



Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Instituto de Biociências
Departamento de Botânica

Modelos 3D aplicados ao ensino de Botânica em cursos de Graduação da UNIRIO

Sueny Calazans Dos Santos Palaio

Rio de Janeiro
2018

Sueny Calazans Dos Santos Palaio

Modelos 3D aplicados ao ensino de Botânica em cursos de Graduação da UNIRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza.

Camila Maistro Patreze (Orientadora)
Universidade Federal do Estado Rio de Janeiro – UNIRIO

Rio de Janeiro
2018

Palaio, Sueny

Modelos 3D aplicados ao ensino de Botânica em cursos de Graduação da UNIRIO - 2018

(número de folhas)

Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Camila Maistro Patreze

1 – Educação 2 – Modelagem Tridimensional 3 – Biologia Vegetal 4 – Microalgas

I. Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

II. Licenciatura em Ciências da Natureza

Sueny Calazans Dos Santos Palaio

Modelos 3D aplicados ao ensino de Botânica em cursos de Graduação da UNIRIO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos à obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza.

Aprovada em:

(Profa. Dra. Camila Maistro Patreze - UNIRIO)

(Profa. Dra. Ana Cristina Andrade de Aguiar
Universidade Federal do Pará-UFPA)

(Profa. Dra. Anna Cristina Neves Borges- UNIRIO)

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus pela oportunidade de me permitir realizar a sonhada formação no ensino superior, prestigiar novos caminhos e aprendizagens. Agradeço aos meus pais Nilma e Salvatore que me apoiaram nessa jornada, foram minha rocha me mantendo fortalecida para superar as barreiras durante a formação e por todo incentivo dedicado a tudo que acredito e pretendo conquistar, amo vocês.

Não poderia deixar de registrar a minha gratidão ao meu presente de Deus, minha irmã Nilmara, linda e espetacular, o que seria de mim sem você? me deu todo apoio, ouvidos, conselhos e ajudas em alguns trabalhos, obrigado por tudo e por estar sempre presente, pode contar comigo para tudo.

Também não poderia deixar de agradecer à minha orientadora Camila Patreze, sempre dedicada, atenciosa, paciente e presente, foi como uma mãe na graduação, ajudou desde os primeiros passos e deu me a oportunidade de fazer parte do Programa Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO onde pude vivenciar e trabalhar com um ensino de ciências igualitário, permitindo acessibilidade a novos saberes para botânica e reduzindo as desigualdades.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram e muito na minha formação, esse vai em especial ao Leone Mattos, amigo obrigada pela força, ajuda e motivação desde início, obrigada pelo reforço em matemática, pelas ligações e mensagens esse presente de amizade foi o Cairu quem me deu.

Aos meus amigos que a UNIRIO proporcionou e sempre estiveram do meu lado ajudando, conversando e me deram boas gargalhadas estes são Luciano Damasceno, Thiago Barbosa, Roberto Máximo, Maristela Tavares, Camila Sousa, Leandro Dantas e Cesar Costa. Em especial fica minha gratidão a Isabel um doce de pessoa que foi mais presente ao meu lado na graduação, que nossa amizade vá para além da faculdade e a Vilma que no início me estendeu a mão e me ajudou na tão temida matemática. E aqueles que eu esqueci me perdoem pois são muitos nomes.

Também não poderia deixar de agradecer as pessoas que trabalharam comigo no Projeto de extensão Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO que faz parte do Laboratório de Biologia Molecular de Plantas e Fungos (LBMPF), a estes obrigada pelo companheirismo e

amizade ao longo desses três anos, em especial ao Marcus Vinicius que comigo construiu os modelos 3D e se tornou este amigo de trabalho e vida. Além disso, gostaria de agradecer aos colegas e professores do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - PIBID/UNIRIO (Ciências da Natureza), que com estes aprendi a aplicar meus aprendizados na prática em sala de aula.

Deixo aqui registrado os agradecimentos aos queridos professores que contribuíram para minha formação e deixaram suas marcas, estes desde o ensino médio como Maximiliano Cordeiro, Denir Patrocínio, Mergulhão Ruas; os professores de estágio na graduação Fernando Lauria, Armando Haron e Sandra Cardoso e os professores da graduação Ludmila Moreira, Maria Alice Ramos, Anna Borges, Luiz Carlos, Thiago Santos e Daniel Andrade. Devo a vocês grande parte da minha construção enquanto pessoa e educadora, aos seus ensinamentos que me inspiraram de alguma forma.

E não poderia deixar de agradecer aos meus outros amigos que contribuíram com palavras, mensagens de força, pensamentos e ações que me fortaleceram mais para hoje o que sou: Dandara Nascimento, João Nunes, Sandra Farnezi, Vinicius Bastos, Felipe Ramos, Sabrina de Mendonça e minha Madrinha Amélia. Agradeço a Deus por me presentear com todos esses seres humanos incríveis e por olhar sempre por mim.

“Educação não transforma o mundo. Educação muda pessoas. Pessoas transformam o mundo.”

(Paulo Freire)

Modelos 3D aplicados ao ensino de Botânica em cursos de Graduação da UNIRIO

Resumo: O presente trabalho envolveu a pesquisa, desenvolvimento e aplicação de modelos didáticos tridimensionais no ensino de Ciências e Botânica, em consonância com atividades do programa de extensão universitária “Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO”, onde os modelos foram aplicados para as diversas modalidades de ensino como fundamental, médio e superior, além de alunos com deficiência visual. No presente trabalho, apresentamos os resultados do desenvolvimento e aplicação dos modelos didáticos em atividades realizadas com alunos da graduação da UNIRIO, durante as aulas da disciplina Biologia Vegetal I, oferecida aos três cursos de graduação: Bacharelado em Ciências Ambientais, Licenciatura em Biologia e Licenciatura em Ciências da Natureza. Sendo assim, o manuscrito está seccionado em dois capítulos, em que o primeiro descreveu-se a construção dos modelos didáticos tridimensionais e suas características baseadas em microrganismos selecionados, a construção desses modelos em software Blender[®], a produção em impressora 3D Cube[®], o tempo de impressão dos modelos, sua constituição de plástico PLA biodegradável e a história da impressão 3D. Assim, foram produzidos sete modelos de microrganismos fotossintetizantes, evidenciando-se características morfológicas individuais e sua possibilidade de uso no ensino de Ciências e Botânica para diferentes níveis de ensino. No segundo capítulo, foram apresentadas aplicações do uso desses modelos tridimensionais na graduação, durante as aulas práticas ocorridas nos anos de 2016, 2017 e 2018. Os resultados quantitativos e qualitativos sobre os benefícios do uso desses modelos no ensino de Biologia Vegetal I se deram através de análises de questionários, sendo este tipo de avaliação mais objetiva nas suas observações e resultados. Foram realizadas quatro diferentes pesquisas, sendo elas sobre os microrganismos clorófitas, dinoflagelados, diatomáceas e os benefícios do uso dos modelos 3D nas aulas práticas. Os resultados indicaram que mais de 50% dos alunos das turmas avaliadas compreenderam o conteúdo do ensino de botânica e avaliaram como ótimo o uso dos modelos, alcançado os objetivos da pesquisa. Sendo assim, o nível de qualidade no ensino de botânica nas aulas práticas em consonância da modelagem tridimensional agregou ao aprendizado dos alunos, facilitando o entendimento do conteúdo dado tanto na forma teórica quanto na prática junto à microscopia.

Palavras-chave: Educação, Modelagem Tridimensional, Biologia Vegetal, Microalgas.

3D models applied to Botany teaching courses at UNIRIO

Abstract: This work involved the research, development and application of three - dimensional didactic models in the teaching of Sciences and Botany, in consonance with activities of the university extension program "Didactic and Evolutionary Garden of UNIRIO", where the models were applied to the different modalities of teaching as fundamental, middle and higher, as well as students with visual impairment. In the present work, we present the results of the development and application of the didactic models in activities carried out with UNIRIO undergraduate students, during the classes of Plant Biology I, offered to the three undergraduate courses: Bachelor of Environmental Sciences, Bachelor of Biology and Bachelor in Science of Nature. Thus, the manuscript is divided into two chapters, in which the first one described the construction of three-dimensional didactic models and their characteristics based on selected microorganisms, the construction of these models in Blender® software, production in 3D Cube® printer, time of printing of the models, its constitution of biodegradable plastic PLA and the history of 3D printing. Thus, seven models of photosynthetic microorganisms were produced, showing individual morphological characteristics and their possibility of use in teaching Science and Botany for different levels of education. In the second chapter, applications of these three-dimensional models were presented during graduation, during the practical classes held in 2016, 2017 and 2018. The quantitative and qualitative results on the benefits of using these models in the teaching of Plant Biology I were given through of analyzes of questionnaires, being this type of evaluation more objective in its observations and results. It was carried out four different researches, being on the chlorophytes, dinoflagellates, diatomaceous microorganisms and the benefits of the use of the 3D models in the practical classes. They indicated that more than 50% of the students in the classes evaluated showed that they understood the content of botany teaching and evaluated the optimum use of the models, achieving the objectives of the research. Thus, the level of quality in botany teaching in the practical classes in consonance with three-dimensional modeling was aggregated in the students' learning, facilitating the understanding of the content given in both theoretical and practical form with microscopy.

Keywords: Education, Three Dimensional Modeling, Plant Biology, Microalgae.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
OBJETIVOS.....	14
Objetivo Geral.....	14
Objetivos específicos.....	14
CAPÍTULO 1. Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências....	15
1. Introdução	16
2. Metodologia	18
3. Resultados e Discussões	24
4. Considerações Finais	26
5. Referências Bibliográficas	26
CAPÍTULO 2. Ensino de botânica na graduação: promovendo o inimaginável visual ao real tátil.....	29
Resumo.....	30
<i>Abstract</i>	31
<i>Resumen</i>	31
1. Introdução	32
2. Metodologia	34
3. Resultados e Discussão.....	41
4. Considerações Finais	50
5. Referências	51
CONCLUSÕES.....	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	58
ANEXO.....	60

INTRODUÇÃO

A elaboração e construção de modelos tridimensionais para a aplicação no ensino constitui um método complementar aos conteúdos teóricos e práticos costumeiramente utilizados nas aulas de ciências e botânica. Conforme Temp et al (2011, p. 9) enfatiza:

“Os educadores precisam estar constantemente atualizados em relação aos conteúdos da área, buscando promover ações que auxiliem no aprendizado dos alunos incluindo o uso de modelos didáticos que auxiliem na construção do conhecimento.”

Neste sentido, Freitas et al (2008, p. 96) diz que os modelos tridimensionais completam o espaço entre a teoria e a prática, permitindo uma relação crítica da realidade. Para Setúval (2009) “os modelos didáticos são instrumentos sugestivos e que podem ser eficazes na prática docente diante da abordagem de conteúdos que, muitas vezes, são de difícil compreensão pelos estudantes”.

A partir dessa abordagem relevante sobre a importância dos modelos didáticos, o projeto no qual se aplica a este trabalho, desenvolveu modelos didáticos tridimensionais através da impressão 3D. A produção de materiais e modelos com a modelagem 3D é relativamente nova, e se caracteriza pelo uso de impressoras que constroem objetos tridimensionais camada por camada, através da deposição de material plástico fundido (PALAIO et al., 2018, *in press*).

Os modelos 3D vieram a partir da ideia de otimizar e inovar a forma de produzir modelos didáticos, pois anterior a essa modernização, os modelos eram produzidos a partir de materiais como bolas de isopor e palitos de madeira (BARBOSA, 2015), biscuit (MATOS et al., 2009), gessos (FREITAS et al., 2008), resinas (BRENDLER et al., 2014) e plásticos (SCHELBEL, 2015), que além de serem mais frágeis no manuseio, demandam de maior tempo de produção, embora apresentem outros benefícios como custo e facilidade de produção.

Portanto, a partir disso foi idealizado e produzido os primeiros modelos 3D representativos de microalgas fotossintetizantes para o ensino de Ciências e Botânica. Modelos estes que representam uma parcela da diversidade biológica dos organismos criptogâmicos. Esta criação de modelagem 3D se deu através do estudo da biologia vegetal

que é relativo a botânica, e que aborda sobre os macro e microrganismos fotossintetizantes, incluindo-se cianobactérias, algas e plantas. Com isto, o estudo desses organismos nos garante o melhor entendimento da natureza de toda a vida no planeta, e que por sua vez o homem tendeu a ter total dependência nas plantas para fins alimentícios, medicinais e econômicos (RAVEN et al,2007).

Os modelos produzidos e utilizados no ensino de ciências, são geralmente voltados para conteúdo como entomologia (MATOS, 2009), embriologia (PALHANO, 2014), citologia (ORLANDO et al., 2009) e etc. Entretanto, no ensino de ciências o conteúdo de botânica é tão importante e complexo que há necessidade de visualização tridimensional, as quais são evidenciadas estruturas nos modelos para melhor compreensão dos alunos (MARTINS et al., 2010). Sendo assim, na literatura científica há alguns trabalhos descritos sobre a confecção e uso de modelos 3D no ensino de botânica para diferentes níveis de educação, para que o ensino de botânica não seja meramente descritivo (GARCIA, 2000).

Nesse sentido, algumas produções desses tais modelos tridimensionais de botânica vem ganhando destaque, geralmente são voltados em sua maioria para estudo das angiospermas e suas estruturas reprodutivas, além da morfologia e fisiologia vegetal. Os materiais que constituem essas modelizações foram feitos de biscuit e E.V.A., como por exemplo para o modelo didático de filotaxia (PELLANDA e AMANO, 2015); para modelos de cloroplastos e mitocôndrias, de cortes de plantas, foram utilizados materiais recicláveis (Gianotto et al. 2011); modelos de plantas terrestres extintas foram feitas de argila, papel marchê e arame (CHAVES et al. 2012); para modelos sequenciais de árvore, folha, mesofilo, célula vegetal e cloroplasto foi usado E.V.A e velcro (ARAÚJO et al. 2013) e modelos de tropismos e condução de seiva utilizou –se massa de modelar e isopor (MOUL, 2017); sendo estes alguns exemplos do uso dos modelos didáticos aplicados ao ensino de Botânica.

Através do ensino de botânica, foi percebida a necessidade de além de mostrar seus conteúdos sobre elementos de ordens evolutivas mais avançadas, houve a vontade de ensinar sobre os organismos primários microscópicos como as microalgas. Sendo assim, em pesquisa sobre o ensino e aplicação de modelos nesse gênero, foram encontrados poucos trabalhos e neles objetos didáticos de diferentes materiais como imã, biscuit e E.V.A (ADAMY, 2015), mas nenhum sendo impresso tridimensionalmente, como o presente trabalho, assim nos permitindo ser os pioneiros na produção de modelos didáticos tridimensionais impressos de microalgas e sua utilização no ensino da graduação.

O objeto de estudo no presente trabalho foram as cianobactérias e microalgas que são os primeiros organismos fotossintetizantes existentes no planeta. Sendo estes seres microscópicos e que vivem em ambiente aquático podendo eles serem autotróficos ou heterotróficos e possuindo diferentes características morfológicas de acordo com a evolução (RAVEN et al., 2007). Os diferentes filos que englobam microalgas são conteúdo da disciplina de biologia vegetal cuja observação nem sempre está disponível nas aulas práticas, dependendo muito das coletas de material fresco e acervo dos laboratórios. Diante da possível carência na obtenção de diferentes exemplares e no intuito de auxiliar a compreensão das estruturas de organismos microscópicos em realidade visual tátil, tais modelos 3D foram confeccionados.

