



DIÁLOGOS ENTRE FÍSICA E BIOLOGIA: TRABALHANDO O PRINCÍPIO DE PASCAL NAS AULAS DE ZOOLOGIA

Thiago Corrêa Almeida¹
Manoela Lopes Carvalho²

RESUMO

O ensino e a aprendizagem da Zoologia podem acabar se tornando entediantes e difíceis devido ao nível de abstração que aulas teóricas de Biologia exigem dos alunos. Por outro lado, a Física apresenta-se como uma ciência mais “concreta”, demandando, muitas das vezes, um grau menor de abstração, visto que certos assuntos podem ser facilmente ilustrados através de experimentos simples. Neste trabalho, destacamos o filo do reino animal Echinodermata para abordar a integração existente entre a Zoologia e a Hidrostática. Os equinodermos, como as estrelas-do-mar, por exemplo, apresentam em seu corpo um sistema hidráulico utilizado para a locomoção e captura de alimentos através de estruturas denominadas pés ambulacrários. O princípio de Pascal rege este mecanismo que é importante para o funcionamento do corpo destes animais, e sendo a Hidrostática um tema da física de fácil assimilação, pode se tornar um excelente aliado numa abordagem interdisciplinar da Zoologia. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é trazer uma proposta de ensino interdisciplinar na qual são utilizados modelos didáticos físico-biológicos dos sistemas hidráulicos destes animais para facilitar o ensino e a aprendizagem de aspectos fisiológicos da movimentação de equinodermos e de certos aracnídeos.

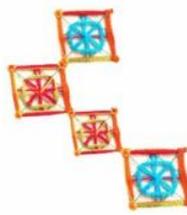
Palavras-chave: Zoologia, Sistema hidráulico, Equinodermos, Princípio de Pascal, Estrela-do-mar.

INTRODUÇÃO

A Zoologia (do grego *zoon*, animal e *logos*, estudo) é o campo da Biologia que se ocupa em estudar os aspectos relacionados ao reino Animal, como a sua morfologia, fisiologia, genética, sistemática e evolução. Através de suas diferentes metodologias de pesquisa, zoólogos oferecem dados importantes para a compreensão da diversidade animal e para o entendimento da dinâmica de um ecossistema, no tocante a cadeias e teias alimentares, por exemplo, contribuindo, assim, para a manutenção do equilíbrio ecológico. Deste modo, o ensino de zoologia é importante para que o estudante adquira, dentre outras coisas, os subsídios necessários para a formação de uma consciência ecológica.

¹ Doutor em Física pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente, é professor no Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ), thiagoca3@yahoo.com.br;

² Mestre em Ciências pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente, é professora no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), manoelacarvalho2016@gmail.com;



Aulas de zoologia são classicamente conhecidas por causar sentimentos contraditórios de amor e ódio nos alunos e até mesmo nos professores. Estudar e/ou ensinar a diversidade animal pode ser fascinante e fácil para alguns assim como pode ser difícil e entediante para outros, principalmente quando estão em questão assuntos mais complexos como a fisiologia animal. Buscar meios de diminuir a complexidade e facilitar o aprendizado – remover o aspecto aterrorizante que a zoologia pode ter – é um desafio do docente. Nossa proposta é tornar o processo de ensino/aprendizagem da Zoologia mais simples através da interdisciplinaridade entre a Física e a Biologia por meio de modelos físico-biológicos táteis. A fisiologia animal é geralmente trabalhada apenas de maneira teórica e, a abstração que a Biologia propõe, pode dificultar o entendimento da matéria. Neste contexto, através do modelo apresentado, buscamos fugir do ensino puramente teórico, apresentando aos alunos concretamente os mecanismos que ele tem contato apenas abstratamente através dos livros. O aluno, ao manusear os modelos e compreender o mecanismo físico que os rege, compreenderá melhor a estrutura do animal em questão.

