



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
DIPARTIMENTO SCIENZE DELLA VITA E DELL'AMBIENTE

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE BIOLOGICHE

CNIDARIA: APPRENDIMENTO IN ASSENZA DI CERVELLO

CNIDARIA: LEARNING WITHOUT A CENTRAL BRAIN

Tesi di Laurea di Davide Pagnoni

Docente Referente: Dott.ssa Stefania Puce

Sessione di Laurea Straordinaria, Febbraio 2023
Anno Accademico 2021 - 2022

PHYLA BASALI

Ctenofori

Poriferi

Placozoi

Cnidari

DIFFERENZE CON BILATERI

Simmetria bilaterale

Cervello
(concentrazione anteriore di neuroni)

OBIETTIVI E APPLICAZIONI
FUTURE

Apprendimento dei
Phyla basali che
posseggono reti
nervose

Origine
dell'apprendimento
e della cognizione

Definire limiti e
origini evolutive di
qualsiasi forma di
apprendimento

Informazioni sullo
studio dei Bilateri

6 CLASSI

Anthozoa

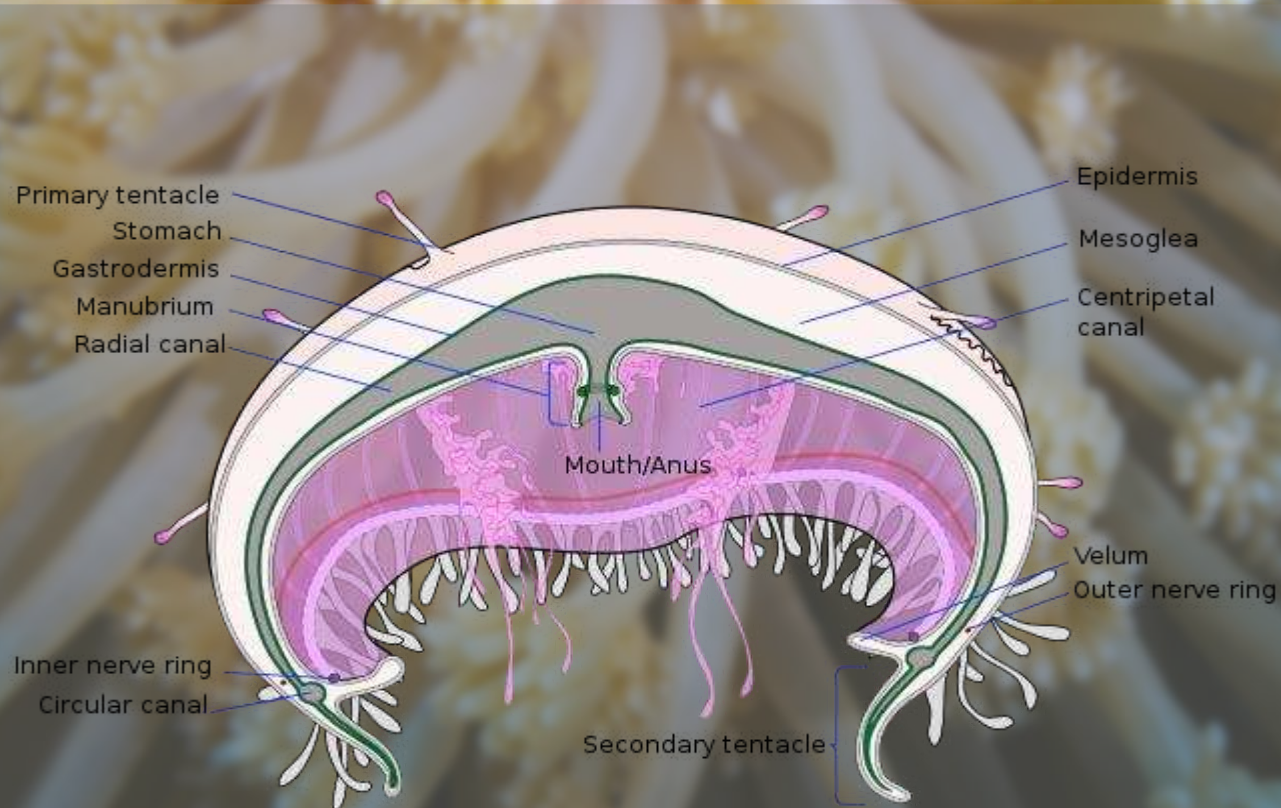
Cubozoa

Hydrozoa

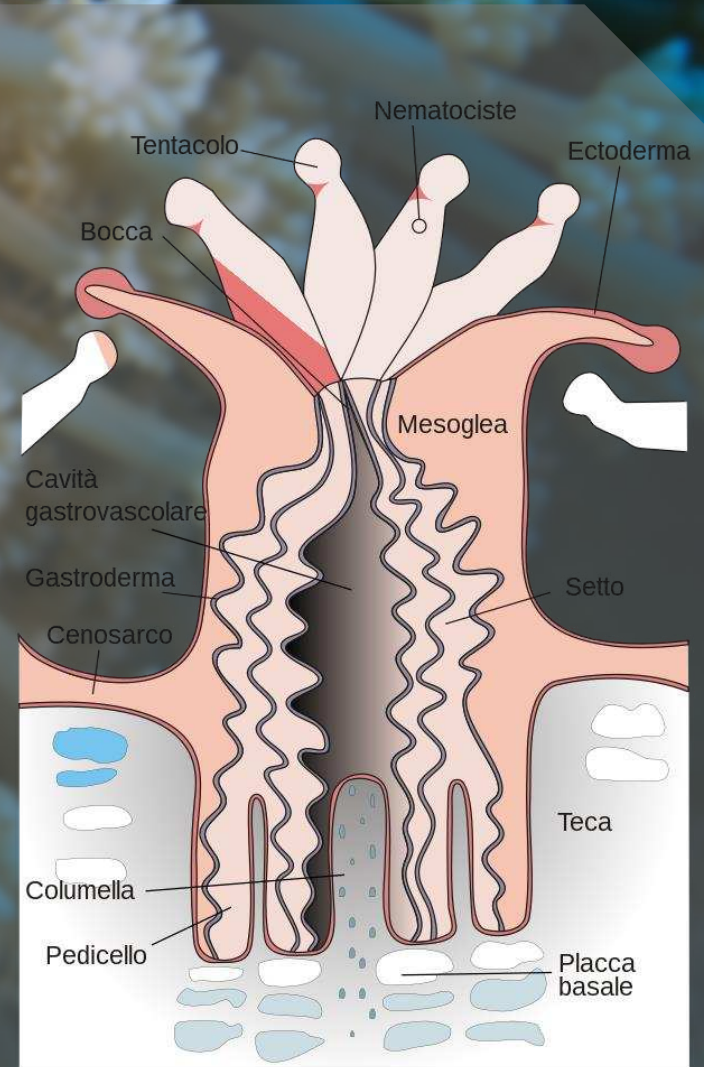
Scyphozoa

Staurozoa

Myxozoa



MEDUSA



POLIPO

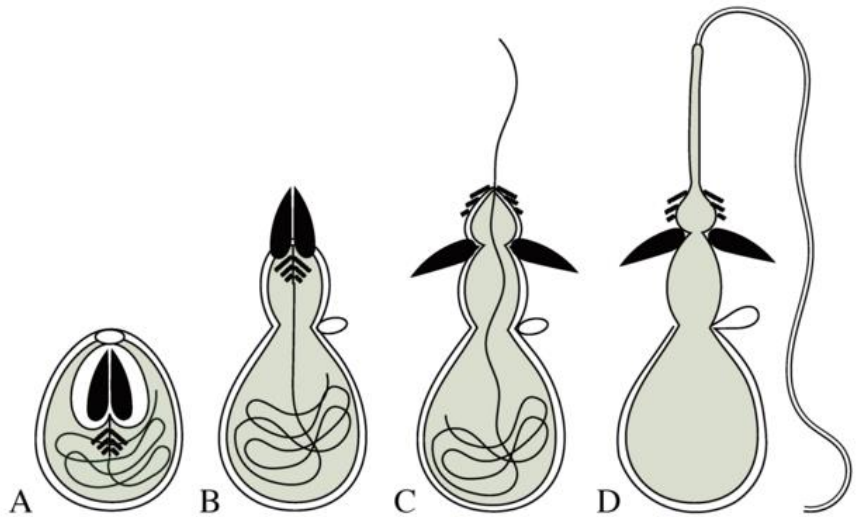


Fig. 1

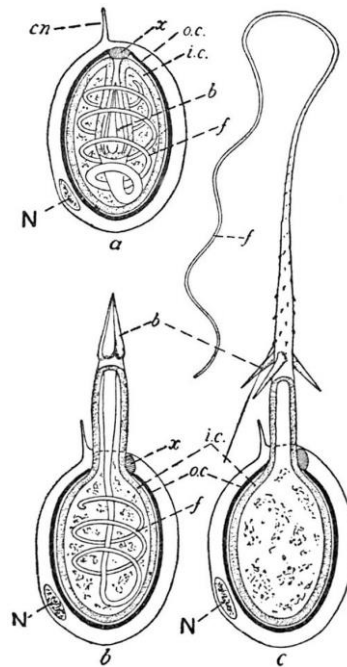


Fig. 2

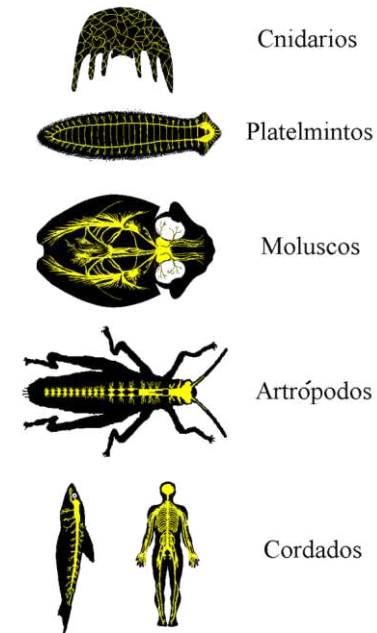


Fig. 3

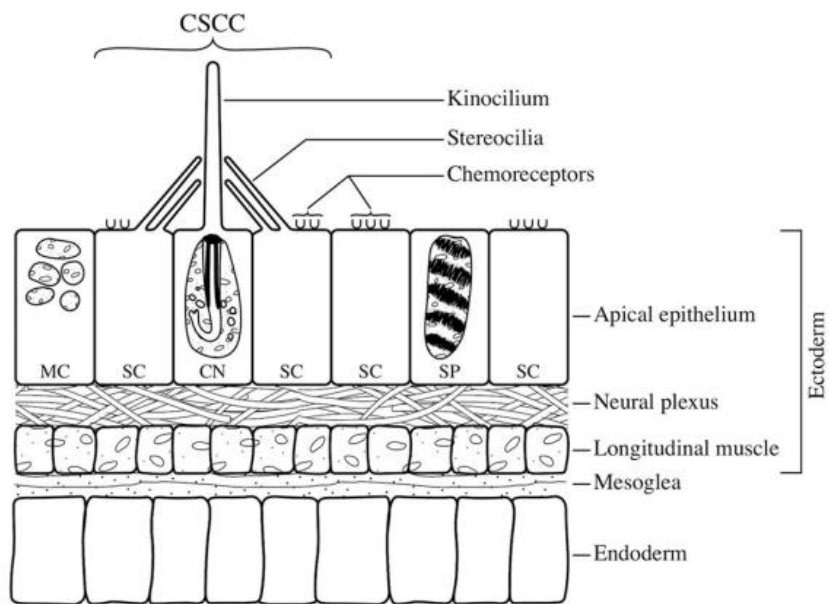


Fig. 4

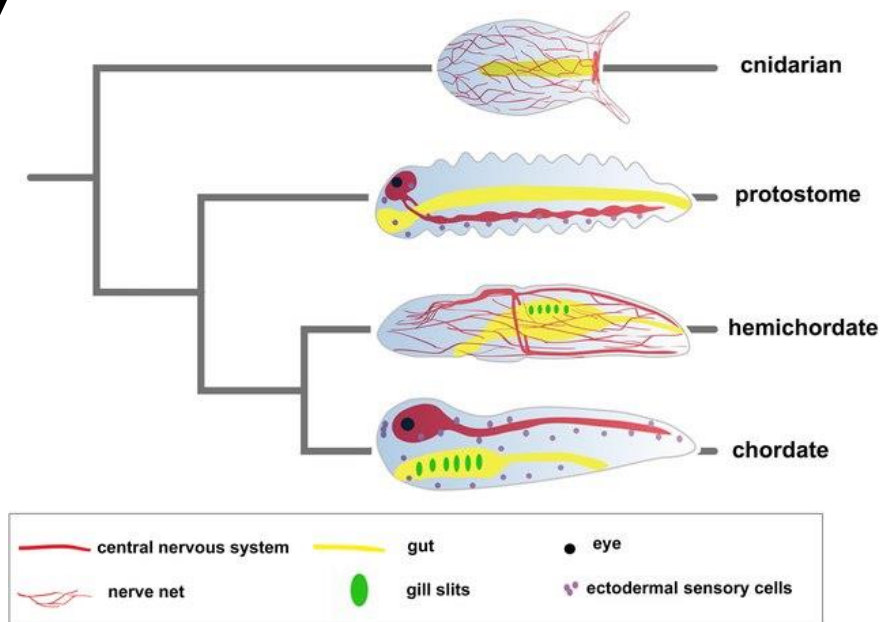


Fig. 5

COGNIZIONE E APPRENDIMENTO

APPRENDIMENTO NON ASSOCIATIVO

- Abituazione
- Sensibilizzazione

APPRENDIMENTO ASSOCIATIVO