Com isso, para aliar a esse estudo teórico de microalgas e a ajudar a construir conhecimentos de estudantes, foi aplicado o uso desses modelos 3D com alunos de três turmas na graduação da UNIRIO, nas aulas de Biologia Vegetal I. “Sabe-se que o ensino na graduação promove conhecimentos específicos acerca da área de conhecimento, a fim de construir um profissional que entenda de determinados conceitos inerentes a sua formação acadêmica” (PELLANDA e AMANO, 2015). Por sua vez, Macedo et al. (2012) afirmam que a Botânica é considerada complexa e de difícil entendimento por parte de educadores e estudantes.

Contudo, essa aplicação dos modelos permitiu auxiliar esses alunos na sua formação e melhor assimilação do conteúdo, tanto que de acordo com (PAZ, 2006, p. 136) a modelização no ensino de ciências surge da necessidade de explicar o que não satisfaz no estabelecimento de um conteúdo. Portanto, a aplicação do modelo didático possibilita ao aluno manusear o modelo e relacioná-lo as explicações teóricas e com isso compreender o processo biológico dos organismos, assim construindo seu conhecimento (JUSTINA, 2006; MARQUES, 2008). Para tanto, “os modelos didáticos permitem a interação dos estudantes na construção do saber científico articulado com o saber pedagógico” (SETÚVAL, 2009).

OBJETIVOS

Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi selecionar e produzir modelos tridimensionais voltados para a aprendizagem na área de ciências e botânica, introduzindo estes mesmos modelos no ensino de Biologia Vegetal para a graduação.

Objetivos específicos

- I) Selecionar organismos microscópicos (microalgas) para modelagem computacional e impressão 3D;
- II) Aprimorar os modelos para percepção tátil de estruturas importantes em cada modelo e imprimi-los;
- III) Utilizar os modelos em aulas práticas como apoio didático no ensino de alunos da Graduação da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro.
- IV) Avaliar o uso dos modelos nas atividades desenvolvidas.

Capítulo 1. Desenvolvimento de modelos impressos em 3d para o ensino de ciências

(Artigo aceito para publicação na Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista - ENCITEC) – ver ANEXO

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS IMPRESSOS EM 3D PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

DEVELOPMENT OF 3D PRINTED MODELS FOR SCIENCE TEACHING

Sueny Calazans dos Santos Palaio, Marcus Vinicius Lima de Almeida, Camila Maistro Patreze*

PPGBIO – UNIRIO - Rio de Janeiro – RJ – BRASIL

Resumo: Este trabalho objetivou apresentar a construção de modelos didáticos para impressão tridimensional de microalgas para o ensino de ciências, desenvolvido no âmbito do programa de extensão universitária Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO. Para a confecção desses modelos, foi utilizado o método da prototipagem rápida, também conhecido como impressão 3D. Ressaltou-se a importância do ensino de ciências e a utilização dos modelos didáticos no auxílio da aprendizagem, além da apresentação de uma breve história da impressão 3D. A seleção dos organismos que foram representados; o material utilizado, as etapas de elaboração dos modelos e os resultados finais foram apresentados, dando ênfase às estruturas que podem ser evidenciadas em cada modelo. Espera-se com estes modelos contribuir com o aprimoramento do ensino de ciências, especificamente dos microrganismos (microalgas), complementar a outros recursos didáticos.

Palavras-chave: Educação, Modelagem 3D, Diversidade Biológica, Microrganismos, Microalgas.

Abstract: This paper aimed to present the construction of 3D printed microalgae didactic models for science teaching, developed as part of the university extension program “Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO”. The models were confected using the rapid prototyping method, also known as 3D printing. The importance of science teaching and the use of didactic models for support the learning process were highlighted, as well as a brief history of 3D printing technology. The selection of organisms, the materials used during the process, the preparation stages of the models and the results were presented, emphasizing the structures that can be visualized in each model. It is expected with these models, to contribute with the enrichment of science teaching, specifically about microorganisms (microalgae), combined with another didactic resource.

Keywords: Education, 3D modeling, biological diversity, microorganisms, microalgae.

1. Introdução

O ensino de ciências naturais beneficia-se do uso de experimentos para dar significado ao aprendizado dos conteúdos (AGUIAR, 2016). Além disso, várias sociedades são influenciadas pelos resultados das pesquisas científicas, e essas influências têm impacto direto no âmbito pessoal, social e econômico (BAPTISTA, 2010). A busca de informações e atualizações científicas, por parte dos cidadãos, é importante pois lhes permite visões críticas e, por conseguinte, uma

* *camila.m.patreze@unirio.br

preparação para o exercício da cidadania (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001). Segundo Bueno, Farias e Ferreira:

[...] *Tanto no contexto educacional brasileiro quanto internacional, a partir da segunda metade do século passado, o ensino de ciências passou a ser foco de estudos sob diversos aspectos: concepções epistemológicas, valores educacionais associados, livro didático, formação do professor, o papel da experimentação e ensino-aprendizagem de conceitos científicos, entre outros. (2012, p.436).*

Em relação à aprendizagem, o ensino de ciências traz consigo questionamentos sobre a diversidade, complexidade de formas, comportamentos e relações existentes no mundo natural que contribuíram para a formulação de algumas das grandes questões da humanidade, tais como explicar a diversidade biológica do presente e do passado (MORIN, 2000; COSTA *et al.*, 2011). Segundo as recomendações do Ministério da Educação - MEC (BRASIL, 2006), as finalidades do ensino sobre a diversidade biológica devem ser as de caracterizar a diversidade da vida, sua distribuição nos diferentes ambientes, e compreender os mecanismos que favoreceram a enorme diversificação dos seres vivos.

Para caracterizar a diversidade da vida é importante abranger as mais variadas formas de vida, incluindo organismos microscópicos, cuja percepção é dificultada por envolver estruturas que infelizmente não são de fácil acesso ao público estudantil, pois a visualização necessita de equipamentos tais como lupas e microscópios, que nem sempre estão disponíveis na rede regular de ensino. Esta realidade muitas vezes de difícil abstração para os estudantes devido à ausência de comparações, pode ser minimizada pela experiência gerada com o uso dos modelos didáticos macroscópicos que promovem a aproximação do discente ao conhecimento contextual (FREITAS *et al.*, 2008).

Segundo Justina e Ferla (2006), modelos didáticos são representações, confeccionadas a partir de material concreto, de estruturas ou partes de processos biológicos. Os modelos são recursos didáticos fundamentais em atividades disciplinares que têm como objetivo auxiliar o educando a realizar sua aprendizagem de forma mais eficiente (CERQUEIRA e FERREIRA, 1996; BATISTETI *et al.* 2009).

Diversos modelos vêm sendo utilizados para auxiliar de forma pedagógica a formação conceitual de alunos. Alguns dos exemplos são representações de moléculas químicas com bolas de isopor e palitos de madeira (BARBOSA, 2015); biscoito (MATOS *et al.*, 2009), gessos (FREITAS *et al.*, 2008), resinas (BRENDLER *et al.*, 2014) e plásticos (SCHELBEL, 2015). Mais recentemente, tem se utilizado modelos produzidos em impressoras tridimensionais a partir do desenvolvimento de modelagem 3D. No entanto, seu uso ainda é pouco divulgado pela comunidade científica.

A modelagem 3D é relativamente nova e se caracteriza pelo uso de impressoras que constroem objetos tridimensionais camada por camada. Elas depositam material plástico fundido, construindo sólidos tridimensionais até formar o objeto. Já na arquitetura das impressoras convencionais (de papel) o trabalho se dá em duas dimensões. A técnica na impressão 3D também é chamada de manufatura aditiva ou de extrusão, pois a matéria-prima vai sendo adicionada gradualmente até concluir a construção de um objeto. Recentemente,

Aguiar (2016) utilizou a tecnologia de impressão 3D no ensino de ciências, resultando em diversos objetos didáticos aplicados nas áreas de química, física e biologia.

A história da impressão 3D deu início em 1980, por Hideo Kodama do Instituto de Pesquisas Industriais da cidade de Nagoya – Japão. Ele realizou a primeira publicação sobre sistema de prototipagem criando modelos tridimensionais através da solidificação de um fotopolímero utilizando raios ultravioleta (KODAMA, 1981); um tipo de criação que dispensa a etapa de montagem, possibilitando construir formas complexas. Três anos depois, nos Estados Unidos, o engenheiro Charles Chuck Hull registrou a patente de um aparato que construía objetos tridimensionais utilizando um método chamado de estereolitografia (SLA) (AGUIAR, 2016). Após a patente, ele fundou a primeira empresa fabricante de impressoras 3D. Alguns anos depois, com a necessidade de evolução tecnológica, o pesquisador Carl Deckard da Universidade do Texas desenvolveu a Sinterização Seletiva a Laser (SLS). Já em 1989, Scott Crump registrou a patente da técnica chamada de *Fused Deposition Modelling* (FDM), que utiliza deposição de material derretido, normalmente filamento plástico. Este método também é chamado de *Filament Fused Fabrication* (FFF) (AGUIAR, 2016). Pela simplicidade da arquitetura das impressoras 3D de filamento fundido, esse método tornou-se o mais comum entre as impressoras 3D de baixo custo, as quais começaram a se popularizar por meio do projeto Rep Rap11 (*The Replicating Rapid Prototyper*), criado em 2009 pelo engenheiro mecânico Adrian Bowyer (JONES *et al.*, 2011).

Com essa ferramenta inovadora e primordial, a técnica de impressão 3D começou a auxiliar o ensino de ciências. Conforme Lipson (2007), o aprendizado pode ser aprimorado por meio de atividades práticas, principalmente quando são envolvidos conceitos difíceis de serem visualizados e entendidos abstratamente. Assim, aliar a impressão 3D com a observação microscópica para a confecção de modelos acessíveis e facilitados poderá auxiliar estudantes da rede regular de ensino, permitindo o acesso à representação dos microrganismos e também incluir alunos com deficiência visual.

Assim em 2010, houve a criação do Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO, localizado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS) da UNIRIO. A finalidade foi cultivar espécies vegetais de interesse para aulas práticas das disciplinas (PATREZE *et al.*, 2013). E nessa linha de cultivo de espécies vegetais, para auxiliar as aulas, em 2016 foi agregado o subprojeto de extensão de impressão 3D, que constitui na criação de modelos tridimensionais para a observação e entendimento do conteúdo microscópico.

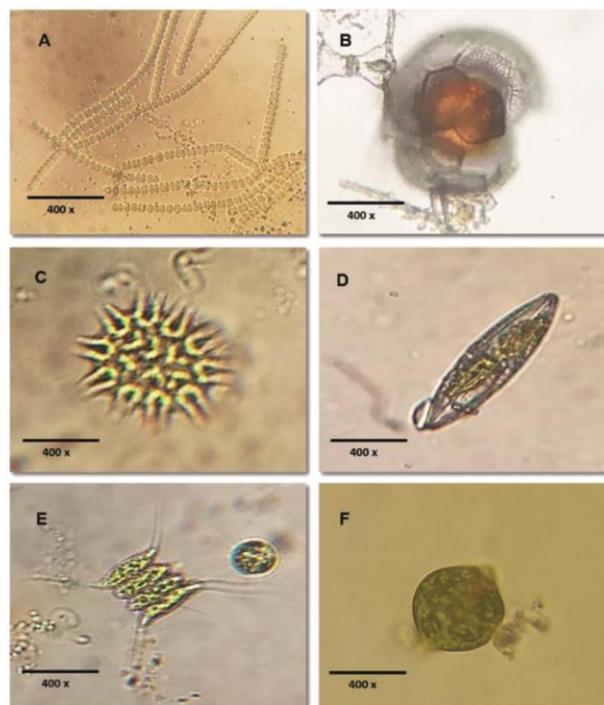
O presente trabalho objetivou produzir instrumentos didáticos para aprendizagem na área de ciências, desenvolvendo objetos tridimensionais e descrevendo as atividades em três etapas: I) seleção de microrganismos fotossintetizantes visualizados em microscópio; II) construção de imagens em software específico e III) impressão 3D.

2. Metodologia

A seleção das estruturas vegetais e de microrganismos, se deu através da coleta de materiais localizados no lago do “Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO”, um programa de extensão universitária (PATREZE *et al.*, 2013) localizado no bairro Urca; no lago da Praça Saens

Peña, no bairro Tijuca; na enseada da Marina da Glória no bairro Glória; e na Lagoa Rodrigo de Freitas no bairro Lagoa. Aproximadamente 500 mL de água proveniente de cada local foram centrifugadas com velocidade de 3.000 rpm por 3 min, a fim de concentrar os microrganismos, descartando-se o excesso de água do sobrenadante. Após esta etapa, uma gota de água concentrada foi colocada em lamina para observação ao microscópio óptico (Leica Microsystems DM750, Switzerland) (Figura 1). Imagens destes microrganismos foram também consultadas (FRANCESCHINI *et al.*, 2010 e PLEWKA, 2011), para auxiliar no reconhecimento das formas e estruturas dos microrganismos.

Figura 1. Imagens dos microrganismos sob microscópio óptico. A. *Dolichospermum sp.*; B. *Peridinium cinctum*; C. *Pediastrum duplex*; D. *Pennales sp.*; E. *Scenedesmus quadricauda*; F. *Euglena gracilis*.



Cada microrganismo escolhido possui características que deram motivação a criação dos modelos tridimensionais, priorizando evidenciar algumas estruturas que não são claramente observáveis em microscopia óptica, para assim obter melhor percepção e tato. Por exemplo, a cianobactéria *Dolichospermum sp.* (ou *Anabaena*), evidenciamos células especializadas, como heterocistos, que tem a capacidade de fixar o nitrogênio na ausência ou baixas quantidades de oxigênio, e o acineto, que funciona como um esporo de resistência e pode originar uma nova colônia (Oyadomari, 2017). No dinoflagelado *Peridinium cinctum*, destacamos a formação de placas poligonais (tecas) e seus flagelos (RAVEN *et al.*, 2007). Selecionamos também duas espécies do mesmo gênero de algas verdes, *Pediastrum*, mostrando que diferenças morfológicas entre elas são perceptíveis ao tato, e assim diferenciamos *P. simplex* de *P. duplex*, algas verdes com cenóbios planos, circulares, ovais e às vezes irregulares, com células externas que se diferenciam das internas, pois possuem de 1 a 4 espículas e cada célula possui um cloroplasto parietal e um grande pirenoide (FRANCESCHINI *et al.*, 2010). Nós evidenciamos no modelo o pirenoide, em relevo.

Com as diatomáceas da ordem *Pennales* sp., objetivou-se utilizar o modelo para demonstrar o processo de reprodução assexuada. Diatomáceas são organismos unicelulares ou coloniais que possuem dois tipos de reprodução: Assexuada por fissão binária, com sucessivas divisões celulares, e sexuada, que ocorre quando a célula atinge um tamanho reduzido que pode comprometer o seu metabolismo celular (RAVEN *et al.*, 2007). Na alga verde *Scenedesmus quadricauda*, destacamos as células em cadeia regular e espinho nas extremidades (FRANCESCHINI *et al.*, 2010). Na *Euglena gracilis*, uma espécie de alga unicelular, flagelada, raramente colonial. As euglenas possuem uma característica diferenciada que é um ponto avermelhado próximo à estrutura onde os flagelos são inseridos, esse ponto é denominado de estigma, funciona como uma estrutura fotossensível e ajuda na orientação da célula em direção à luz (RAVEN *et al.*, 2007). Como os modelos são de uma única cor, este ponto avermelhado foi modelado com relevo em relação ao citoplasma.

Após a seleção dos microrganismos, foram realizadas as construções dos modelos, no programa de modelagem tridimensional Blender® 3D (Versão 2.76). O programa foi escolhido por dispor de todas as ferramentas necessárias para a confecção e conversão do formato de arquivos compatíveis com a impressora utilizada. O processo de construção dos microrganismos variou para cada modelo, alguns tiveram na sua elaboração apenas o uso de ferramentas básicas, e outros tiveram grau maior de complexidade na construção, demandando uso de mais ferramentas.