Neste artigo apresentaremos uma experiência de ensino interdisciplinar utilizando um modelo físico-biológico que, através do Princípio de Pascal, representa o funcionamento dos pés ambulacrários da estrela do mar. A experiência foi aplicada em turmas do segundo ano do ensino médio da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro, de maneira a fazer um estudo comparativo de resultados de aprendizagem do conteúdo entre as turmas.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo da Zoologia compõe o quarto tema estruturador de biologia dos PCN+ para o Ensino Médio (BRASIL, 2002) “Diversidade e Vida”. Já o estudo de Hidrostática, onde se encontra o Princípio de Pascal, está incluso no primeiro tema estruturador de física, “Movimento: variações e conservações”. As diretrizes sugerem o estudo da Zoologia no segundo ano do Ensino Médio, enquanto o estudo de Hidrostática é sugerido para o primeiro ano, o que pode proporcionar ao aluno, quando entrar em contato com o modelo na aula de biologia no segundo ano, uma melhor compreensão, uma vez que já estará familiarizado com o mecanismo físico presente no mesmo. No entanto, outras configurações são possíveis, tendo cada uma delas seus pontos positivos e negativos. Por exemplo, caso o aluno não tenha



conhecimento do princípio físico, pode ser instigado a realizar investigações a fim de compreender o fenômeno, chegando então a importantes descobertas, como apontam os PCN+:

As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes. (BRASIL, 2002 p.52).

Zoologia e hidrostática

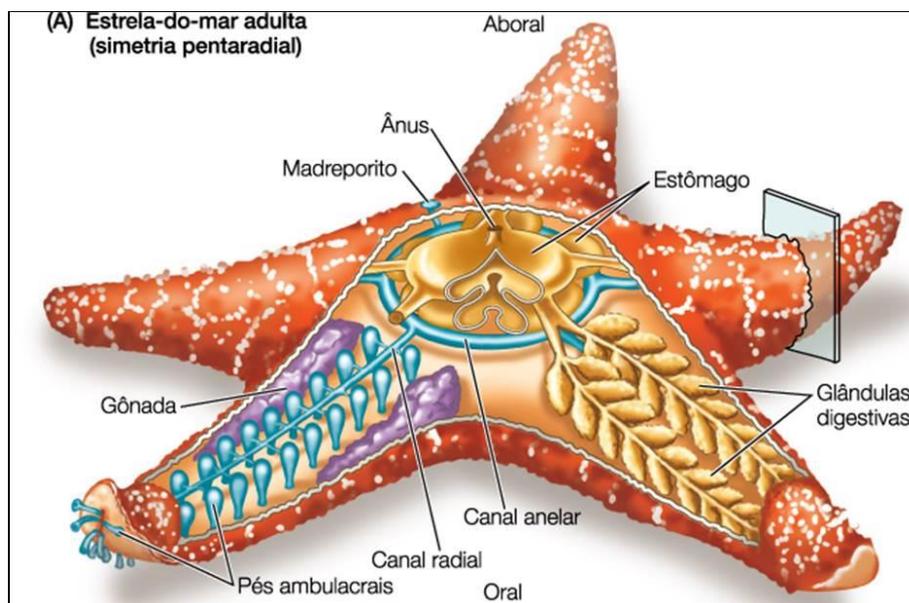
- Echinodermatas

De todo o reino animal, o filo Echinodermata (do grego echin, coberto de espinhos e derma, pele) é um dos que exhibe representantes mais facilmente identificáveis. São animais exclusivamente marinhos e, como exemplos de equinodermos de diferentes classes, pode-se citar os ouriços do mar (classe Echinoidea), os lírios-do-mar (classe Crinoidea), os pepinos-do-mar (classe Holothuroidea), as estrelas-serpentes (classe Ophiuroidea) e as famosas estrelas-do-mar (classe Asteroidea) (RUPPERT et al., 1996)

Analisando as características corporais destes animais, observa-se a presença de uma delgada epiderme recobrando um endoesqueleto formado por finas placas calcárias. Geralmente, este endoesqueleto forma projeções pontiagudas e espinhos. Além da simetria pentarradial na fase adulta, o sistema vascular aquífero é uma característica exclusiva do filo dos equinodermos. Este sistema, ilustrado na Figura 1, consiste em uma rede de canais hidráulicos que se ramificam em extensões denominadas pés ambulacrários cuja função é promover a locomoção e a captura de presas. O sistema vascular hidráulico funciona da seguinte maneira: a água entra pelo madreporito, uma placa com perfurações, e, a partir daí, passa por um canal calcificado e chega até um canal anelar que circunda o esôfago. Deste canal radicular irradiam outros canais que se estendem pelo corpo do animal, como, por exemplo, nos braços das estrelas-do-mar, e conectam-se aos pés ambulacrários que são empregados de diferentes maneiras na movimentação e captura de presas.