- Condizionamento classico
- Condizionamento operante

EMBODIED COGNITION

Attività cognitive orchestrate per gran parte al di fuori del cervello

APPRENDIMENTO IN CNIDARI

ABITUAZIONE

- Primi studi agli inizi del '900 con anemoni attraverso la presentazione di **cibo**.
Sazietà? No se accetta altra tipologia di cibo.
Cibo rifiutato da un lato dell'animale viene accettato ancora dall'altro lato.
Servono sempre prove per testare la **disabituazione**.
- 50 anni dopo studi basati su **stimolazione meccanica** su Anemoni e *Hydra*.
- Cambio di stimoli portano a disabituazione.
Contrazioni inibite in presenza di cibo o sostanze (Glutazione) nell'acqua.
Trovata abituazione a lungo termine in *Anthopleura elegantissima*.



APPRENDIMENTO IN CNIDARI

ABITUAZIONE

- Studi basati sull'**aggressività** a partire dagli anni '80, definita da espansioni acroragiali e rilascio di nematocisti.
- Anemoni sono in grado di **abituarsi a dei vicini a loro familiari**.
- Trovate anche prove di **disabituazione** con presentazione di **partner non familiare** e di **partner familiare** in diversi lassi di tempo, dimostrando come *Actinia equina* abbia anche forme di **memorizzazione dell'apprendimento**.
- **Floor effect** per le specie non aggressive.
- Probabile **abituazione contesto-sensibile** riscontrata in *Anthopleura elegantissima* in laboratorio.



