

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**

**Senciência animal: integrando revisão bibliográfica, dados morfológicos e moleculares  
em Cephalopoda (Bilateria, Mollusca)**

**PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

**Santo André, 2022**

## Resumo

A sensiência é a capacidade de ter experiências subjetivas, ou seja, de sentir o mundo através de valências positivas ou negativas. Durante muito tempo essa capacidade foi atribuída apenas a mamíferos, e contemporaneamente vem sendo estendida a alguns invertebrados, trazendo consigo questionamentos ainda em aberto acerca de suas raízes evolutivas. Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é investigar a sensiência animal diante de duas abordagens integrativas: realização de uma revisão aprofundada a respeito do estado da literatura da sensiência, com ênfase em aspectos comparativos e em especial relacionados à classe Cephalopoda (Bilateria, Mollusca) e compilação de atributos morfológicos e moleculares possivelmente relacionados a sensiência entre os invertebrados. Nossos resultados poderão pavimentar uma compreensão comparativa acerca do tema, bem como atualizará o *status* de nosso conhecimento acerca das características da sensiência entre os invertebrados e mais especificamente, Cephalopoda.

**Palavras-chave:** Cephalopoda; Homologia; Protostomia; Zoologia.

## Introdução

Senciência é a capacidade de ter experiências subjetivas positivas ou negativas (Birch, 2020; Mikhalevich & Powell, 2020). Todo animal que possui capacidade de sentir, reconhecer estímulos e ser afetado por eles de maneira negativa ou positiva tem potencial de ser senciente (Mikhalevich & Powell, 2020). Essa capacidade tem sido tradicionalmente atribuída apenas ao *Homo sapiens*. Há uma década, o Manifesto de Cambridge (Low et al., 2012) enfatizou que os humanos não são os únicos seres capazes de sentir experiências subjetivas; evidências têm apontado sua presença, de forma consistente, pelo menos em mamíferos, aves e polvos.

As capacidades subjetivas dos animais só podem ser analisadas de maneira indireta, inferidas através das ações e reações dos seus corpos a estímulos: este é reconhecido como o problema das outras mentes (Harnad, 2016). Compreender a evolução da sensiência animal, nesse sentido, é desafiador, e se inicia com a definição de quais são os atributos biológicos fundamentais da sensiência (Sovik & Perry, 2016; Feinberg & Mallat, 2016; Birch, 2020).

Recentemente, Birch et al. (2021) identificaram ao menos oito critérios para atribuição de sensiência entre os animais: (1) presença de nociceptores; (2) cérebro dividido em regiões capazes de integrar informações de fontes sensoriais distintas; (3) caminhos neurais que conectam nociceptores a regiões do sistema nervoso central; (4) respostas comportamentais a estímulos nocivos a partir de sistemas neurotransmissores endógenos, sendo que essas respostas devem ser amenizadas quando aplicados anestésicos ou analgésicos; (5) possibilidade

de tomada de decisão flexível relacionada à avaliação e integração de informações de situações de valência positiva, neutra ou negativa; (6) demonstração de comportamentos autoprotetores relacionados a estímulo nocivo físico; (7) aprendizado associativo à estímulos nocivos (habituação e sensibilização não são suficientes neste critério); e (8) autoadministração de analgésicos quando ferido e/ou preferência por locais onde analgésicos são disponibilizados quando feridos.

Com base nos critérios listados acima, para além dos vertebrados tetrápodes, existe a possibilidade de existência de senciência em Cephalopoda (Birch et al, 2021) e crustáceos decápodes (Birch et al, 2021; Crump et al., 2022; Elwood, 2022).

Ainda há um claro viés nos estudos do fenômeno da senciência animal para pesquisas com objetivos em experiências com valência negativa, por exemplo a experiência de dor (Browning & Birch, 2022). Além disso, assim como no comportamento animal, pesquisas relativas à senciência sofrem com o viés taxonômico (Rosenthal et al., 2017), por vezes chamado de ‘Vertebratocentrismo’ (Andrade & Santos, 2019; Andrade et al., 2021b).

Uma vez que a pesquisa em senciência animal tem se ampliado - tanto em escopo quanto na profundidade dos seus questionamentos -, faz-se necessário uma atualização da literatura especializada (e.g. Proctor et al., 2013; Lambert et al., 2022), bem como a busca por marcadores menos vertebratocêntricos que permitam a compreensão da evolução da senciência entre todos os animais (Birch et al., 2020; Marino, 2020).