No modelo criado para a cianobactéria *Dolichospermum* sp. utilizou-se a forma tridimensional esférica já presente no programa, sendo necessário o posicionamento, união e alteração no tamanho dessa forma (Figura 2). A espécie *Peridinium cinctum*, que se trata de um organismo com uma ornamentação bem detalhada, foi modelada utilizando-se de uma subdivisão da malha do cubo padrão do Blender® e posteriormente transformado para o formato esférico. Após esta etapa utilizou-se a ferramenta de escultura na criação dos detalhes (Figura 3). Para os modelos da *Pediastrum simplex*, *P. duplex*, *Pennales* sp. e *Scenedesmus quadricauda*, foi utilizada inicialmente a ferramenta de edição para criar o formato básico dos organismos, e os detalhes foram adicionados utilizando-se a ferramenta de escultura para não alterar demasiadamente a malha. Alguns desses modelos criados tratam-se de organismos de forma colonial, com isso, os mesmos foram feitos criando-se apenas um indivíduo, duplicando-o e posicionando as formas para criar o modelo colonial (Figura 4). O modelo da *Euglena gracilis* foi construído com o objetivo de evidenciar as organelas intracelulares, mas foi criado de um modo semelhante ao dos modelos citados anteriormente, sendo que algumas estruturas foram feitas à parte e fixadas posteriormente no modelo para melhor detalhamento (Figura 5).



Figura 2. Fases de produção da *Dolichospermum* sp. no programa Blender®.

Figura 3. Fases de produção da *Peridinium cinctum* no programa Blender®.

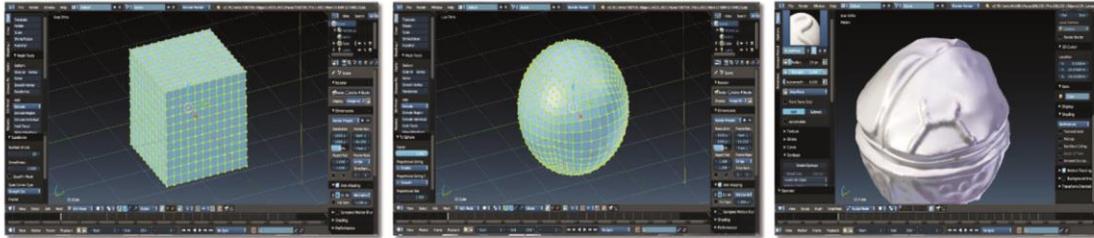
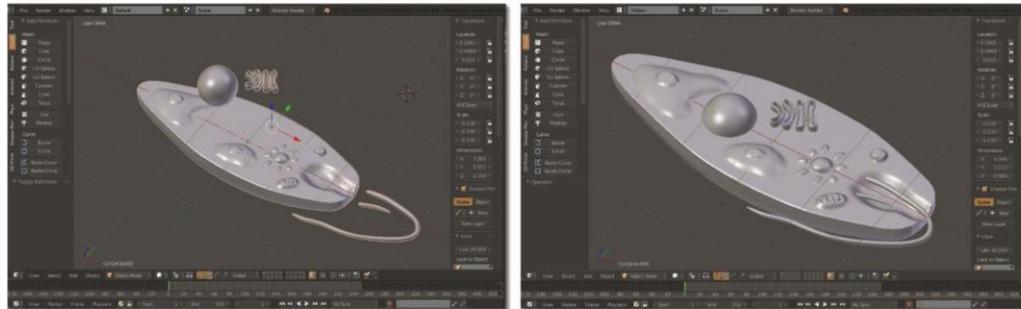


Figura 4. Fases de produção da *Pediastrum simplex* no programa Blender®. A mesma metodologia de produção foi utilizada para organismos *Scenedesmus quadricauda*, *Pennales sp.* e *P. duplex*.



Figura 5. Fases de produção da *Euglena gracilis* no programa Blender®. Na imagem à esquerda, o núcleo, o complexo de Golgi e os flagelos estão fora do modelo e na imagem à direita, estas organelas foram inseridas no modelo.



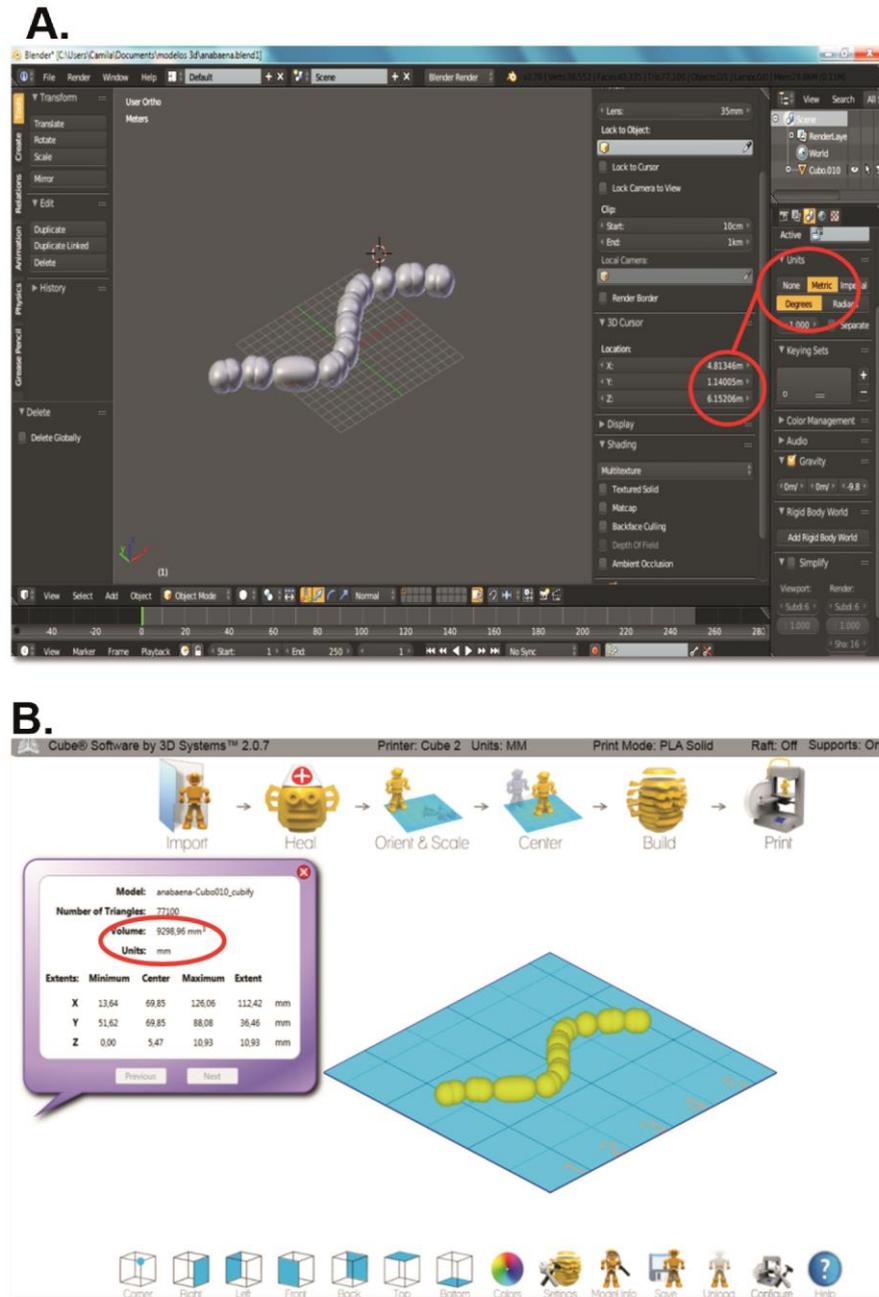
Para impressão dos modelos, foi utilizada a impressora Cube (CUBE 2, 3D SYSTEMS, ROCK HILL, SC, USA) (Figura 6), que proporciona a criação de objetos através do método de extrusão, ou seja, derretimento e deposição sobre camadas de filamento plástico. O plástico utilizado foi o ácido poliático (PLA), que é biodegradável, produzido a partir do ácido láctico fermentado. Este plástico foi escolhido por sua resistência e por deformar menos depois da aplicação (KARASINSKI, 2014). Os modelos criados no programa Blender® possuem extensão padrão no formato .Blend, porém o programa da cube (Cube Software 2.0, da 3D Systems) não reconhece este tipo de extensão, sendo assim foi necessária a conversão dos arquivos para formato .STL.

Figura 6. Imagem da impressora Cube 2 (3D Systems) utilizada na confecção dos modelos dos microrganismos deste estudo, iniciando a impressão do suporte de um modelo.



As dimensões dos modelos para a impressão foram definidas no próprio Blender®, utilizando-se o sistema métrico. No entanto, devido às dimensões da área de impressão (15 x 15 cm) serem menores, o programa cube transforma os valores métricos para milímetros automaticamente (Figura 7). O software da impressora oferece a opção de adicionar suportes aos modelos, caso a sua posição não se mostre estável durante sua construção. Nós adicionamos suportes à todos os modelos produzidos e com isso pudemos posicionar, rotacionar e redimensionar os modelos dentro do próprio software. Outras ferramentas também são oferecidas pelo programa para o aprimoramento da impressão, como solidificador, podendo-se tornar as estruturas internas mais densas e resistentes. Esta ferramenta foi utilizada em todos os modelos, para garantir maior durabilidade. Depois destes processos o arquivo de extensão .stl foi nomeado de .Cube; os dados dos modelos foram transferidos através de um pen-drive, e assim iniciadas as impressões.

Figura 7. Imagens das telas dos programas utilizados mostrando as dimensões da área de impressão no modelo da cianobactéria. A. Dimensões em metros no programa Blender®, destacadas pelos círculos vermelhos. B. Dimensões em milímetros no programa da impressora Cube®, destacadas pelo círculo vermelho.



3. Resultados e Discussão

Foram selecionados e impressos sete modelos de microrganismos fotossintetizantes: *Dolichospermum sp.* (cianobactéria), *Peridinium cinctum* (dinoflagelado), *Pediastrum simplex* e *Pediastrum duplex* (algas verdes), *Pennales sp.* (diatomácea), *Scenedesmus quadricauda* (alga verde) (Figura 8) e *Euglena gracilis* (Figura 9). As células diferenciadas (acineto e heterocisto) podem ser observadas no modelo da cianobactéria *Dolichospermum sp* (Figura 8A). No modelo do dinoflagelado *Peridinium cinctum* foram evidenciados os sulcos onde se inserem os dois flagelos, a superfície com placas poligonais, além dos poros na parte inferior (Figura 8B). Na *Pediastrum simplex*, foram destacados os pirenoides, as espículas e a organização das células na colônia (Figura 8C). No modelo *Pediastrum duplex* foram realçadas as espículas duplas, a colônia e pirenoides (Figura 8D). No modelo da *Pennales sp*, foram evidenciados os sulcos, a rafe e a separação das valvas na reprodução assexuada, com modelos de tamanhos diferenciados (Figura 8E). Na *Scenedesmus quadricauda*, também foram destacados os pirenoides, as espículas e sua organização colonial (Figura 8F). No modelo da *Euglena gracilis*, foram mostradas estruturas comumente encontradas nas células, como o núcleo, a mitocôndria, os cloroplastos e o retículo endoplasmático, bem como estruturas características das euglenas, como o vacúolo contrátil, a mancha ocelar e os flagelos (Figura 9 A e B).

Figura 8. Modelos de microrganismos impressos em 3D. A. *Dolichospermum sp*; B. *Peridinium cinctum*; C. *Pediastrum simplex*; D. *Pediastrum duplex*; E. *Pennales sp*; F. *Scenedesmus quadricauda*.

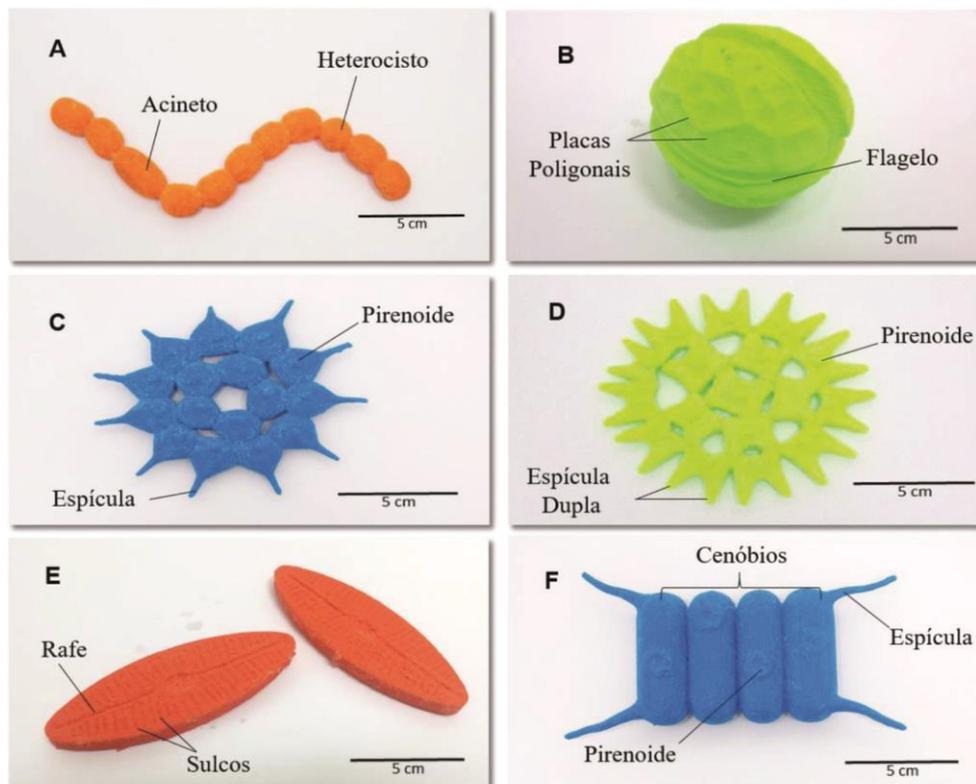
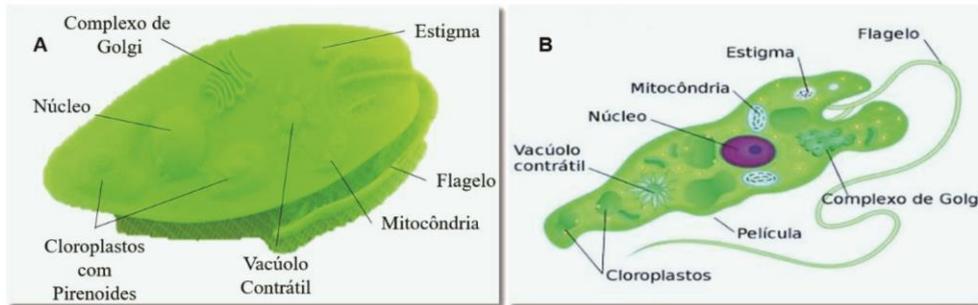


Figura 9. *Euglena gracilis*, evidenciando as organelas celulares internas. A. Modelo impresso em 3D. B. Esquema das organelas da euglena (Araújo, 2017).



O tempo de duração da impressão de cada modelo variou em função do tamanho e complexidade dos mesmos, variando de 1 hora e 24min (*Dolichospermum sp.*) até 5 horas (*Euglena gracilis*) (Tabela 1).

Tabela 1- Tempo de duração da impressão dos modelos produzidos e seu respectivo volume.