APPRENDIMENTO IN CNIDARI

SENSIBILIZZAZIONE o FACILITAZIONE

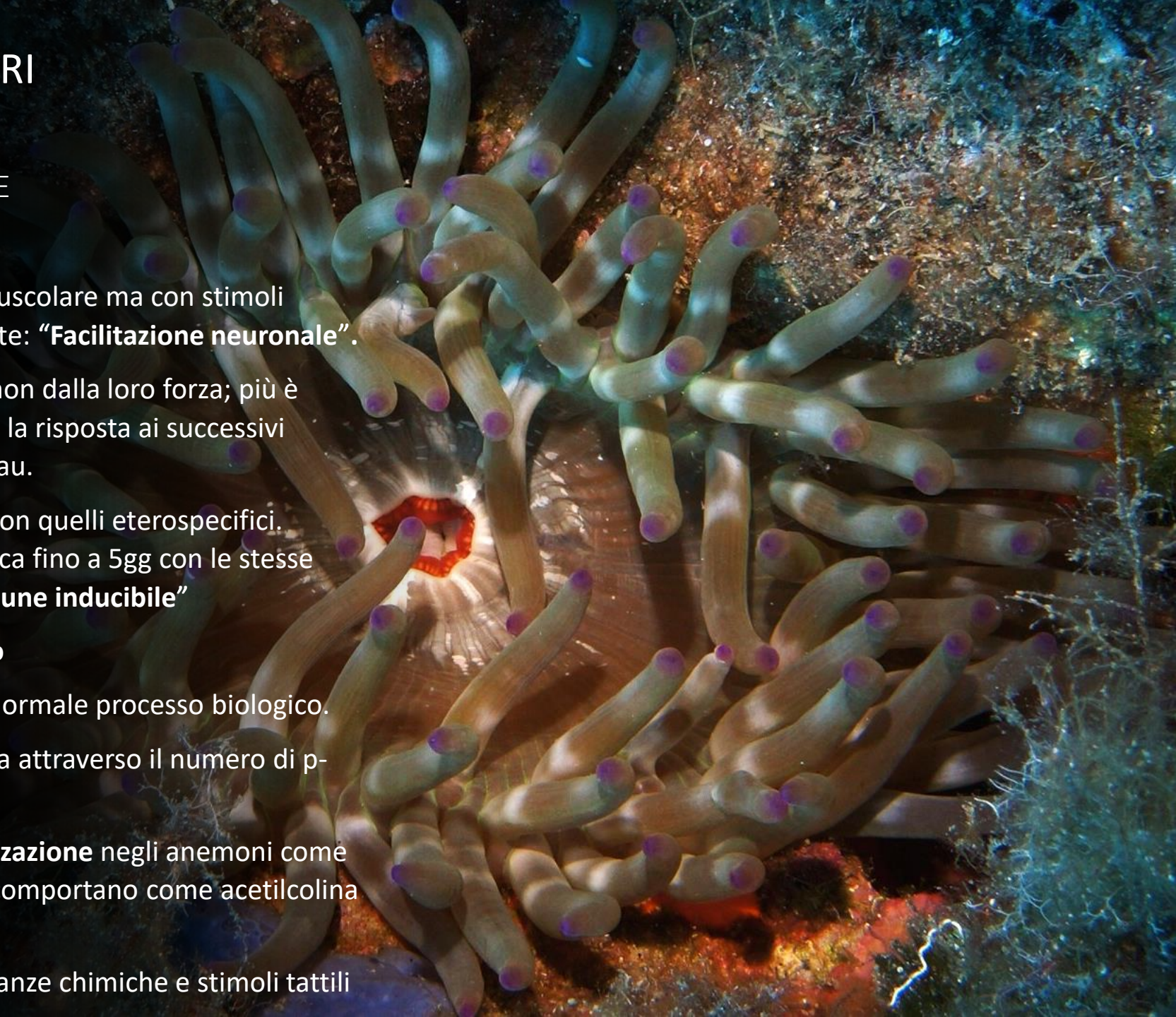
- Singolo shock elettrico non dà risposta muscolare ma con stimoli successivi si ottengono sempre più risposte: **“Facilitazione neuronale”**.

