



Università Politecnica delle Marche

Dipartimento di Scienze della Vita e dell'Ambiente

Corso di Laurea:
SCIENZE BIOLOGICHE

CAMUFFAMENTO RAPIDO NEI CEFALOPODI

(Rapid Camouflage in Cephalopods)

Tesi di Laurea di:
Ricotti Matteo

Docente referente
Chiar.mo prof. :
Puce Stefania

Sessione: LUGLIO 2020
Anno Accademico: 2019-2020

Camuffamento rapido nei cefalopodi

- ▶ **capacità unica nel regno animale**

- ▶ **modificano il loro aspetto in modo estremamente complesso e rapido**

Foto di Nhoobgood Nick Hobgood /
CC BY-SA
(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)

Introduzione

I cefalopodi, classe di molluschi estremamente complessi:

>abili nuotatori

>perdita conchiglia

>sistemi: nervoso, sensoriale, motorio, circolatorio evoluti per la velocità

>capacità di camuffarsi con l'ambiente in meno di un secondo



(IMMAGINE 1)

Chiao & Hanlon, 2019

Cellule e tessuti specializzati per il camuffamento

I cefalopodi presentano cellule e organi specializzati e unici:

- ▶ Cromatofori
- ▶ Leucofori e iridofori
- ▶ Papille epiteliali 3D

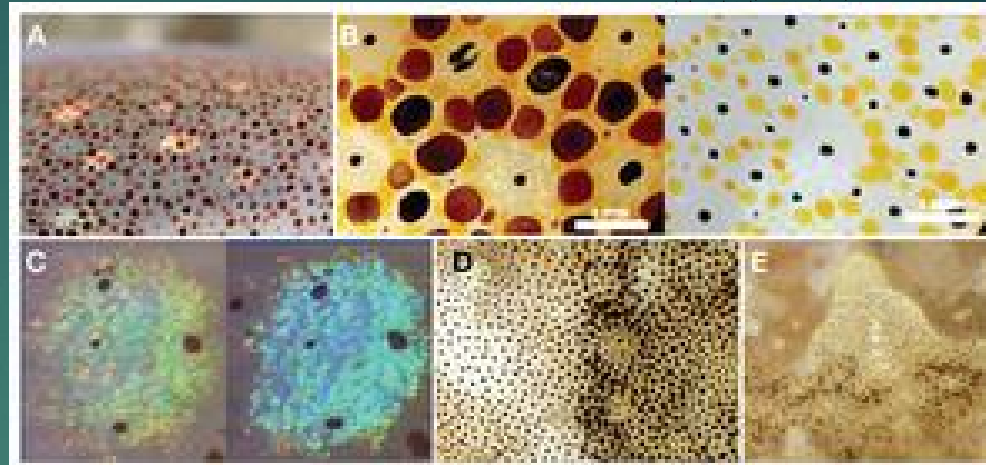


Immagine 2) Chiao & Hanlon, 2019

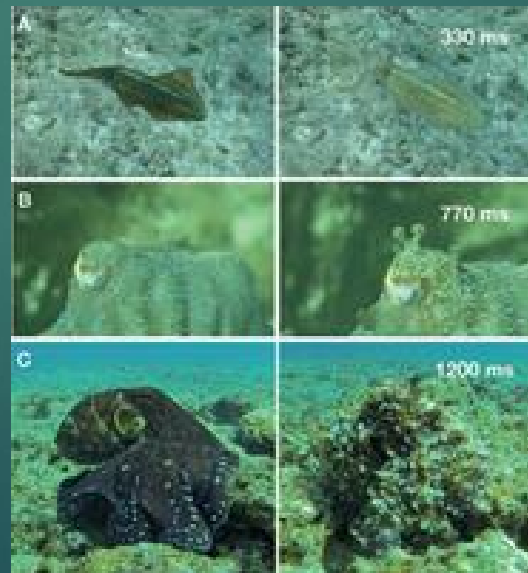


Immagine 3)
Chiao & Hanlon, 2019

Camuffamento in *Sepia officinalis*

Le seppie sono maestre nel camuffarsi:

- >camuffamento principale arma di difesa
- >pattern mimetici sono 3: uniforme, screziato e disruptivo

Ottimo modello sperimentale:

- ▶ camuffamento continuo
- ▶ vasto areale
- ▶ elevata adattabilità anche in lab.