### **Compreensão da evolução da senciência**

Compreender a evolução das características nos seres vivos desde sua origem até possíveis modificações é um dos principais objetivos da biologia evolutiva (Shubin et al., 2009). A senciência depende de inúmeros traços funcionalmente inter-relacionados (Feinberg & Mallat, 2016) e, para um melhor entendimento a respeito da evolução desta capacidade nos animais, hipóteses filogenéticas são necessárias para iluminar hipóteses sobre a origem e a relação entre diferentes atributos (Sovik & Perry, 2016; Godfrey-Smith, 2017).

A senciência permanece pouco explorada do ponto de vista evolutivo (Godfrey-Smith, 2017). A falta de consenso a respeito do posicionamento de certos táxons (i.e. Ctenophora, Porifera, base de Bilateria e de Deuterostomia) é um dos fatores que dificulta a possibilidade de interpretação da evolução de caracteres relativos à senciência (Andrade et al., 2021a).

Neste sentido, a busca por caracteres são importantes ferramentas para compreensão de como as características da senciência evoluíram nos últimos milhões de anos. O conhecimento das relações de parentesco reconstruídas a partir da análise de atributos morfológicos e

moleculares ligados a este fenômeno pode levar a *insights* que não podem ser acessados de maneira isolada, sendo uma abordagem pertinente para o estudo da evolução da senciência.

### **Cephalopoda: os “embaixadores” invertebrados da senciência**

Cephalopoda é a terceira maior classe dentro do Filo Mollusca, com cerca de 800 espécies descritas exclusivamente para o ambiente marinho, que se diferem dos outros moluscos por apresentarem bicos córneos, olhos complexos, sistema nervoso altamente centralizado, sistema circulatório fechado, funil (que os possibilita natação ativa) e pés modificados em apêndices circun-orais (Lindgren et al., 2004; Ponder et al., 2019).

Recentemente, os Cephalopoda vem sendo estudados quanto à possibilidade de senciência. São animais capazes de comportamentos complexos, como rastrear objetos que não podem mais ser percebidos pela visão (permanência de objeto), discriminação de quantidade, formação de conceitos, memória de curto e longo prazo e várias formas de aprendizado (Schnell & Clayton, 2021). Além disso, foi descoberta a presença de dor tônica e emocional em polvos (Crook, 2021). Segundo Birch et al., (2021), há evidências fortes para senciência em polvos, evidências intermediárias de senciência em lulas e sépias, e quase nenhuma evidência de senciência em Nautilidae (Birch et al., 2021). Ainda assim, investigações sobre como se deu a evolução da senciência em Cephalopoda permanecem prematuras e há muitas questões em aberto a esse respeito.

## **Objetivos**

### **Objetivo geral**

O objetivo geral deste projeto de iniciação científica é o de realizar uma revisão sobre o estado da literatura científica sobre senciência animal, com ênfase em aspectos comparativos em Protostomia, em especial relacionados à classe Cephalopoda (Bilateria, Mollusca).

### **Objetivos específicos**

Os objetivos específicos deste projeto são:

- Realizar um levantamento dos trabalhos fundamentais sobre senciência animal publicados nas últimas três décadas com ênfase em Cephalopoda;
- Estabelecer quais aspectos do fenômeno da senciência já foram estudados em Cephalopoda e analisar detalhadamente os resultados encontrados;

- Compilar as informações sobre caracteres morfológicos e moleculares relacionados a diferentes aspectos da senciência animal presente em grupos de animais bilaterais invertebrados (Protostomia);

## **Justificativa**

Atualmente, as discussões sobre a possibilidade de senciência animal têm alcançado maturidade científica (Browning & Birch, 2022; Mather, 2022). Na literatura especializada, têm sido cada vez maiores o número de análises sobre o compartilhamento de atributos ligados à origem e diversificação do sistema nervoso em animais bilaterais, e como isso influencia na evolução dos sistemas sensoriais, chegando até ao desenvolvimento da capacidade dos diferentes grupos de animais de terem percepções de alguma maneira conscientes do que lhes acontece e os rodeia (e.g., Feinberg & Mallatt, 2016).

Os moluscos cefalópodes compõem um grupo em que os marcadores para senciência são mais claramente identificáveis (Birch et al., 2021). No entanto, ainda é incerto como a senciência evoluiu nos animais bilaterais invertebrados (Søvik & Perry, 2016; Brown, 2020), e como ela é caracterizada (Vallortigara, 2021). Assim, há ainda um longo caminho para se compreender a evolução da senciência para além dos mamíferos, tradicionalmente considerados em estudos na área (e.g. Andrade & Santos, 2019). Projetos como o aqui apresentado têm como objetivo central pavimentar a busca de caracteres que estão envolvidos na senciência, que poderão ser utilizados futuramente em análises comparativas, permitindo uma melhor compreensão dos principais caminhos evolutivos que levaram ao aparecimento da senciência entre os metazoários.

