

INOVAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA: O DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO UTILIZANDO MODELOS SINTÉTICOS DE VEGETAIS PARA AS AULAS DE BOTÂNICA

DANIEL MANZONI-DE-ALMEIDA^{1,2}; ALLAN CARLOS PSCHIEDT^{1,3};
CAROLINA BRANDÃO COELHO^{1,3}

Resumo

Na atualidade o desenvolvimento de sequências didáticas utilizando materiais alternativos para as aulas de Biologia pode ser considerado um movimento de inovação no ensino. Aqui, desenvolvemos uma sequência de ensino por investigação em botânica para as aulas no ensino superior do curso de Ciências Biológicas utilizando modelos sintéticos de estrutura e função de vegetais, produzidos pelos próprios estudantes, que pode possibilitar a mobilização de importantes práticas e engajamento científico dos estudantes da graduação.

Abstract

The development of inquiry-based learning sequence using alternative materials for Biology classes can be considered a movement of innovation in teaching. Here, we have developed a botanic inquiry-based learning sequence for the higher education classes of the Biological Sciences course using synthetic models of plant structure and function, produced by the students themselves, which can enable the mobilization of important practices and scientific engagement of the student's graduation.

O ensino de Biologia necessita de uma íntima relação entre os conhecimentos teóricos e os práticos. Este movimento é dado dentro das aulas práticas em laboratório ou em atividades práticas que proporcionem e mobilizem características da linguagem, das ações do universo da ciência de forma que os

¹Docente da Escola de Ciências da Saúde do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU). Contato: daniel.almeida@fmu.br

²Grupo de Pesquisa em Ensino & Ciências, Escola de Ciências da Saúde do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU)

³Grupo de Pesquisa Estudo da Biodiversidade e Conservação do Meio Ambiente, Escola de Ciências da Saúde do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU)

estudantes possam vivenciar os meandros da investigação científica, na manipulação de objetos de laboratório, a observação de estruturas, fisiologia e comportamento de seres vivos, a análise de dados, a enunciação de teorias e conceitos científicos em biologia. Ou seja, aprender em uma aula de ciência não está restrito apenas em memorizar conceitos, mas é necessário atender outros objetivos do aprender ciência, como por exemplo, sobre os percursos metodológicos do fazer ciência, o entendimento de como a ciência é feita e como o conhecimento científico está intimamente articulado com as questões do cotidiano e da sociedade em que vivemos.

As articulações de todos esses objetivos nas aulas de ciências contemplam a alfabetização científica, ou seja, o conjunto de ferramentas linguísticas, culturais que compõem as habilidades e competências do sujeito para análise, interpretação e participação no cotidiano no exercício de sua cidadania.

A Botânica é a uma área das ciências biológicas que estuda os seres vivos compreendidos como vegetais (plantas com sementes, plantas sem sementes), algas e outros organismos fotossintetizantes e fungos e está inserida, compreendida em diferentes unidades curriculares que totalizam elevada carga horária, na grade curricular do curso superior de Ciências Biológicas para formação de biólogos pesquisadores, profissionais da biologia ou na formação de professores nesta área. Assim como outras áreas das ciências biológicas, em decorrência das questões atuais relacionadas a ecologia e o meio ambiente, os conhecimentos científicos de botânica tem crescido e ganhado importância cada vez maior na atuação de futuros profissionais na sua forma tradicional com a sistemática dos grandes grupos e, também, na sua interface com a biotecnologia, saúde e produção, além da inserção de tais conhecimentos na sociedade, por exemplo, a botânica econômica e o paisagismo. Dessa forma, conceitos básicos envolvendo estruturas e funções dos vegetais são necessários a formação de um biólogo para a atualidade. Entretanto, estudos tem mostrado que na sociedade ocidental a botânica tem sido considerada um tema enfadonho e ultrapassado, culminando na formulação do conceito de “cegueira botânica” por Wandersee & Schussler (2002), ou seja, a incapacidade e dificuldades de reconhecer a importância dos vegetais na natureza e considerar os vegetais como seres inferiores em uma hierarquização da importância dos seres vivos na