Immagine 4) Chiao & Hanlon, 2019

Il pattern disruptivo in *Sepia officinalis* è costituito da elementi ben precisi

Tanti piccoli disegni CHIARI o SCURI:

- ▶ decine di macchie
- ▶ bande distinte
- ▶ disegni geometrici
- ▶ tutti numerati nel 1988 da Hanlon e Messenger
- ▶ identificate ben 11 unità fisiologiche pigmentate cooperanti o meno
- ▶ maggior parte delle 11 componenti espresse => pattern disruptivo più intenso

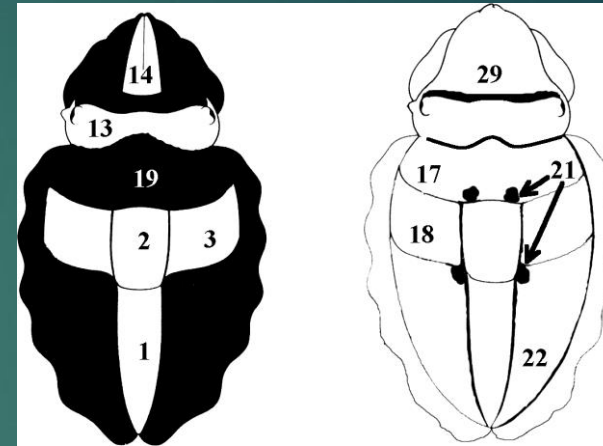


Immagine 5)
Barbosa et al.
2008.

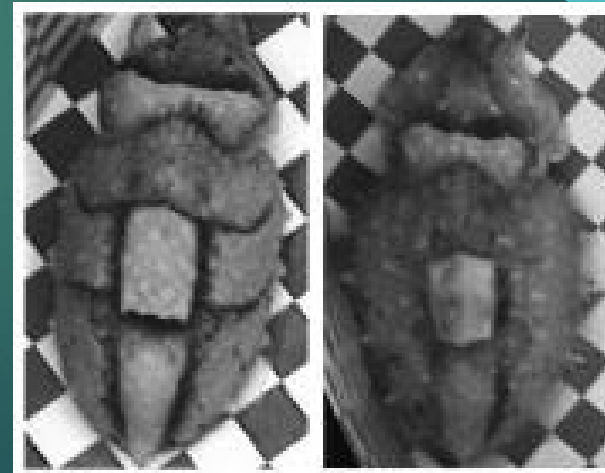
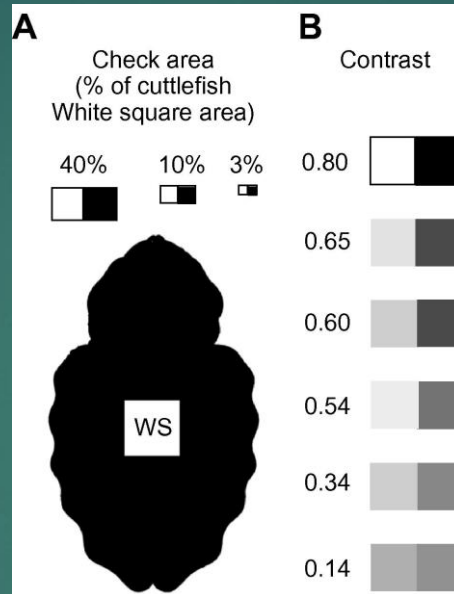


Immagine 6)
Barbosa et al.
2008.