A presente proposta de iniciação científica será desenvolvida no âmbito do projeto “*Investigating sentience and emotional states in wild octopuses*”, financiado pela Wild Animal Initiative, no Laboratório de Sistemática e Diversidade da instituição.

## **Material e métodos**

### ***Revisão bibliográfica***

Esta sessão será iniciada com uma compilação geral da literatura da senciência animal das últimas três décadas, a fim de se criar um panorama desta área de pesquisa. Como o fenômeno da senciência é multidisciplinar e requer um estudo amplo de diferentes características, para estabelecer quais aspectos da senciência são aceitos e ainda sendo explorados em Cephalopoda serão utilizadas palavras-chave que já haviam sido relatadas como envolvidas no fenômeno da

senciência para outros táxons (i.e. Lambert et al., 2022a; Lambert et al., 2022b), que serão utilizadas como guia para pesquisas em dois diferentes bancos de dados (*ScienceDirect* e *Web of Science*).

Serão registrados e tabulados todos os resultados encontrados, bem como informações adicionais como: táxon de cada pesquisa (Gênero e espécie), ano e periódico de publicação, se o estudo foi desenvolvido com animais de vida livre ou em condições de laboratório, além de outros critérios avaliados como pertinentes durante o desenvolvimento das atividades do projeto.

### ***Levantamento de dados morfológicos e moleculares***

Os atributos morfológicos relacionados à senciência serão levantados através de buscas na literatura existente, permeando diferentes caracteres dos sistemas nervosos e sensoriais. Já para os caracteres moleculares serão estudados marcadores gênicos e sequências nucleotídicas, que serão escolhidos através da compilação e do levantamento usando a ferramenta BLAST, disponível no site NCBI GenBank. Ambos os levantamentos serão realizados com base em caracteres independentes e herdáveis. Ao final, será realizada uma análise crítica dos resultados encontrados com objetivo de fomentar futuras discussões e análises filogenéticas.

### **Plano de trabalho e cronograma de atividades**

Este projeto será realizado em 12 meses com dedicação de 20 horas semanais, de acordo com o cronograma (Tabela 1).

**Tabela 1.** Cronograma de execução, com início previsto para setembro de 2022 e término em Setembro de 2023.

Mês / Atividade	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Revisão dos artigos da literatura da senciência animal												
Tabulação de todos os dados e início da redação do trabalho												
Compilação dos caracteres morfológicos relacionados à senciência												
Compilação dos caracteres moleculares relacionados à senciência												
Redação do trabalho referente												

caracteres morfológicos e moleculares												
Redação final e integrativa das duas sessões do trabalho												
Entrega da iniciação científica												

### Descrição da infraestrutura que será utilizada no projeto

O Portal de Periódicos da CAPES, biblioteca virtual que agrupa um conjunto de produções científicas internacionais, garantirá a consulta dos principais documentos sobre o tema abordado na pesquisa. Ainda, o Laboratório de Sistemática e Diversidade da UFABC (501-3, campus Santo André) conta com biblioteca com principais obras de referência de zoologia e sistemática filogenética.

Como supracitado, a pesquisa será desenvolvida no Laboratório de Sistemática e Diversidade da UFABC. O laboratório conta com infraestrutura adequada (microscopia óptica, computadores, câmera fotográfica de alta definição, material de coleta e armazenamento de espécimes) para a realização de estudos de zoologia, sistemática e biogeografia, com equipamentos adquiridos em seguidos projetos coordenados pelo orientador desta proposta, a saber: BIOTA-FAPESP, Sistemática filogenética e biogeografia de dípteros da Mata Atlântica: análise de forma, tempo e espaço com ênfase na infraordem Tabanomorpha (Diptera, Brachycera); CNPq, Morfologia, sistemática e biogeografia da infraordem Tabanomorpha (Diptera, Insecta); CNPq, Biogeografia Histórica e Estudos sobre Diversidade da infraordem Tabanomorpha (Insecta: Diptera).

