzione asessuata) e possono assumere forme da ramificate a massive, con diversi gradi di integrazione degli individui.

Sono presenti nella documentazione fossile a partire dal Precambriano.

La classificazione degli Cnidaria non è univoca. Recentemente è stata sottoposta la suddivisione in due supphyla: Subphylum Medusozoa, comprendente classi in cui lo stadio medusoide è esclusivo o prevalente (Hydrozoa, Sciphozoa, Cubozoa, Staurozoa); Subphylum Anthozoa, coincidente con l'omonima classe, comprende ordini in cui prevale lo stadio polipoide, che può essere dotato di scheletro calcificato.

## CLASSE Hydrozoa.

Il celenteron è semplice, non suddiviso in setti. Per la maggior parte sono forme coloniali polimorfiche pelagiche o bentoniche (Fig. 7a), alcune con esoscheletro calcareo (es.: Ordine Milleporina (Fig. 7 b-d). La simmetria è raggiata, tetramera o polimera.

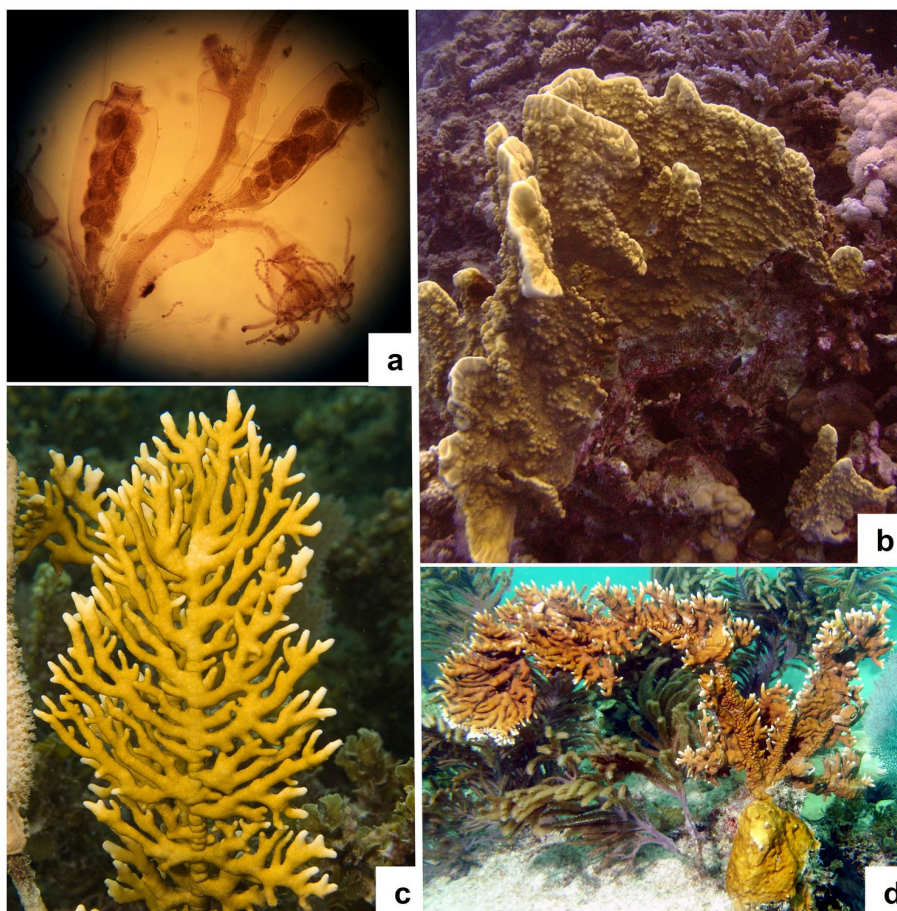


FIGURA 7. Hydrozoa attuali: a. colonia polimorfica con dattilozoidi (con tentacoli) e gonozoidi (ph. Rob Growe, wikimedia); b. *Millepora platyphylla* (Ph. Tim Sheerman-Chase, wikimedia); c. *Millepora alciornis* (Ph. Nhobgood, wikimedia); d. *Millepora* sp. incrustante (Ph. Greg Grimes, wikimedia).

**Paleoecologia.** Gli Idrozoi sono utilizzati in paleoecologia come fossili di facies, poiché le colonie assumono morfologia incrostante in ambiente litorale, globosa tra i -5 e i -10 m, lamellare tra i -10 ed i -20 m e dendroide tra -20 -30 m di profondità.

**Distribuzione stratigrafica:** dall'Ediacarano all'attuale.

### CLASSE Schyphozoa.

La classe comprende animali privi di parti scheletriche, dei quali si conoscono solo fossilizzazioni eccezionali di impronte a partire dal Cambriano (Figura 8).

**Distribuzione stratigrafica:** dall'Ediacarano all'attuale.



FIGURA 8. *Rhizostomites admirandus*, calcari del Giurassico Superiore di Solhofen, Germania (ph. Ghedoghedo, wikimedia).

### CLASSE Cubozoa.

La classe è limitata alle aree tropicali ed entrambe le forme di medusa e di polipo.

**Distribuzione stratigrafica:** dal Carbonifero ad oggi. Scarsa importanza paleontologica.

### CLASSE Staurozoa.

La classe è riferibile solo a forme viventi, le stauromeduse, meduse caratterizzate da una morfologia simile a quella polipoide e che vivono ancorate al substrato.

### CLASSE Anthozoa.

Comprende Cnidari solitari e coloniali di ambiente marino, per lo più sessili; non hanno lo stadio medusoide, pertanto la diffusione è affidata alla planula. Possono avere un esoscheletro calcificato. Il celenteron è suddiviso in setti che si aggiungono con la crescita in multipli di 2, 4 o 6.

La Classe Anthozoa è suddivisa nelle Sottoclassi: Octocorallia, Hexacorallia e Ceriantharia (questi ultimi vivono fissati al substrato entro tubi fibrosi da essi secreti; non avendo scheletri mineralizzati, non hanno rilievo paleontologico).

#### CLASSE Anthozoa SOTTOCLASSE Octocorallia.

Anthozoa per la maggior parte coloniali, con otto setti e otto tentacoli (Figura 9). Lo scheletro è costituito da spicole cornee o spicole aragonitiche legate tra loro, che possono fossilizzare anche sciolte. Le colonie sono spesso ramificate (dendroidi). Il noto *Corallium rubrum* appartiene a questa Classe. Hanno scarso significato paleontologico. **Distribuzione stratigrafica:** dal Permiano all'attuale.