Modelos /microrganismos	Tempo	Volume (tamanho) de cada modelo em mm ³
<i>Dolichospermum sp.</i>	01h24min	15271,37
<i>Peridinium cinctum</i>	03h30min	156776,90
<i>Pediastrum simplex</i>	04h40min	31620,52
<i>Pediastrum duplex</i>	03h30min	35700,78
<i>Pennales sp.</i>	04h30min	45973,80
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	03h10min	60519,50
<i>Euglena gracilis</i>	5h00min	127920,90

O uso da impressão 3D no desenvolvimento de modelos didáticos mostrou ser um método bastante eficaz para fornecer o apoio ao conteúdo presente nos materiais de estudo tradicionais (ORLANDO, *et al.*, 2009). Apesar do custo mais elevado do equipamento e a limitação de tamanho, o material utilizado (PLA), é derivado de fontes renováveis e é biodegradável. Além disso, o PLA possui uma resistência mecânica comparável ao tereftalato de etileno (PET) (PEREIRA, *et al.*, 2016), sendo mais seguro contra quebra do que outros materiais como gesso (FREITAS *et al.*, 2008), massa de modelar (MATOS *et al.*, 2009) ou argila (CHAVES, MORAES e SILVA, 2013). Um outro ponto positivo dessa forma de produção é a capacidade de detalhamento devido à sua precisão, pois cada camada de material dos modelos produzidos pela CUBE 2 possui 0,25 mm de espessura, o que permite criar modelos com estruturas mais detalhadas. Adicionalmente, uma das maiores vantagens da impressão 3D na criação dos

modelos didáticos é sua capacidade de distribuição e sua facilidade de produção; já que os modelos feitos a partir da prototipagem rápida podem ser obtidos apenas com a aquisição do modelo em seu formato digital, que pode ser enviado pela internet, e simples operação dos softwares envolvidos. Dessa forma, os modelos podem ser obtidos por qualquer pessoa em qualquer lugar, e ainda podem ser criadas várias cópias idênticas do mesmo modelo, facilitando ainda mais sua distribuição e seu uso em larga escala.

4. Considerações finais

A partir dos resultados obtidos, pôde-se verificar que o objetivo de produzir através da impressão 3D, representações tridimensionais de organismos microscópicos tais como as microalgas e cianobactérias foi alcançado. As estruturas evidenciadas mostraram-se perceptíveis ao tato e auxiliaram na identificação dos gêneros e espécies selecionados, tendo um potencial uso para o ensino de ciências para diversos níveis escolares, incluindo pessoas com baixa visão ou deficiência visual, as quais dependem de diferentes recursos ou modelos para representação de seres vivos microscópicos.

5. Referências

- AGUIAR, L. C. D. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências**. 2016, 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.
- ARAÚJO, Marília. **Algas euglenófitas** 2009. Disponível em: <www.infoescola.com/wp-content/uploads/2009/09/euglenofitas.jpg>. Acesso em: 23 mai. 2017.
- BAPTISTA, G. C. S. Importância da demarcação de saberes no ensino de ciências para sociedades tradicionais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 16, n. 3, p. 679-694, 2010.
- BARBOSA, E. F. Proposta de um modelo de simulação de análises de espectrometria de massa para aulas práticas de bioquímica no ensino superior. **Revista de Ensino de Bioquímica**, São Paulo, v. 13, n. 3, p.37-53, 2015.
- BATISTETI, C. B.; CAMARGO, E. P.; ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. Uma discussão sobre a utilização da história da ciência no ensino de célula para alunos com deficiência visual. In: VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais...**Belo Horizonte: Abrapec, 2009. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Educação. **PCN + ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006, 135 p.
- BRENDLER, C. F.; VIARO, F. S.; BRUNO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. **Educação gráfica**, Rio Grande do Sul, v.18, n.03, p. 141-157, 2014.

BUENO, G. M. G. B.; FARIAS, S. A. de; FERREIRA, L. H. Concepções de ensino de ciências no início do século XX: o olhar do educador alemão Georg Kerschensteiner. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 2, p. 436, 2012.

CERQUEIRA, J. B., FERREIRA, M. A. Recursos didáticos na educação especial. **Revista Benjamin Constant**, Rio de Janeiro, n. 5, p.15-20, 1996.

CHAVES, R. S.; MORAES, S. S. e SILVA, R. M. L. **Confecção de modelos didáticos de plantas extintas: arte aplicada à Paleontologia no ensino da conquista do ambiente terrestre pelas plantas**. 2013. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0273-5.pdf>>. Acesso em: 14 jul. 2017.

COSTA, L. O.; MELO, P. L. C.; TEIXEIRA, F. M. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011.

FRANCESCHINI, I. M.; BURLIGA, A. L.; REVIERS, B.; PRADO, J. F.; RÉZIG, S. H. **Algas: uma abordagem filogenética, taxonômica e ecológica**. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2010, p.332.

FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008.

JONES, R.; HAUFE, P.; SELLS, E.; IRAVANI, P.; OLLIVER, V.; PALMER, C.; BOWYER, A. RepRap—the replicating rapid prototyper. **Robotica**, Baltimore, v. 29, n. 01, p. 177-191, 2011.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. **Arquivos do Mudi**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KARASINSKI, Vinicius. Review: testamos a impressora Cube 3D. **TecMundo**. 2014. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/analise/48641-analise-testamos-a-impressora-cube-3d.htm>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

KODAMA, H. Automatic method for fabricating a three dimensional plastic model with photohardening polymer. **Review of Scientific Instruments**, v. 52, n. 11, p. 1770-1773, 1981.

LIPSON, H. Printable 3D models for customized hands-on education. In: Proceedings of Mass Customization and Personalization (MCPC), Cambridge, 2007. **Anais eletrônicos...**Cambridge, 2007. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.375.7133&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2017.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries Iniciais. **Revista Ensaio: Pesquisa e Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, p. 1-16, 2001. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/35/66>>. Acesso em: 26 jan. 2017.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. de; SANTOS, M. P. de F.; FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, vol. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita**. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000, 128p.

ORLANDO, T. C.; LIMA, A. R.; 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. e 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**, Alfenas, n.1, p.A1-A16, 2009.

PATREZE, C. M.; ANTUNES, S. B.; PEIXOTO, A. C. R.; PERNAS, J. W.; GARCIA, T. S.; MENEZES, F. G. P. e MARTINS, J. A. B. O ensino da botânica na prática: visitas guiadas no jardim didático e evolutivo da Unirio. **Revista Raízes e Rumos**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.75-98, 2013.

PEREIRA, H. G.; RODRIGUES JR, L. F.; VOLKMER, T. M.; PUPIM V. M. e LUZ, F. F. Comportamento mecânico do poli (ácido láctico) com diferentes pigmentações para a impressão 3d de componentes para aplicação em próteses e órteses. In: 22º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências Materiais, 2016, Natal, v.1, p.01-10. **Anais eletrônicos...**Natal, 2016. Disponível em: < <http://www.cbecimat.com.br/anais/PDF/404-041.pdf>>. Acesso em: 13 jul.2017.

PLEWKA, Michael. **Pediastrum simplex**. 2011. Disponível em: <www.plingfactory.de/Science/Atlas/Kennkarten%20Algen/Chlorophyta/source/Pediastrum%20simplex.html>. Acesso em: 23 mai. 2017.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 728p.

SCHEIBEL, J. M. **Desenvolvimento de modelos moleculares para o ensino de química orgânica a partir de material reciclado**. 2015. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

OYADOMARI, Jason. Filo Cyanophyta. 2017. In: YAMAGISHI-COSTA J.; SAMPAIO D.S; MARQUES, D. e de CAMPOS, P.A. (Org.) **Sistemática de Criptógamas**. Uberlândia: Instituto de Biologia. Disponível em: < <http://www.criptogamas.ib.ufu.br/node/63>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

Capítulo 2. Ensino de Botânica na Graduação: promovendo a microscopia ao real tátil.

(Artigo a ser submetido para a Revista Brasileira em Educação)

Ensino de Botânica na Graduação: promovendo a microscopia ao real tátil

SUENY CALAZANS DOS SANTOS PALAIO
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

CAMILA MAISTRO PATREZE
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil

RESUMOS/ABSTRACTS/RESUMENS

Ensino de Botânica na Graduação: promovendo a microscopia ao real tátil

Este trabalho objetivou aplicar o uso de modelos didáticos tridimensionais em três cursos de graduação como: Bacharelado em Ciências Ambientais, Licenciatura em Biologia e Licenciatura em Ciências da Natureza, do Instituto de Biociências da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro e apresentar seus resultados, com apoio do programa de extensão universitária Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO. Para a aplicação de uso desses modelos, foi usada pesquisa com metodologia qualitativa e quantitativa através da aplicação de questionários avaliativos com consistência de caráter exploratório. O conteúdo pedagógico trabalhado foi sobre microalgas e seus diferentes organismos, em que foi estudado suas estruturas morfológicas evidenciadas e sua atuação na natureza, bem como sua aplicação no ensino de graduação para formação acadêmica. Além disso, foi evidenciado que a utilização dos modelos constituiu de um apoio na aprendizagem dos alunos, em que através da tridimensionalidade puderam construir seu conhecimento e entendimento do conteúdo estudado. No ano de 2016, por exemplo, durante uma atividade com as microalgas clorófitas, 80% dos alunos conseguiram apontar o organismo correto relacionado observado por microscopia. E em 2018, houve o acerto de 75% dos alunos, na mesma atividade mostrando que os alunos compreenderam o conteúdo e construíram seu próprio conhecimento. Com isso, espera-se que os modelos trabalhados nas aulas práticas continuem a ser utilizados como complementação aos conteúdos teóricos e práticos desta disciplina e possam também servir de incentivo para que se possa haver uma ampliação seu uso para outros cursos e instituições, com o intercâmbio dos modelos e troca de experiências.

Palavras-Chave: Formação acadêmica, Uso de modelos 3D, Microalgas, Avaliação exploratória e Interação tátil.

Teaching Botany in Graduation: promoting the microscopy to the tactile real

This work aimed to apply of the use of three - dimensional didactic models in three undergraduate courses such as: Bachelor of Environmental Sciences, Licentiate in Biology and Degree in Natural Sciences, Institute of Biosciences of the Federal University of the State of Rio de Janeiro and present their results, with the support of the university extension program Didactic and Evolutionary Garden of UNIRIO. For the application of these models, qualitative and quantitative research was used through the application of evaluative questionnaires with exploratory consistency. The pedagogical content worked was on microalgae and their different organisms, in which their morphological structures were evidenced and their action in the nature, as well as its application in the teaching of graduation for academic formation. In addition, it was evidenced that the use of the models constituted a support in the students' learning, in which through tridimensional they were able to build their knowledge and understanding of the studied content. In 2016, for example, during an activity with chlorophyte microalgae, 80% of the students were able to point out the related correct organism observed by microscopy. And in 2018, 75% of the students were enrolled in the same activity, showing that the students understood the content and built their own knowledge. With this, it is expected that the models worked in the practical classes will continue to be used as a complement to the theoretical and practical contents of this discipline and may also serve as an incentive to increase its use for other courses and institutions, with the exchange of models and exchange of experiences.

Keywords: Academic training, Use of 3D models, Microalgae, Exploratory evaluation and Tactile interaction.

Enseñanza de Botánica en la Graduación: promoviendo la microscopía al real táctil

Este trabajo objetivó aplicar los modelos didácticos tridimensionales en tres cursos de graduación como: Licenciatura en Ciencias Ambientales, Licenciatura en Biología y Licenciatura en Ciencias de la Naturaleza, del Instituto de Biociencias de la Universidad Federal del Estado de Río de Janeiro, y presentar sus resultados, con apoyo del programa de extensión universitaria Jardín Didáctico y Evolutivo de la UNIRIO. Para la aplicación de uso de estos modelos, se utilizó investigación con metodología cualitativa y cuantitativa a través de la aplicación de cuestionarios evaluadores con consistencia de carácter exploratorio. El contenido pedagógico trabajado fue sobre microalgas y sus diferentes organismos, en que se estudiaron sus estructuras morfológicas evidenciadas y su actuación en la naturaleza, así como su aplicación en la enseñanza de graduación para formación académica. Además, se evidenció que la utilización de los modelos constituyó un apoyo en el aprendizaje de los alumnos, en que a través de la tridimensionalidad pudieron construir su conocimiento y entendimiento del contenido estudiado. En el año 2016, por ejemplo, durante una actividad con las microalgas clorófitas, el 80% de los alumnos consiguieron apuntar el organismo correcto relacionado observado por microscopía. Y en 2018, hubo el acierto del 75% de los alumnos, en la misma actividad mostrando que los alumnos comprendieron el contenido y construyeron su propio conocimiento. Con ello, se espera que los modelos trabajados en las clases prácticas continúen siendo utilizados como complementación a los contenidos teóricos y prácticos de esta disciplina y puedan también servir de incentivo para que se pueda haber una ampliación su uso para otros cursos e instituciones, con el intercambio de los modelos y el intercambio de experiencias.

Palabras clave: Formación académica, Uso de modelos 3D, Microalgas, Evaluación exploratoria e Interacción táctil.

INTRODUÇÃO

A confecção de modelos didáticos tridimensionais pode ser um grande aliado do professor no ensino de ciências, pois seu uso facilita a aprendizagem do aluno, complementando o conteúdo teórico. Além disso o material produzido permite interação tátil, auxiliando o aluno para melhor compreensão sobre o conteúdo abordado (OLIVEIRA,2015). Portanto, a utilização de modelos didáticos contribui para a consolidação do aprendizado, promovendo articulação de conhecimentos científicos (PALHANO, 2014).

Segundo, Gilbert et al. (2000, p. 208) “... a seleção de um modelo relevante e o oferecimento de uma explicação apropriada são centrais para manutenção de um envolvimento ativo na aprendizagem de ciência”. Portanto a escolha de microrganismos para serem representados em modelos foi explicado conforme (PALAIO et al., 2018 *in press*):

“É importante abranger as mais variadas formas de vida, incluindo organismos microscópicos, cuja percepção é dificultada por envolver estruturas que infelizmente não são de fácil acesso ao público estudantil, pois a visualização necessita de equipamentos tais como lupas e microscópios, que nem sempre estão disponíveis na rede regular de ensino.”

Para Castaman (2006) o contexto escolar deve promover a inserção de todos os alunos, seja em ambiente público ou privado, ofertando qualidade de ensino independentemente da necessidade educacional que apresentem. A partir disso, surgiu a ideia da “criação de modelos didáticos na abordagem de estruturas microscópicas” (BATISTETI et al., 2009). Onde a construção e produção dos modelos tridimensionais se deu como um potencial método para ser aplicado no ensino de Ciências e Botânica, pois o mesmo visa na melhora do aprendizado de alunos do ensino regular no geral, bem como alunos com deficiência visual. Já que as modalidades de ensino tradicionais são ainda baseadas em aulas expositivas, e que as novidades tecnológicas e novas ferramentas de estudo ainda são pouco desenvolvidas no meio educacional (SILVA e VALLIM, 2015).

Sendo assim, na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro –UNIRIO, no programa de extensão universitária “Jardim Didático e evolutivo da UNIRIO” foi desenvolvido o subprojeto de extensão de impressão 3D, que constituiu na criação de modelos tridimensionais para a observação e entendimento do conteúdo microscópico (PALAIO et al,

2018, *in press*). E posteriormente permitiu a proposta da vigente dissertação que é a aplicação de uso dos modelos tridimensionais representantes de microalgas na graduação para três diferentes cursos como: Bacharelado em Ciências Ambientais, Licenciatura em Biologia e Licenciatura em Ciências da Natureza, nos segundos semestres de 2016, 2017 e 2018.

Nesse sentido, Pellanda e Amano (2015) afirmam que:

“O ensino na graduação promove conhecimentos específicos acerca da área de conhecimento, a fim de construir um profissional que entenda de determinados conceitos inerentes a sua formação acadêmica. Entretanto, muitos destes conceitos são de difícil compreensão.”