Figura 1 – Vista dorsal de uma estrela-do-mar apresentando os canais radiais e os pés ambulacrários do sistema vascular de água.



Fonte: (REECE; URRY, 2015)

- Hidrostática: Princípio de Pascal

A Hidrostática é o campo da física que se dedica ao estudo dos fluidos em equilíbrio (estáticos). As primeiras contribuições ao tema remontam à Grécia Antiga com Arquimedes, que contribuiu através da compreensão do fenômeno da flutuação de corpos pesados em líquidos. Grandes contribuições também ocorreram nos séculos XVI e XVII, com Simon Stevin e Blaise Pascal, respectivamente. Suas contribuições nos elucidaram questões acerca da pressão atmosférica, da pressão no interior de fluidos e da transmissão de pressão através dos mesmos (HEWITT, 2015). Talvez por estarmos cotidianamente em contato com fenômenos abarcados pela hidrostática, seja na flutuação de um navio ou no apertar de um tubo de creme dental, este campo da física é de fácil compreensão e assimilação para os estudantes. No entanto, dialogar com os alunos apenas a física sem entrar em contato com outras áreas diversas, deixa de lado a possibilidade de enriquecer o processo de ensino aprendizagem potencializando as competências almejadas. Como podemos ver nos PCN+ no que tange o ensino de física:

No entanto, as competências para lidar com o mundo físico não têm qualquer significado quando trabalhadas de forma isolada. Competências em Física para a vida se constroem em um presente contextualizado, em articulação com competências de outras áreas, impregnadas de outros conhecimentos. (BRASIL, 2002, p.59)



Desta forma, o ensino de hidrostática aliado ao ensino de zoologia colabora para a construção de um ensino de competências para a vida, um ensino significativo.

A falta de exemplares biológicos e de infraestrutura laboratorial na maior parte das instituições de ensino faz com que a ocorrência de aulas práticas seja rara. Neste cenário de dificuldades, pesquisadores de ensino de ciências trabalham criando modelos didáticos que possibilitem aos professores proporcionarem aos seus alunos a experiência de vivenciar aulas práticas de biologia (MATOS et al., 2009).

Já foi inclusive demonstrado que a confecção de modelos biológicos utilizando materiais de baixo custo e facilmente encontrados no dia a dia possibilita um processo de ensino-aprendizagem mais interessante para os alunos (SOUZA et al., 2008).

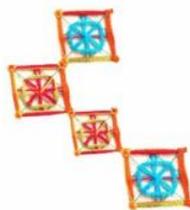
METODOLOGIA

Para a realização da experiência de ensino interdisciplinar proposta selecionamos três turmas do segundo ano do ensino médio de uma escola da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro. Para fins de análise de esquematização da pesquisa as turmas foram denominadas A, B e C. As turmas A e B foram submetidas à experiência interdisciplinar enquanto a turma C foi submetida ao plano de aula tradicional de ensino de biologia. Ao final as três turmas responderam a um questionário diagnóstico de aprendizado de conteúdo. Todas as turmas já haviam tido contato com o a hidrostática no ano anterior.