natureza. Estes aspectos causam uma invisibilidade em termos de aderência, do engajamento e interesse dos estudantes e professores de biologia pelos conhecimentos sobre os vegetais, em detrimento a outras partes da biologia, o que reflete no ensino, aprendizagem do tema nas aulas de ciências e biologia. A explicação proposta para esta condição de “cegueira” é que ela parece estar associada a uma questão inerente ao ser humano de reconhecer e perceber apenas outros seres vivos na natureza, os animais por exemplo, mas não os vegetais os relegando como apenas parte do cenário natural (SALATINO & BUCKERIDGE, 2016).

O Brasil sempre foi considerado uma das regiões de maior biodiversidade de plantas no globo, lar de um grande número de espécies vegetais, muitas delas endêmicas. O país abriga 2 *hotspots* entre os 34 reconhecidos para o mundo (MITTERMEIER et al., 2004), localizados em na Amazônia e na Mata Atlântica, biomas de grande importância e riqueza.

Esta riqueza é demonstrada nos resultados do *Brazilian Flora Group* (BFG) (2015) que apresenta 32.109 espécies de plantas com sementes nativas, das quais 17.632 são endêmicas. Não é solicitado ao futuro biólogo o conhecimento acerca de cada uma dessas espécies, mas compreender a importância delas para os processos ecológicos e manutenção do clima, seu potencial econômico na descoberta de novos fármacos ou produtos para a indústria da biotecnologia, ou ainda reconhecer e diferenciar as principais famílias e a importância de cada uma para os biomas em que ocorrem, por exemplo.

De modo geral, estudantes que ingressam no curso de Ciências Biológicas chegam com um conhecimento adequado sobre os principais grupos de animais, processos genéticos e fisiológicos humanos, argumentativos quanto aos ciclos ecológicos, mas carecem de um conhecimento maduro em botânica. Assim, como podemos unir o exercício da prática científica e o aprendizado desses conceitos básicos em botânica, possibilitando o interesse em botânica, com o objetivo de desenvolver as competências e habilidades necessárias na formação de um futuro profissional da biologia?

Em meados da segunda metade do século XX, com todas as mudanças políticas, sociais e econômicas às quais o ocidente foi submetido pós-guerras mundiais, o campo educacional não ficou isento dessas mudanças de

perspectivas, passando a adotar o princípio de que a formação de novos sujeitos para atuarem no mundo e exercendo sua cidadania precisam ser autônomos da construção ativa dos seus próprios saberes.

Nesta vertente, a aprendizagem ativa, que deságua no conjunto de metodologias ativas de ensino, está em discussão como as maneiras de ensino, em diversas áreas do conhecimento, que pode possibilitar esta importante passagem da figura tradicional de ensino do professor, agora como um mediador, e de um aluno não mais passivo em receber o conhecimento, mas ativo e autônomo na participação e construção de seres saberes.

No ensino das ciências naturais, uma dessas estratégias de ensino, utilizado em diversas áreas do conhecimento, que proporciona a vivência da cultura científica é o ensino por investigação.

Esta modalidade de ensino, nascida nos EUA e que pode receber diversas nomeações, tem como objetivo proporcionar o trabalho pedagógico com a aproximação dos estudantes na cultura científica, ou seja, com o trabalho do engajamento de estudantes na identificação de problemas, mobilização de pergunta científica, busca e levantamento de dados para responder e resolver a problemática e a construção de explicações, interpretações e conclusões dos fenômenos naturais observados promovendo a alfabetização científica (Trivelato & Tonidandel, 2015)

Aqui reunimos nossas experiências profissionais, em pesquisa em educação científica e pesquisa básica em botânica, com o objetivo de construir um produto de inovação específico em educação científica para as aulas de botânica buscando articular, em uma aula-atividade, o ensino por investigação e o uso de modelos sintéticos de estrutura e função vegetal com o objetivo de propor um engajamento na formação de professores e estudantes com os conteúdos de botânica nas aulas de biologia.