FIGURA 9. Ottocoralli in vista longitudinale (a) e trasversale (piastra basale, b).  
(ph. composta e modificata da Wilson44691, wikimedia).

#### CLASSE Anthozoa SOTTOCLASSE Hexacorallia.

Gli Hexacorallia comprendono tre ordini di interesse paleontologico: Tabulata (coralli tabulari); Rugosa ( o Tetracoralli ) e Scleractinia (Fig. 10).

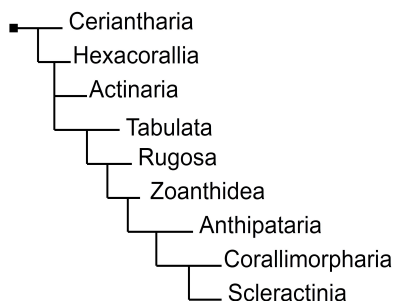


FIGURA 10. Classificazione degli Hexactinellida da (Daly *et al.* 2003), basata sui viventi, e integrata con i taxa estinti Rugosa e Tabulata, considerati basali rispetto a Zoanthidea e Antipatharia ([www.palaeos.com](http://www.palaeos.com)).

La Sottoclasse è rappresentata sia da forme isolate che coloniali, con ampia variabilità morfologica.

Il polipierite è un individuo completo di parti molli (polipo) e scheletro (Fig. 11). Il corallite è la parte scheletrica di un individuo (Fig. 12). Con il termine *corallum* si intende lo scheletro di un polipo isolato o dell'intera colonia (detta anche polipaio). I polipieriti di una colonia sono collegati tra loro dal cenosarco (o cenenchima o cenosoma).

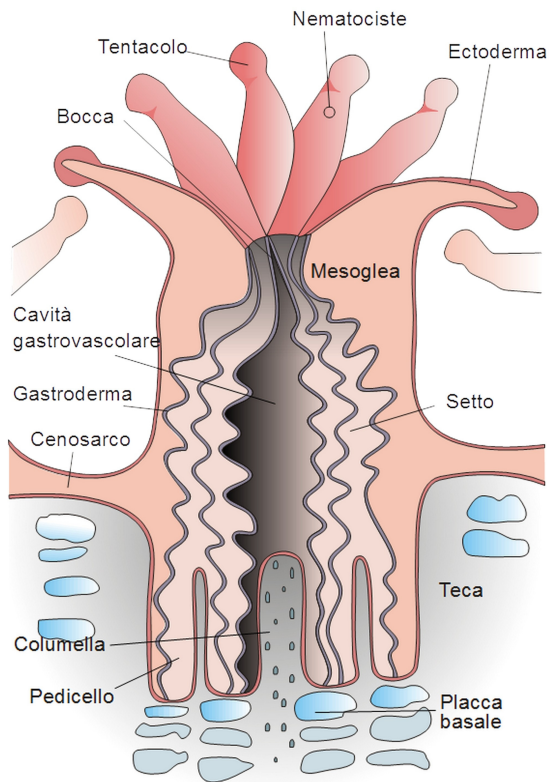


FIGURA 11. Schema della morfologia generale di un Hexactinellide (Ruthven, wikimedia).

I Tabulata, estinti, includevano solo forme coloniali, di morfologia ampiamente variabile e con netta importanza delle strutture trasversali (tabulae) rispetto ai setti, poco sviluppati. I coralli isolati di Rugosa e Scleractinia presentano variazioni nell'ambito di una forma generalmente conica, che può presentarsi con una sezione piuttosto costante (cilindrica), a cono curvo slanciato (ceratoide) o con apice che forma un angolo di 40° (trocoide), 70° turbinato), 120° (patellato); a cono irregolarmente ondulato (scolecoide); discoide; calcicole (con apice incurvato a forma di sandalo orientale); piramidale; flabellato; cupoloide; cuneiforme.

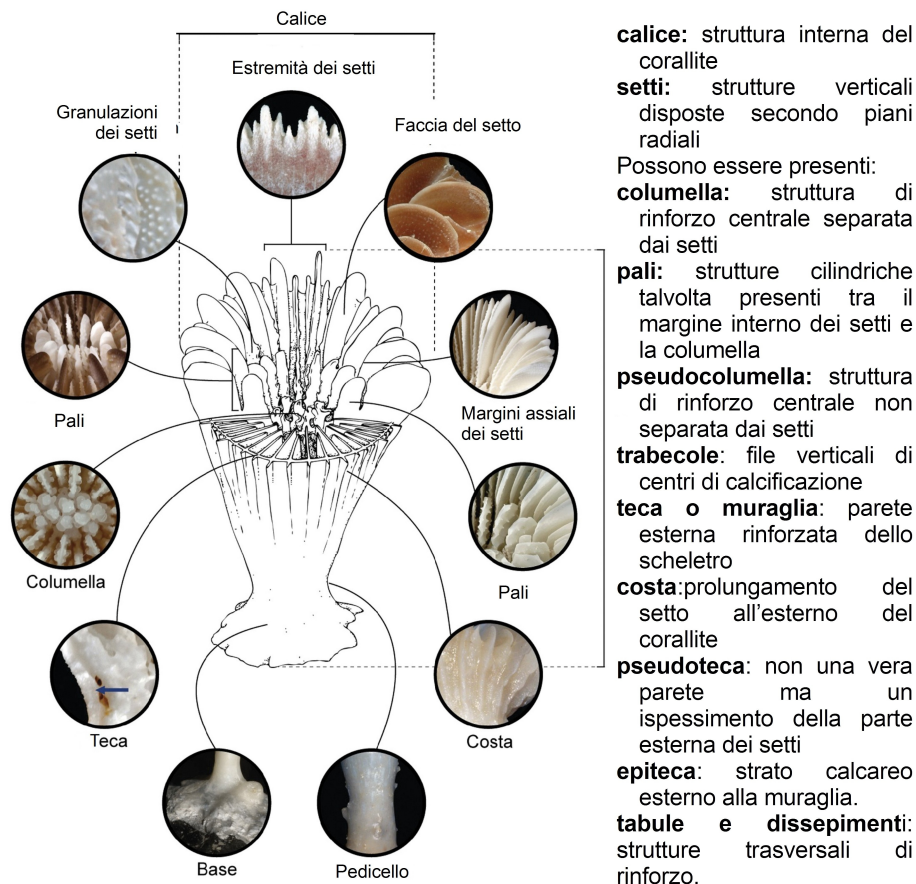


FIGURA 12. Morfologia e nomenclatura delle parti del corallite (Fig. integrata e modificata da Josuegg, wikimedia).