Com essa dificuldade de assimilação quanto as estruturas, viu se oportunamente a utilização dos modelos didáticos. Portanto, a modelização 3D utilizada nas aulas práticas de Biologia Vegetal I surgiram através do campo de estudo em microalgas. Adamy et al, (2015) diz que “as microalgas são organismos microscópicos unicelulares predominantemente aquáticos, sendo parte de um grupo bastante diverso de organismos e podem formar colônias e apresentar pouca ou nenhuma diferenciação celular.”

O estudo desses organismos ocorre através do ensino de botânica, que propõe observações, trabalhando de forma a descobrir novos elementos, em que a diversidade de organismos vegetais permitiu o ser humano criar classificações, com a finalidade de acumular conhecimentos sobre eles (MARTINS, 2010). As semelhanças entre as plantas permitem que sejam classificados os indivíduos e agrupados em táxons, além disso, o homem tendeu a ter total dependência nas plantas para fins alimentícios, medicinais e econômicos (RAVEN et al., 2007).

A partir do ensino de botânica, foi unido neste trabalho o uso dos modelos 3D à microscopia, permitindo a esse método de ensino, a implementação de pesquisa de benefícios dessa prática e também sua categorização nas respostas. Portanto, os modelos trabalhados, tanto pelo seu modo de produção quanto pelo seu teor didático, têm como o intuito de aproximá-los da realidade microscópica (BATISTETI, 2009). Porém, Corte et al, (2018) “destacam como pontos negativos, a carência de materiais apropriados para a visualização e manejo de exemplares, sobretudo microscópios óticos para desenvolver a aula.” E pela ausência de material, os modelos tridimensionais surgem para incrementar a forma de construir a realidade microscópica, levando a melhoria na qualidade do conhecimento

científico escolar, já que o ensino de ciências naturais se beneficia do uso de experimentos para dar significado ao aprendizado dos conteúdos (AGUIAR, 2016).

Sendo assim, a pesquisa aplicada na utilização dos modelos tridimensionais se deu através de análises de questionários, com metodologia qualitativa e quantitativa de caráter exploratório, sendo este tipo de avaliação mais objetiva nas suas observações e resultados (BADIN,1977).

Na concepção de Perrenoud (1999), a avaliação constitui-se em um processo contínuo que visa contribuir com a aprendizagem dos alunos, auxiliando no crescimento intelectual. Sendo essencial na medida em que fornece dados, ajudando no conhecimento para que os sujeitos compreendam e possam enfrentar desafios atuais (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016). Nesse raciocínio, Krasilchik (2004) acrescenta que os avanços científicos nas ciências têm convergido à necessidade de tornar mais facilmente compreensíveis os entendimentos nesse campo em sala de aula, visando a facilitar os conhecimentos em objetos de ensino.

Com isso, nota-se que a tridimensionalidade se apresenta como agregador de conhecimento, sendo muito mais importante que simplesmente compreender, descrever e distinguir estruturas (PELLANDA e AMANO, 2015). Pois através da construção de conhecimento os alunos puderam usar de questionamentos comparativos no entendimento do conteúdo estudado.

O objetivo do presente trabalho foi introduzir os modelos didáticos no ensino de Biologia Vegetal para a graduação; as atividades foram divididas em duas etapas: I) utilizar estes modelos como apoio didático no ensino de alunos da Graduação da Universidade Federal do estado do Rio de Janeiro; II) avaliar o uso dos modelos nos diferentes grupos alcançados no curso de Biologia Vegetal I.

METODOLOGIA

Os modelos tridimensionais de algas microscópicas foram produzidos durante o desenvolvimento do Projeto de Extensão: “Modelos Tridimensionais para o Ensino de Ciências”, que faz parte de um programa de extensão universitária na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UNIRIO, o " Programa Jardim Didático e Evolutivo da UNIRIO". Tal programa é desenvolvido no Instituto de Biociências; dispõe de alguns

canteiros envoltos ao Instituto com plantas na ordem evolutiva das espécies, onde as atividades realizadas são voltadas para o ensino de Ciências e Botânica para diferentes níveis de ensino como fundamental, médio e superior e também alunos com deficiência visual (PATREZE et al., 2013). No presente trabalho, os modelos desenvolvidos foram aplicados para alunos das turmas de Biologia Vegetal I da graduação em Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Ciências da Natureza e Bacharelado em Ciências Ambientais, no segundo período dos anos de 2016, 2017 e 2018.

Estes cursos de graduação também fazem parte do Instituto de Biociências, na Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO e promovem formação profissional e acadêmica voltados para o estudo de Ciências e seus diversos segmentos. As atividades com a graduação utilizando os modelos tridimensionais foram avaliadas seguindo metodologia de caráter exploratório, através da aplicação de questionários avaliativos (CARNEVALLI e CAUCHICK MIGUEL, 1999). Essa metodologia foi trabalhada em conjunto de dois métodos, um de abordagem quantitativa cujos resultados são mais objetivos com a observação de resultados mais controlados; a outro método, com abordagem qualitativa, em que os resultados permitem hipóteses de ideias e índices não previstos na pesquisa, sendo os resultados mais variáveis (BARDIN, 1977). Sendo assim, todas as respostas da presente pesquisa foram registradas e categorizadas para análise de dados. Nesse pensamento, Silva et al., 2013 diz que:

“Uma das potencialidades da avaliação está em utilizá-la para diagnosticar a qualidade da aprendizagem, pois permite que se identifiquem dificuldades, obstáculos, avanços e aspectos que precisam ser aperfeiçoados, ou seja, a avaliação fornece informações para que o professor realize e delinieie intervenções pedagógicas.”

Portanto, Meksenas, (2007) afirma que é importante o pesquisador utilizar da observação e ao mesmo interagir com os integrantes de sua pesquisa para assim definir melhor a metodologia qualitativa e em contrapartida a metodologia quantitativa é caracterizada pelo número amostral, podendo ser extraídos resultados mais significativos.

Nesta linha de raciocínio, ocorreu a primeira atividade realizada com a graduação, foi com a turma de Biologia Vegetal I do segundo semestre de 2016, na aula prática sobre as algas clorófitas. Na aula prática da disciplina, no laboratório, foi mostrado em microscopia

óptica microrganismos do filo Chlorophyta de cinco diferentes espécies. Em seguida, os alunos com os olhos vendados tiveram que pôr a mão dentro de uma caixa de papelão fechada com alguns modelos em 3D de diferentes filios : *Peridinium cinctum* (dinoflagelado), *Scenedesmus quadricauda* (clorófita), *Pediastrum simplex* (clorófita), *Pediastrum duplex*, *Pennales sp.*(diatomácea) e *Dolichospermum sp* (cianobactéria) (PALAIO et al. 2018, *in press*) e designar um organismo que se encontrava na caixa que era semelhante a um dos microrganismos dispostos nos microscópios ópticos e quais características mais se destacaram (Figura 1). Com isso, os alunos anotaram a próprio punho, suas percepções e a designação de qual organismo identificaram. Os organismos apresentados na microscopia foram a *Pediastrum simplex*, *Pediastrum duplex*, *Staurastrum sp.*, Desmodesmus (*Scenedesmus quadricauda*) e microalga discóide colonial (*Sphaerocystis sp.*) (Figura 2). O trabalho efetuado foi proposto para turma como método de avaliação e composição da nota de relatório e contou com a participação de 49 alunos.



Figura 1- Modelos de microalgas 3D usados na atividade de 2016.2

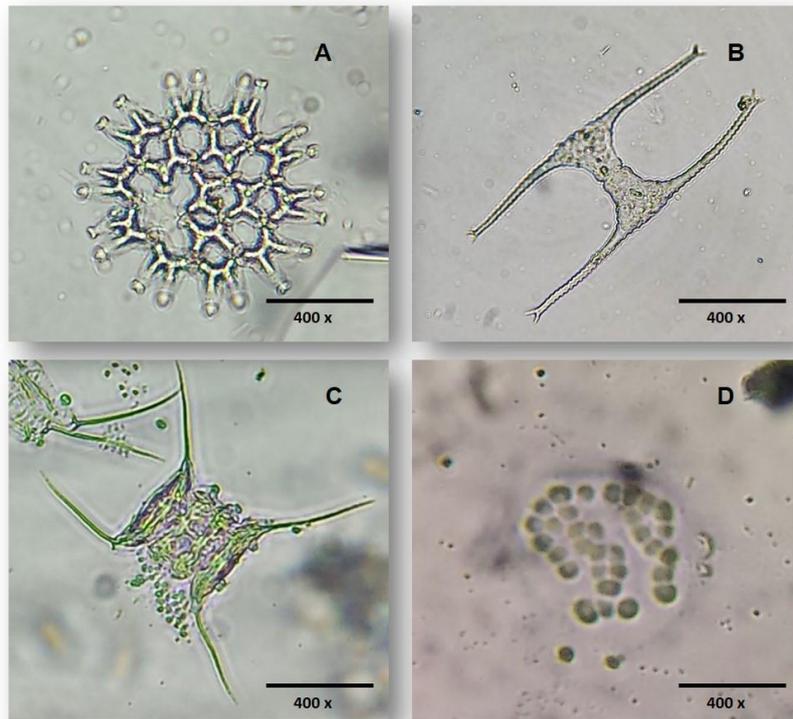


Figura 2- Algas microscópicas visualizadas na aula prática de Clorófitas. A. *Pediatrum duplex*; B. *Staurastrum sp*; C. *Scenedesmus quadricauda*; D. *Sphaerocystis sp*.

A segunda atividade realizada ocorreu no segundo semestre de 2017, também com turma de Biologia Vegetal I, cujo tema abordou as microalgas conhecidas como dinoflagelados. Na aula prática que contou com a participação de 69 alunos, foram dispostos sob a bancada dois modelos representantes de dinoflagelados, sendo um *Ceratium sp.* feito de biscoit e um *Peridinium sp.* feito de plástico PLA na impressora 3D (Figura 3). Em seguida foi dada uma breve explicação sobre as representantes dos dinoflagelados e logo após foram realizadas duas perguntas referente aos modelos: I) “Quais são as características morfológicas em comum nos modelos?; e II) “Para que servem os poros nos dinoflagelados?”. Essas perguntas foram propostas de forma objetiva, acompanhadas de quatro opções para serem escolhidas (ver Apêndice). Os alunos foram estimulados a responder à pergunta a partir da observação dos modelos e seus conhecimentos prévios.

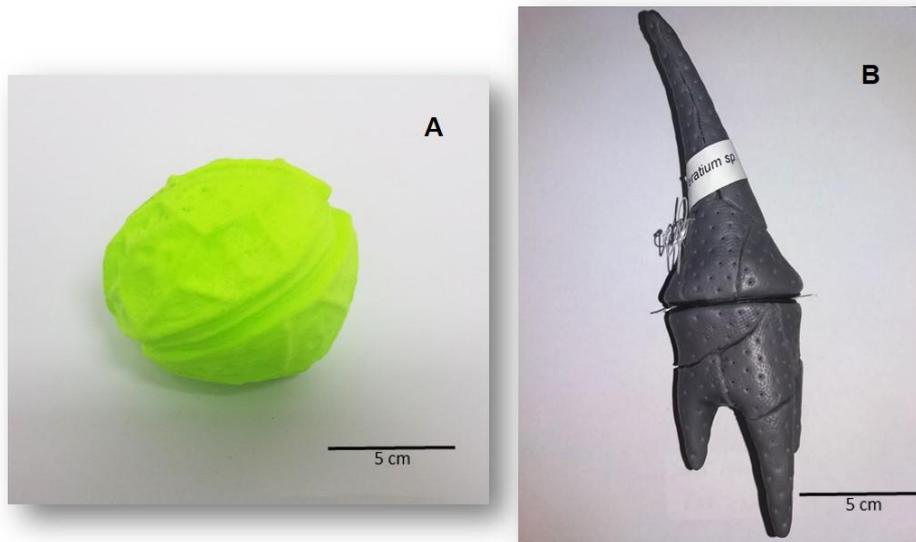


Figura 3- Modelos didáticos tridimensionais. A. *Peridinium sp.* de PLA; B. *Ceratium sp.* de biscuit.

Outras atividades também foram trabalhadas com a turma de Biologia vegetal I, porém no segundo semestre de 2018 e neste período, a turma foi dividida em duas partes, entre A e B, onde a turma A executou a prática antes da aula teórica e a turma B após a aula teórica, no mesmo dia. Assim, essa terceira atividade, que também ocorreu durante a aula prática de algas clorófitas, foi semelhante à que foi aplicada à turma do segundo período de 2016, utilizando os mesmos microrganismos sob microscópio ótico, no entanto, foram colocados na caixa de papelão somente modelos 3D representantes das clorófitas (*Pediastrum simplex*, *Pediastrum duplex* e *Desmodesmus (Scenedesmus quadricauda)*) (Figura 4).

Desta vez, participaram da pesquisa 25 alunos da turma A e 28 alunos da turma B, e os discentes responderam individualmente à duas perguntas, sendo elas: “I) Após observação de organismos no microscópio e percepção tátil dos modelos, qual o nome do organismo observado no microscópio que é semelhante ao modelo percebido? E II) Que característica(s) do modelo permitiu sua identificação com o organismo microscópico?”.



Figura 4 - Atividade sobre Clorófitas com turma de Biologia vegetal I de 2018.2

A quarta atividade, também proposta para a turma de Biologia Vegetal I do segundo semestre de 2018, foi com microalgas conhecidas como Diatomáceas, em específico o gênero *Pennales sp.* Foram dispostos três modelos tridimensionais representantes dessas diatomáceas de diferentes tamanhos e informado que se tratava de três gerações (Figura 5). Os alunos foram então estimulados a responder a seguinte pergunta: “Ao visualizar os modelos 3D de diatomácea é possível observar que modificação entre os organismos progenitores e seus descendentes?”. Sendo assim a pesquisa teve intenção de saber dos alunos a partir de seus conhecimentos de observação, conseguiriam identificar a diferença de tamanho e o motivo para tal mudança, que seria a fase de reprodução assexuada, por fissão binária, quando o organismo após as diversas divisões celulares, tem seu tamanho limitado e altera sua forma reprodutiva para sexuada, mantendo assim a geração de descendentes (RAVEN *et al.*, 2007). Nesta atividade houve a participação de 26 alunos da turma A e 25 alunos da turma B. Com a observação e anotação dos alunos, os dados foram sistematizados.



Figura 5- Atividade sobre diatomáceas realizada na aula de clorófitas na turma de 2018.2

Em consonância com essa atividade sobre diatomáceas, foi incluída uma questão sobre o tema abordado na primeira avaliação teórica da disciplina de Biologia vegetal I. A questão de número quatro desta avaliação foi: “As Diatomáceas constituem um dos principais grupos na base da cadeia alimentar de todos os ecossistemas aquáticos, e sua persistência no ambiente se deve em parte a sua versatilidade reprodutiva. Explique os mecanismos reprodutivos que essas microalgas desenvolveram”. Com isso, essa pergunta objetivou parametrizar sobre o real aprendizado dos alunos quanto a atividade realizada na aula prática e sua compreensão quanto ao conteúdo abordado. Nesta atividade houve a participação de 45 alunos do curso de Ciências Ambientais, 12 alunos do curso de Biologia e 2 alunos de Ciências da Natureza, sem divisão de turmas.