A sequência didática de estrutura e função vegetal é dividida em três partes com duração de 60 minutos cada (**Tabela 1**). A primeira parte consiste de uma apresentação, por meio do método de aula expositiva-dialogada, dos principais conceitos da temática da aula com o objetivo que os estudantes possam conhecer a morfologia externa e interna dos órgãos que constituem a raiz, o caule e folhas e, posteriormente, possam ser engajados em uma problemática relacionada ao tema.

A segunda e a terceira parte da sequência consistem na investigação e busca da resposta da resposta à pergunta científica realizada. Para execução dessas fases optamos por realizar uma estrutura de ensino por investigação do nível de verificação como exposto por Tonidandel (2013) a partir da adaptação de Blanchard e colaboradores (2012), ou seja, o problema e a questão investigativa, os métodos de investigação e coleta de dados e a interpretação dos dados são fornecidos e construídos pelo professor, desta forma contemplando o objetivo central da atividade que é o uso dos modelos sintéticos, no processo de construção dos conceitos científicos e biológicos em botânica e alfabetização científica na aquisição de competências e habilidades em ciência pelo ensino por investigação.

Detalhadamente, a atividade didática investigativa foi desenhada com base em Bybee (2006) que divide a sequência em cinco fases investigativas: 1) o engajamento; 2) exploração; 3) explicação; 4) elaboração; e 5) avaliação.

A primeira fase do engajamento é reservada ao momento em que o problema científico é exposto aos estudantes e estimulado a se envolver no problema, com a elaboração própria ou com auxílio do professor, de uma pergunta científica que será investigada pelos estudantes.

Na segunda fase, os estudantes são convidados à variedade de métodos, maneiras de coleta, de análises, organização e descrição dos dados do objeto investigado, ou seja, é neste momento que podem desenvolver discutir em desenvolver metodologias, os caminhos e as formas que irão conduzir o processo de resposta à pergunta motivada.

A terceira fase concentra o momento que os estudantes, em conjunto ou individualmente, realizam o exercício de comparar, relacionar os dados encontrados da exploração do objeto na fase anterior com o conhecimento sobre o tema científico alvo de estudo na aula, ou seja, é o momento que oportuniza o estudante a mobilizar conhecimentos teóricos, conceitos biológicos, teorias científicas para explicar os resultados obtidos e analisados.

Na quarta fase, os estudantes são estimulados a preparar um material, em formato escrito ou oral, para apresentação e discussão coletiva com os demais colegas de turma, é um momento de comunicação com os colegas, os pares dos achados científicos. Na última fase, a avaliação, pode ser usada pelo professor como o momento de avaliar os objetivos de aprendizagem propostas,

a aquisição de competências e habilidades desenvolvidas e adquiridas pelos estudantes ao realizarem a sequência didática.

Para a primeira fase da nossa sequência didática é destinada a apresentação das estruturas básicas dos órgãos vegetativos (parte externa e interna) dos vegetais em uma aula expositiva-dialogada de aproximadamente trinta minutos. Os outros trinta minutos são destinados a apresentação da situação problema a seguir, e as perguntas científicas para o engajamento da investigação:

“Em um passeio por um parque com diversidade vegetal enorme pouco conseguimos observar atentamente a diversidade das estruturas das plantas como folhas, caules e raízes; ou até mesmo observar processos fisiológicos mais complexos dos vegetais, pois há uma variedade grande de espécies e que não estão identificadas dificultando a observação mais detalhada. Imagine que você tenha a possibilidade de coletar e observar uma amostra de uma espécie de Pteridófita, de uma espécie de Briófito e processos de germinação de Monocotiledônea e Eudicotiledônea. *Há diferenças e semelhanças nas estruturas externas e internas dos órgãos? Há diferenças e semelhanças nos processos de germinação desses vegetais?*”.