Le colonie di Rugosa e Scleractinia possono essere fascicolate o massive e presentano un differente grado di integrazione dei polipieriti. Le colonie fascicolate possono avere ramificazioni ad albero o cespuglio (dendroidi; Fig. 13 a) o tra di esse parallele (facelloidi; Fig. 13 b).

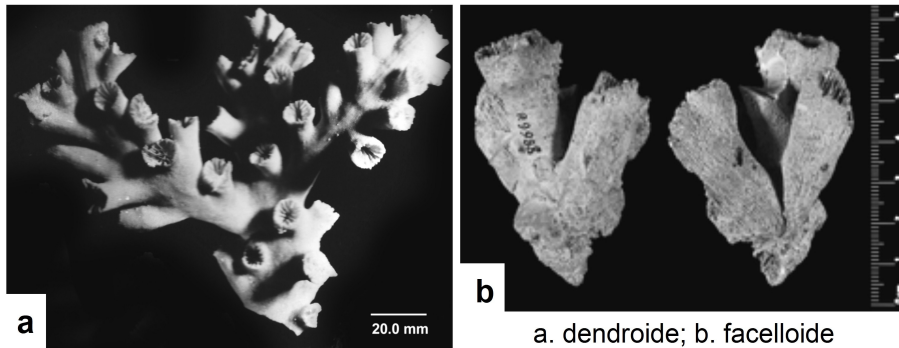


FIGURA 13. Esempi di colonie fascicolate: dendroide (a), facelloide (ph. composta e modificata da [www.coralosphere.org](http://www.coralosphere.org)).

Le colonie massive possono presentare diverse morfologie che riflettono il grado di integrazione dei polipieriti: ceride (coralliti a stratto contatto, separati dalla propria parete, Fig. 14 a); plocoide (coralliti cilindrici e ben rilevati, Fig. 14 b); astreoide (non c'è la parete di separazione e tra i polipieriti adiacenti i setti si alternano, Fig. 14 c); thamnastroide (non c'è parete e i setti dei coralliti confluiscono tra loro, Fig. 14 d); afroide (non c'è parete, i setti periferici sono regrediti e tra i coralliti vi sono dissepimenti; Fig. 14 e); meandroide (coralliti con parete rilevata allineati a formare creste sinuose; Fig. 14 f); hydnoforide (coralliti molto rilevati, su creste o sporgenze; Fig. 14 g).

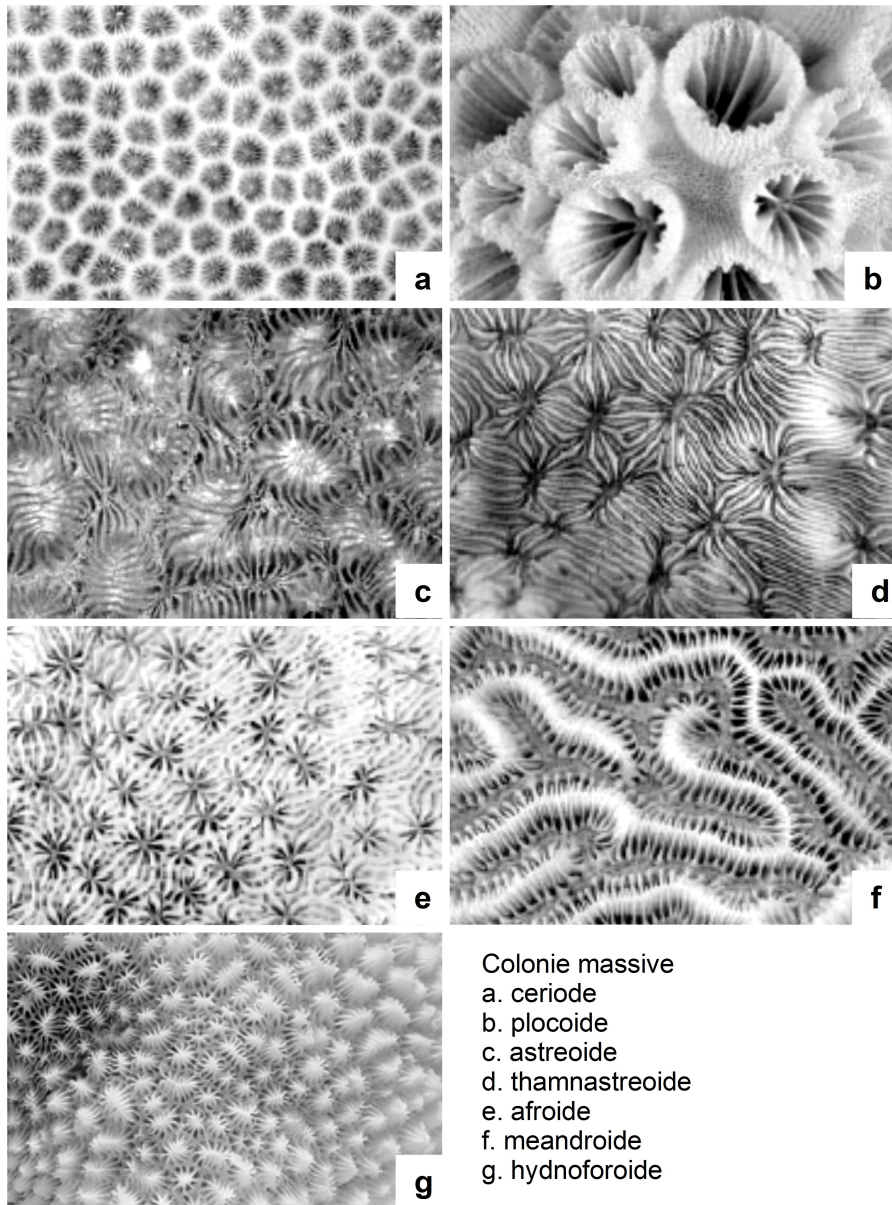


FIGURA 14. Tipologie di colonie massive.

CLASSE Anthozoa SOTTOCLASSE Hexacorallia ORDINE Rugosa.

