

anteriore e il sifone ventrale; la sua parte apicale è inserita in un **alveolo**, cavità del rostro mentre una espansione dorsale aperta, a forma di spatola, il **pro-ostraco**, organico o debolmente mineralizzato, corrisponde alla camera di abitazione degli altri cefalopodi.

Il **rostro** normalmente ha una forma cilindroconica simile a quella di un sigaro o di un proiettile (figure 11a e 11b) e dimensioni medie comprese tra 2 e 20 cm: È calcitico e mostra una particolare struttura caratterizzata, in sezione trasversale, da cristalli fibroso/raggiati di calcite disposti in anelli di crescita concentrici (figure 11c e 11d). Probabilmente serviva a controbilanciare il peso del capo e dei tentacoli, mentre l'organo di galleggiamento era il fragocono.

Le belemniti erano nectobentoniche e probabilmente mobili e veloci, erano molto più “calamari” che “seppie”.

I loro rostri, la parte della conchiglia che si conserva più facilmente, in quanto la calcite è più stabile dell'aragonite, sono abbondantissimi in una grande varietà di sedimenti di ambienti molto diversi, ma oltre quelli le belemniti hanno lasciato, nel giacimento fossile di Holzmaden (Germania meridionale), alcune impronte delle parti molli. Grazie a queste sappiamo che gli animali avevano la sacca per l'inchiostro e dieci tentacoli muniti di piccoli uncini cornei.

Sempre in base alle testimonianze fossili di Holzmaden sappiamo anche che le belemniti erano intensamente predate da ittiosauri e squali, come dimostra il fatto che numerose belemniti presentano tracce di morsi. Inoltre, nel contenuto dello stomaco degli ittiosauri è stata trovata una gran quantità di uncini cornei e in quello di uno squalo (conservato nel Museo di Stoccarda) sono stati contati ben 250 rostri.

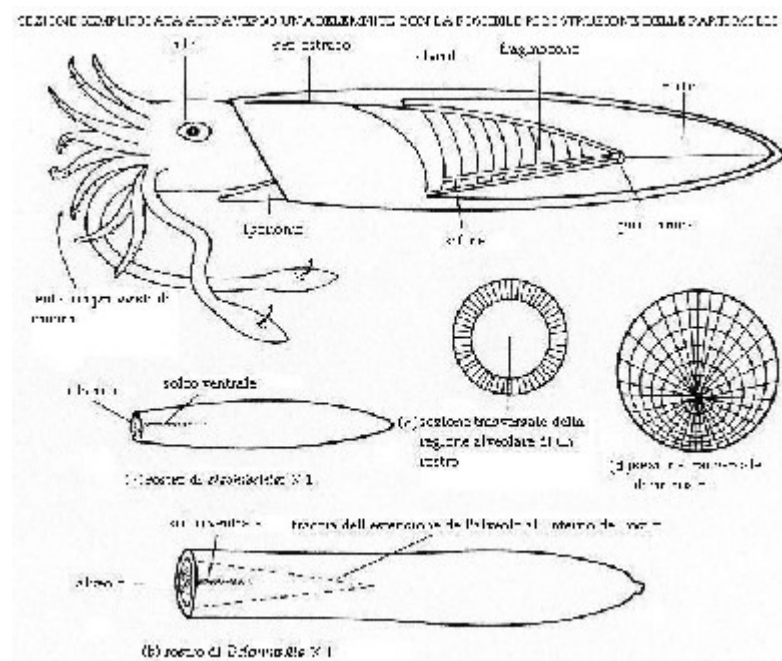


Figura 11, sezione semplificata di una belemnite e possibile ricostruzione delle parti molli; due rostri e particolare ingrandito di sezioni trasversali.



G.M.P.E.

GRUPPO MINERALOGICO PALEONTOLOGICO EUGANEO

NOTIZIARIO

N. 47 - ottobre 2005

Stampato in proprio

Ammonoidi

Giovanna Forteleoni

Dipartimento di geologia dell'Università di Padova

Gli **ammonoidi** sono importantissimi fossili di organismi marini vissuti per molti milioni di anni tra la fine del Devoniano inferiore, circa 395 milioni di anni fa, e la fine del Cretaceo, circa 65 milioni di anni fa. Sono **cefalopodi**, molluschi esclusivamente marini molto evoluti. Essi devono il loro nome a quello del dio tebano Amon, creatore di tutte le cose e dio della fecondità, rappresentato come un ariete o come un uomo con la testa di ariete o con corna di ariete alle tempie.

Per capire le loro caratteristiche è bene inquadrarli nella Classe di appartenenza (Cephalopoda) e di questa illustrare, anche se brevemente, generalità e particolarità e precisare le principali differenze tra le sottoclassi nelle quali la classe può essere divisa (Nautiloidea, Ammonoidea e Coleoidea).

Classe Cephalopoda (Cambriano superiore – Attuale)

I cefalopodi sono la classe più evoluta del Phylum Mollusca, sono caratterizzati da un capo differenziato con un cervello ed elaborati organi di senso, sono marini, stenoalini, generalmente carnivori e attivi. Si conoscono 650 specie viventi e molte migliaia di specie di cefalopodi fossili. La loro conchiglia può essere esterna o interna, mineralizzata o no, ma può anche mancare. I sessi sono separati e la fecondazione avviene sempre tramite accoppiamento. Lo sviluppo è diretto e i piccoli nascono da uova deposte o “covate”. Le dimensioni vanno da forme piccolissime al gigantesco *Architeuthis* (~ 18-20 m di lunghezza, tentacoli compresi).

Tra le forme attuali ci sono i nautili, le uniche forme con conchiglia esterna, e le forme con conchiglia interna o prive di conchiglia che sono nettamente prevalenti e tra le quali ricordiamo seppie e spirule, con conchiglia interna mineralizzata, calamari con una ridottissima conchiglia organica e polpi che sono privi di conchiglia.