Dipende dalla frequenza degli stimoli e non dalla loro forza; più è breve l'intervallo interstimolo maggiore è la risposta ai successivi stimoli fino al raggiungimento di un plateau.

- Tocco con tentacoli: la soglia diminuisce con quelli eterospecifici. Sensibilizzazione dell'espansione acroragica fino a 5gg con le stesse coppie, definita come **“memoria alloimmune inducibile”**

La memoria era specifica ad un individuo

- **Influenzata dalla temperatura** come un normale processo biologico.
- Tecnica per misurare la risposta acroragica attraverso il numero di p-mastigofori microbasici
- Diverse **sostanze aumentano la sensibilizzazione** negli anemoni come gli ioni Ca^{2+} e K^+ , alcune sostanze che si comportano come acetilcolina ed estratti di anemoni.
- Serve per coordinare gli attacchi con sostanze chimiche e stimoli tattili



APPRENDIMENTO IN CNIDARI

CONDIZIONAMENTO

- Cibo associato a piccola scossa. Apertura della bocca con lo shock.
- Anemoni puniti con shock se accettavano molluschi come cibo. Ad un certo punto iniziano a rifiutare i molluschi ma accettano ancora pesce. Procedura di estinzione dell'apprendimento molto lunga.
- Spruzzo d'acqua a 45°C (CS), cibo come rinforzo (UCS): con 1 prova al giorno il 31% dei casi riportava risposta condizionata. Con 5 prove al giorno il 61% dei casi riportava risposta condizionata.
- Studio su *Cribina xanthogrammica*: 15 sec di **luce (CS)** seguiti da 5 sec di **shock elettrico (UCS)** durante la procedura di condizionamento. Al 50° tentativo la **risposta nervosa inizia già durante il periodo CS**. Controlli non hanno portato alla medesima risposta.



DISCUSSIONE

Learning type	Animal group	Evidence	Brief description of evidence
Habituation	Hydras	Yes	Reduced reaction to repeated mechanical stimulation
	Jellyfish	Yes	Reduced reaction to repeated mechanical stimulation
	Sea anemones	Yes	Reduced reaction to repeated presentation of food Reduced reaction to repeated mechanical stimulation Reduced aggression over repeated encounters with another conspecific animal
Sensitization	Hydras	Hint of evidence	Repeated mechanical stimulation might lead a hydra to move away in one study
	Jellyfish	No studies found	-----
	Sea anemones	Yes	Multiple electrical or mechanical stimulus events needed to elicit muscle contraction Chemicals could sensitize muscle contraction in response to mechanical stimulation Touching with a starfish, a predator, could sensitize response to electrical stimulation Repeated touches with the tentacles of a heterospecific species could lead to increased attack responses Repeated presentation of a conspecific animal could lead to increased attack responses Stimulation with several 3-s long jet streams of water led to increased responding (closing of oral disk) to a short stream of water Various chemical and mechanical stimuli could sensitize the release of stinging cnidocytes used in prey capture
Classical conditioning	Hydras	No studies found	-----
	Jellyfish	No studies found	-----
	Sea anemones	Yes	Electrical stimulation paired with food led to mouth opening with electrical stimulation alone in a study lacking a full suite of control conditions Light followed by shock led to responding (closing of oral disk) to light alone in a study with a full suite of control conditions Seawater applied to the oral disk followed by food led to opening of the oral disk to seawater alone
Operant conditioning	Hydras	No studies found	-----
	Jellyfish	No studies found	-----
	Sea anemones	Hint of evidence	Conch presentation followed by shock led some sea anemones to avoid conch

Box jellies and corals are not in the table because no relevant evidence on any form of learning was found for these taxa

BIBLIOGRAFIA

- Cheng, Ken. "Learning in Cnidaria: A systematic review." *Learning & Behavior* 49.2 (2021): 175-189.