Sono Anthozoa esclusivamente paleozoici, solitari o coloniali. Devono il loro nome all'assenza di muraglia esterna, che lascia vedere le terminazioni dei setti. Lo scheletro è calcitico, sono poche le forme con scheletro aragonitico.

Potevano essere solitari (Fig. 15 a), con ampia variabilità morfologica, o coloniali (Fig. 15 b), con formazione di colonie fascicolate (dendroidi e facelloidi, Fig. 13) o massive (di tipo cerioide, afroide, thamnastroide, astreoide; Fig. 14). Le colonie crescevano per gemmazione assiale (nuovi polipi crescevano sul precedente, che moriva), periferica (il nuovo polipierite cresceva sul precedente, ma sulla porzione periferica del calice, lasciando lo spazio vitale), laterale (il polipierite gemmava sulla parete esterna del precedente), intermurale (il polipierite cresceva tra le pareti dei precedenti, caratteristico delle forme massive).

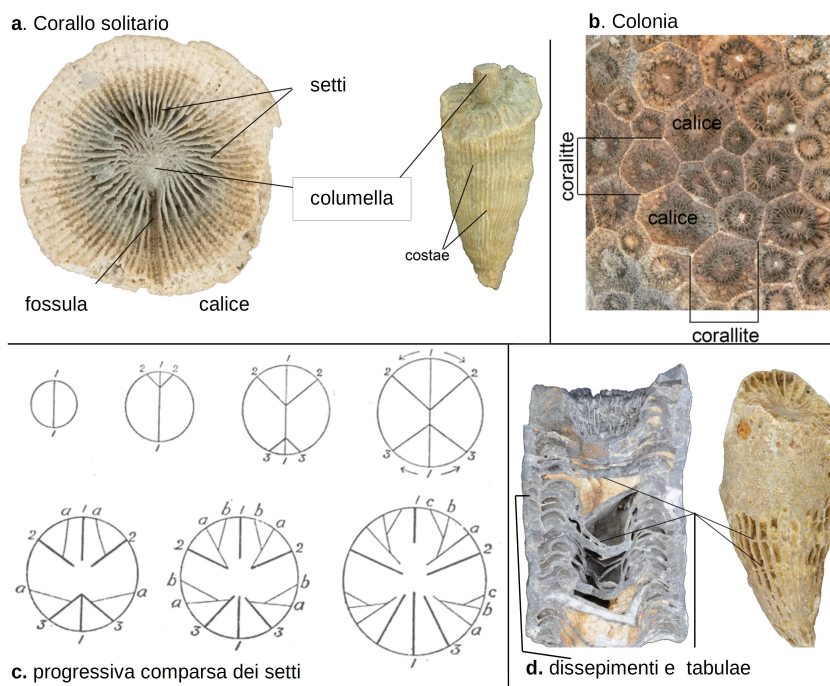


FIGURA 15. Morfologia e nomenclatura del corallite nei Tetracoralli isolati e coloniali; a, *Heliophyllum canadense*, Devoniano, Canada; b, *Acrocyathus floriformis*, Carbonifero Inferiore, Illinois, USA; d. a sinistra *Siphonophrentis halli*, Devoniano, New York, USA, a destra *Amplexizaphrentis pellansis*, Carbonifero inferiore, Iowa, USA (figs. a, b, e d composte e modificate da Hendricks *et al.* (2015); fig. c modificata da Morley Davis (1920)

Nel corso della crescita, venivano ciclicamente aggiunti setti secondo un ordine progressivo: 1, setto cardinale e controsetto; 2, setti alari; 3, setti controlaterali; a, b e c: serie successive di metasetti; gli spazi intersettali sono detti fossulae (Fig. 15 c). Erano presenti rafforzamenti: tabule (strutture trasversali estese orizzontalmente nella cavità interna) e dissepimenti (strutture orizzontali curve e periferiche, non estese nella cavità; Fig. 15 d). Erano dotati di un'epiteca, che consisteva in una sottile pellicola carbonatica esterna e i periodi di crescita e di stasi formano anulazioni e costrizioni concentriche, visibili come strie di crescita.

**Paleoecologia.** Si ritiene che avessero una buona tolleranza per le acque torbide. Nel corso della loro evoluzione mostrano un progressivo adattamento a forme di scogliera, assumono infatti un ruolo importante di biocostruttori durante il Siluriano ed il Devoniano. Nel Permiano la morfologia si semplifica.

**Distribuzione stratigrafica:** comparsi nell'Ordoviciano, non sono sopravvissuti alla crisi biologica Permo-Triassica (Fig. 16).

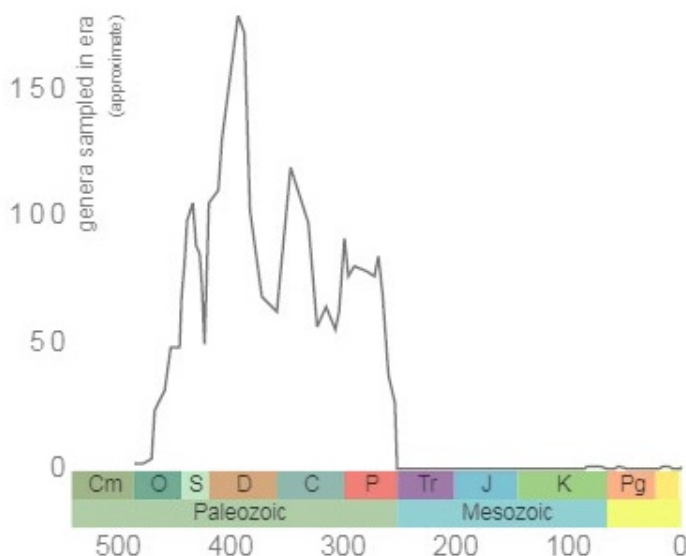


FIGURA 16. Distribuzione stratigrafica basata sul numero di generi dell'ordine Rugosa (ottenuta da PBDB Navigator, [www.paleobiodb.org](http://www.paleobiodb.org)).