GRUPPO MINERALOGICO PALEONTOLOGICO EUGANEO

c/o Presidenza via Gonzati, 12 - 35127 Padova. Informazioni (segretario Luigi Bettero) 349 6608144

Riunioni: il primo venerdì del mese, ore 21 presso il Quartiere 3 “Est”, Via S. Marco, 300 - Padova

e-mail del GMPE: gmineralogicoeuganeo@libero.it

Sito web: <http://www.gmpe.it/>

La maggior parte dei cefalopodi fossili sono rappresentati da nautiloidi e ammonoidi con conchiglia esterna e belemniti con conchiglia interna caratterizzata dalla presenza di un resistente rostro calcitico.

La **conchiglia dei cefalopodi**, quando è **esterna**, può avere molte forme (figura 1), ma fondamentalmente è un **cono** che può essere **diritto** o **curvo** o avvolgersi intorno a un asse che generalmente è perpendicolare al piano in cui avviene l'avvolgimento.

Il cono dei cefalopodi (come è visibile nella figura 2, che mostra la conchiglia di un *Nautilus* sezionata) è particolare: nella sua parte apicale è diviso da pareti mineralizzate (setti) in molte camere che sono tutte in comunicazione tra di loro grazie ad una perforazione (foramen). Nella parte finale c'è una camera più grande nella quale sono contenute le parti molli che si prolungano in una sorta di cordone ombelicale, che passa attraverso il foramen e permette all'animale di mantenere il controllo di tutta la conchiglia. La parte settata serve per controbilanciare il peso delle parti molli; infatti solo le ultime camere formate contengono del liquido camerale mentre la maggior parte contiene un gas a pressione inferiore ad una atmosfera. Grazie a questa particolare conchiglia leggera i cefalopodi si sono potuti svincolare dal fondo del mare dove continuano a essere relegati la maggior parte degli altri molluschi e hanno potuto modificare le abitudini di vita. Grazie al sifone essi hanno potuto controllare il galleggiamento e l'equilibrio alle diverse profondità (variando la proporzione liquido/gas all'interno delle camere, proprio come avviene nei sottomarini) e questo ha permesso loro di colonizzare molti ambienti preclusi agli altri molluschi.

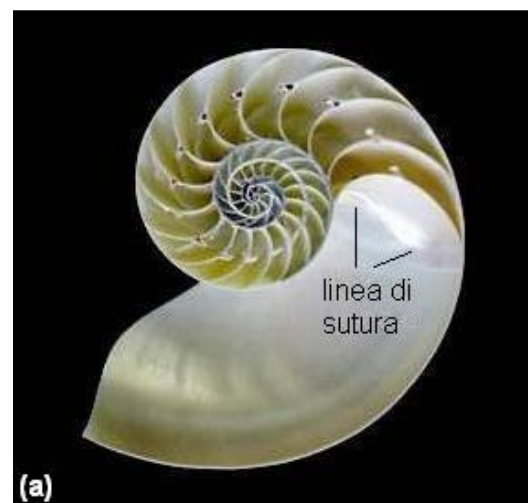


Figura 2

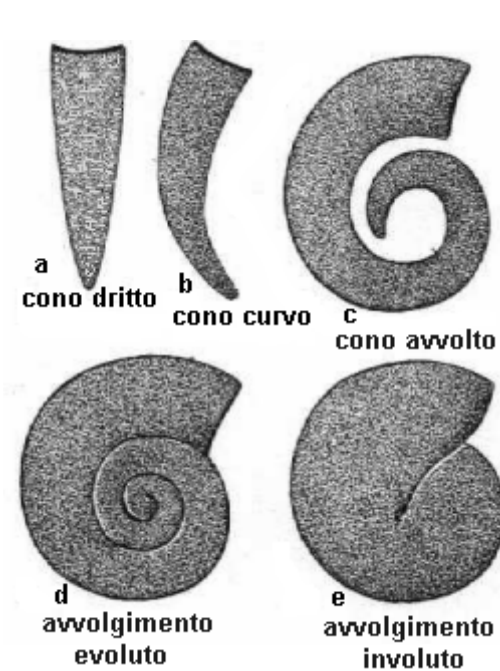
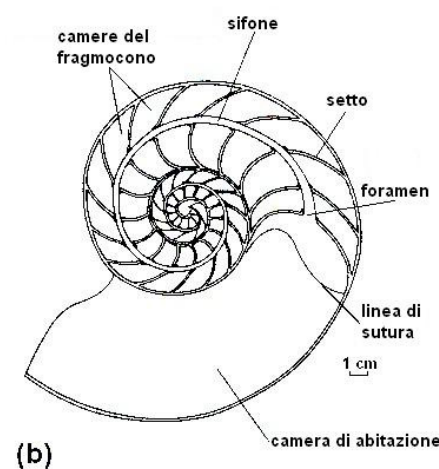


Figura 1



(b)

Naturalmente viene spontaneo chiedersi: come mai i nautili sono sopravvissuti e le ammoniti no? La risposta non è facile, ma si può ipotizzare che forse i nautili erano meno esigenti, forse la loro alimentazione non era molto specializzata, forse si nutrivano di organismi morti o della sostanza organica presente sul fondo, forse, chissà, sono stati solo più fortunati! Ma c'è anche una spiegazione molto diversa, qualche studioso infatti pensa che le ammoniti non siano scomparse del tutto, e che i polpi potrebbero essere "ammoniti nude" sopravvissute all'estinzione!

Aptici (Devoniano inferiore - Cretaceo superiore).

L'apertura della conchiglia degli ammonoidi in molti taxa poteva essere chiusa dagli **aptici** (figura 10a), piastre organiche o calcitiche. Sono formati da una piastra unica o da due elementi (figura 10b) e sono generalmente convessi. La loro forma va da subtriangolare a subovale, come spesso è la sezione del giro degli ammonoidi, la superficie esterna ha diverse ornamentazioni, che spesso determinano il loro nome specifico (figure 10b-d), e quella interna mostra fitte strie di accrescimento (figura 10e).