- Construção do modelo físico-biológico – Representação do sistema vascular hidráulico dos equinodermos (estrela-do-mar)

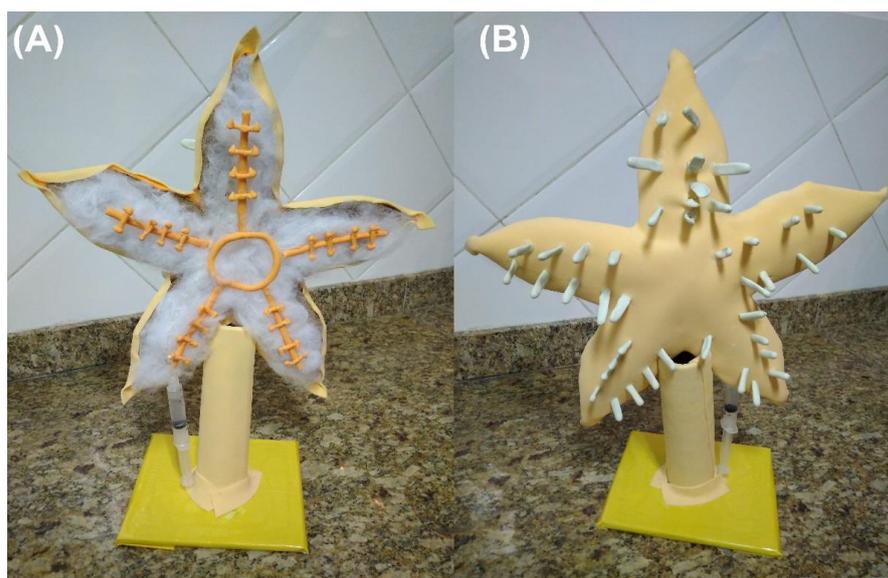
O modelo foi confeccionado utilizando os seguintes materiais: massa de biscoito, mangueiras finas de plástico flexível (equipo hospitalar), bexigas de festa do tipo canudo, plumante de fibra siliconada e seringas hospitalares, tinta relevo e E.V.A. O custo de aquisição dos materiais ficou na faixa dos cinquenta reais.

Para a confecção da parte anatômica externa da estrela-do-mar foi utilizada folha de E.V.A. A folha foi cortada no formato de estrela-do-mar e foi feito um preenchimento interno utilizando cola, fixando o plumante ao “corpo” de E.V.A. Na parte externa foram coladas então pontas da bexiga de festa tipo canudo, representando os pés ambulacrais. Apenas quatro pés do modelo são de fato funcionais, estes estão conectados à mangueira plástica, que foi ocultada



em meio ao plumante, com a seringa na outra extremidade. A estrutura interna que representa o sistema vascular hidráulica foi modelada em massa de biscoito, com secagem de 48 horas. Finalizada a estrutura, afixamos no corpo do modelo. Para suporte utilizamos um rolo de papelão rígido e um pedaço de madeira. Na Figura 2 é possível observar na parte (A) a estrutura “interna” da estrela do mar, com a seringa pendendo na parte inferior esquerda. Na parte (B) observamos a estrutura “externa” da estrela-do-mar.

Figura 2: Estrutura do modelo físico-biológico de estrela-do-mar



Fonte: Elaborada pelos autores

- Princípio de Pascal

O princípio de Pascal, dado por Blaise Pascal, nos diz que a mudança de pressão em qualquer ponto de um fluido confinado e incompressível é transmitida igualmente ao longo de todo o fluido. Desta forma, ao pressionarmos a seringa, acoplada ao sistema que se liga às representações de pés ambulacrários, cheios de água, estaremos realizando pressão no fluido, e a mesma se transmitirá até os pés, inflando-os. Se puxarmos a seringa, estaremos diminuindo a pressão, que também será transmitida, relaxando os pés. Desta forma, através do movimento contínuo e coordenado de aumento e diminuição de pressão, temos o movimento dos pés. Na Figura 3 é possível ver na parte (A) os pés em estado de relaxamento, ao puxarmos a seringa, e no lado (B) os pés em estado inflado, ao pressionarmos a seringa.