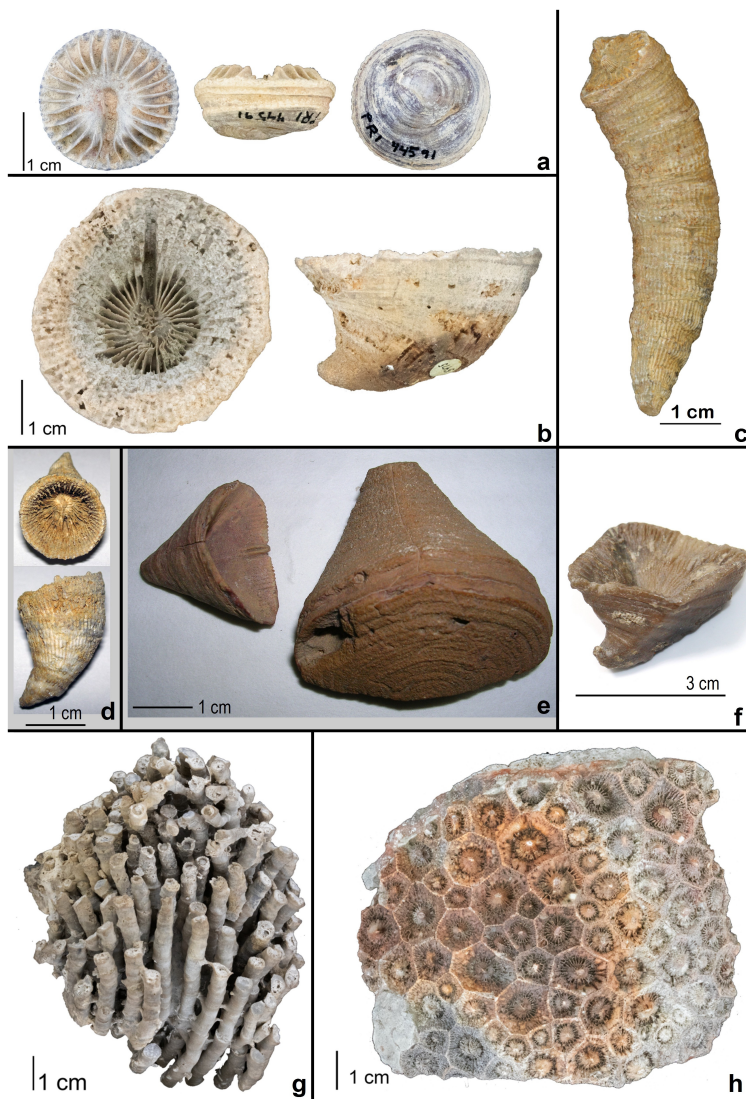


FIGURA 17. Rugosa: a. *Cumminsia aplata*, Carbonifero inferiore, Texas, USA (solitario discoidale); b. *Heliophyllum canadense*, Devoniano, Ontario, Canada (solitario trocoide); c. *Lophophyllum proliferum*, Carbonifero Inferiore, Texas, USA (solitario, cilindrico); d. *Zaphrentis phrygia*, Devoniano Medio; Indiana, USA; e. *Calceola sandalina*, Devoniano, Marocco (isolato, calceolide); f. *Goniophyllum pyramidale*, Siluriano (isolato, piramidale); g. *Acinophyllum stramineum*, Devoniano, New York, USA (colonia facelloide); h. *Acroclyathus floriformis*, Carbonifero inferiore, Texas, USA (colonia cerioide). (Ph. a, b, c, g, h: Hendricks et al., 2015; d: James St. John, wikimedia; e: porshunta, wikimedia; f: philfossil.de).

## CLASSE Anthozoa SOTTOCLASSE Hexacorallia ORDINE Scleractinia.

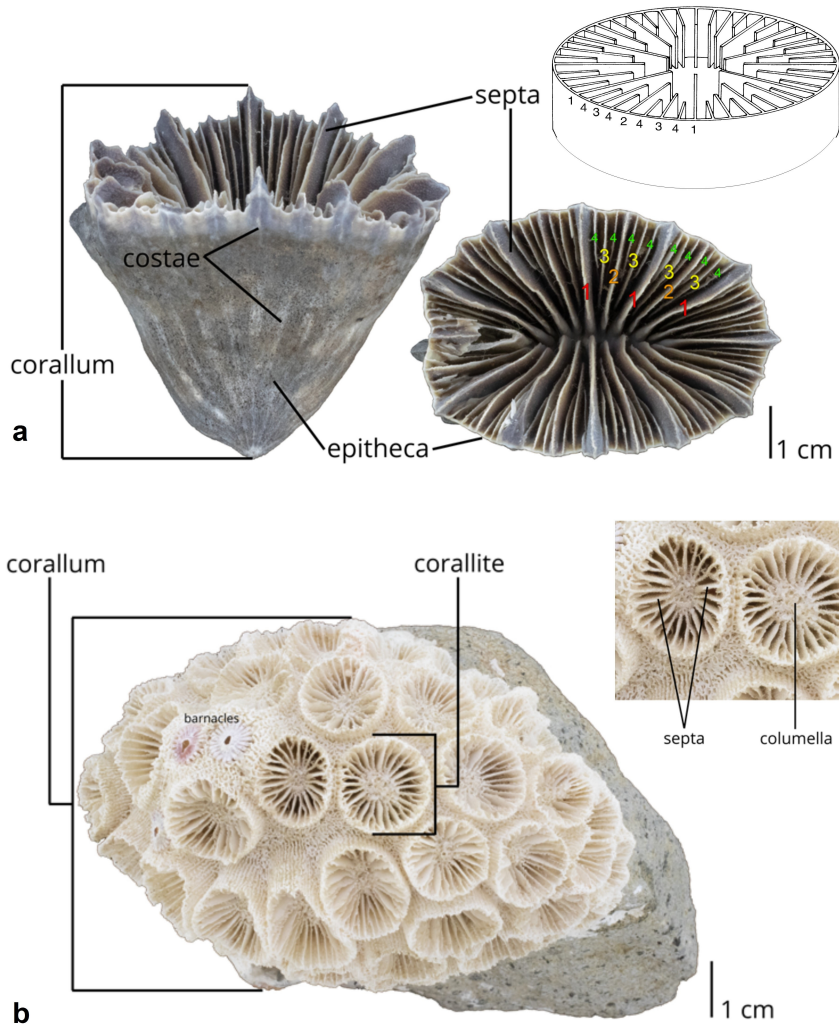


FIGURA 18. Nomenclatura generale e cicli di setti del corallite negli Scleractinia isolati e coloniali: a. *Flabellum moseleyi* attuale; b. *Astrangia* sp. Tardo Pleistocene, Florida (ph. modificate da Hendricks et al., 2015; disegno adattato da [www.coralsoftheworld.org](http://www.coralsoftheworld.org)).