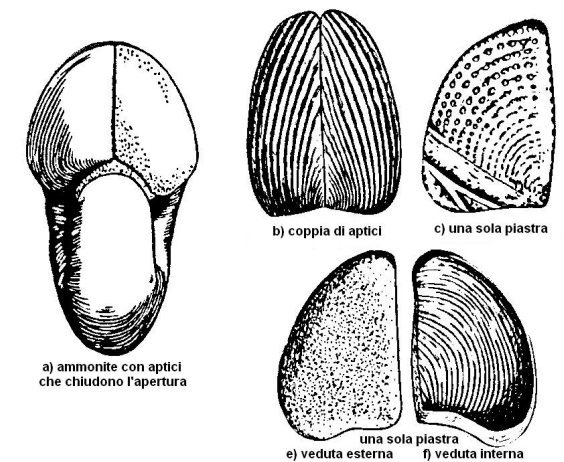


Figura 10

Vista la grande diversità di morfologie e strutture si può pensare che in alcuni casi, oltre alla semplice funzione opercolare, gli aptici potessero fungere spinta propulsiva (il movimento di apertura e chiusura delle due piastre avrebbe prodotto una continua corrente d'acqua per l'iponoma). Le teorie sulla loro funzione sono comunque ancora molto dibattute. Nella schematica ricostruzione delle parti molli della figura 5d, è stata riportata anche la possibile localizzazione degli aptici.

Sottoclasse Coleoidea (Permiano - Attuale)

I cefalopodi appartenenti a questa sottoclasse: belemniti, calamari, seppie, polpi, spirule e argonauti hanno la conchiglia interna, modificata per una maggiore efficienza nel nuoto, o sono privi di conchiglia. I primi coleoidi sicuri sono del Permiano.

Belemniti. Le belemniti sono le forme fossili più importanti, sono comparse nel Giurassico e si sono estinte, come le ammoniti, alla fine del Cretaceo.

La loro conchiglia era divisa in tre parti (figura 11): pro-ostraco, fragmocono e rostro. Il **fragmocono**, aragonitico, è la parte settata della conchiglia, ha i setti concavi verso la parte anteriore e il sifone

Estinzione. Le ammoniti scompaiono alla fine del Cretaceo, in quella che viene definita una **estinzione di massa**, una estinzione cioè che è avvenuta in un breve periodo di tempo e che ha interessato un gran numero di organismi di vari ambienti e con modi e abitudini di vita molto diversi. Si sa che di queste estinzioni ce ne sono state in tutto cinque (mentre se ne conoscono molte altre di dimensioni minori, che vengono chiamate estinzioni di fondo). Gli ammonoidi avevano già superato tutte le estinzioni di massa precedenti, ad eccezione di una, avvenuta prima della loro comparsa, ed erano sempre riusciti a riprendersi; non così è stato per l'evento K/T, come viene chiamata l'estinzione avvenuta circa 65 milioni di anni fa, tra fine del Cretaceo e l'inizio del Terziario, quando le ammoniti scompaiono insieme a belemniti e altri invertebrati, a protozoi e protofiti planctonici a moltissime piante terrestri e ai primi attori di questa estinzione: i dinosauri e tutti i grandi rettili volanti e marini.

In genere le cause che vengono prese in considerazione per le estinzioni di massa sono fondamentalmente tre: grandi variazioni climatiche associate a variazioni del livello dei mari e della circolazione oceanica globale, intensa attività vulcanica (in grado di emettere immense quantità di CO₂ e conseguente riscaldamento oppure nubi di polvere e conseguente raffreddamento) e cause extraterrestri. Sessantacinque milioni di anni fa era in atto la messa in posto degli estesissimi espandimenti basaltici del Deccan (India occidentale) i cui effetti negativi (emissione di grandi quantità di CO₂) probabilmente sono stati gradualmente e prolungati nel tempo. Sempre sessantacinque milioni di anni fa un grandissimo asteroide precipitò nel golfo del Messico lasciando oltre il grandissimo cratere di Chixulub, anche i segni di violentissimi tsunami e minerali molto particolari (quarzo da shock e microtectiti, che si sarebbero formati a causa dell'enorme pressione e temperatura) associati ad anomalie percentuali di iridio (l'iridio è abbondante nelle meteoriti) nei livelli al passaggio K/T. L'impatto dell'asteroide avrebbe provocato, con effetto istantaneo, un lungo periodo di freddo e buio a causa dell'immissione nell'atmosfera di polveri e detriti costituiti dai materiali della meteorite e da quelli del bersaglio e forse anche fuochi spontanei e piogge acide. Probabilmente il periodo di buio durò diversi mesi e causò nei diversi ecosistemi, già degradati dagli effetti del vulcanesimo indiano, molti squilibri, i cui effetti sono ancora oggetto di indagine e studio. Sicuramente ci fu un arresto della fotosintesi con conseguente crisi che nei mari interessò prima il fitoplancton e poi lo zooplancton e quindi quasi tutti gli invertebrati marini, pesci e grandi rettili; mentre sulla terraferma iniziarono a essere più colpite le forme vegetariane e poi i loro predatori.

Ma chi sopravvisse? Limitando le risposte agli squilibri causati dall'alterazione delle catene alimentari, vediamo che tra i più fortunati possiamo certamente collocare la fauna di acqua dolce (pesci, rane, tritoni, tartarughe acquatiche e coccodrilli) perché alla base della loro catena alimentare vi sono particelle generate dalla decomposizione della sostanza organica, come anche i piccoli animali terrestri che si nutrono di insetti e vermi.

La parte apicale del cono, quella divisa da setti in numerose camere, è chiamata **fragmocono** mentre la parte verso l'apertura, priva di setti, che contiene le parti molli, è chiamata **camera di abitazione**. Ciascun setto incontra la superficie interna della conchiglia lungo una linea detta **linea di sutura**.