### Referências Bibliográficas

- Andrade, M. P., & Santos, C. M. D. (2019). On neglected taxa: Protostomes and the evolution of myelination. *Animal Sentience*, 3(21), 18.
- Andrade, M. P., da Silva Ferreira, F., de França Pinto, T. C., Samprinha, S., Santos, D., Silva, P. K. R., ... & de Oliveira, O. M. P. (2021)A. Um Um panorama atual sobre a filogenia de Metazoa: conflitos e concordâncias. *Revista da Biologia*, 21(1), 1-13.
- Andrade, M. P., Santos, D., Bueno, G. M., & Santos, C. M. D. (2021)B. What if... Sponges Originated 890 Million Years Ago? On the Emergence of Some Precursors of Animal Sentience. *Evolutionary Biology*, 48(4), 404-406.

- Birch, J., Schnell, A. K., & Clayton, N. S. (2020). Dimensions of animal consciousness. *Trends in cognitive sciences*, 24(10), 789-801.
- Birch, J., Burn, C., Schnell, A., Browning, H., & Crump, A. (2021). Review of the Evidence of Sentience in Cephalopod Molluscs and Decapod Crustaceans.
- Browning, H., & Birch, J. (2022). Animal sentience. *Philosophy compass*, 17(5), e12822.
- Brown, C. (2020). Convergent evolution of sentience?. *Animal Sentience*, 5(29), 25.
- Crook, R. J. (2021). Behavioral and neurophysiological evidence suggests affective pain experience in octopus. *Iscience*, 24(3), 102229.
- Crump, A., Browning, H., Schnell, A., Burn, C., & Birch, J. (2022). Sentience in decapod crustaceans: a general framework and review of the evidence. *Animal Sentience*, 7(32), 1.
- Elwood, R. W. (2022). Hermit crabs, shells, and sentience. *Animal cognition*, 1-17.
- Feinberg, T. E., & Mallatt, J. M. (2016). *The ancient origins of consciousness: How the brain created experience*. MIT Press.
- Godfrey-Smith, P. (2017). The evolution of consciousness in phylogenetic context. In *The Routledge handbook of philosophy of animal minds* (pp. 216-226). Routledge.
- Harnad, S. (2016). Animal sentience: The other-minds problem. *Animal Sentience*, 1(1), 1.
- Lambert, H., Elwin, A., & D'Cruze, N. (2022)A. Frog in the Well: A Review of the Scientific Literature for Evidence of Amphibian Sentience. *Applied Animal Behaviour Science*, 105559.
- Lambert, H., Cornish, A., Elwin, A., & D'Cruze, N. (2022)B. A Kettle of Fish: A Review of the Scientific Literature for Evidence of Fish Sentience. *Animals*, 12(9), 1182.
- Lindgren, A. R., Giribet, G., & Nishiguchi, M. K. (2004). A combined approach to the phylogeny of Cephalopoda (Mollusca). *Cladistics*, 20(5), 454-486.
- Low, P., Panksepp, J., Reiss, D., Edelman, D., Van Swinderen, B., & Koch, C. (2012, July). The Cambridge declaration on consciousness. In *Francis crick memorial conference, Cambridge, England* (pp. 1-2).
- Marino, L. (2020). Sentience in all organisms with centralized nervous systems. *Animal Sentience*, 5(29), 19.
- Mather, J. (2022). Why Are Octopuses Going to Be the 'Poster Child'for Invertebrate Welfare?. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 25(1), 31-40.
- Mikhalevich, I., & Powell, R. (2020). Minds without spines: Evolutionarily inclusive animal ethics. *Animal Sentience*, 29(1).
- Ponder, W. F., Lindberg, D. R., & Ponder, J. M. (2019). *Biology and Evolution of the Mollusca*, Volume 1. CRC Press.



- Proctor, H. S., Carder, G., & Cornish, A. R. (2013). Searching for animal sentience: A systematic review of the scientific literature. *Animals*, 3(3), 882-906.
- Rosenthal, M. F., Gertler, M., Hamilton, A. D., Prasad, S., & Andrade, M. C. (2017). Taxonomic bias in animal behaviour publications. *Animal Behaviour*, 127, 83-89.
- Schnell, A. K., & Clayton, N. S. (2021). Cephalopods: ambassadors for rethinking cognition. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 564, 27-36.
- Shubin, N., Tabin, C., & Carroll, S. (2009). Deep homology and the origins of evolutionary novelty. *Nature*, 457(7231), 818-823.
- Søvik, E., & Perry, C. (2016). The evolutionary history of consciousness. *Animal Sentience*, 1(9), 19.
- Vallortigara, G. (2021). The rose and the fly. A conjecture on the origin of consciousness. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 564, 170-174.