I setti, molto utili per la tassonomia, compaiono a partire da un primo ciclo di sei, che divide la cavità interna in 6 camere intersettali (primo ordine); in queste compariranno i 6 setti del secondo ciclo, che suddivideranno la cavità in 12 camere intersettali, in cui compariranno i 12 setti del terzo ciclo, nelle cui camere intersettali compariranno i 24 setti del quarto ciclo e così via fino al sesto/settimo ciclo, raramente fino all'ottavo (Fig. 18). Il corallite presenta: columella, pali, tabule, dissepimenti e coste (Figs. 10, 18). Sono presenti le synapticule, piccoli bastoncini che collegano trasversalmente setti adiacenti.

Le colonie possono essere di varie morfologie: cerioide, plocioide, astreoide, thamnastroide, afroide, meandroide, hydnofoide (Figs. 14; 20).

**Paleoecologia.** Grazie alle specie viventi, l'ecologia degli Scleractinia è ben conosciuta. Le forme tipiche di scogliera (hermatipiche) richiedono precisi parametri di illuminazione e limpidezza delle acque per sopravvivere, a causa della simbiosi mutualistica con le zooxantelle (alghe unicellulari dinoflagellate, che ricevono CO<sub>2</sub> e nutrienti, mentre il corallo riceve ossigeno e carboidrati derivanti dalla fotosintesi e cresce più velocemente), pertanto sono presenti solo nella zona eufotica. Vivono in acque calde, ricche di carbonati, a salinità normale e con correnti che possano portare e agitare il plancton di cui si nutrono. Le forme non associate a scogliere (ahermatipiche) non hanno simbiosi con le zooxantelle e sono in genere forme isolate e diffuse in diversi ambienti, anche in profondità.

**Distribuzione stratigrafica.** Comparso nel Triassico Medio, si diffondono rapidamente nel Triassico Superiore e progressivamente si diversificano assumendo importanza come biocostruttori (Fig. 19).

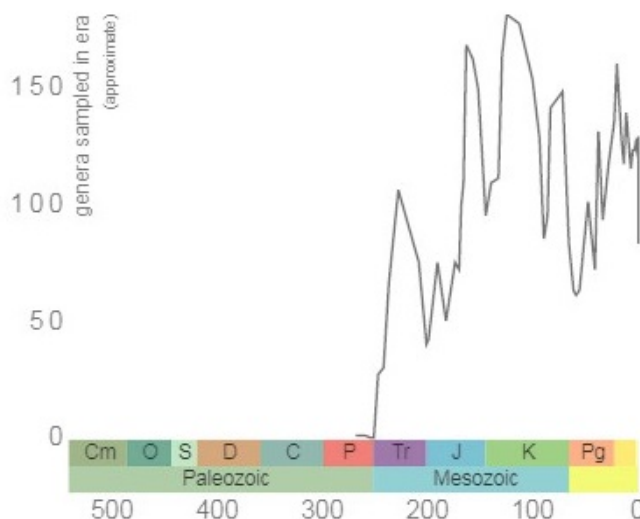


FIGURA 19. Distribuzione stratigrafica basata sul numero di generi dell'ordine Scleractinia (ottenuta da PBDB Navigator, [www.paleobiodb.org](http://www.paleobiodb.org)).

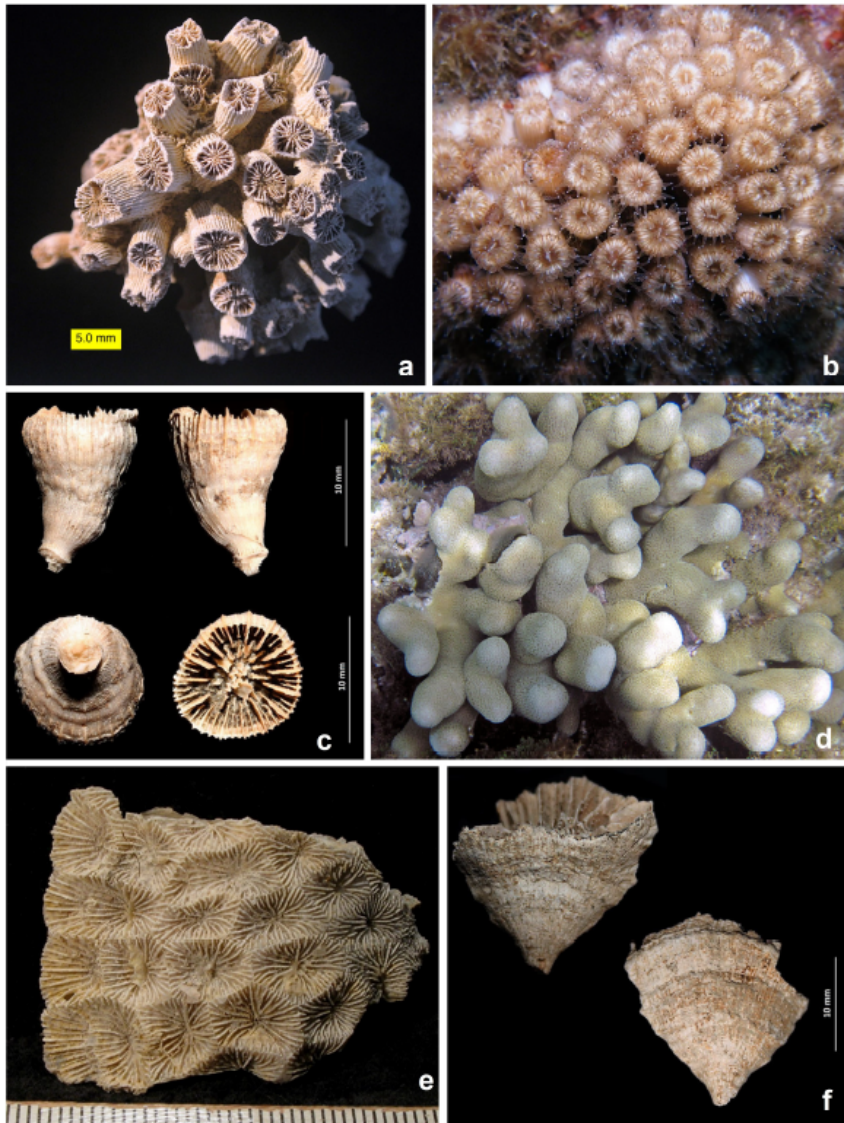


FIGURA 20. Scleractinia: a. *Cladocora coespitosa* fossile, b. attuale (colonia dendroide, Cretaceo superiore- attuale); c. *Caryophyllya felsinea*, Pliocene, Italia (isolato, trocoide); d. *Porites* sp., Eocene - attuale (colonia ramificata); *Isastrea* sp., Giurassico Medio – Cretaceo (colonia cerioide); f. *Flabellum* sp. (isolato flabellato). (Ph.: a. Wilson44691, wikimedia; b. Waielbi, wikimedia; c., www.collezionismotuscia.jimdo.com; e. Günther Schöttle, www.sternkern.de).