L'avvolgimento della conchiglia, che generalmente è planospirale, avviene cioè in piano che è anche piano di simmetria, a seconda del diverso grado di compenetrazione tra i vari giri successivi, viene definito **evoluto** (se ciascun giro si appoggia al giro precedente, per cui esternamente sono visibili tutti i giri, figura 1c) o **involuti** (se ciascun giro ricopre completamente i giri precedenti, per cui esternamente è visibile solamente l'ultimo giro, figura 1d). Esistono naturalmente anche tipi di avvolgimento che presentano tutti gli stadi intermedi tra quelli involuti ed evoluti e avvolgimenti che si discostano da quelli descritti.

Le forme con **conchiglia interna**, modificata per una buona efficienza nel nuoto (come seppie e calamari) o prive di conchiglia (come i polpi), sono in grado di controllare il galleggiamento grazie a un particolare fragmocono (come quello delle seppie, delle spirule e delle belemniti) o alla presenza di cloruro di ammonio nei tessuti, come alcuni calamari. Tutte queste forme, grazie al metabolismo rapido, alla capacità di veloci spostamenti, al sistema nervoso sviluppato, agli occhi e soprattutto al cervello sono mobili, veloci (sono i più attivi nuotatori dopo i pesci) e ben adattati al modo di vita dei predatori attivi (sono quasi tutti carnivori). La presenza dei cefalopodi, i primi predatori con conchiglia, ha certamente modificato per sempre l'ecologia dei fondi marini a partire dall'Ordoviciano.

Nautilus. In paleontologia per capire e conoscere gli organismi del passato si studiano, quando è possibile, gli organismi attuali più simili alle forme fossili. Per capire come vivevano i cefalopodi con conchiglia esterna è necessario prima di tutto conoscere i nautili. Attualmente gli unici cefalopodi con conchiglia esterna sono i due generi *Nautilus* e *Allonautilus*. *Allonautilus*, creato recentemente (1997) per alcune specie di *Nautilus* poco diffuse, è ancora poco conosciuto. *Nautilus* invece è conosciuto fin dall'antichità, il nome potrebbe averglielo dato addirittura Aristotele. Di lui sappiamo che è poco veloce, notturno e carnivoro, che non ha la sacca per l'inchiostro e, a quanto dicono gli specialisti, che non sembra essere molto intelligente. *Nautilus* comparve nell'Eocene superiore/Oligocene inferiore nell'area tra il Mar Caspio e il Mare di Aral e attualmente vive nella provincia faunistica indopacifica occidentale, tra le Filippine e Samoa. Di giorno giace sul fondo del mare con lo scudo abbassato ed è perfettamente mimetizzato in quanto i disegni della sua conchiglia simulano le leggere ondulazioni dei fondi sabbiosi. Durante la notte è attivo e, come tutti i cefalopodi, si muove espellendo l'acqua attraverso l'organo di locomozione a forma di imbuto (iponoma). L'acqua entra nella cavità del mantello attraverso una fessura, scorre attraverso le branchie e viene espulsa attraverso l'iponoma.

grazie alla contrazione della camera branchiale. La profondità massima al di sotto della quale *Nautilus* non può arrivare è di poco inferiore agli 800 m, a questa profondità la conchiglia implode; comunque la maggior parte dei *Nautilus* non arriva a profondità superiori ai 500 m e normalmente vive tra 200 e 400 m. La conchiglia degli esemplari adulti di *Nautilus* ha generalmente un diametro di 16 - 17 cm, è planospirale involuta, ha 3 giri e la camera di abitazione occupa circa la metà dell'ultimo giro. La sua ultrastruttura è caratterizzata dalla presenza di tre strati: uno esterno organico sottile e due mineralizzati entrambi aragonitici.

La posizione di vita di *Nautilus*, come anche dei cefalopodi con conchiglia esterna, è quella riportata nella figura 2, con la camera di abitazione in basso, ma generalmente per convenzione e anche per tradizione, nautiloidi e ammonoidi vengono illustrati con la camera d'abitazione (o comunque la parte terminale dell'esemplare) rivolta verso l'alto (come, ad esempio, nelle figure 1d e 1e).

La Classe Cephalopoda può essere divisa in tre grandi sottoclassi:

Sottoclasse Nautiloidea (Cambriano superiore – Attuale)	Cefalopodi caratterizzati da conchiglia esterna dritta o avvolta e da linea di sutura semplice.
Sottoclasse Ammonoidea (Devoniano – Cretaceo superiore)	Cefalopodi caratterizzati da conchiglia esterna normalmente avvolta spesso con ornamentazione e linea di sutura complessa.
Sottoclasse Coleoidea (Permiano – Attuale)	Cefalopodi caratterizzati da conchiglia interna, ridotta o assente.

Sottoclasse Nautiloidea (Cambriano superiore - Attuale)

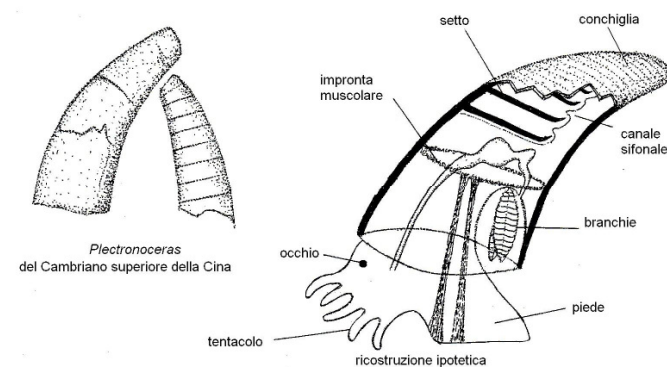


Figura 3

Il primo cefalopode conosciuto è una piccola forma, *Plectronoceras* del Cambriano superiore della Cina (figura 3), con conchiglia leggermente curva. La maggior parte delle prime forme aveva una conchiglia dritta (ortocona, figure 1a e 4a) o leggermente curva (cirtocona, figura 1b) di piccole dimensioni, ma molto rapidamente si è avuta una grande diversificazione e diffusione di forme anche molto grandi, sino a 9 metri di lunghezza, che perdurò sino alla fine del Paleozoico quando si estinsero quasi tutte. Solo poche forme ortocone sopravvissero nel Triassico.