Etapas da sequência didática	Temas	Metodologia	Objetivos de aprendizagem dos conhecimentos biológicos	Competências e habilidades no ensino por investigação
1	Estrutura e função da raiz, caule e folhas.	Aula expositiva dialogada	Conhecer a morfologia externa e interna dos órgãos que constituem a raiz, o caule e folhas.	Conhecer o problema e <i>engajamento</i> na pergunta de investigação
2		Investigação por meio do uso dos modelos sintéticos	Esquematizar as estruturas e funções da raiz, caule e folhas.	<i>Explorar e explicar</i> de dados por meio dos modelos sintéticos sobre a estrutura e função da raiz, caule e folhas;
3			Identificar a relação entre as células, tecidos e órgãos com a fisiologia dessas estruturas.	<i>Elaborar e avaliar</i> os entendimentos da investigação, oportunidade de dividir com colegas e professor, de forma escrita ou oral, os achados da etapa anterior.

Tabela 1. Organização da sequência didática investigativa em botânica.

Na segunda fase, a exploração do objeto de ser realizada com o uso dos modelos sintéticos desenvolvidos por nós e um grupo de estudantes do curso de graduação em Ciências Biológicas, baseado nas imagens obtidas do livro clássico “Biologia vegetal” de Peter H. Raven (2014), utilizando materiais como porcelana fria, material de PVC, isopor, madeira e plástico que simulam as estruturas de uma pteridófita ressaltando mostrando esporófito completo com rizoma, fronde, suas partes e gametófito; Cilindro Vascular de crescimento primário e secundário; modelo de Briófito, semente de Monocotiledônea-milho e eudicotiledônea-feijão e mesófilo foliar; e o modelo de estágios de germinação de monocotiledônea-milho e eudicotiledônea-feijão.

Os modelos e as imagens foram gentilmente cedidas e o uso autorizado pelos grupos de estudantes que os produziram. Nesta fase, os estudantes ou grupos de estudantes podem responder a três questões que estimulam a mobilização de práticas epistêmicas, ou seja, o conjunto de práticas específicas do universo científico, realizadas por cientistas que estão envolvidas na produção, comunicação, avaliação e legitimação da construção do conhecimento em ciências, por exemplo de descrever, comparar, analisar, definir, concluir e argumentar que são captadas, analisadas e caracterizadas em diversos estudos utilizando sequências didáticas investigativas em biologia sugerindo importantes indicadores do processo de desenvolvimento da alfabetização científica pelos estudantes nas aulas de ciências e biologia (Sandoval 2005, Sandoval e Morrison 2003, Kelly e Duschl 2002, Kelly 2005, Jiménez-Aleixandre et al. 2008; e Kelly & Licona, 2017).

Aqui perguntas sugeridas para a atividade são baseada nos estudos prévios de Manzoni-de-Almeida & Trivelato (2015), que sugerem uma tríade estruturada de três etapas, com comandos confeccionadas baseadas no layout da argumentação proposta por Toulmin (2010) e adaptada as atividade de ensino de ciências (Sá e colaboradores, 2014), como comandos **1) definir, descrever e comparar as estruturas observadas nos modelo fornecidos; 2) utilizar conhecimentos de biologia, em especial de botânica, para explicar as estruturas observadas; 3) Após observar e analisar as estruturas fornecidas como podemos concluir a investigação?**

A estrutura da disposição destas comandos mostrou mobilização de práticas epistêmicas, construção de argumentos escritos e operações epistêmicas pelos estudantes ao realizarem uma atividade investigativa em biologia, na disciplina de Imunologia, nos cursos de ciências biológicas e da saúde (Manzoni-de-Almeida, Marzin & Trivelato (2016) e Manzoni-de-Almeida

(2016).