### CLASSE Anthozoa SOTTOCLASSE - Hexacorallia - Ordine Tabulata

Sono Anthozoa paleozoici, esclusivamente coloniali, con scheletro calcitico. Nella struttura prevalgono gli elementi trasversali (tabulae; Fig. 21), mentre i setti sono pochissimo sviluppati (al punto di sembrare spine; Fig. 23 b) o assenti. Formavano colonie incrostanti, globose (Fig. 23 f), facelloidi (Fig. 23 d, e), oppure massive a “nido d’ape” (Fig. 23 a), o con i coralliti allineati in catene (fig. 23 e). Le pareti di ciascun corallite sono abitualmente perforate da pori murali. I coralliti delle colonie facelloidi sono collegati da raccordi (Fig. 23 d).

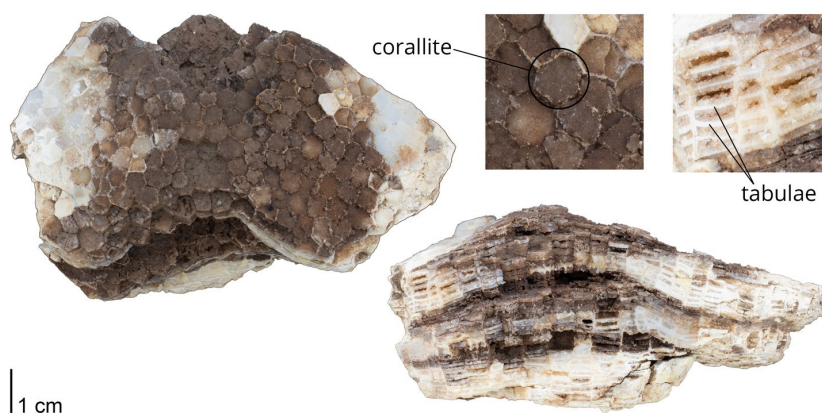


FIGURA 21. Nomenclatura generale e morfologia dei Tabulata; in vista laterale si apprezzano l'estensione e la robustezza delle tabulae (da Hendricks et al., 2015).

**Paleoecologia.** I Tabulata hanno concorso alla costruzione delle scogliere Paleozoiche, soprattutto Devoniane, dominate dagli Stomatoporoidea, insieme ai Rugosa, ai Porifera e ai Batteri capaci di fissare carbonato.

**Distribuzione stratigrafica.** I Tabulata compaiono nell'Ordoviciano e si diversificano e diffondono abbastanza rapidamente. Nel Devoniano si registra una decrescita, seguita da una lieve ripresa prima della crisi biologica Permo-Triassica.

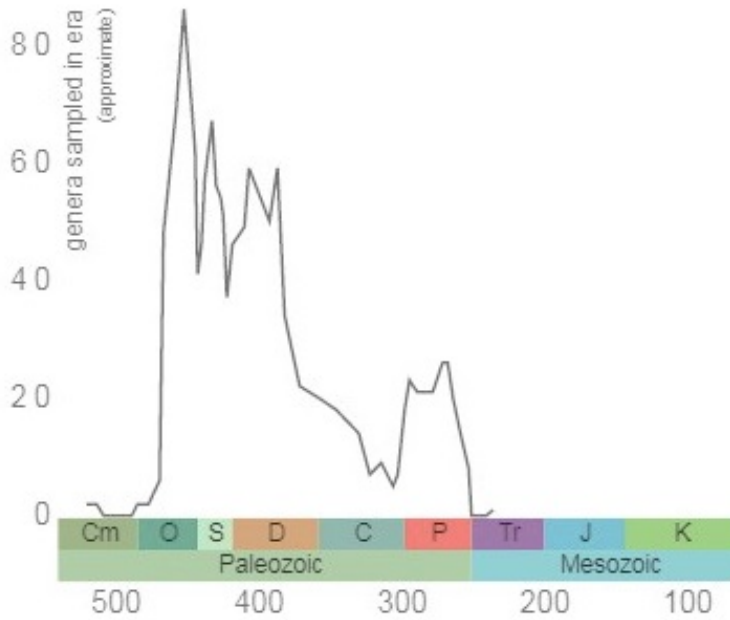


FIGURA 22. Distribuzione stratigrafica basata sul numero di generi dell'ordine Scleractinia (ottenuta da PBDB Navigator, [www.paleobiodb.org](http://www.paleobiodb.org)).