Nelle forme svolte le linee di sutura sono dritte (figure 4a e 4c) e le camere del fragmocono sono separate da setti concavi verso la camera di abitazione. Il sifone che può essere centrale o marginale e

Anche se sembra chiaro che le forme più idrodinamiche fossero più mobili e veloci è abbastanza difficile ipotizzare per tutti gli ammonoidi una vita nectonica, da nuotatori veloci e soprattutto “resistenti”. In generale sembra che le forme involute, lisce, più compresse, piccole (figura 9.1) e grandi (figura 9.2) fossero più mobili e veloci rispetto a forme meno compresse (figura 9.2a) e soprattutto rispetto alle forme evolute (figura 9.3) con ornamentazioni accentuate (figura 9.4), che probabilmente erano necto-bentoniche. Comunque, per interpretare correttamente l'attitudine al nuoto degli ammonoidi è necessario prendere in considerazione anche altri fattori. Questi fattori sono fondamentalmente l'orientazione dell'apertura, che può condizionare la direzione di spinta fornita dall'iponomo e le caratteristiche dell'iponomo stesso, che però sono una grande incognita. Se nelle ricostruzioni del sistema di propulsione degli ammonoidi ci si basa fondamentalmente su confronti con *Nautilus* è necessario tenere presente che grande parte del potere propulsivo di questo genere è dovuto al fatto che i due potenti muscoli, che permettono a *Nautilus* di ritirarsi completamente dentro la camera di abitazione, partecipano attivamente alla contrazione della cavità del mantello. Negli ammonoidi le impronte muscolari sono piccole e fanno pensare che quei muscoli potessero fornire un contributo decisamente scarso. Ma se gli ammonoidi erano più simili ai coleoidi, come sembrerebbe essere da alcune caratteristiche, e se soprattutto gli ammonoidi avevano la stessa forte muscolatura che presenta il mantello dei polpi, per esse si può ipotizzare una buona forza di propulsione, anche se è sempre necessario tenere conto della morfologia della conchiglia e dell'orientazione dell'apertura. Grazie al sicuro contenuto dello stomaco trovato in alcuni ammonoidi sappiamo che essi sono stati predatori o necrofagi. Si **nutrivano** di piccoli organismi planctonici o bentonici (forse fitoplancton e certamente foraminiferi e ostracodi), ma anche di crinoidi, piccoli ammonoidi e altri cefalopodi.

Ammonoidi eteromorfi. Nella grande varietà di forme che gli ammonoidi hanno adottato a volte il loro avvolgimento si discosta da quello planospirale con giri a contatto o compenetrati per assumere forme anche molto strane e particolari (figure 9.5 - 9.7). Queste forme, che vengono chiamate eteromorfe, erano state viste in passato come un fenomeno di senescenza mentre ora si pensa che fossero forme adattate a particolari ambienti e modi di vita. Generalmente si pensa fossero nectobentoniche (figure 9.6a e 9.7) in grado di compiere movimenti prevalentemente verticali (figure 9.5 e 9.7) o addirittura planctoniche (figure 9.6b). Certamente non erano forme degenerative di una linea filetica alla sua conclusione; infatti ci sono ammoniti eteromorfe in molti gruppi e in tempi diversi. Alcune forme sono state longeve, altre sembrano aver dato origine a forme con avvolgimento normale. Le prime forme compaiono già nel Devoniano, ma sono particolarmente importanti nel Triassico e alla fine del Cretaceo inferiore.

Ecologia. Gli ammonoidi hanno sperimentato una grandissima varietà di forme (figure 7 - 9), avvolgimenti e ornamentazioni che potrebbero aver avuto sia finalità pratiche, come irrobustimento del guscio, mimetismo contro predatori e aiuto nel regolare il galleggiamento, ma potrebbero anche essere dovute a dimorfismo sessuale.

Prima di descrivere alcune tipiche forme e il loro probabile habitat è bene premettere due fondamentali termini utilizzati, insieme al grado di involuzione, nelle descrizioni morfologiche.

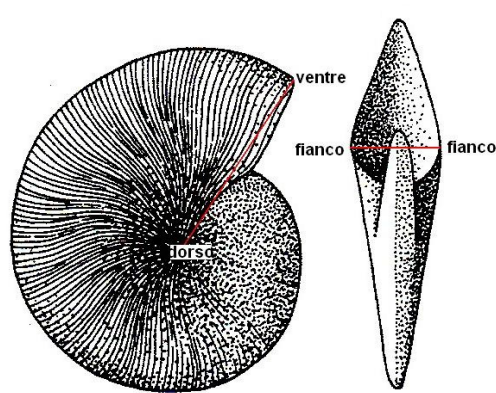


Figura 7, avvolgimento involuto con giri compressi

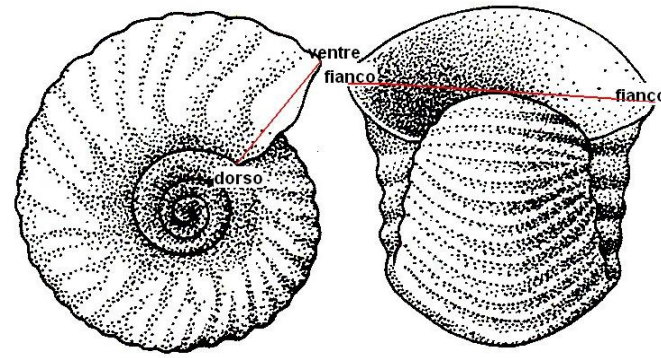


Figura 8, avvolgimento parzialmente evoluto con giri depressi

Vengono definite **comprese** (figura 7) quelle forme nelle quali, nella sezione trasversale di ciascun giro, l'altezza (misurata tra il dorso e il ventre) supera la larghezza (misurata tra i fianchi), mentre vengono definite **deprese** (figura 8) quelle nelle quali invece è maggiore la larghezza.