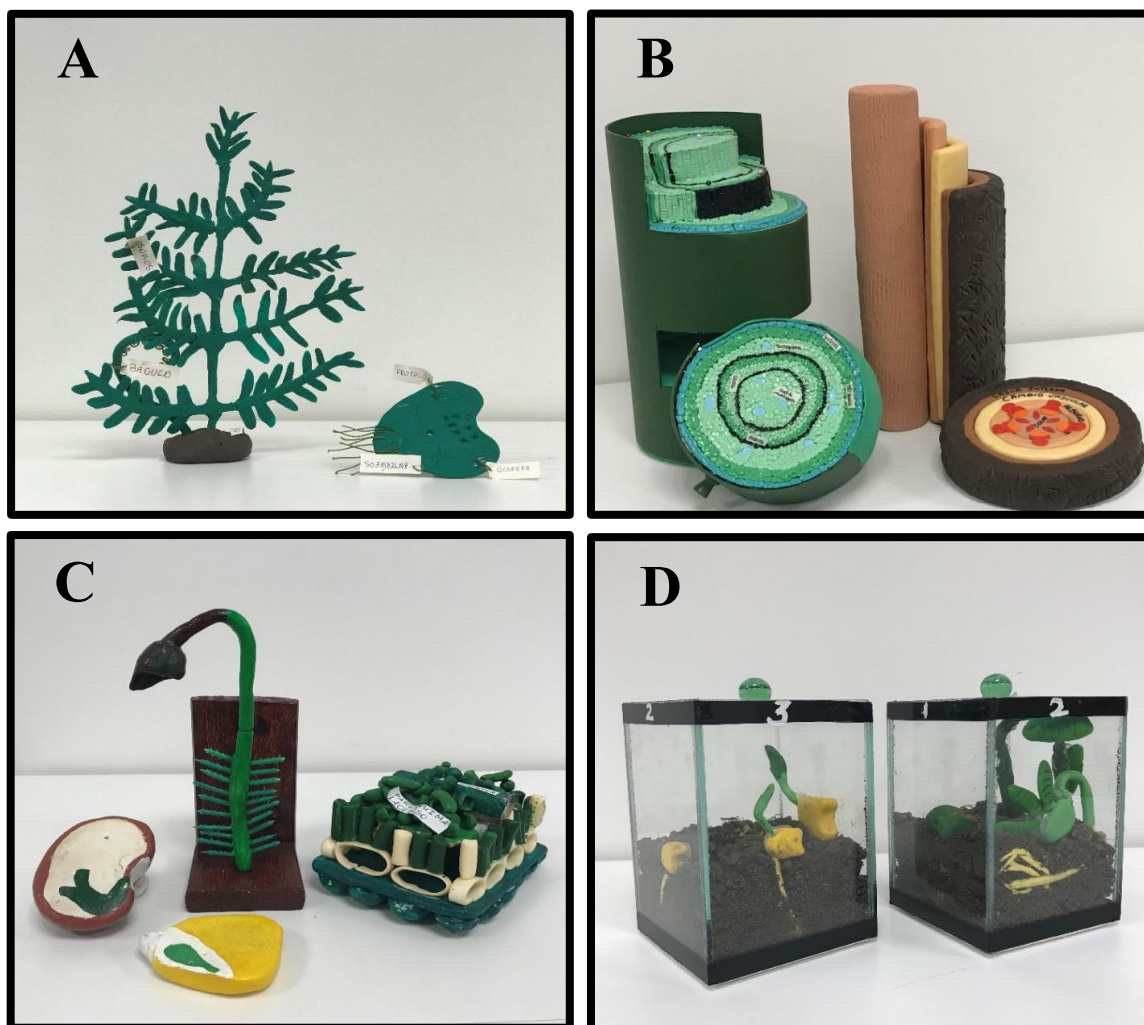


Figura 1. Modelos sintéticos de botânica. A. Modelo de Pteridófito mostrando esporófito completo (maior) com rizoma, fronde e suas partes, e gametófito (menor) [em porcelana fria]; B. Modelo de Cilindro Vascular de crescimento primário (verde) e secundário (marrom) com partes removíveis [em porcelana fria, PVC e isopor]; C. Modelo de Briófito (verde ao centro), Semente de Monocotiledônea-milho (amarelo) e Eudicotiledônea-feijão (marrom) e Mesófilo foliar (verde) [em porcelana fria, madeira e plástico]; D. Modelo de estágios de germinação de Monocotiledônea-milho (primeiro) e Eudicotiledônea-feijão (segundo) [em vidro, porcelana fria e terra estéril].