Além dessas duas atividades realizadas com a turma do segundo período de 2018, também foi aplicado um questionário sobre o uso e compreensão dos modelos 3D em concomitância com os conteúdos microscópicos trabalhados. Com isso objetivou saber o quanto o uso dos modelos permite melhor entendimento de conteúdo ofertado e se há uma boa qualidade na definição morfológica desses representantes dos microrganismos trabalhados em aulas práticas. Diante disto foram realizadas as seguintes perguntas: “I) Como você classifica as texturas percebidas nos modelos?; II) Como você avalia a contribuição dos modelos ao seu conhecimento em relação aos microrganismos? E III) Qual dos modelos proporcionam maior facilidade de compreensão em relação aos microrganismos? Por que?” Para as duas primeiras perguntas, foram criadas quatro categorias quantitativas de resposta: ruim, regular, bom e ótimo. Já a pergunta III foi qualitativa, como o intuito de saber qual modelo melhor representou um dos microrganismos (ver Apêndice). Esta última atividade contou com a participação de 42 alunos, sem a distinção de cursos e divisão de turmas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os questionários avaliativos qualitativos e quantitativos ajudaram a medir o nível de qualidade no ensino de botânica nas aulas práticas em consonância com a modelagem tridimensional. Essas avaliações foram muito importantes para saber se o uso dos modelos 3D na graduação agregou no aprendizado do aluno, facilitando o entendimento do conteúdo dado tanto na forma teórica quanto na prática junto à microscopia.

Na primeira atividade realizada em 2016, duas perguntas foram relacionadas as algas Clorófitas, e com isso foi observado se a turma conseguiria identificar o modelo representante da microalga *Desmodesmus quadricauda*, por sua semelhança ao microrganismo real apresentado sob microscopia ótica. E também saber qual estrutura morfológica foi mais marcante, tendo sido importante na identificação da espécie no modelo, dentre as estruturas como espículas, cenóbios, formação em colônia e pirenoides. Assim, notamos que a maior parte da turma conseguiu compreender através do tato o que o objeto realmente representava, cerca de 80% apontou o organismo almejado e que o segundo organismo mais apontado pela turma 16% é apenas semelhante ao representante de *Desmodesmus quadricauda* (Figura 6). Na Figura 7 pode ser observado que as características mais marcantes foram os cenóbios e espículas. Os pirenoides foram apontados como marcantes na identificação da microalga por 22% dos alunos, embora essa estrutura esteja presente em outros modelos de microalgas clorófitas estudados e essa estrutura não tenha sido visível na microscopia ótica empregada em sala de aula.

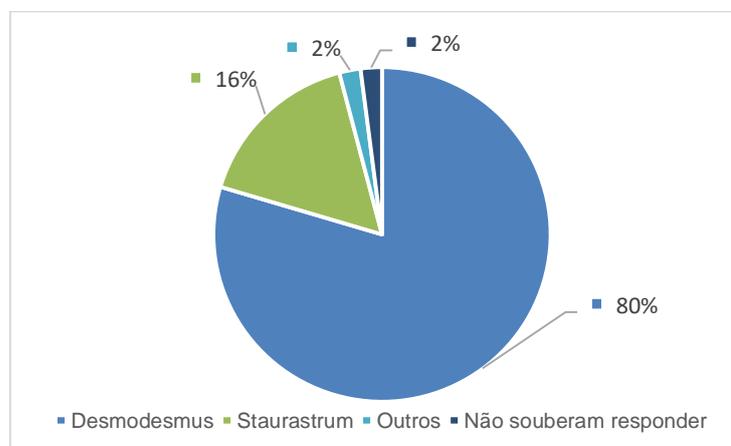


Figura 6- Percentual de respostas dadas para a identificação do modelo 3D referente ao microrganismo *Desmodesmus quadricauda*, na atividade realizada em 2016

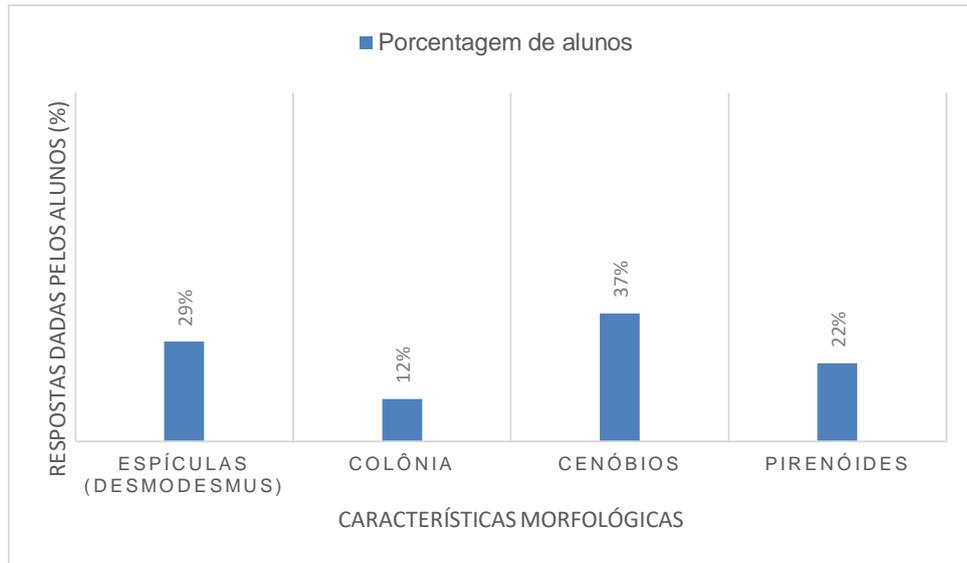


Figura 7- Percentual de respostas relacionando as características morfológicas mais evidentes no modelo 3D de *Desmodesmus quadricauda*, na atividade realizada em 2016.

Assim, a partir do uso dos modelos 3D aplicados nas aulas práticas de Biologia Vegetal, pode-se constatar que os mesmos possibilitaram a compreensão da realidade de microrganismos relacionada à facilidade em representar o “escondido” (BATISTETI *et al.* 2009), assim permitindo um esclarecimento de dúvidas pertinentes ao analisar as microscópicas estruturas vegetais (CECCANTINI, 2006).

Na segunda atividade, realizada em 2017, onde foi trabalhada duas perguntas sobre os Dinoflagelados, observou-se que 56% dos alunos conseguiram designar quais as características morfológicas dos dinoflagelados apresentados teriam em comum, respondendo que são os flagelos e as tecas (Figura 8). A funcionalidade dos poros de um dinoflagelado, que é a liberação de toxinas, foi apontada por 93% dos alunos (Figura 9).

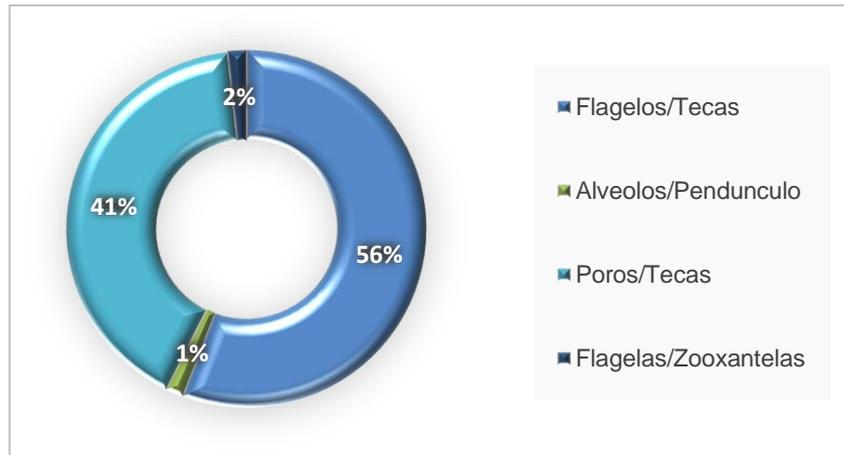


Figura 8- Percentual de respostas sobre as características morfológicas comuns aos dois modelos de dinoflagelados apresentados, na atividade realizada em 2017.

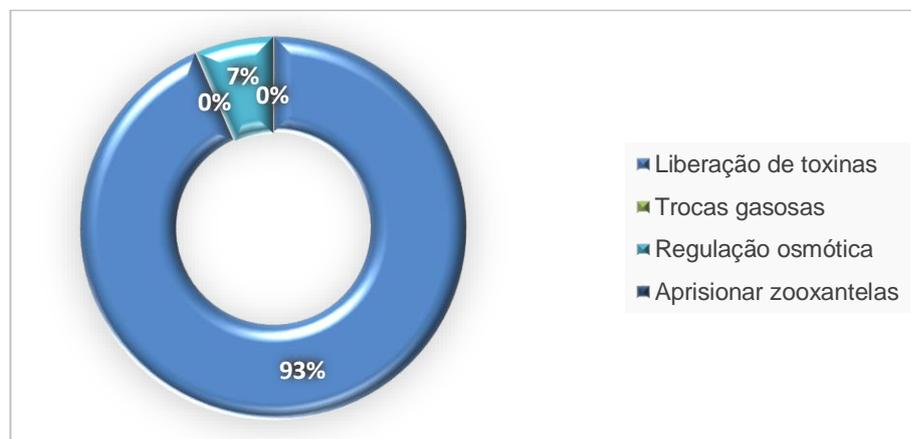


Figura 9- Percentual de respostas para a identificação da funcionalidade dos poros em Dinoflagelados, na atividade realizada em 2017.

Na terceira atividade, realizada em 2018, três diferentes atividades foram realizadas, relacionadas aos temas: o ensino de algas Clorófitas, ensino de Diatomáceas e a avaliação dos modelos 3D. A atividade empregada de algas Clorófitas teve o mesmo princípio dado para turma de Biologia Vegetal I de 2016, porém a diferença foi que a extração de dados se deu a partir de um questionário. Nesta atividade o objetivo foi saber se os alunos eram capazes de identificar os modelos representantes das microalgas *Desmodesmus* e *Pediastrum* como semelhantes aos microrganismos apresentados na microscopia ótica (Figura 10), além de identificarem quais características dos modelos mais os chamaram a atenção (Figura 11).

A Figura 10 mostra que apesar da turma ter sido dividida entre turma A que contou com 25 alunos e a turma B com cerca de 28 alunos, os resultados foram satisfatórios, mostrando que 80% da turma A (Figura 10A) e 72% da turma B (Figura 10B) identificaram o

modelo *Desmodesmus* como o correto. Somando-se as duas turmas, temos que 75% dos alunos identificaram certamente os modelos e microrganismos trabalhados (Figura 10C). Além disso, o modelo 3D de *Pediastrum* estava presente na caixa, e foi identificado por 12% da turma A e 21% na turma B. Houve uma parcela das turmas que citaram ambos os organismos, sendo turma A com 8% e turma B com 7% (Figuras 10A e B, respectivamente).

A estrutura mais marcante na identificação da microalga para as duas turmas foram as espículas presentes no modelo da *Desmodesmus* (Figura 11). As outras estruturas apontadas tiveram menor expressão e o que mais despertou a atenção foram os alunos da turma B apontarem os pirenoides, cerca de 8% identificaram essas estruturas que não foram visíveis na microscopia, mas táteis nos modelos (Figura 11). Esse resultado corrobora com o fato de os alunos da turma A não terem assistido à aula teórica antes da prática, em oposição à turma B, que recebeu o conteúdo teórico desses organismos anteriormente à aula, e assim puderam identificar melhor as estruturas e nomeá-las.

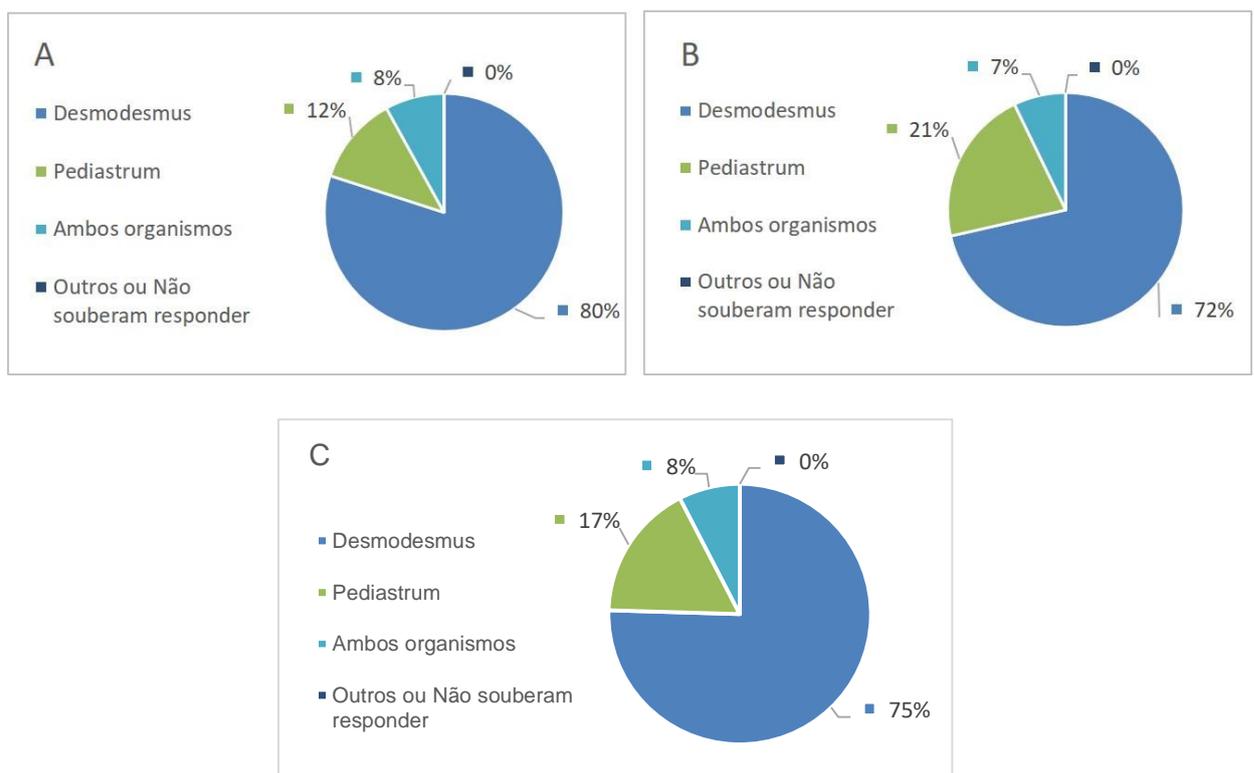


Figura 10- Percentual de respostas a respeito da identificação de *Desmodesmus* por alunos de Biologia Vegetal I, na atividade realizada em 2018 A. alunos que realizaram a prática na turma A; B. alunos que realizaram a prática na turma B; C. Percentual de respostas considerando a totalidade dos alunos que responderam ao questionário.

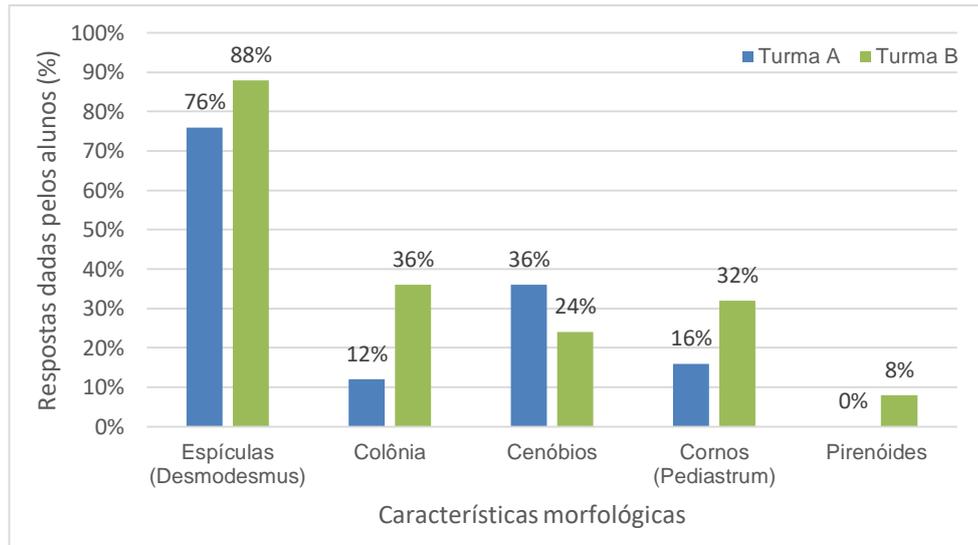


Figura 11- Percentual de respostas relacionando as características morfológicas mais evidentes no modelo 3D de *Desmodesmus quadricauda*, na atividade realizada em 2018.