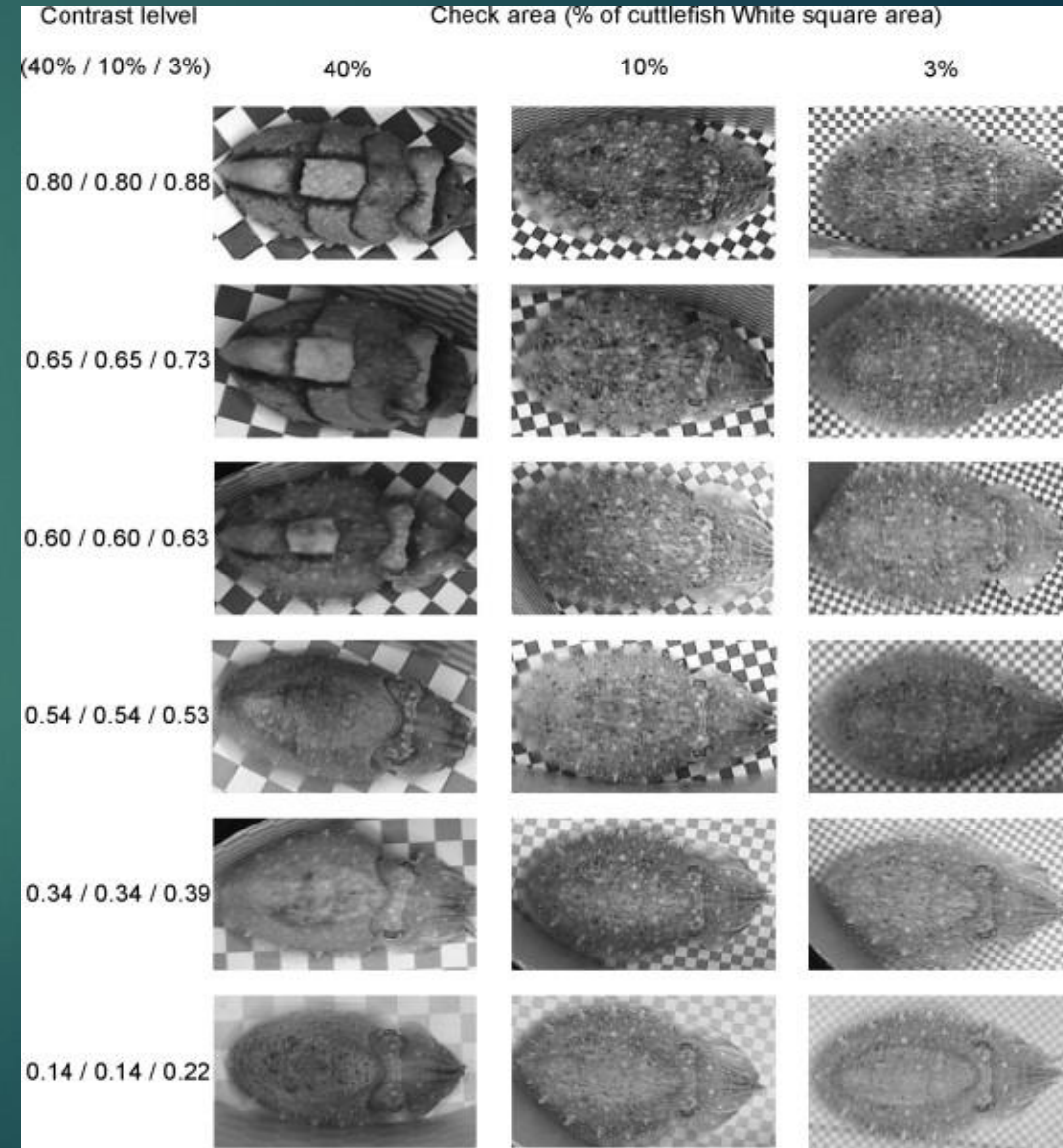
Quali caratteristiche dell'ambiente determinano una risposta in *S. officinalis*?