Em paralelo a construção da nossa sequência didática investigativa, realizamos uma aplicação de validação dos modelos sintéticos em uma aula de botânica para o ensino superior com o objetivo de perceber a adesão, interação e engajamento dos estudantes com o uso dos modelos sintéticos nas aulas de

Botânica, visto que, relatos e da nossa experiência cotidiana em sala de aula com o uso de modelos sintéticos em outras aulas de biologia, por exemplo anatomia e fisiologia humana, percebemos um “primeiro estranhamento” dos estudantes na manipulação dos modelos sintéticos em comparação as peças obtidas de partes dos seres vivos.

Ainda com o objetivo de potencializar a adesão e socialização dos estudantes no uso das peças sintéticas, em uma primeira aula sob a mediação do professor, grupos de estudantes foram engajados na produção das peças sintéticas utilizando material de baixo custo, e estimulados a compartilha-las com os colegas.

Estes modelos sintéticos das estruturas vegetais foram construídos por um grupo de estudantes em uma aula de botânica e utilizados em outra aula, da mesma disciplina, por estudantes para o curso de ciências biológicas (**Figura 1**). Para fazer essa análise, um questionário na escala Likert foi construindo e aplicado aos grupos de alunos com o objetivo de captar a aderência dos estudantes ao uso de modelo sintético nas aulas de Botânica.

O questionário contém quatro questões que avaliam resumidamente a satisfação e engajamento dos estudantes com o uso dos modelos sintéticos¹. Os resultados das análises dos questionários aplicados após os estudantes que utilizarem os modelos sintéticos nas aulas de botânica do curso de ciências biológicas mostraram que grande parte dos estudantes da turma se mostraram satisfeitos e que gostariam de utilizar modelos sintéticos nas aulas como forma ou parte metodológica do ensino de biologia (**Figura 2**). Estes dados corroboram os achados nas aulas de Biologia quando utilizaram modelos sintéticos e proporcionam o engajamento dos estudantes no uso desse material para construção dos saberes (Orlando, 2009; Guimarães et al., 2016).

¹ O questionário é composto por quatro questões e cinco possibilidades de alternativas como respostas. A primeira questão avalia a satisfação dos estudantes ao usarem os modelos sintéticos (Fiquei satisfeito(a) com o uso do modelo?); a segunda questão proporciona o estudante a dimensionar a importância do material utilizado (O uso do modelo ajudou a melhorar o meu conhecimento/aprendizado?); a terceira questão proporciona a avaliação da participação do estudante (Gostaria de participar de mais atividades utilizando essa metodologia utilizando o modelo?); a quarta questão instiga o estudante a avaliar a sua motivação no uso dos modelos (A atividade utilizando o modelo na proposta me deixou mais motivado a aprender?). As cinco alternativas de respostas foram: insatisfeito, pouco satisfeito, indiferente, satisfeito e muito satisfeito.