Neste mesmo período de 2018, na atividade sobre as Diatomáceas, observou-se que quase a totalidade das duas turmas 96% dos alunos notaram a diferença de tamanho dos modelos (Figura 12). Além disso, o principal apontamento foi a reprodução assexuada, com 64% na Turma B e 50% na Turma A, sendo esta uma boa observação para justificar a mudança de tamanho que na maior parte do tempo de vida desse organismo se dá por essa reprodução.

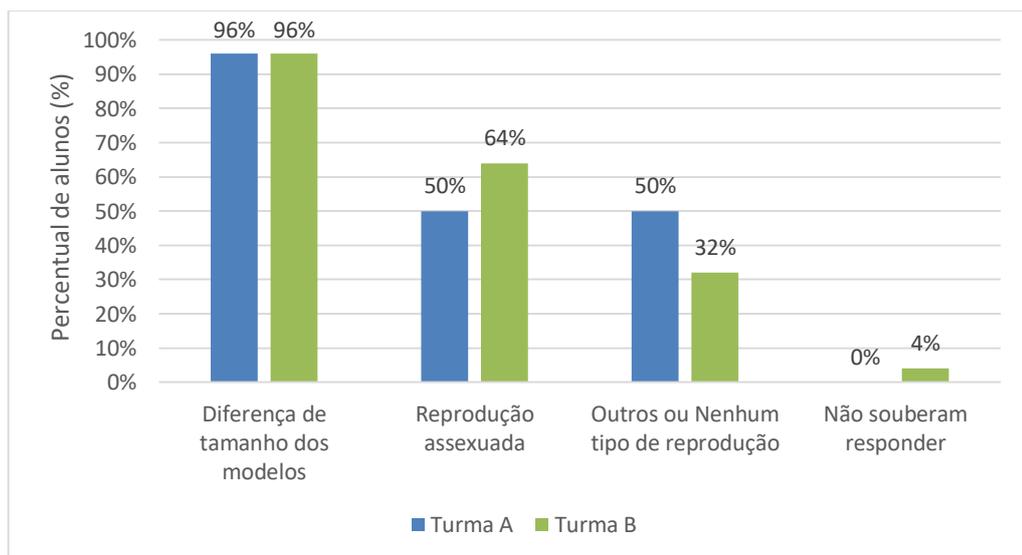


Figura 12- Percentual de alunos que notaram a diferença de tamanho entre os modelos apresentados de diatomáceas, relacionando-os à reprodução do organismo.

A descrição sobre o mecanismo reprodutivo das diatomáceas, abordado em aula prática, foi solicitada na avaliação teórica, tendo os alunos obtido alta pontuação nas respostas, atingindo uma média de 0,76 pontos de um total de 1 ponto (Figura 13). Considerando os diferentes cursos, a média de pontuação foi 0,78 tanto para Ciências Ambientais quanto para Biologia, e 0,75 para Ciências da Natureza. Esse resultado mostrou que a atividade aplicada na aula prática sobre as Diatomáceas auxiliou a compreensão dos alunos sobre o conteúdo abordado refletindo um bom desempenho na avaliação.

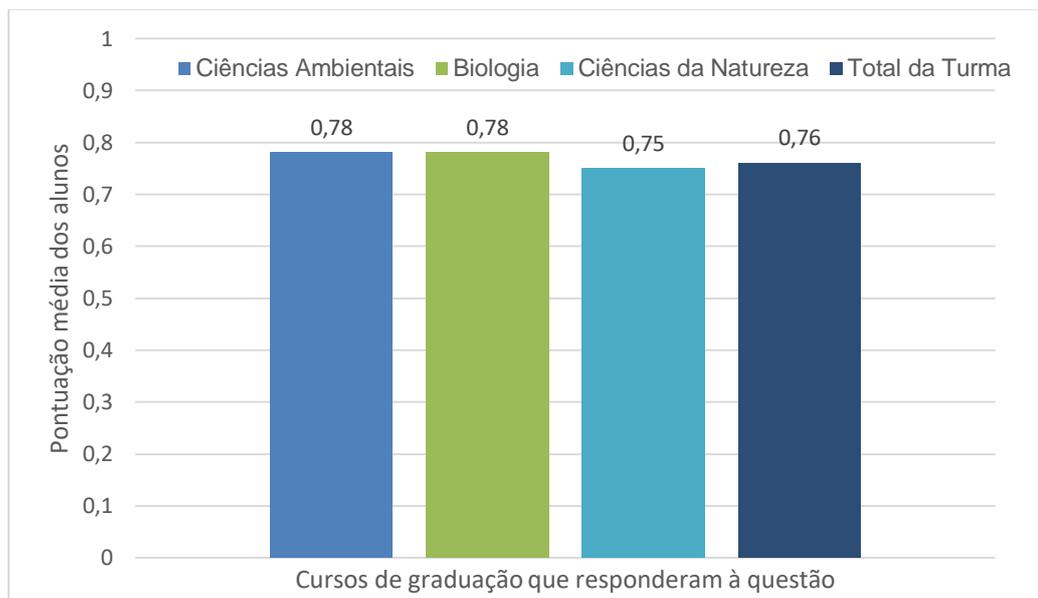


Figura 13- Pontuação média dos alunos da disciplina Biologia Vegetal I na questão da avaliação teórica sobre Diatomáceas por curso de graduação.

A intenção da aplicação dos modelos, em geral, é de complementar o conteúdo teórico e prático ofertado nas aulas, e de acordo com (MATOS, 2009, p. 21): “a utilização de modelos didáticos é bastante relevante, pois permite ao aluno construir o conhecimento sobre o objeto de estudo ao invés de apenas receber informações teóricas e práticas sobre o assunto abordado”.

A aplicação dos modelos tridimensionais nas turmas A e B de 2018, ocorreram uma antes e a outra posterior a aula teórica, isso ocorreu porque a disciplina de Biologia Vegetal é dividida entre parte prática e parte experimental. Nesse sentido Pinheiro et al, (2018) dizem que:

“a divisão de parte experimental é vista, principalmente pelos alunos, como de menor importância apesar de que as turmas de laboratório, geralmente, têm menor número de alunos que nas aulas teóricas e, ser um espaço privilegiado para a discussão e a construção do conhecimento.”

Sendo assim, há uma discussão de que qual parte deve vir primeiro se é a teoria ou a prática. Para isso, Pinheiro et al, (2018) aborda sobre essa dúvida de alguns professores onde eles afirmam que:

“a teoria deve ser apresentada antes da prática, servindo para comprovar os conteúdos teóricos. Para outros, [...] a prática pode anteceder a teoria, tendo como finalidade aproximar os alunos dos fenômenos que irão estudar na teoria.”

E nesse sentido os autores afirmam que aulas práticas tem uma importância sobre aulas teóricas, mas que em nosso trabalho não verificamos grandes diferenças e distorções de conteúdos quando aplicados os modelos 3D antes ou depois da aula teórica, apenas os alunos conseguiram nomear melhor as estruturas após a teórica, mas a percepção tátil permaneceu idêntica.

Por fim, nesse mesmo ano de 2018, a pesquisa de opinião sobre os modelos 3D relativo a qualidade das texturas dos modelos e estímulo à aprendizagem mostrou que 52% dos alunos avaliaram a qualidade da textura dos modelos como ótimo e 43% como bom. A contribuição dos modelos ao conhecimento mostrou-se também satisfatória, com cerca de 57% dos alunos tendo avaliado como ótimo e 38% como bom.

Os tipos de modelos que ajudaram na compreensão do conteúdo apontados pelos alunos foram variados; cerca de 38% dos alunos responderam Clorófitas, 29% Dinoflagelados, 26% Diatomáceas e 7% optaram por todos os modelos (Figura 14).

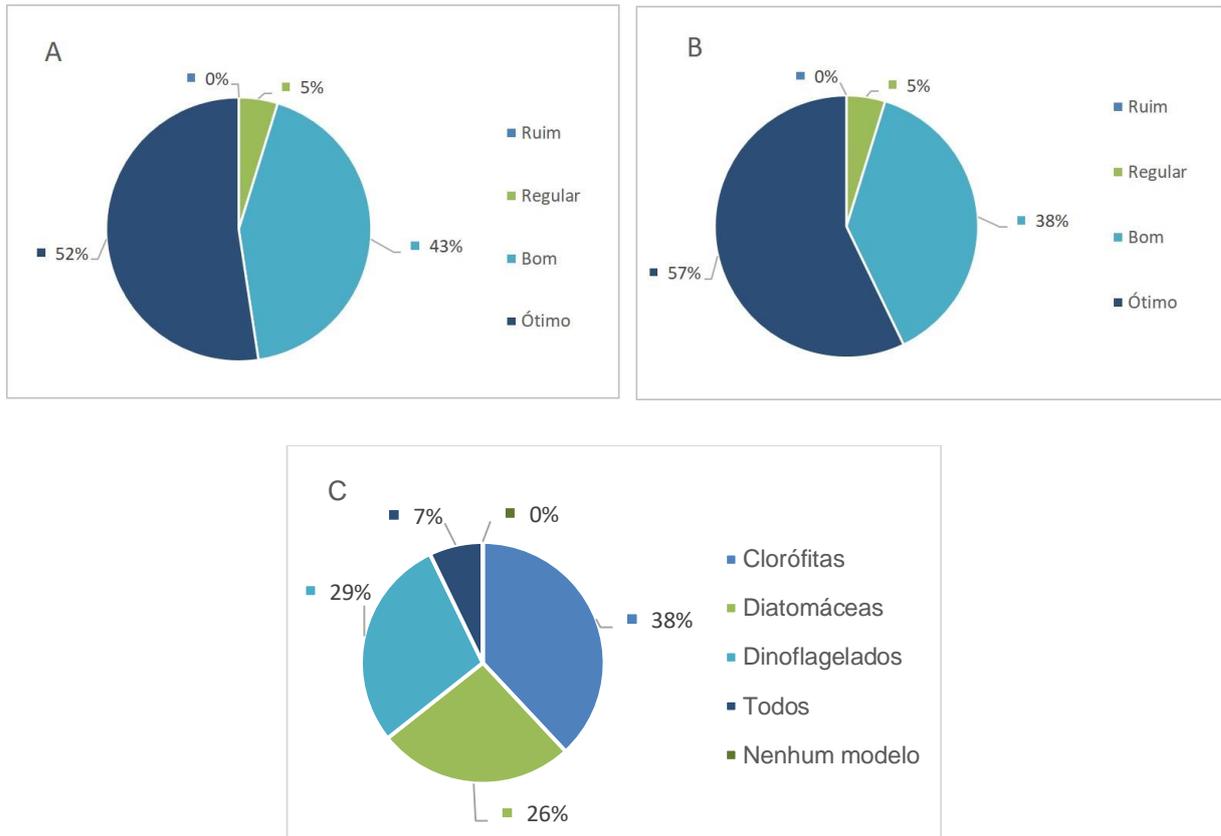


Figura 14 - Resultados da pesquisa de opinião, realizada em 2018, sobre: A. a qualidade das texturas percebidas nos modelos3D; B. a contribuição dos modelos 3D para o conhecimento sobre as microalgas e C. os modelos que proporcionaram maior compreensão.

As pesquisas de opinião realizadas no presente trabalho sobre o uso de modelos didáticos na graduação, tiveram como parâmetros de avaliação questionários qualitativos e quantitativos, que possuem da intencionalidade pedagógica de analisar e contribuir para um melhor processo de aprendizagem dos alunos (RABELO,2004). E através desses dados gerados, pode ser visto que em todas as atividades realizadas os resultados foram satisfatórios, mostrando que o uso dos modelos didáticos podem ser um método bastante eficaz para fornecer o apoio ao conteúdo presente em aula (ORLANDO et al., 2009).

Portanto no processo de aprendizagem científica (KNELLER, 1980) diz que os modelos são considerados como sendo partes integrantes das teorias. Sendo assim, no ensino superior deveriam ser mais introduzidos o uso de modelos como complemento no ensino, para que o mesmo corrobore para uma maior aprendizagem de conteúdo. Tanto que Krasilchik (2008) afirma que “qualquer curso deve incluir uma diversidade de modalidades didáticas,

pois [...] a variação das atividades pode atrair e interessar os alunos, atendendo às diferenças individuais”, e também contribuindo para um ensino mais adequado.

Nossos resultados mostram que quando um professor utiliza mais ferramentas para aprimorar e qualificar suas aulas, o ensino ganha maior rendimento de entendimento e aprendizagem de conteúdo. Com isso, os modelos puderam auxiliar nesse processo teórico prático permitindo que as aulas se tornassem mais dinâmicas e atrativas, além de permitir que os próprios alunos realizassem refutação científica e concepção de sua aprendizagem, sendo esse processo de grande valia para a formação profissional que se destina.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que as turmas participantes foram de extrema importância no processo de composição das avaliações exploratórias aplicadas. Apesar de muitos dos alunos serem iniciantes na graduação e não compreenderem a importância da aplicação dessa avaliação sobre uso dos modelos, os alunos se mostraram solícitos e participativos em colaboração ao presente estudo. Este método de ensino, com uso de modelos 3D e avaliação qualitativa e quantitativa, permitiu-nos conhecer os benefícios de tais atividades e ainda o que pode ser aprimorado.

No caso da pesquisa relatada, o contato dos alunos com os modelos 3D possibilitou o vivenciamento prático de informações trabalhadas na teoria e prática. E que por meio da observação e teorização os alunos puderam discutir e entender melhor os conteúdos ofertados. As atividades promovidas foram de forma coletiva e que possibilitou uma construção conjunta de conhecimentos e ainda, durante a aplicação de uso de modelos didáticos, os alunos utilizaram de conhecimentos prévios adquiridos para ajudar nas respostas nos questionários. Nesse momento da dinamização com modelos, houve a interação da teoria com as novas informações na utilização dos modelos.

Em relação aos questionários aplicados, os alunos demonstram conhecimento através da interação tátil com a microscopia, além do conhecimento prévio do assunto trabalhado, porém alguns grupos de alunos não possuíam o conhecimento teórico prévio. No entanto essas atividades aplicadas sem o conhecimento teórico prévio, não atrapalharam a dinamização e aplicação das atividades, tendo se mostrado também muito satisfatórias.

Com os resultados obtidos, foi visto que os objetivos de uso dos modelos didáticos nas aulas práticas na graduação foram almeçados, pois a utilização desses objetos garantiu uma melhor compreensão do conteúdo ofertado no decorrer das aulas. E também se mostrou um método eficaz de apoio a outras metodologias de ensino, permitindo o aluno de construir seu conhecimento e não de apenas receber informações. As estruturas evidenciadas foram percebidas através da interação tátil, com isso foi observado mais questionamentos á microscopia, ocorrendo uma comparação sobre a visualização ótica, em que não viabiliza a definição de algumas estruturas dos organismos e com os modelos 3D, onde foi possível obter essa percepção, assim permitindo maior entendimento sobre as algas microscópicas.