Esperimenti con scacchiera:

- ▶ area scacchi tra il 40-120% area del WS => disruptivo
- ▶ presenza oggetto bianco di dimensioni simili al WS => disruptivo
- ▶ indipendentemente dalla granularità diminuendo il contrasto => tendenza uniforme
- ▶ risposte a pareti a scacchi con forti contrasti o meno



Immagini 7- 8) Barbosa et al. , 2008.



Altre caratteristiche che determinano la scelta del pattern giusto in *S. officinalis*

- ▶ spigoli o brusche terminazioni => evidente disruptivo
- ▶ disruptivo più intenso se contrasto elevato
- ▶ dischi scuri o chiari => attivano elementi diversi del disruptivo
- ▶ elementi scuri PREDOMINANTI per disruptivo più evidente
- ▶ oggetto 3D con forte contrasto => screziato più papille 3D
- ▶ invece oggetti 3D uniformi => uniforme, no travestimento
- ▶ regolazione ombreggiature attorno ai loro WS (Immagine 8)
- ▶ livello del camuffamento aumenta tramite postura delle braccia allungate (immagine 9).

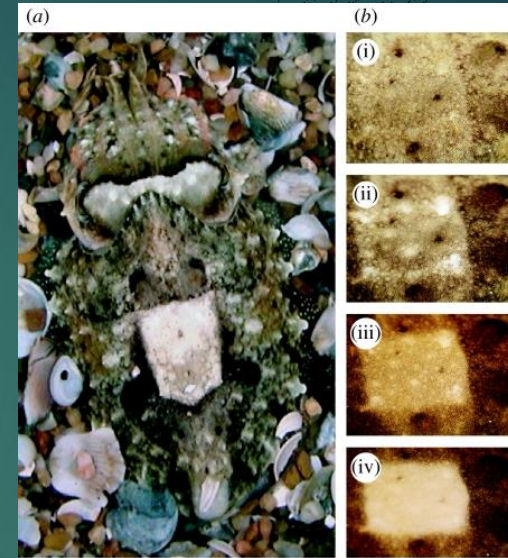


Immagine 9)
Hanlon et al., 2009.

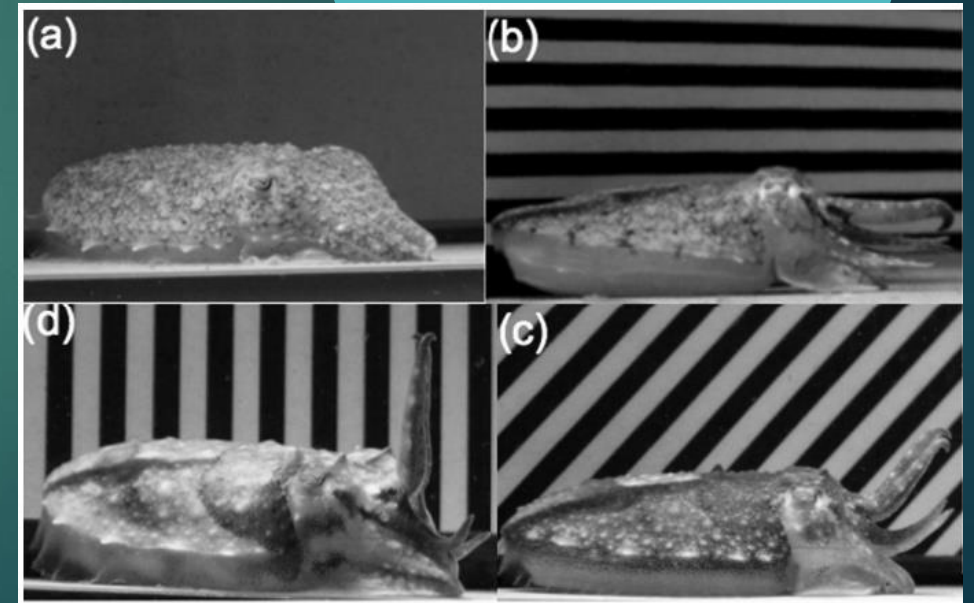
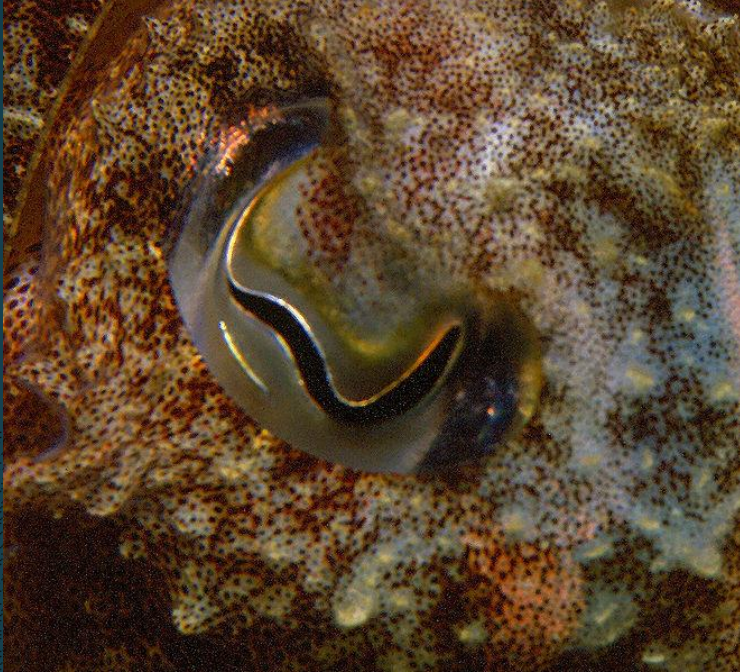