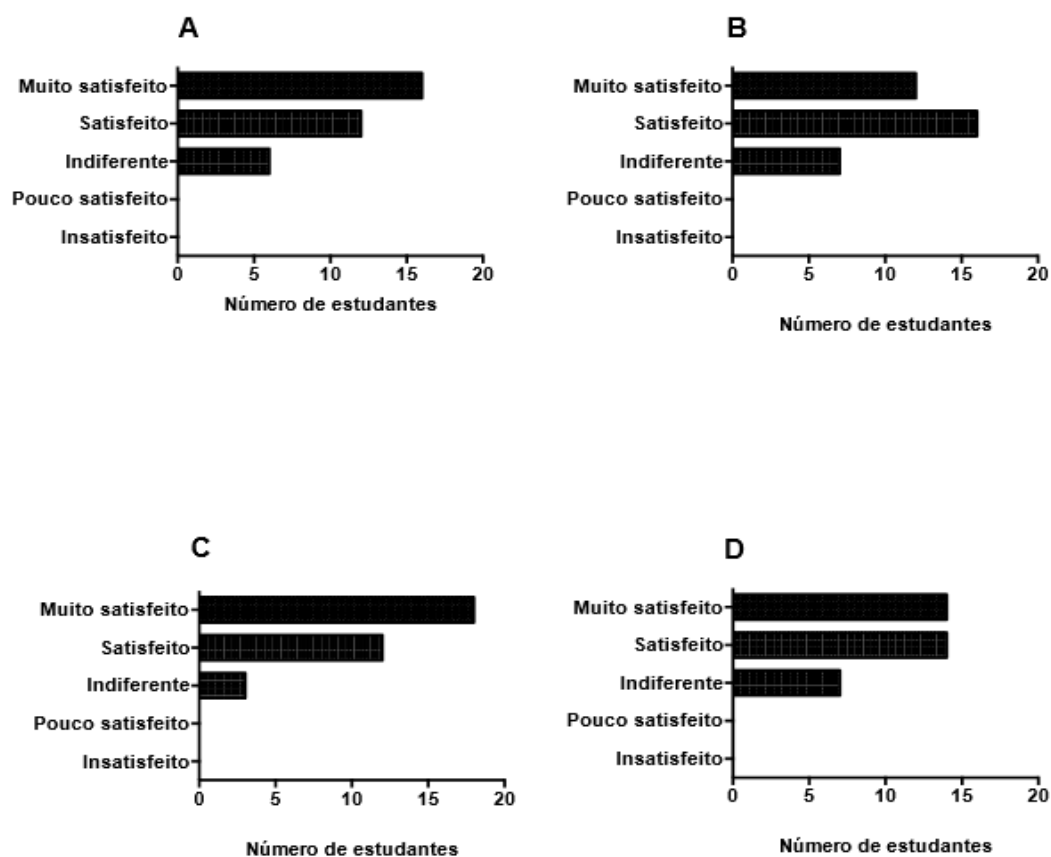


Figura 2. Avaliação da aderência dos estudantes ao uso dos modelos sintéticos de botânica nas aulas de biologia do ensino superior. Em A o número de estudantes satisfeitos com o uso do modelo; em B o número de estudantes que perceberam o auxílio dos modelos na aprendizagem; em C o número de alunos que gostaria de participar de aulas utilizando os modelos; e em D o número de estudantes que avaliou que o modelo o deixou motivado a aprender nas aulas de botânica.

Em conclusão, podemos pensar em duas abordagens separadas e uma em conjunto com a construção do ensino de botânica por investigação utilizando modelos sintéticos. Uma primeira abordagem na proposta de uma sequência investigativa para as aulas de estrutura e função vegetal que possibilite a experiência aos estudantes do ensino superior (ou até mesmo do ensino básico) de uma experiência com a cultura, linguagem científica, métodos específicos da pesquisa e da construção dos conhecimentos em botânica.

Em segunda instância, a utilização de material sintético de estruturas biológicas para as aulas traz uma perspectiva inovadora no campo educacional, visto que, apresenta uma proposta material sustentável, alternativa ao uso de

seres vivos, de baixo custo, preparado pelos próprios estudantes sob mediação do professor e que pode contemplar maiores números de nas aulas de biologia.

Em conjunto, a sequência que estamos propondo traz inovação no campo da educação científica, em especial das ciências biológicas do ensino superior, por abordar tema biológico complexo de estrutura e função vegetal em uma proposta investigativa de três horas, com material de baixo custo e realizado pelos próprios alunos, além de proporcionar o exercício pedagógico da temática nas dimensões epistemológicas dos saberes da botânica e práticas científicas importantes na formação de profissionais em ciências biológicas.

Agradecimentos

Aos estudantes do curso de Ciências Biológicas da Escola de Ciências Biológicas e da Saúde do Centro Universitário das Faculdades Metropolitanas Unidas pela construção dos modelos sintéticos e a Profa Dra. Elaine Dias do Carmo pela disponibilidade do questionário avaliativo.