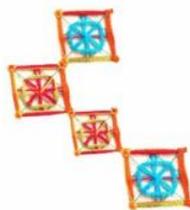
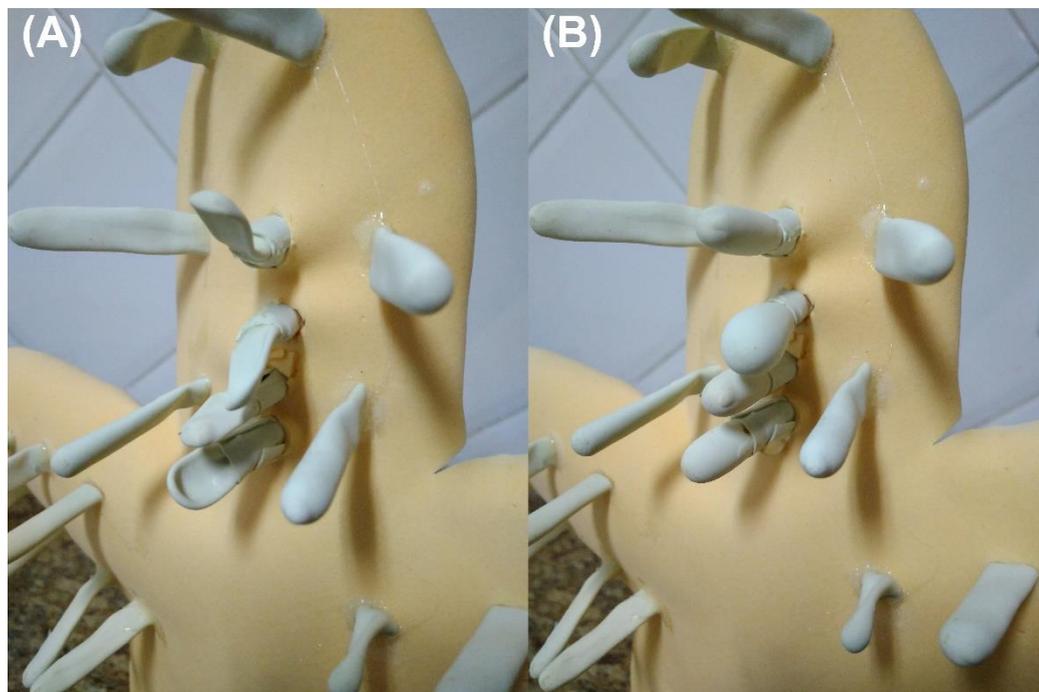


Figura 3: Aplicação do princípio de Pascal para entendimento do funcionamento do sistema hidrovascular da estrela-do-mar



Fonte: Elaborada pelos autores

- Execução do projeto:

Turmas A e B:

Em uma aula de 100 minutos seguiu-se o seguinte plano de aula: 10 minutos de demonstração do modelo físico-biológico; 40 minutos de aula teórico-expositiva sobre o filo Echinodermata com ênfase na estrela-do-mar; 20 minutos de aula sobre os conceitos físicos de hidrostática utilizando o modelo confeccionado; 10 minutos de dúvidas; 20 minutos para responder ao questionário diagnóstico (ANEXO I).

Turma C:

Em uma aula de 100 minutos, seguiu-se o seguinte plano de aula: 50 minutos de aula teórico-expositiva sobre o filo Echinodermata com ênfase na estrela-do-mar; 20 minutos de dúvidas; 30 minutos para responder ao questionário diagnóstico (ANEXO I).

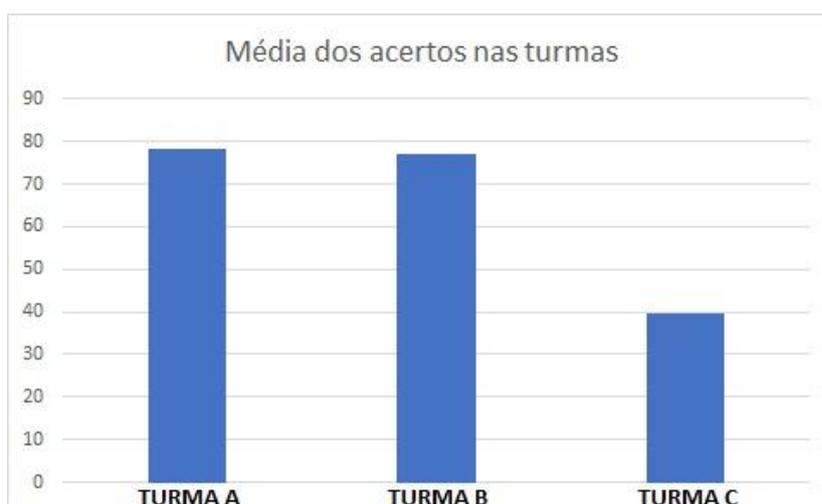
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nossos resultados mostram que uma abordagem interdisciplinar da zoologia utilizando a física como fator facilitador e motivador foi bastante positiva para o aprendizado dos alunos.