Immagine 10) Hanlon et al., 2011.

Camuffamento daltonico?



▶ Due evidenze:

A) pigmenti

B) comportamento

▶ Ipotesi percezione alternativa dei colori con pupilla a W

▶ In realtà la pupilla a W :

>bilanciamento luce irregolare

>messa a fuoco le zone con meno contrasto

▶ seppie sono apparentemente daltoniche MA:

-colori, chiaro/scuri e luminosità scelti combaciano

-come?

Immagine 11)

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sepia_officinalis_Linnaeus,_1758_cropped.jpg

Camuffamento dinamico

- ▶ esemplari di *Octopus vulgaris* e *Octopus cyanea* furtivi attraverso aree aperte
- ▶ camuffamento del polpo imitatore, *Thaumoctopus mimicus*, (immagini 12 e 13)
- ▶ esemplari di *Sepia officinalis* orientano il loro corpo a seconda delle strisce sul fondale

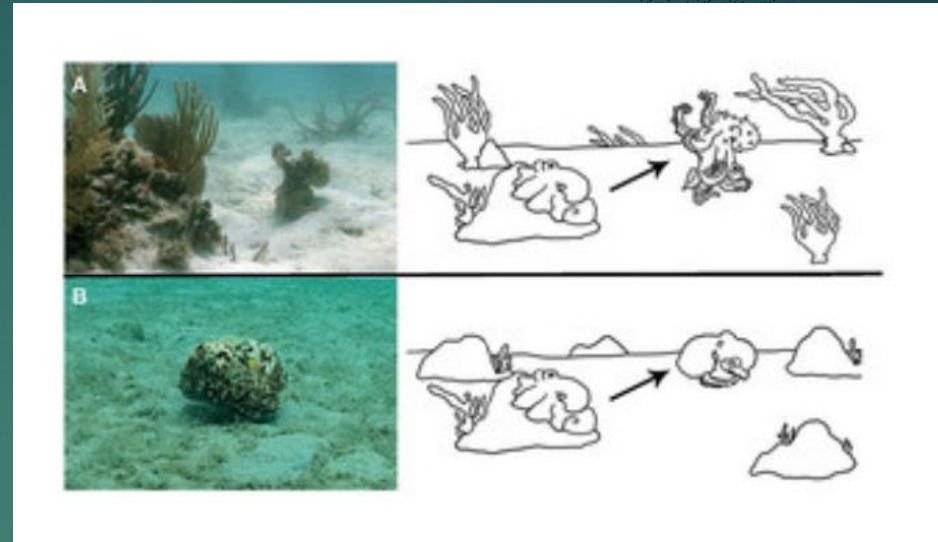


Immagine 12) Chiao & Hanlon, 2019).