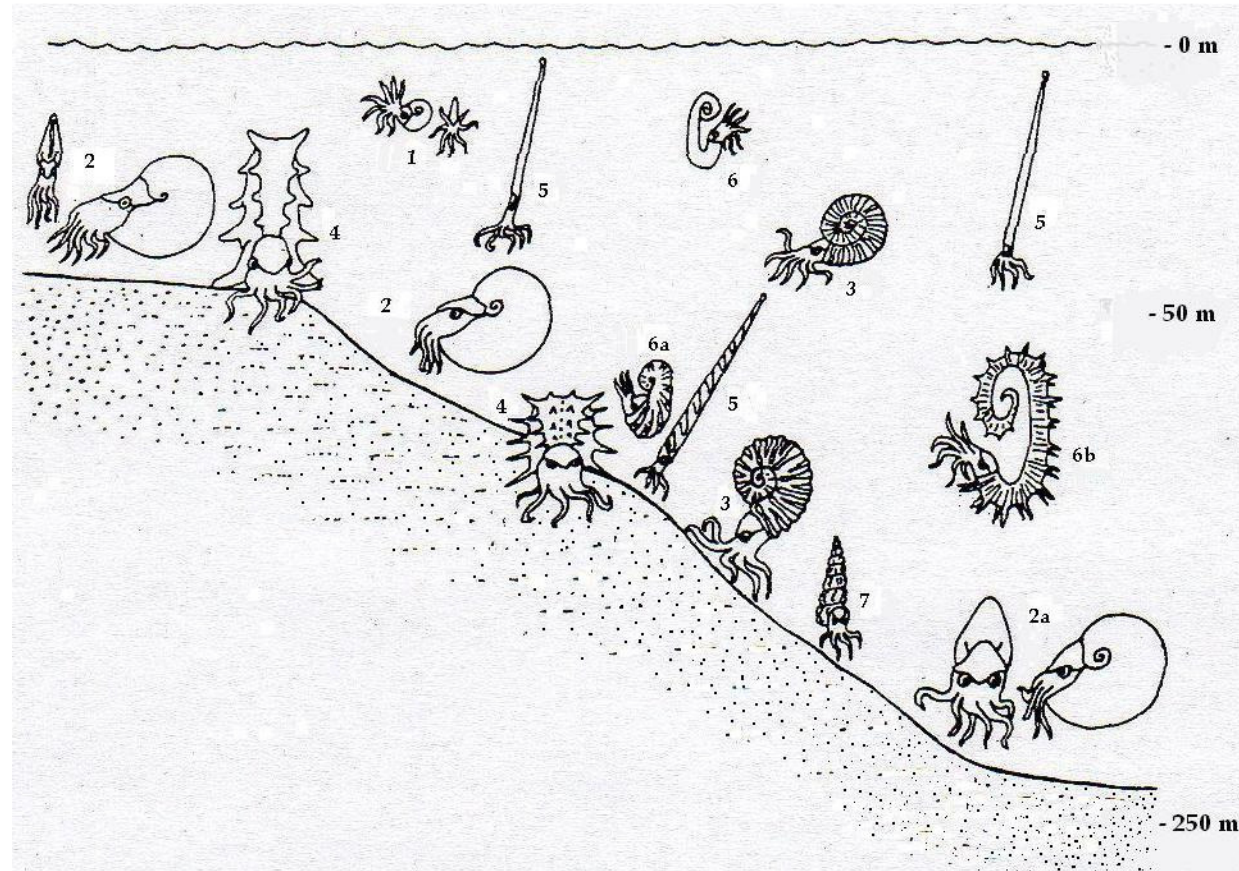
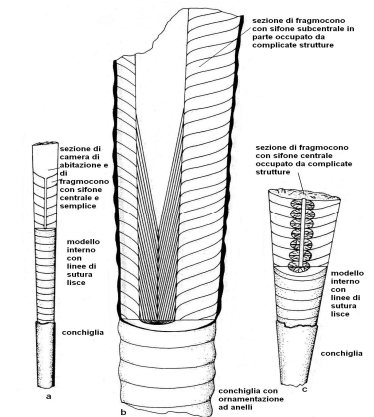


Figura 9, morfologie e probabili modi di vita di alcuni ammonoidi.

può presentare elaborate strutture nei canali sifonali (figure 4b e 4c) che probabilmente appesantivano un po' il fragmocono e aiutavano a mantenere la conchiglia in posizione orizzontale. In tutte le forme avvolte invece la stabilità e l'equilibrio idrostatico sono ottenuti grazie al fatto che il fragmocono, la parte leggera della conchiglia, è avvolto proprio sopra le parti molli, pesanti.

Le prime forme avvolte compaiono alla fine del Siluriano, inizio del Devoniano e sono ancora attuali. Esse hanno una conchiglia che raramente presenta elaborate ornamentazioni, non hanno canali sifonali e i loro setti, concavi verso l'apertura e attraversati al centro dal foramen, disegnano una linea di sutura debolmente ondulata (figura 2).

Figura 4 →



Sottoclasse Ammonoidea (Devoniano – Cretaceo superiore)

Gli Ammonoidea, i fossili per definizione, compaiono improvvisamente alla fine del Devoniano inferiore con almeno una dozzina di generi, la maggior parte dei quali a diffusione globale, e si estinguono alla fine del Cretaceo superiore. Durante la loro lunga vita i vari ordini, sottordini o famiglie nelle quali vengono classificati gli ammonoidi hanno subito molte crisi culminate in estinzioni e seguite da nuove comparse e rapide diffusioni secondo schemi tra loro diversissimi. Alcuni gruppi hanno mostrato una rapidissima evoluzione, con una grandissima diversificazione di forme e dimensioni, e una incredibile capacità di rinnovamento, mentre altri hanno una straordinaria lentezza evolutiva con una lunghissima persistenza di forme e caratteri.

Gli Ammonoidea sono estremamente abbondanti in tutto il globo; le loro conchiglie più piccole misurano pochi millimetri mentre per quelle giganti si stimano diametri di 2,5 m (queste conchiglie "svolte" avrebbero una lunghezza di circa 18 metri). Comunque la maggior parte di esse avevano dimensioni medie simili a quelle di *Nautilus* (16 - 17 cm).

Malgrado per lo studio degli ammonoidi siano stati fondamentali gli studi fatti sui nautili, è bene precisare che *Nautilus* (figure 5a e 5b) e gli ammonoidi (figura 5c e 5d) presentano più differenze che similitudini. Ad esempio, nella conchiglia di *Nautilus* i setti sono concavi verso la camera d'abitazione e il foramen è centrale mentre negli Ammonoidea i setti sono da leggermente ondulati a quasi piani e il foramen è marginale, generalmente ventrale; in *Nautilus* e nella maggior parte dei nautilidi la conchiglia è involuta e liscia mentre negli Ammonoidea è molto variabile sia per il tipo di avvolgimento che per l'ornamentazione.

Anche le parti molli degli Ammonoidea (suggerite da impronte di tentacoli e sacca per l'inchiostro, assente in *Nautilus*) sembrerebbero diverse da quelle dei nautili e simili a quelle delle forme attuali

prive di conchiglia, ma è bene tenere presente che attualmente le rare impronte delle parti molli di ammonoidi vengono messe in discussione. Infine la radula (un lungo nastro corneo con numerosissimi piccoli denti cornei, tipico dell'apparato boccale di quasi tutti i molluschi) degli ammonoidi ha caratteristiche decisamente simili a quelle dei coleoidi.

Per quanto riguarda la composizione della conchiglia, invece, si suppone che tutti i cefalopodi fossili avessero un guscio aragonitico come quello di *Nautilus*.

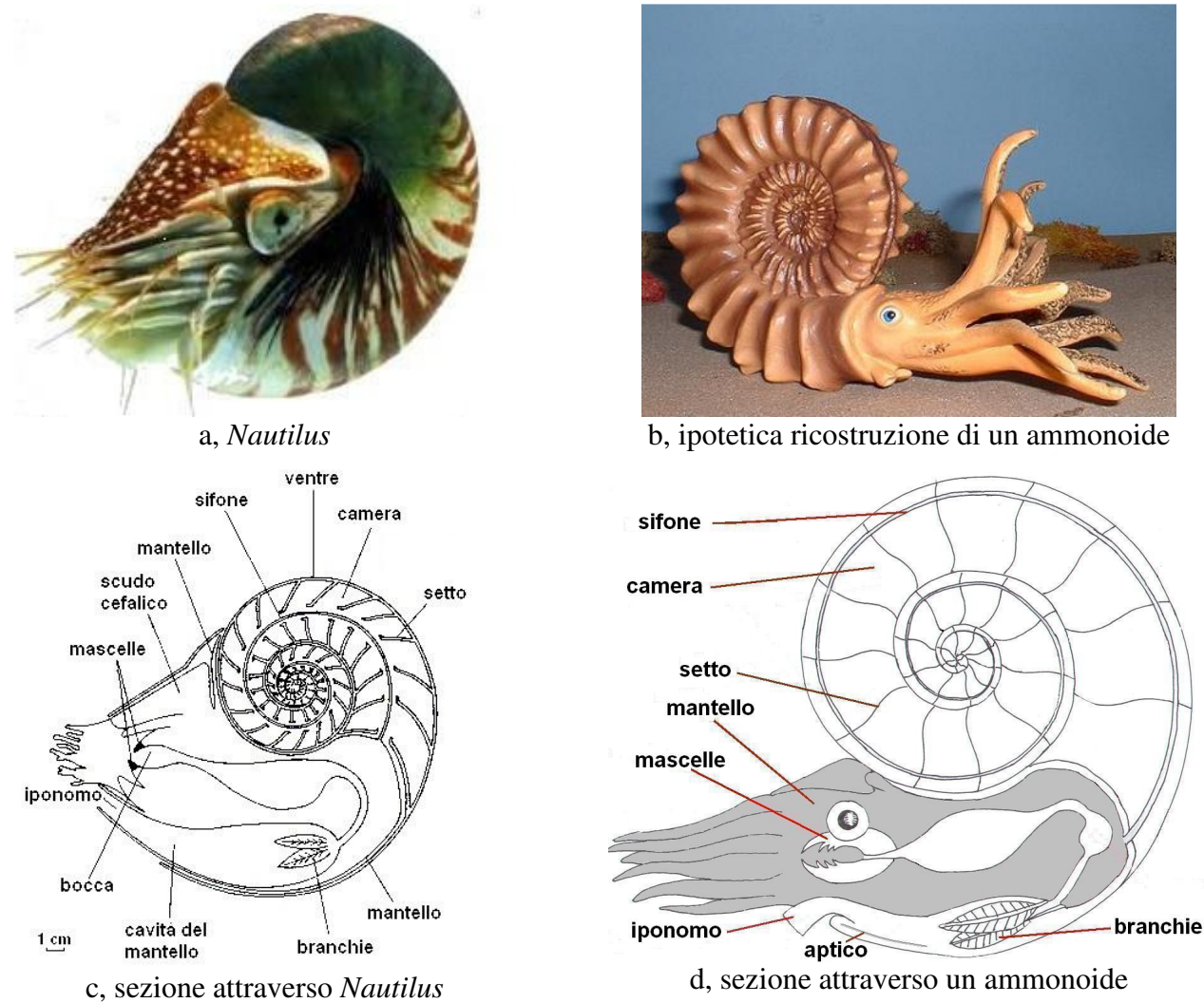


Figura 5

Comunque l'elemento che meglio di tutti permette di distinguere nautiloidi con conchiglia avvolta da ammonoidi è la **linea di sutura** cioè la linea che ciascun setto traccia incontrando la superficie interna della conchiglia (figura 2a e 2b). Questa linea, visibile nei modelli interni o nelle porzioni di fragmocono dove manca il guscio si presenta diversa nei vari gruppi ed è certamente l'elemento fondamentale nella classificazione dei cefalopodi con conchiglia esterna.