Citazioni Immagini:

- By Ruthven - Own work based on: Coral polyp de.svg by MarkusZi, CC0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=90730614>
- By Mariana Ruiz Villarreal (LadyofHats) - [1],[2],[3], [4], Image:Hydromedusa.svg, [5], Olindias formosa., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4541339>
- By Antropoteuthis - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=104405948>
- By After Iwanzov. - "Hydromedusae," Encyclopædia Britannica (11th ed.), v. 14, 1911, p. 138, fig. 7., Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=73910029>
- By Xjmos - Own work, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=8919459>
- By Linda Z Holland, João E Carvalho, Hector Escriva, Vincent Laudet, Michael Schubert, Sebastian M Shimeld & Jr-Kai Yu - (2013). "Evolution of bilaterian central nervous systems: a single origin?" *EvoDevo* 4 (1): 27. DOI:10.1186/2041-9139-4-27. ISSN 2041-9139., CC BY-SA 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=87411631>

Riassunto

Mediante una ricerca sul database Web of Science, sono state riportate tutte le pubblicazioni più rilevanti, dagli inizi del novecento ad oggi, che trattano sia l'apprendimento associativo che l'apprendimento non associativo in Cnidaria.

Questo phylum comprende tutti quelli animali che vengono comunemente chiamati coralli, meduse, anemoni e idra. Sono considerati uno dei quattro phyla basali e sister group dei Bilateri, ossia tutti quegli animali che presentano simmetria bilaterale e un cervello centralizzato più o meno sviluppato.

Al contrario gli Cnidari possiedono una rete nervosa diffusa, chiamata rete neurale, alla base dell'epiderma e del gastroderma.

Phyla basali sono stati poco studiati in questo campo e ricerche in questa direzione possono darci informazioni per quanto riguarda l'evoluzione del sistema nervoso dei Bilateri e rispondere alla domanda: quali sono i meccanismi neurobiologici alla base dell'apprendimento?

La letteratura non ha dato risultati per quanto riguarda coralli e cubomeduse.

Al contrario, ben studiati sono stati anemoni di mare ed idra, soprattutto per quanto riguarda la parte dell'apprendimento non associativo, svolto in gran parte attraverso l'uso di cibo e shock elettrico.

L'abituazione è stata ampiamente dimostrata in idre, meduse e anemoni. In particolare negli anemoni è stata osservata abituazione anche nel comportamento aggressivo, specifico a volte solo per un tipo di individuo familiare e con una certa forma di memorizzazione dell'apprendimento.

La sensibilizzazione è stata ben studiata negli anemoni, facendo anche uso di nuove tecnologie in grado di misurare la risposta acroragica, basate sul rilascio di nematocisti. Applicando queste nuove tecnologie assieme all'uso di elettrodi si sono compresi alcuni aspetti neurobiologici della sensibilizzazione.

Per quanto riguarda l'apprendimento associativo, compaiono solamente tre studi di cui solo uno presenta anche gruppi di controllo, anch'esso basato sul condizionamento classico ed ancora una volta usando anemoni. Questo ha spinto alcuni autori ad avere dei dubbi sull'apprendimento e a riportare che l'apprendimento associativo sia minimo negli Cnidaria.

L'apprendimento associativo porta a discutere sulla embodied cognition e alla sua rappresentazione in animali privi di cervello o in generale in tutti i tipi di organismi, anche quelli che non presentano affatto un sistema nervoso, come per esempio organismi unicellulari, piante e funghi.

Da tutto ciò possiamo dire che gli Cnidari sono in grado di apprendere.

Tuttavia ci sono ancora tante indagini da compiere in materia e tanti temi che ancora non sono stati studiati e testati correttamente o che non sono ancora studiati affatto.