Immagine 13)
Hanlon 2007.



Immagine 14)
Norman & Hochberg, 2005

Conclusioni

Osservazioni:

Risposte nella seppia causate da:

- >CONTRASTO
- >GRANULARITA'
- >presenza SPIGOLI e BRUSCHE INTERRUZIONI

Dubbi:

- >stimoli scatenanti camuffamento dinamico
- >daltonismo?
- >Fotorecezione dermica?

Lacune:

- >controllo ormonale degli organi specializzati
- >funzionamento del loro sistema nervoso

Bibliografia

ARTICOLI:

- ▶ 1) Chiao, C. C., & Hanlon, R. (2019). Rapid Adaptive Camouflage in Cephalopods. In *Oxford Research Encyclopedia of Neuroscience*.
- ▶ 2) libro "ZOOLOGIA" McGraw-Hill, quindicesima edizione; autori: Cleveland P. Hickman, Jr. ; Larry S. Roberts; Susan L. Keen; David J. Eisenhour; Allan Larson; Helen l'Anson; (edizione italiana a cura di Vincenzo Arizza, Olimpia Coppellotti, Laura Guidolin).
- ▶ 3) Hanlon, R. (2007). Cephalopod dynamic camouflage. *Current Biology*, 17(11), R400-R404.

Bibliografia immagini e foto:

- ▶ Foto in copertina di Nohbgood Nick Hobgood / CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)
- ▶ Immagini 1) 2) 3) 4) 12) Chiao & Hanlon, 2019
- ▶ Immagini 5) 6) 7) 8) Barbosa, A., Mäthger, L. M., Buresch, K. C., Kelly, J., Chubb, C., Chiao, C. C., & Hanlon, R. T. (2008). Cuttlefish camouflage: the effects of substrate contrast and size in evoking uniform, mottle or disruptive body patterns. *Vision research*, 48(10), 1242-1253.
- ▶ Immagine 9) Hanlon, R. T., Chiao, C. C., Mäthger, L. M., Barbosa, A., Buresch, K. C., & Chubb, C. (2009). Cephalopod dynamic camouflage: bridging the continuum between background matching and disruptive coloration. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1516), 429-437.
- ▶ Immagine 10) Hanlon, R. T., Chiao, C. C., Mäthger, L. M., Buresch, K. C., Barbosa, A., Allen, J. J., ... & Chubb, C. (2011). Rapid adaptive camouflage in cephalopods. *Animal camouflage: mechanisms and functions*, 145-163.
- ▶ Immagine 11) https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sepia_officinalis_Linnaeus,_1758_cropped.jpg
- ▶ Immagine 13) Hanlon, 2007.
- ▶ Immagine 14) Nabhitabhata, J., & Mitranont, T. FIRST PHOTOGRAPHIC RECORD OF MIMIC OCTOPUS, *Thaumoctopus mimicus* Norman and Hochberg, 2005 IN THE EAST ANDAMAN SEA, EASTERN INDIAN OCEAN.

Riassunto esteso

I cefalopodi rappresentano una vasta classe di molluschi caratterizzati da una fisiologia, un'intelligenza, un comportamento estremamente complessi rispetto agli altri invertebrati e, in generale, si può affermare che la loro storia evolutiva li abbia portati a specializzarsi per la velocità. Infatti con il passare di milioni di anni le loro conchiglie si sono ridotte sempre più e sono diventati molto attivi. Dopo tutti questi milioni di anni di evoluzione essi presentano il sistema nervoso più complesso tra gli invertebrati, dotato di intelligenza e capacità di risolvere i problemi.