Le linee di sutura possono essere diritte, presentare deboli ondulazioni o essere molto complicate. Per definire le ondulazioni si utilizzano i termini lobi e selle (figura 6): i lobi sono le ondulazioni che mostrano la concavità rivolta verso la parte anteriore, dove c'è l'apertura, mentre le selle sono invece

quelle che, sempre verso l'apertura, presentano la convessità. Questi elementi possono essere ulteriormente suddivisi e complicati ulteriori denticolazioni o ondulazioni.

La linea di sutura dei **Nautiloidea** è semplice e con pochi elementi (figura 6a), mentre quella degli **Ammonoidea** è fondamentalmente di tre tipi e mostra con l'evoluzione una progressiva complessità ed elaborazione. La linea di sutura goniatitica, con pochi elementi, è caratterizzata da lobi acuti, angolati e selle spesso arrotondate, integre, ed è tipica delle forme prevalentemente paleozoiche dette **goniatiti** (figura 6b). La linea di sutura ceratitica, con lobi denticolati e selle integre, è tipica delle forme prevalentemente triassiche dette **ceratiti** (figura 6c). La linea di sutura ammonitica, con numerosi elementi e con lobi e selle frastagliate e suddivise in molti elementi secondari, è tipica delle forme prevalentemente giurassiche e cretacee dette **ammoniti** (figura 6d).

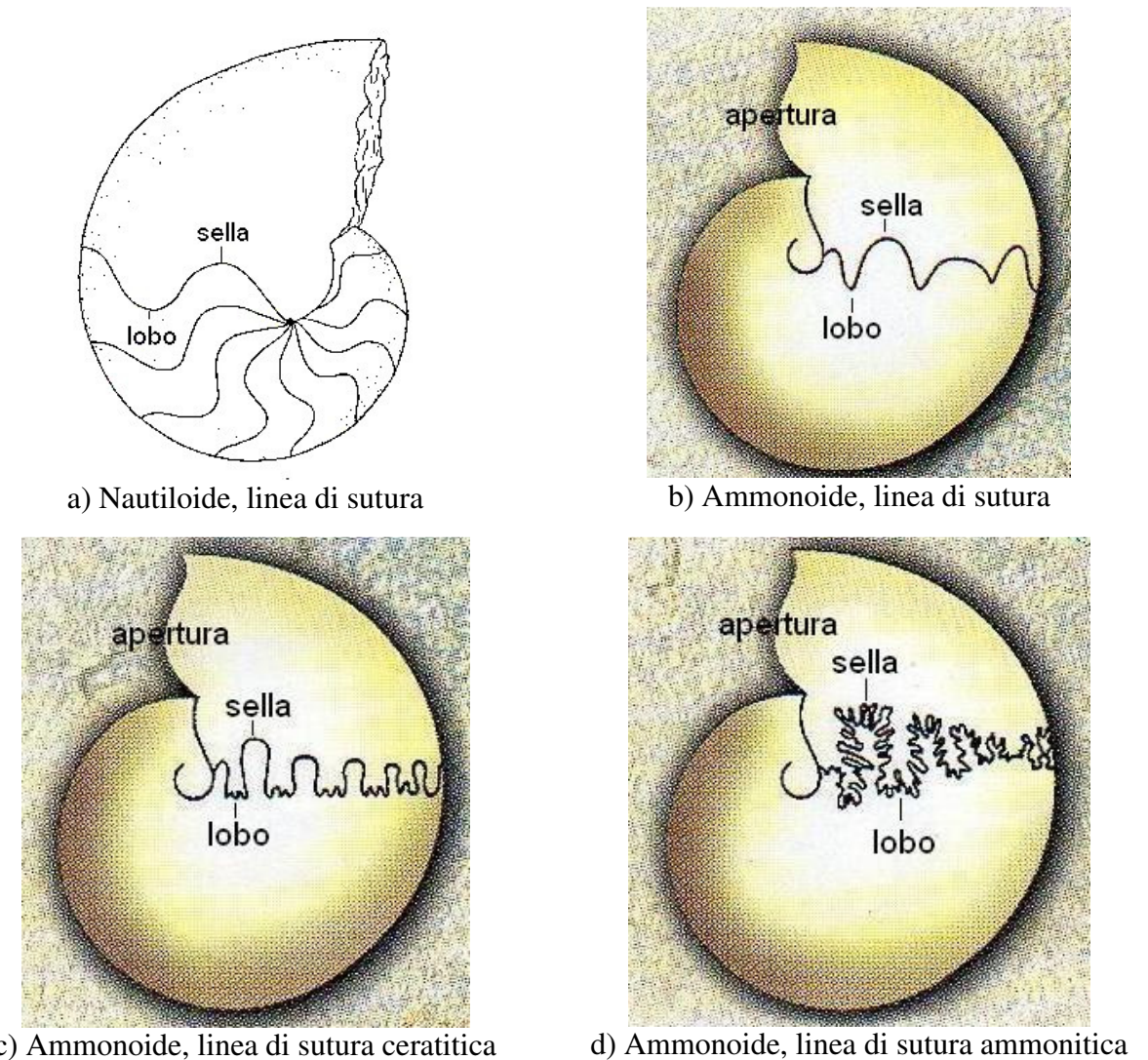


Figura 6

È indispensabile tenere presente che la linea di sutura è una vera e propria linea; il setto infatti solo nella sua parte marginale, lungo la linea di unione con la superficie interna della conchiglia, ha le caratteristiche proprie della linea di sutura. Nelle altre posizioni il setto mostra un andamento decisamente più semplice, quindi non diagnostico.