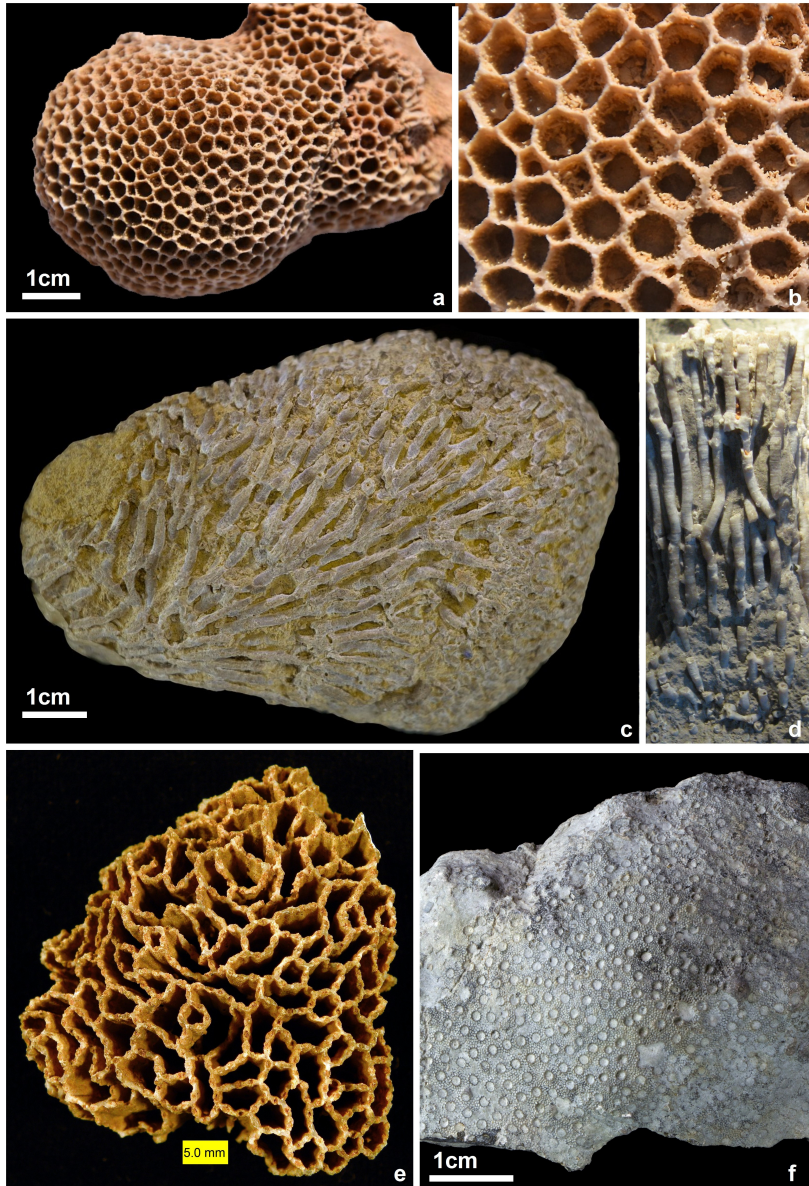


FIGURA 23. a. *Favosites goldfussi*, Devoniano Medio, Germania (colonia cerioide); b. ingrandimento della precedente, in cui sono ben visibili le spine settali; c. *Syringopora bifurcata* (colonia facelloide); d. *Syringopora* sp. (colonia facelloide), Siluriano-Carbonifero; e. *Halysites* sp. (colonia facelloide a catenella), Ordoviciano – Siluriano; f. *Heliolites* (colonia globulare), Siluriano - Devoniano. (Ph: a, b: Nils Böttcher, [www.steinkern.de](http://www.steinkern.de); c, f: Mai Seppel Estonian Museum of Natural History, [wikimedia](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halysites.jpg); e: (Wilson44691, [wikimedia](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Halysites.jpg)).

## **5. Conclusions**

The project will continue with the following chapters, published on open access sources: Lofoforata (Brachioda, Biozoa); Mollusca; Arthropoda; Deuterostomata (Echinodermata, Hemicordata).

A proposal for publishing has been submitted to the AAPP, to give continuity to the project. A peer-reviewed, open access and “composable” book can be an innovative teaching tool for students and teachers.

## **Acknowledgments**

I am deeply indebted to the editors for accepting this paper; to dr. M. T. Caccamo, for the help in the editing of the paper; AAPP for considering the didactic project.

Thanks are due to Phillip Krüger for allowing the use of pictures from his website (Fossilien Phillip Krüger [www.philfossil.de](http://www.philfossil.de)).

## References

- AAVV (2020). *Manuale di Paleontologia*. Manuale di Paleontologia, Idelson-Gnocchi, Napoli.
- Allasinaz, A. (1992). *Paleontologia Generale e Sistematica degli Invertebrati*. EGIC Universitas, Genova.
- Benton, M. J. and Harper D. A., T. (2009). *Introduction to Paleobiology and the Fossil Record*. Wiley-Blackwell.
- Daly, M., Futin, D. G., and Cappola, V. A. (2003). “Systematics of the Hexacorallia (Cnidaria: Anthozoa)”. *Zoological Journal of the Linnean Society* **139**(3), 419–437. DOI: [10.1046/j.1096-3642.2003.00084.x](https://doi.org/10.1046/j.1096-3642.2003.00084.x).
- Hendricks, J. R., Stigall, A. L., and Lieberman, B. S. (2015). “The Digital Atlas of Ancient Life: delivering information on paleontology and biogeography via the web”. *Palaeontologia Electronica*. DOI: [10.26879/153e](https://doi.org/10.26879/153e).
- Morley Davis, A. (1920). *An introduction to palaeontology*. Thomas Murby & Co London.
- Prothero, D. R. (2013). *Bringing fossils to life. The Mc Graw-Hills companies*.
- Raffi, S. and Serpagli, E. (1996). *Introduzione alla Paleontologia*. UTET, Torino.
- Veron, J., Stafford-Smith, M., Turak, E., and DeVantier, L. (2016). *Corals of the World. version 0.01 (Beta)*. [http://coralsoftheworld.org/v0.01\(Beta\)](http://coralsoftheworld.org/v0.01(Beta)).
- Viali, V. (1998). *Lezioni di Paleontologia*. Pitagora Editrice, Bologna.

## Sitography

[www.collezionismotuscia.jimdo.com](http://www.collezionismotuscia.jimdo.com)  
[www.corallosphere.org](http://www.corallosphere.org)  
[www.coralsoftheworld.org](http://www.coralsoftheworld.org)  
[www.digitalatlasofancientlife.org](http://www.digitalatlasofancientlife.org)  
[www.palaeos.com](http://www.palaeos.com)  
[www.philfossils.de](http://www.philfossils.de)  
[www.steinkern.de](http://www.steinkern.de)

---

\* Università degli Studi di Messina  
 Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, Scienze Fisiche e Scienze della Terra  
 Viale F. Stagno d'Alcontres 31, 98166 Messina

To whom correspondence should be addressed | email: [antonella.marra@unime.it](mailto:antonella.marra@unime.it)

---

Paper contributed to the international workshop entitled “New Horizons in Teaching Science”, which was held in Messina, Italy (18–19 november 2018), under the patronage of the *Accademia Peloritana dei Pericolanti*

Manuscript received 08 May 2020; published online 30 September 2021



© 2021 by the author(s); licensee *Accademia Peloritana dei Pericolanti* (Messina, Italy). This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).