Nell'articolo, oggetto di questa tesi, viene trattata la caratteristica più sconvolgente dei cefalopodi e cioè la loro capacità di camuffarsi con l'ambiente circostante cambiando visivamente il colore e l'aspetto superficiale della pelle del capo, dei tentacoli e del mantello in meno di un secondo. Questa capacità è unica nel regno animale e li rende paragonabili a degli schermi LCD viventi!

I cefalopodi riescono a controllare queste ultra rapide modificazioni del loro aspetto, con una serie di organi specializzati (cromatofori, iridofori e papille 3D) controllate tramite un sistema nervoso molto sviluppato. In generale i cefalopodi come le seppie (*Sepia officinalis* è quella più studiata), hanno evoluto 3 pattern principali di camuffamento: uniforme, screziato e disruptivo (Uniform, Mottle, Disruptive). I polpi in particolare sono maestri nell'uniformarsi a moltissimi oggetti differenti presenti negli ambienti visivamente molto complessi in cui vivono, come scogliere coralline, foreste di kelp, praterie di fanerogame e rocce. I polpi imitatori (*Thaumoctopus mimicus*) addirittura riescono ad imitare anche animali marini pericolosi, quali pesci scorpione o serpenti di mare ma anche nei polpi sono facilmente riscontrabili questi tre pattern e moltissime forme intermedie a seconda delle specie e dei colori del substrato. I calamari invece, essendo solitamente pelagici e quindi essendo molto meno abituati a trovarsi vicino al fondale, mostrano camuffamenti molto meno evidenti, ma comunque identificabili sotto questi tre pattern.

Ad oggi si conoscono abbastanza bene le caratteristiche dei 3 pattern proposti soprattutto da *S. officinalis* che, nella maggior parte dei casi, riguardano un po' tutti i cefalopodi e si conoscono molti stimoli esterni scatenanti risposte di camuffamento come il contrasto, la granularità del sedimento (dimensioni rispetto al WS), la presenza di oggetti scuri o chiari e in particolare modo anche la presenza di strutture con spigoli, protuberanze, filamenti estesi e brusche interruzioni. In questo articolo si nota molte volte come il contrasto degli elementi del substrato sia forse l'elemento più importante e che sicuramente condiziona tutti gli altri elementi. Molto importanti sono anche le dimensioni dei granuli del sedimento e la presenza di oggetti variegati e con protuberanze, tipici del fondale marino (come rocce con alghe o coralli). Molto interessante è anche il comportamento legato al camuffamento mobile e alle modificazioni della postura per apparire più furtivi attuato spesso da *Octopus vulgaris* e molti altri, che rendono questi animali ancora più affascinanti e soprattutto quasi invisibili. Inoltre la presenza di un solo tipo di recettore pigmentato nella retina fa pensare che i cefalopodi non siano in grado di distinguere i colori e che la presenza dello stesso recettore nella pelle potrebbe produrre un qualche tipo di fotorecezione periferica che possa spiegare la capacità incredibile di imitare perfettamente la tonalità, la luminosità e il contrasto dello sfondo. Il processo anche qui, non è ancora ben compreso e non vi è ancora la certezza assoluta dell'incapacità dei cefalopodi di distinguere i colori.

Molti aspetti di come facciano i cefalopodi a camuffarsi così perfettamente devono essere ancora del tutto compresi anche alla base, per quanto riguarda il controllo ormonale dei cromatofori, degli iridofori e degli altri organi specializzati e soprattutto per quanto concerne il funzionamento del loro sistema nervoso, dato che è molto difficile conservare i tessuti dei cefalopodi ed è anche complicato osservarli in vivo in quanto sono organismi molto fragili. La maggior parte delle conclusioni ai vari esperimenti e studi effettuati negli ultimi decenni hanno visto l'utilizzo del modello sperimentale della *Sepia officinalis*, quindi forse osservando altre specie, si potrebbero trovare altre risposte, valutando ad esempio la capacità di percepire i colori di cefalopodi che vivono in ambienti più complessi e variopinti come le scogliere coralline e che infatti presentano spesso risposte ancora più complesse.