A análise da média de acertos das questões propostas mostrou um melhor resultado nas turmas A e B. Obtivemos média de 91% de acertos na turma A e de 83% na turma B. Já na turma C, que foi submetida a uma aula expositiva de zoologia sem o fator interdisciplinar e sem a utilização de modelo biológico, obtivemos uma média de 56% de acertos, conforme apresentado na Figura 4 .

Figura 4 – Gráfico de média de acertos nas turmas



Fonte: Elaborada pelos autores

De acordo com a Figura 5, que nos mostra o percentual de acertos em cada questão, podemos observar que na maioria delas a disparidade do percentual entre as turmas é bem alta, chegando a uma diferença máxima de 72% entre as turmas B e C na questão 1. Podemos concluir que essa maior disparidade na questão 1 se deve ao fato de ser uma questão bastante relacionada ao modelo físico-biológico apresentado, tendo a experiência didática alto impacto no percentual de acerto nestas turmas. A questão 2, por ser de maior simplicidade, apresentou percentual de acerto semelhante entre as turmas. A questão 4 se mostrou como a mais difícil, mas mesmo nesta questão podemos ver o impacto positivo da experiência interdisciplinar e do modelo físico-biológico

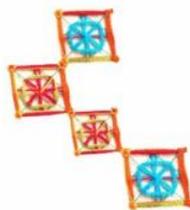


Figura 5 – Quadro do percentual de acertos por questão em cada turma

	Percentual de acertos (%)		
	TURMA A	TURMA B	TURMA C
Q1	85	92	20
Q2	63	54	61
Q3	92	87	44
Q4	55	67	22
Q5	84	80	34
Q6	91	83	56

Fonte: Elaborada pelos autores

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Realizamos uma experiência de ensino interdisciplinar aliando física e biologia, com uso de um modelo físico-biológico construído com materiais de baixo custo. Observamos que o *diálogo* entre as duas disciplinas rende bons frutos, contribuindo para o aprendizado significativo dos estudantes. A experiência torna a aula menos maçante e mais participativa, com maior atenção dos estudantes e mais troca entre os mesmos. Além disso, a utilização de modelos em sala de aula, ou até mesmo, quando possível, sua confecção na própria sala de aula junto com os estudantes, permite uma experiência de atividade experimental em locais onde não há a estrutura do laboratório didático.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **parâmetros curriculares nacionais** -. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=parâmetros+curriculares+nacionais&oq=parâ>. Acesso em: 30 set. 2020.

HEWITT, P. Física Conceitual. 2015.

MATOS, C. H. C. et al. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 19–23, 2009.

REECE, J.; URRY, L. **Campbell biology**. [s.l.: s.n.].

RUPPERT, E. et al. **Zoologia dos invertebrados, 6ª edição**. [s.l.: s.n.].

SOUZA, D. et al. Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito pirâmide ecológica: um subsídio a educação científica e ambiental. 2008.



ANEXO 1

Questionário:

- 1- Explique o funcionamento dos pés ambulacrários das estrelas-do-mar.
- 2- Cite duas classes deste filo?
- 3- Indique as principais características do filo Echinodermata.
- 4- Equinodermos e cordados são estreitamente relacionados e evoluíram independentemente por mais de 500 milhões de anos. Explique porque essas afirmações estão corretas.
- 5- Escolha uma classe e detalhe suas características principais.
- 6- Qual é a função do sistema vascular aquífero nesses animais?