

# O ensino teórico-prático investigativo sobre estômatos de *Lilium* sp. (Lírio) a partir de conceitos estruturantes

*Darcy Ribeiro de Castro*<sup>1\*</sup>, *Charbel N. El-Hani*<sup>2</sup>, *Robert Caetano*<sup>1</sup>, *Renata Carvalho Santana*<sup>1</sup>

## Resumo

O ensino por investigação é uma estratégia potencial para o aprendizado de estudantes em Biologia da Célula e dos Organismos porque os mantém ativos no processo educativo. Este trabalho objetiva apresentar e discutir conceitos assimilados por estudantes de Engenharia de Pesca após a realização aulas teórico-práticas investigativas sobre estômatos do *Lilium* sp. (lírio), a partir de conceitos estruturantes como organismo, estômato, fatores ambientais, transpiração, respiração, fotossíntese, crescimento, entre outros, com vistas a produzir implicações para o ensino na área. Usamos um roteiro para observação e análise investigativa das estruturas foliares dos vegetais, composto por questões mediatas e imediatas. Os registros de laboratório e sobre os conhecimentos adquiridos pelos estudantes foram feitos mediante celular digital com câmera/nota de campo e analisados à luz dos fundamentos da Biologia Vegetal. Verificamos que o ensino de conceitos estruturantes facilita a compreensão sistêmica do *Lilium* sp. pelos estudantes e um planejamento de ensino na área.

Conceitos estruturais. Conceitos funcionais. Planejamento de ensino.

## Abstract

Teaching by research is a potential strategy for student learning in Cell biology and Organisms because they keep them active in the educational process. This work aims to present and discuss the concepts assimilated by Fishing Engineering students after conducting theoretical-practical investigative classes on stomata of *Lilium* sp. (lily) from structuring concepts such as organism, stomata, environmental factors, transpiration, breathing, photosynthesis, growth, among others, with a view to producing implications for teaching in the area. We used a script for observation and investigative analysis of plant leaf structures, composed of immediate and mediated questions. The laboratory records and knowledge acquired by the students were made by digital cell phone with camera/ field note and analyzed in the light the foundations of Plant Biology. We verified that the teaching of structuring concepts facilitates the systemic understanding of *Lilium* sp. by students and teaching planning in the area.

Structural concepts. Functional concepts. Teaching planning.

<sup>1</sup>Universidade do Estado da Bahia, Xique-Xique, BA, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Salvador, BA, Brasil.

Autor correspondente:  
Darcy Ribeiro de Castro  
E-mail: dcastro@uneb.br

Artigo recebido em 22/01/2021, aceito em 20/11/2021 e disponibilizado online em 26/01/2022.

Editor responsável:  
Allisson Esdras Fernandes de Oliveira



Há uma dificuldade dos professores do Ensino Fundamental e Médio para explicar os conteúdos de Biologia da Célula e do Organismo envolvidos nas atividades práticas e para potencializar a aprendizagem dos alunos, sendo esta uma dificuldade que se estende até a universidade. Diante desta dificuldade, o trabalho de laboratório, quando realizado, geralmente é reduzido a uma simples atividade manual que cumpre o papel de ilustrar apenas a teoria ensinada em sala de aula. Para avançar no trabalho de laboratório, é interessante considerar as aulas práticas investigativas, que têm trazido bons resultados para o ensino porque, ao agregar à teoria na qual se situam os conteúdos a ser ensinados e aprendidos uma série de procedimentos práticos em sala de aula, contribuem para a aprendizagem de estudantes de diferentes níveis de formação (KRASILCHIK 2004; KRASILCHIK 2009).

Para ampliar a abordagem investigativa no ensino, os conceitos estruturantes representam um ponto de partida para o ensino, além de permitir a contextualização dos conteúdos durante o processo educativo de sala de aula. São conceitos que permitem novas conexões e explicações para conceitos não estruturantes (com conexões prévias), ou seja, o sistema de transporte para explicar sobressangue, leucócitos, nutrientes, defesa etc. (EL-HANI; CARVALHO; NUNES-NETO 2020). Assim, ao ensinar conteúdos relacionados a esses conceitos estruturantes, por exemplo, como vida, ser vivo, evolução, homeostase, função, célula e organismo, uma série de outros conceitos pode ser apropriada pelos estudantes a partir da abordagem didática dentro de uma abordagem investigativa (GAGLIARDI; GIORDAN 1986; CARRASCOSA; GIL-PÉREZ; VILCHES 2006; CASTRO et al. 2016ab).

A partir do que foi exposto acima, este trabalho tem como principal pergunta de pesquisa: é possível com o desenvolvimento de uma atividade teórico-prática investigativa envolvendo os estômatos de *Lilium sp.* (lírio) construir-se uma compreensão sistêmica sobre este organismo? Para tanto, apresentamos e discutimos os conceitos assimilados por estudantes de um curso de Engenharia de Pesca após a realização de aulas teórico-práticas investigativas sobre estômatos de *Lilium sp.* (lírio), a partir de conceitos estruturantes, com vistas a produzir implicações para o ensino na área.

Usamos nesse trabalho uma abordagem de pesquisa qualitativa, envolvendo observação estruturada participante e a busca de resposta para questões investigativas amparada no método dedutivo-indutivo (TRIVIÑOS 1987; ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER 1999)<sup>1</sup>. Trata-se de uma experiência desenvolvida com o uso de *Lilium sp.* (lírio), parte de um conjunto de 10 atividades teórico-práticas investigativas realizadas no Campus XXIV da Universidade do Estado da Bahia (UNEB),

situado na cidade de Xique-Xique em 2019. Envolveu uma turma com 26 estudantes<sup>2</sup> do curso de Engenharia de Pesca, com ingresso em 2014.1. A atividade teórico-prática investigativa teve como base uma mesma questão geradora geral ou primária, a partir da qual apresentamos as questões estruturais e funcionais secundárias do tipo mediata (reflexivas e discursivas) ou imediata (respostas diretas), como asseguram Triviños (1987) e Castro et al. (2016a). Trata-se de questões que buscam instigar os estudantes a desenvolver as tarefas propostas, bem como a compreender e a refletir sobre os resultados obtidos no estudo. São questões organizadas em espiral, que permitem uma melhor investigação sobre o objeto/fenômeno estudado, a saber: a relação entre os estômatos, o organismo e o ambiente.

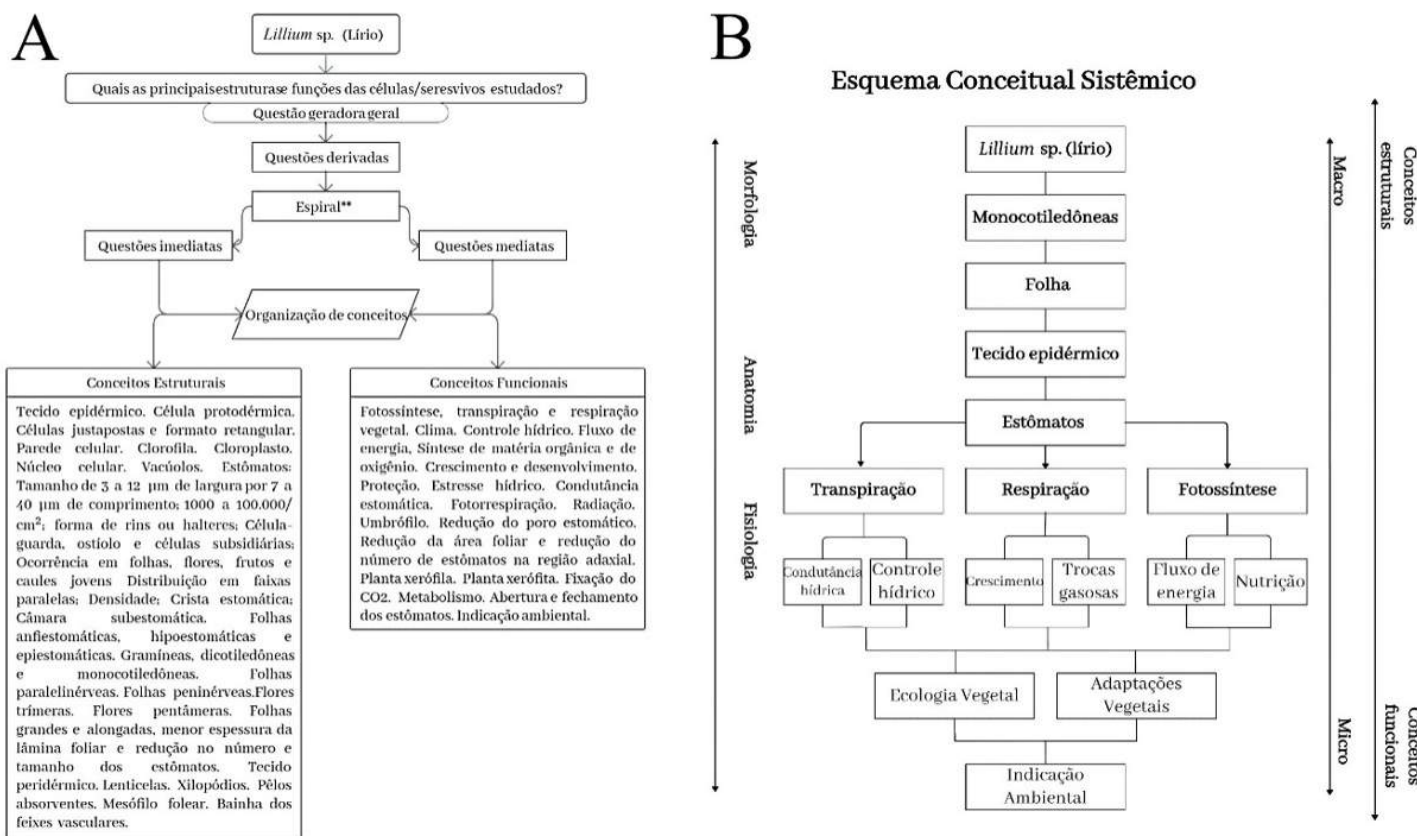
Iniciamos a organização da espiral a partir da questão geradora geral: Quais as principais estruturas e funções de *Lilium sp.* (lírio)? Como questões derivadas (início do estudo), apresentamos: Qual a origem dos estômatos?; Quais as principais características do tecido epidérmico de *Lilium sp.* (lírio)?; Quais as principais características dos estômatos de *Lilium sp.* (lírio)?; Quais fatores interferem no funcionamento dos estômatos de *Lilium sp.* (lírio); Como estes fatores interferem no funcionamento dos estômatos de *Lilium sp.* (lírio); Em que medida a caracterização acerca da dinâmica respiratória de *Lilium sp.* (lírio) pode contribuir para continuidade do estudo com outros vegetais? Explique. Como questões derivadas (durante do estudo), tivemos: Em geral, quais estruturas são responsáveis pela resistência à seca em vegetais da Caatinga; Como funcionam estas estruturas; Como ocorrem as trocas gasosas no caule de vegetais lenhosos adultos?; Como os vegetais da Caatinga evitam a perda da água por transpiração, enquanto fazem a fotossíntese?

Utilizamos um roteiro para a observação e análise investigativa das estruturas foliares dos vegetais. Os registros de laboratório foram feitos mediante celular digital com câmera/nota de campo, e das respostas elaboradas pelos estudantes para as questões investigativas, extraímos os conceitos estruturais e funcionais, sistematizando-os e discutindo-os à luz dos fundamentos da Biologia Vegetal.

Evidenciamos nesta seção o processo de organização dos conceitos estruturais e funcionais (Fig. 1A) e a sua articulação para o ensino a partir da sua sistematização conceitual (Fig. 1B).

<sup>1</sup>Essa abordagem permite a análise e a síntese das propriedades do objeto/evento de estudo (lírio) na relação entre o todo e as suas partes integrantes.

<sup>2</sup>Formamos Grupos de Trabalho (GT) com 8 trios e 1 dupla de estudantes como responsáveis pela realização de aulas teórico-práticas (10) com 3 horas de duração cada uma. A dupla foi responsável pela atividade sobre os estômatos, enquanto os trios se responsabilizaram pelas demais atividades propostas (ex: respiração e metabolismo do camarão, ovócitos de peixes etc.). As 3 aulas introdutórias foram esplanadas pelo docente responsável pelo trabalho. Cada GT teve 10 horas adicionais para estudos teóricos sobre o objeto de estudo, inclusive com treinamento em laboratório e socialização dos resultados com os colegas.



**Figura 1. A. O processo de organização de conceitos; B. Esquema Conceitual Sistêmico. \*\*A espiral curta (1 questão estrutural + 1 funcional, 2 estruturais + 1 funcional (vice-versa). Espiral mais longa (a partir de uma repetição de uma sequência de 3 questões alternadas pelo menos de uma destas tipologias. Ex: 1 estrutural e 3 funcionais). Questões imediatas (aspectos estruturais e descritivos - iniciadas pelos termos qual(is), quanto(o/a) (s), onde etc.). Mediatas (aspectos funcionais e explicativos - iniciadas pelos termos por que, como e por formas articuladas em que, o que... explique etc.). Conceito central = estrutural; Derivado = estrutural e/ou funcional (vice-versa); Estrutural + funcional = estruturante ou não estruturante.**

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).

Com base em autores como Shaefer (1979), Gagliardi e Giordan (1986) e Castro et al. (2016a), podemos identificar como conceitos estruturantes conectam variados termos relacionados à célula ao organismo vegetal, a exemplo de organismo, estômato, fatores ambientais, transpiração, respiração, fotossíntese, crescimento, entre outros. A referida conexão pode ser feita entre os conceitos estruturais, entre os funcionais e entre os estruturais e funcionais (Fig. 1A). Este é um processo de derivação conceitual em que um tipo de conceito pode contribuir para o desenvolvimento de outro mediante investigação. Castro et al. (2016a) afirmam que estes termos se refletem numa elevação no modo do pensar dos estudantes, à medida que os questionamentos formulados por eles e pelo investigador produzem novas explicações por meio da realização das atividades teórico-práticas investigativas. Tal procedimento é fundamental para a formação do pensamento sistêmico dos estudantes, que pode assim aproximar-se cada vez mais de conhecimentos aceitos pela comunidade científica, como esperado conforme objetivos do ensino de

ciências. Neste sentido, observamos que os 2 estudantes que estudaram a teoria e desenvolveram a prática sobre estômatos ampliaram mais o pensamento sistêmico do que aqueles que só participaram da socialização dos resultados.

A partir da elaboração do esquema conceitual sistêmico pelos estudantes, observa-se que há um aumento significativo na articulação dos conceitos na forma de rede (espiral de conceitos) ou esquema sistêmico (Fig. 1B). Neste sentido, os estudantes são capazes de compreender o organismo na sua totalidade, em seus aspectos externos e internos, estruturais e funcionais, micro- e macroscópicos, de suas propriedades mais simples às mais complexas, dos conceitos gerais (estruturais) para os específicos (derivados), e vice-versa, num processo de interação com o ambiente (CASTRO et al. 2016a). Essa compreensão culmina com o domínio do conceito de indicação ambiental, ou seja, o número, a densidade, a posição e a distribuição de estômatos na folha de *Lillium* sp. (lírio) sinalizam se as condições abióticas estão favoráveis a sobrevivência da espécie, além indicar seus aspectos

ecológicos e adaptativos em seu habitat.

O equilíbrio entre e conceitos estruturais e funcionais derivados do ensino por investigação e sua sistematização (Fig. 1AB) evidenciam que os processos relativos à formação de conceitos tendem a integrar-se a uma mesma base cognitiva dos estudantes de Engenharia de Pesca que desenvolveram o estudo. Com isso, acreditamos que a elaboração de conceitos a partir de questões derivadas pode sinalizar a amplitude e a importância dos conceitos estruturantes para um planejamento de ensino. Contudo, é necessário que novas atividades de ensino investigativo sejam desenvolvidas para que e possa melhor avaliar os resultados do aprendizado sistêmico de estudantes de diferentes níveis de formação.

## CONCLUSÃO

A partir do estudo sobre estômatos do *Lilium* sp. (lírio), desenvolvido no Campus XXIV da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), os estudantes construíram uma compreensão sistêmica sobre esse organismo mediante articulação de conceitos estruturantes vinculados a morfologia, a anatomia, a fisiologia e aos fatores ambientais.

Verificamos que o ensino dos conceitos estruturais associado aos funcionais, ambos como estruturantes, contribui para o desenvolvimento destes e de outros conceitos relacionados, bem como para um planejamento do ensino na área.

## REFERÊNCIAS

ALVEZ-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. 2ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

CARRASCOSA, J.; GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 23, 157, 2006.

CASTRO, D. R.; SANTOS, K. B.; SANTOS, N. P.; SANTOS, S. R. M.; AMORIM, T. S. As concepções sobre Ser Vivo/Célula dos Estudantes do 3º semestre do Curso de Engenharia de Pesca do Campus XXIV - Xique-Xique-BA. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 9(1): 301-325, 2016a.

CASTRO, D. R.; SANTOS, K. B.; SANTOS, N. P.; SANTOS, S. R. M.; AMORIM, T. S. Os conhecimentos prévios sobre ser vivo/célula dos estudantes ingressos no curso de engenharia de pesca. *Revista Ensaio*, 18(3): 73-96, 2016b.

EL-HANI, C. N.; CARVALHO, I. N.; NUNES-NETO, N. How should we select conceptual content for Biology High School Curricula? *Science & Education*, 29: 513-547, 2020.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias una herramienta para la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3): 253-258, 1986.

KRASILCHIK, M. Biología: ensinoprático. In: CALDEIRA, A. M. de A.; ARAUJO, E. S. N. N. (Orgs.). *Introdução à didática da biologia*. São Paulo: Escrituras, 2009. p. 249-258.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4ed. São Paulo: Edusp, 2004.

SHAEFER, G. Concept formation in Biology: the concept 'Growth'. *European Journal of Science Education*, 1(1): 87-101, 1979.

TRIVIÑOS, A. N. S. *Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação*. São Paulo: Atlas, 1987.