Referências bibliográficas

BFG. The Brazil Flora Group. Growing knowledge: an overview of Seed Plant diversity in Brazil. *Rodriguésia*, v. 66, p. 1085-1113, 2015.

BLANCHARD, M. R.; SOUTHERLAND, S. A.; OSBORNE, J. W.; SAMPSON, V. D.; ANNETA, L. A.; GRANGER, E. M. Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, s. l., p. 577-616, Mar. 11, 2012.

BYBEE, R., TAYLOR, J. A., GARDNER, A., van SCOTTER, P., CARLSON, J., & WESTBROOK, A. *The BSCS 5E instructional model: origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS, 2006

GUIMARÃES, E.G.; CASTRO, L. S. ; BAUTZ, K. R. ; ROCHA, G. L. . O uso de modelo didático como facilitador da aprendizagem significativa no ensino de

biologia celular. In: VI Encontro de Iniciação à Docência, 2016, São José dos Campos. INID, 2016. v. VI.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P., MORTIMER E. F., SILVA A. C. T., DÍAZ J. Epistemic Practices: na analytical framework for science classrooms. Paper presented to AERA, New York City, 2008.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic practices and science education, In Matthews, M. (Ed.), HPS&STa, 2017.

KELLY, G; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. IN: Annual meeting of the National association for research in Science Education, Nova Orleans, Louisiana, EUA, 2002.

KELLY, G. Inquiry, activity and epistemic practice. IN: Inquiry Conference on Developing a Consensus Research Agenda, , New Brunswick, New Jersey, EUA, 16-18 de fevereiro de 2005.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D; MARZAN, P.; TRIVELATO, S.L.F. Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, v. 22, p. 105-120, 2016.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D; TRIVELATTO, S.L.F. Elaboração de uma atividade de ensino por investigação sobre o desenvolvimento de linfócitos B. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. X ENPEC, 2016, Aguas de Lindóia. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências X ENPEC, 2015.

MANZONI-DE-ALMEIDA, D. O desenvolvimento da escrita argumentativa nas aulas de Imunologia do Ensino Superior por metodologias ativas. *Compartilha Docência*, v. 1, p. 3-19, 2016.

MITTERMEIER, R.A.; ROBLES-GIL, P.; HOFFMANN, M.; PILGRIM, J.; BROOKS, T.; MITTERMEIER, C.G.; LAMOREUX, J.; FONSECA, G.A.B.

Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. EMEX Agrupación Sierra Madre, Cidade do México, 2004.

ORLANDO, T.C.; LIMA, A.R.; DA SILVA, A.M.; FUZISSAKI, C.N.; RAMOS, C.L.; MACHADO, D.; FERNANDES, F.F.; LORENZI, J.C.C.; LIMA, M.A.; GARDIM, S.; BARBOSA, V.C.; TRÉZ, T.A. Planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos para abordagem de biologia celular e molecular no ensino médio por graduandos de ciências biológicas. *Revista brasileira de ensino de bioquímica e biologia molecular*, v.1, n.1, p.1-17, 2009.

RAVEN, P. *Biologia Vegetal - 7a Edição*. Ed.Guanabara Koogan, 2014

SÁ, L. P.; KASSEBOEHMER, A. C.; QUEIROZ, S. L. Esquema de argumento de Toulmin como instrumento de ensino: explorando possibilidades. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 16, n. 3, p. 147–170, 2007.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? *Estudos avançados*, v.30, n.87, p.177-196, 2016.

SANDOVAL, W. A. Understanding students' practical epistemologies and their Influence on learning through inquiry. *Science Education* 89: p. 634– 656. 2005.

SANDOVAL, W. A., MORRISON, K. High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 40 n.4, p.369 – 392. 2003

TONIDANDEL, S. M. *Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica*. O desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação. 2013. 342 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

TOULMIN, S. *Os usos do argumento*. Trad. Reinaldo Guarany. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Revista Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Toward a theory of plant blindness. *Plant Science Bulletin*, v.47, p.2-9, 2002.