REFERÊNCIAS

- ADAMY, H.; CASSOL, A. C.; ELICKER, C.; MENEGHETTI, J., SILVA, J.; OLIVEIRA, M. **Sugestão de Alternativas de Materiais Didáticos para o Ensino de Microalgas**. Revista Eletrônica Científica Uergs, Porto Alegre, v.1, n.1, p.58-61, dez. 2015
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BATISTETI, C. B.; CAMARGO, E. P.; ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. **Uma discussão sobre a utilização da história da ciência no ensino de célula para alunos com deficiência visual**. IN: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. 2009, Florianópolis.
- CARNEVALLI, J.; CAUCHICK MIGUEL, P. **Desenvolvimento da Pesquisa de Campo, Amostra e Questionário para Realização de um Estudo Tipo Survey sobre a Aplicação do QFD no Brasil**. UNIMEP, Santa Barbara d'Oeste, SP, 1999.
- CASTAMAN, A. S. **Percursos e Discursos de Normalização na Educação Especial**. Revista Divisa, v. 4, p. 23-30, 2006. Disponível em: <<http://www.seifai.edu.br/artigos.php>>. Acesso em: 02 nov. 2018
- CECCANTINI, G. **Os Tecidos Vegetais Têm Três Dimensões**. Revista Brasileira de Botânica, v. 29, n. 2, p. 335-337, abr.-jun. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v29n2/a15v29n2.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2018.
- GILBERT, J. K.; BOULTER, C.J.; RUTHERFORD, M. **Explanations with models in science education**. In: GILBERT, J. K e BOULTER, C. J. (eds). Developing models in science education. Dordrecht: Kluwer, p. 193-208, 2000.
- KNELLER, G. F. **A ciência como atividade humana**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1980.
- KRASILCHIK, M. **Práticas de Ensino de Biologia**. 4ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4ª. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.
- MARTINS, E.; NOGUEIRA, M.; FERREIRA, A.; MORALES, A. **A utilização de material didático botânico no Ensino de Ciências**. IN: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, artigo 157, Out. 2010.
- MATOS, C.; OLIVEIRA, C.; SANTOS, M.; FERRAZ, C. **Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v. 9, n.1, 1º semestre 2009. p. 19-23. Disponível em:<<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/3matos.pdf>>. Acesso em: 02 nov.2018.

MEKSENAS, P. **Aspectos metodológicos da pesquisa empírica: a contribuição de Paulo Freire.** Revista Espaço Acadêmico, Maringá: Universidade Estadual de Maringá, n. 78, p. 1, nov. 2007.

OLIVEIRA, A. **Construção de Modelos Didáticos para o ensino do Desenvolvimento Embrionário Humano.** Arquivos do MUNDI, Espírito Santo, vol. 19, n. 1, p. 1-10, 2015.

ORLANDO, T.; LIMA, A.; SILVA, A.; FUZISSAKI, C.; RAMOS, C.; MACHADO, D.; FERNANDES, F.; LORENZI J.; LIMA, M.; GARDIM, S.; BARBOSA, V.; TRÉZ, T. **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, Alfenas, n.1, p. A1-A16, 2009.

PALAIIO, S; ALMEIDA, M; PATREZE, C. **Desenvolvimento de Modelos Impressos em 3D para o Ensino de Ciências.** Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 3, p. 68-80, 2018.

PALHANO, J. **Construção de Modelos Didáticos com Materiais Diversificados para o Estudo da Embriologia.** Produção Didático-Pedagógica, UEPG, Ponta Grossa, 2014.

PATREZE, C. M.; ANTUNES, S. B.; PEIXOTO, A. C. R.; PERNAS, J. W.; GARCIA, T. S.; MENEZES, F. G. P. e MARTINS, J. A. B. **O ensino da botânica na prática: visitas guiadas no jardim didático e evolutivo da Unirio.** Revista Raízes e Rumos, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.75-98, 2013.

PELLANDA, R; AMANO, E. **Modelos Didáticos Botânicos Para A Graduação: Sim Ou Não?.** In: XII Congresso Nacional de educação, Paraná, 2015.

PERRENOUD, P. **Avaliação, da excelência a regulação das aprendizagens: entre duas lógicas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

RABELO, E. H. **Avaliação: novos tempos, novas práticas.** 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal.** 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 728p.

SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. **"Mas de que te serve saber botânica?"** Estudos avançados, São Paulo, SP, Instituto de Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, v.30 n.87, 2016.

SILVA, M.; THEISS, V.; RAUSCH, R. **Avaliação da Aprendizagem na Educação Superior: Relato de uma Experiência.** RACE, Chapecó, Ed. Especial Anpad, p. 363-398, 2013.

SILVA, J. B.; VALLIM M. A. **Estudo, desenvolvimento e produção de materiais didáticos para o ensino de biologia.** Revista Aproximando, v. 1, n.1, 2015.

CONCLUSÕES

Diante deste trabalho produzido ao longo de três anos de pesquisa e produção sobre modelagem tridimensional, pode-se considera-lo importante para o meio escolar e acadêmico, na medida em que se mostrou contribuir para um melhor ensino de ciências e botânica nos cursos de graduação em que foram aplicados. Conseqüentemente, os modelos podem auxiliar outros docentes em suas aulas práticas e teóricas e na melhor aplicação de conteúdo ofertado.

A primeira etapa de elaboração dos modelos 3D, se deu por meio de investigação na literatura sobre as formas de produção através da impressão 3D e com isso pode ser idealizado como produzir modelos nesta ferramenta de prototipagem rápida, viabilizando o custo, a produção e a acessibilidade dos modelos. A impressão dos modelos foi desenvolvida como forma de complementar as aulas para os alunos do ensino regular e para alunos com deficiência visual.

Sendo assim, o trabalho que primordialmente se mostrou como método de aplicação dos modelos nas aulas de microalgas, se transformou de fato num aliado da construção do conhecimento, onde este material foi utilizado e experimentado com os alunos da graduação da UNIRIO, nas aulas de Biologia Vegetal. Com esse passo dado no desenvolvimento do trabalho, foi viabilizado a forma de interação tátil com os modelos em concomitância das aulas práticas com uso da microscopia.

Através das práticas, pode ser realizada uma pesquisa exploratória sobre o uso desses modelos e se estes ajudariam na melhor compreensão do conteúdo trabalhado. E através desses dados, ficou claro que como o almejado, o uso desses modelos se mostraram satisfatórios e que os alunos conseguiram aprender e entender melhor o conteúdo. Sendo assim este trabalho mostrou-se através dos modelos didáticos tridimensionais, um importante elemento pedagógico para corroborar com um melhor ensino e também permitindo que seja expandido para novas aplicações no meio educacional, uma vez que os mesmos modelos desenvolvidos podem ser disponibilizados para impressão em qualquer outra Instituição ou mesmo emprestados para uso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. C. D. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. 2016, 226 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.

ARAÚJO, V.; CUNHA, J.; SANTOS, D.; SOUZA, J.; SILVA, E.; VASCONCELOS, A. Aplicabilidade alternativa para o ensino do processo fotossintético em sala de aula. In: XIII jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2013. Recife, PE: Anais eletrônicos. Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, 2013.

BARBOSA, E. F. Proposta de um modelo de simulação de análises de espectrometria de massa para aulas práticas de bioquímica no ensino superior. Revista de Ensino de Bioquímica, São Paulo, v. 13, n. 3, p.37-53, 2015.

BATISTETI, C. B.; CAMARGO, E. P.; ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J. Uma discussão sobre a utilização da história da ciência no ensino de célula para alunos com deficiência visual. In: VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais...Belo Horizonte: Abrapec, 2009. 1 CD-ROM.

BRENDLER, C. F.; VIARO, F. S.; BRUNO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, R. P. Recursos didáticos táteis para auxiliar a aprendizagem de deficientes visuais. Educação gráfica, Rio Grande do Sul, v.18, n.03, p. 141-157, 2014.

CHAVES, R.; MORAES, S; LIRA-DA-SILVA, R. Confecção de modelos didáticos tridimensionais de plantas extintas: arte aplicada à Paleontologia no ensino da conquista do

ambiente terrestre pelas plantas. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Atas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2011.

CORTE, V.; SARAIVA, F.; PERIN, I. Modelos Didáticos como estratégia investigativa e colaborativa para o ensino de Botânica. Revista Pedagógica, Chapecó- SC, v.20, n.44, 2018.

FREITAS, L. A. M.; BARROSO, H. F. D.; RODRIGUES, H. G.; AVERSI-FERREIRA, T. A. Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 24, n. 1, p. 91-97, 2008. GARCIA, M. F. F. Repensando a Botânica. In: Coletânea do 7º Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo, 2 a 4 fev. 2000.

GIANOTTO, D.; MACHADO, M.; SERT, M.; LIMA, F. Elaboração e utilização de materiais pedagógicos de botânica e zoologia por professores de biologia. In: V Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (EREBIOSUL) e IV Simpósio Latino Americano e Caribenho de Educação em Ciências do International Council of Associations for Science Education (ICASE). Londrina: UEL. 18 a 21 de Set. de 2011.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arquivos do Mudi, Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

KRASILCHIK, M. Prática de Ensino de Biologia. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 4. Ed. rev. e ampl., 1ª reimpresso, p. 197, 2005.

MACEDO, M.; KATON, G. F.; TOWATA, N.; URSI, S. Concepções de professores de Biologia do Ensino Médio sobre o ensino-aprendizagem de Botânica. IN: MOREIRA, M. A.;

SAHELICES, C. C.; VILLAGRÁ, J. M. (Orgs) Anais do IV Encontro Ibero-americano sobre Investigação em Ensino de Ciências, 2012, p. 389-401.

MARQUES, D.N.V. O uso de Modelos Didáticos no Ensino de Genética em uma Perspectiva Metodológica Problematizadora. In: O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense, 2007 / Secretaria de Estado da Educação. Superintendência da Educação. Programa de Desenvolvimento Educacional. – Curitiba : SEED – Pr., 2011. – (Cadernos PDE).

MARTINS, E.; NOGUEIRA, M.; FERREIRA, A.; MORALES, A. A utilização de material didático botânico no Ensino de Ciências. IN: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, artigo 157, Out. 2010.

MATOS, C. H. C.; OLIVEIRA, C. R. F. de; SANTOS, M. P. de F.; FERRAZ, C. S. Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, vol. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MOUL, Renato Araújo Torres de Melo; SILVA, Flávia Carolina Lins da. A construção de conceitos em botânica a partir de uma sequência didática interativa: proposições para o ensino de Ciências. Revista Exitus, Santarém, PA, Instituto de Ciências da Educação/ICED – UFOPA, v. 7, n. 2, p. 262-282, 2017.

ORLANDO, T.; LIMA, A.; SILVA, A.; FUZISSAKI, C.; RAMOS, C.; MACHADO, D.; FERNANDES, F.; LORENZI J.; LIMA, M.; GARDIM, S.; BARBOSA, V.; TRÉZ, T. 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, Alfenas, n.1, p. A1-A16, 2009.

PAZ, A.M.; ABEGG, I.; FILHO, J. P.; OLIVEIRA, V. L. Modelos e Modelizações no Ensino: um estudo da cadeia alimentar. *Revista Ensaio*. v. 8, n. 2, p. 133-146, 2006.

PALAIIO, S; ALMEIDA, M; PATREZE, C. Desenvolvimento de Modelos Impressos em 3D para o Ensino de Ciências. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, Rio de Janeiro, vol. 8, n. 3, p. 68-80, 2018.

PALHANO, J. Construção De Modelos Didáticos Com Materiais Diversificados Para O Estudo Da Embriologia. *Produção Didático-Pedagógica*, UEPG, Ponta Grossa, 2014.

PELLANDA, R; AMANO, E. Modelos Didáticos Botânicos Para A Graduação: Sim Ou Não?. In: XII Congresso Nacional de educação, Paraná, 2015.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia Vegetal*. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007, 728p.

SCHEIBEL, J. M. Desenvolvimento de modelos moleculares para o ensino de química orgânica a partir de material reciclado. 2015. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SETÚVAL, F. A. R.; BEJARANO, N. R. R. Os Modelos Didáticos com Conteúdos de Genética e a sua Importância na Formação Inicial de Professores para o Ensino de Ciências e Biologia. IN: VII ENPEC. Florianópolis. Nov. 2009.

TEMP, D.S.; CARPILOVSKY, C. K; GUERRA, L. Cromossomos, Gene e DNA: Utilização de Modelo Didático. *Revista Genética na escola*. SBG. p. 9-11, 2001.

APÊNDICE

- Questionário sobre Dinoflagelados (Ano 2017):

31/08/2017 – Rodófitas e Dinoflagelados (Modelos Ceratium e Peridinium) Nome:

Quais são as características morfológicas em comum?	Flagelos/Tecas <input checked="" type="checkbox"/>	Alvéolos/Pendúnculo <input type="checkbox"/>	Poros/Tecas <input type="checkbox"/>	Flagelos/Zooxantelas <input type="checkbox"/>
Para que servem os poros nos dinoflagelados?	Liberção toxina <input checked="" type="checkbox"/>	Trocas gasosas <input type="checkbox"/>	Regulação osmótica <input type="checkbox"/>	Aprisionar zooxantelas <input type="checkbox"/>

- Questionário sobre Clorófitas (Ano 2018):

Nome:	Curso:
-------	--------

- 1) Após observação de organismos no microscópio e percepção tátil dos modelos, qual o nome do organismo observado no microscópio que é semelhante ao modelo percebido?
- 2) Que característica(s) do modelo permitiu sua identificação com o organismo microscópico?

- Exemplos de respostas de questionário sobre Diatomáceas (Ano 2018):

As vezes ao visualizar o modelo 3D de diatomácia é possível observar que modificação entre os organismos progenitores e seus descendentes?

R: No processo de reprodução assexuada os diatomácias vão diminuindo o tamanho do realce até chegar em um limite onde se começa o processo de reprodução sexuado para formar um indivíduo de tamanho "normal" (original)

As vezes ao visualizar o modelo 3D de diatomácia, é possível observar que modificação entre os organismos progenitores e seus descendentes?

Os organismos ficam cada vez menores, pois fazem reprodução assexuada. Suas valvas não divididas e cada descendente herda a espiralada ou a hipovalve.

- Questão de avaliação teórica sobre Diatomáceas (Ano 2018):

4. "As diatomáceas constituem um dos principais grupos na base da cadeia alimentar de todos os ecossistemas aquáticos, e sua persistência no ambiente se deve em parte à sua versatilidade reprodutiva. Explique os mecanismos reprodutivos que essas microalgas desenvolveram.

- Questionário sobre a pesquisa de opinião sobre os Modelos 3D (Ano 2018):

Questionário avaliativo para compreensão de uso dos modelos UNIRIO 2018.2 -14/09/2018		Nome:		Curso:	
Perguntas: Modelos tridimensionais	Ruim	Regular	Bom	Ótimo	
Como você classifica as texturas percebidas nos modelos?					
Como você avalia a contribuição dos modelos ao seu conhecimento em relação aos microrganismos?					
Qual dos modelos proporcionam maior facilidade de compreensão em relação aos microrganismos? Por que?					

ANEXO

Comprovação de aceite e leitura de prova do artigo referente ao Capítulo 1.

[ENCITEC] Solicitação de Avaliação da Edição de Texto  Caixa de entrada x



Dr. João Carlos Krause <krause@santoangelo.uri.br>
para eu ▾

Dra Camila Maistro Patreze,

Concluímos a Edição de Texto inicial do seu manuscrito "Desenvolvimento de modelos impressos em 3D para o ensino de ciências", submetido a Revista ENCITEC. Acesso o sistema web da revista e avalie o documento editado pelo editor de texto.

Esta é a última oportunidade para realizar alterações substanciais ao documento. Em seguida, será solicitada a Leitura de Provas, porém as alterações permitidas nesse estágio são para correção mínima de erros tipográficos e de layout.

URL da Submissão:

<http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec/author/submissionEditing/2369>

Login: cpatreze

Caso não esteja disponível para assumir esta responsabilidade no momento, ou em caso de dúvidas, entre em contato através deste email.

Agradecemos desde já sua colaboração, fundamental para a qualidade da revista.



Dr. João Carlos Krause
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Santo
Ângelo, RS
krause@santoangelo.uri.br

Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista - ENCITEC
Vinculada ao PPPGEEnCT – Campus Santo Ângelo – RS
<http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec>