



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

REGIANE GUIMARÃES DA SILVA

**IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS IMPRESSOS 3D
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

RIO BRANCO – AC

2017

REGIANE GUIMARÃES DA SILVA

**IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS IMPRESSOS 3D
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

RIO BRANCO – AC

2017

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

S586i Silva, Regiane Guimarães, 1987 -

Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de Zoologia / Regiane Guimarães Silva. – Rio Branco, 2017.

81 f.: il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, 2017.

Inclui referências bibliográficas e apêndice.

Orientador: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho.

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Tecnologias educacionais. 3. Zoologia – Ensino. I. Título.

CDD: 371.3078

REGIANE GUIMARÃES DA SILVA

**IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS IMPRESSOS 3D
NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em 28 de abril de 2017.

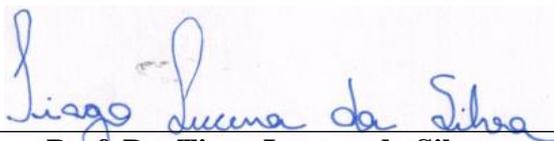
Banca Examinadora

Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

Universidade Federal do Acre
Orientador

Prof^ª. Dr.^a. Aline Andreia Nicolli

Universidade Federal do Acre
Membro Interno



Prof. Dr. Tiago Lucena da Silva

Universidade Federal do Acre
Membro Externo

RIO BRANCO – AC

2017

Dedico ao meu eterno amor
Maurício Oliveira.

AGRADECIMENTOS

À Deus, porque sem ele nada somos. Pela força e fé que me inspira nos momentos de tristeza e me motiva, dando a certeza de que com Ele tudo posso vencer.

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade de adquirir novos conhecimentos e desenvolver esta pesquisa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre pela credibilidade e possibilitar o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao meu orientador o Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho pela paciência, ensinamentos e apoio prestado ao longo desta pesquisa. Por acreditar na minha capacidade, me motivar e estimular em todos os momentos.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Aos amigos e companheiros de sala.

À Cristina Boaventura pelo apoio, e compreensão quanto me ausentei do trabalho.

Ao Diretor geral Wemerson Fittipaldy de Oliveira e Diretor de Ensino César Gomes Freitas do Instituto, pela receptividade e cordialidade dispensadas à minha pesquisa.

Aos professores Pedro Cavalcante, Márcia Ávila, Dausterneya Maciel e Diego Lima pela compreensão, apoio e disponibilização dos horários para o desenvolvimento desta pesquisa.

À minha família, por tudo o que fizeram por mim. Minha Mãe, que abriu mão de sua vida em garantia do meu futuro. Meu Pai, pelo apoio incondicional em todos os momentos.

À minha querida amiga Marília Ângela pelo auxiliou nos estudos e no trabalho. Sem ela, com certeza não seria a mesma profissional de hoje.

Ao meu amado esposo, Maurício Oliveira, pessoa com quem quero partilhar todos os dias da vida. Com seu apoio incondicional me sinto segura e amada.

A todos que de alguma forma me auxiliaram a realizar meus sonhos, muito obrigada.

LISTA DE SIGLAS

3D	Tridimensional
ABS	Acrilonitrila Butadieno Estireno
ASTM	Sociedade Americana para Ensaios e Materiais
ATP	Aula Teórico-Prática
CAD	Desenho Assistido por Computador
EESC	Escola de Engenharia de São Carlos
FDM	Fused Deposition Modeling (Deposição de material fundido)
FFF	Filament Fused Fabrication (Fabricação Fundida de Filamentos)
FIC	Formação Inicial Continuada
FM	Faculdade de Medicina
NMC	New Media Consortium
PLA	Ácido Polilático
RP	Prototipagem Rápida
STL	Stereolithography (Estereolitografia)
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TP	Teste Prévio
TPATP	Teste Pós-aula Teórico-Prática

RESUMO

O curso de Ciências Biológicas beneficia-se do uso de atividades práticas para dar maior significado ao aprendizado dos conteúdos. Desenvolvidas de várias formas, as aulas práticas podem trazer inovação ao Ensino. A exemplo da tecnologia da impressão 3D integrante do grupo de tecnologia denominada prototipagem rápida (RP). Considerando as oportunidades do uso dessa tecnologia para a criação de materiais didáticos, esta pesquisa desenvolveu modelos anatômicos 3D dentários de cão, porco, paca e cavalo a serem utilizados em aulas práticas, para verificar a relação dos modelos com o ensino e aprendizagem de Zoologia. A pesquisa foi realizada em 2 etapas, sendo a 1ª no Laboratório de Anatomia Animal/UFAC, com a seleção dos dentes *in natura*, confecção dos modelos, limpeza e digitalização destes. Posteriormente as imagens digitais passaram por correção, limpeza e acabamento manual. Concluída a confecção dos modelos, a aplicação e análise do seu uso em sala ocorreu no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre/IFAC (Campus Rio Branco). Participaram 51 discentes do curso de Ciências Biológicas, os quais já haviam sido aprovados na disciplina de Zoologia dos Vertebrados. Estes foram organizados em grupos, a saber: Grupo *3D* (aula teórico-prática com modelos 3D impressos), Grupo *In natura* (aula teórico-prática com modelos *in natura*) e o Grupo *Aula expositiva* (aula teórico-prática com imagens). A análise dos dados foi realizada por meio de questionário (pré-teste e pós-teste). Os resultados mostraram equivalência dos grupos *3D* e *In natura*, sendo estes superiores ao grupo *Aula expositiva*. Os discentes dos três grupos apresentaram resultados melhores no pós-teste quando comparados com os respectivos grupos do pré-teste. Desta forma, concluímos que os modelos 3D podem ser uma alternativa para o Ensino de Zoologia em aulas práticas associada a relevante atuação docente como mediador.

Palavras-Chave: Prototipagem rápida. FDM. Extrusão e Educação.

ABSTRACT

The Biological Sciences course benefits from the use of practical activities to give greater meaning to the learning of the contents. Developed in many ways, practical classes can bring innovation to Teaching. Such as the 3D printing technology that is part of the technology group called Rapid Prototyping (RP). Considering the opportunities of using this technology for the creation of didactic materials, this research developed 3D dental anatomical models of dog, pig, spotted paca and horse to be used in practical classes, to verify the relation of the models with the teaching and learning of Zoology. The research was carried out in 2 stages, the 1st in the Laboratory of Animal Anatomy /UFAC, with selection of teeth *in natura*, confection of the models, cleaning and scanning of these. Subsequently the digital images went through correction, cleaning and work mans hip. Concluding the preparation of the models, the application and analysis of its use in the classroom took place at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Acre/IFAC (*Campus Rio Branco*). Fifty-one students from the Biological Sciences course participated, which had already been approved in the discipline of Vertebrate Zoology. These were organized in groups, namely: 3D group (theoretical-practical class with 3D models printed), Group *In natura* (theoretical-practical class with *in natura* models) and Group Lecture exposition (theoretical-practical class with images). Data analysis was performed using a questionnaire (pre-test and post-test). The results showed equivalence of the 3D and *In natura* groups, being these superior with only to the group Expositive class. The students of the three groups presented better results in the post-test when compared with the respective groups of the pre-test. In this way, we conclude that the 3D models can be an alternative to the Teaching of Zoology in practical classes associated with the relevant teaching role as mediator.

Keywords: Rapid Prototyping. FDM. Extrusion. Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Lista de Figuras

Figura 1. Princípio do processo de funcionamento FDM.	24
Figura 2. Anatomia de um dente braquidonte típico (A) e de um hipsodonte (B).	32
Figura 3. Especializações ligadas à alimentação nos principais grupos de mamíferos eutérios – placentários.	35
Figura 4. Fluxograma da pesquisa.	37
Figura 5. Impressora 3D. Foto: própria autora.	38
Figura 6. Scanner 3D. Foto: própria autora.	38
Figura 7. Modelo anatômico 3D (dente de Cavalos). Sem acabamento manual. Foto: própria autora.	39
Figura 8. Modelo anatômico 3D (dente de Cavalos). Com acabamento manual. Foto: própria autora.	39
Figura 9. Notas obtidas no pré-teste: A grupos <i>3D</i> e <i>In natura</i> . B grupos <i>3D</i> e <i>Aula expositiva</i> . C grupos <i>In natura</i> e <i>Aula expositiva</i> . Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%	44
Figura 10. Notas obtidas no pós-teste: A grupos <i>Aula expositiva</i> e <i>In natura</i> . B grupos <i>3D</i> e <i>Aula expositiva</i> . C grupos <i>In natura</i> e <i>3D</i> . Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%	46
Figura 11. Notas obtidas no pré e pós-teste: A grupo <i>Aula expositiva</i> . B grupo <i>In natura</i> . C grupo <i>3D</i> . Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%	49
Figura 12. Registro iconográfico do produto.	56
Figura 13. Faces digitais da dentição do Cavalos: Incisivo (1 incisal, 2 vestibular, 3 lingual, 4 medial, 5 distal), Molar (6 oclusal, 7 vestibular, 8 lingual, 9 medial, 10 distal).	63
Figura 14. Faces digitais da dentição do Porco: Incisivo (11 incisal, 12 vestibular, 13 lingual, 14 medial, 15 distal); Canino (16 incisal, 17 vestibular, 18 lingual, 19 medial, 20 distal); Pré-molar (21 oclusal, 22 vestibular, 23 lingual, 24 medial, 25 distal); Molar (26 oclusal, 27 vestibular, 28 lingual, 29 medial, 30 distal).	64
Figura 15. Apresentação aula teórico-prática.	73

Lista de Tabelas

Tabela 1. Quantitativo dos acertos por discente.	75
Tabela 2. Quantitativo das notas por discente.	77

Tabela 3. Resultado geral do questionário pré e pós aula teórico-prática. 79

Lista de Quadro

Quadro 1. Tipos de dentes. 31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO I	16
1.1 A utilização de aulas teórico-práticas e sua relação com o ensino e aprendizagem.....	16
1.2 O uso de modelos anatômicos como recurso didático	20
1.3 O uso do modelo impresso 3D aplicado em aulas práticas	22
1.4 Tecnologia da impressão 3D	23
1.5 Procedimento para impressão 3D.....	25
1.6 Impressão 3D, educação e a formação Docente.....	26
1.7 Impressão 3D e o Ensino de Biologia	28
1.8 Dentição	30
1.9. Dentição e o Ensino de Biologia	33
1.10 OBJETIVOS	35
1.10.1 Objetivo Geral	35
1.10.2 Objetivos Específicos	36
CAPÍTULO II.....	37
2.1 MATERIAIS E MÉTODOS	37
2.2 Confeção do modelo anatômico 3D dentário impresso.....	37
2.3 Seleção do modelo anatômico 3D dentário.....	38
2.4 Digitalização das modelos selecionados	38
2.5 Impressão 3D	38
2.6 Formação e constituição dos grupos para aplicação do modelo.....	39
2.7 Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa Humano	40
2.8 Aplicação e avaliação dos modelos anatômicos 3D dentários	41
2.9 Aplicação do Teste Prévio (TP)	41
2.10 Aula Teórico-Prática (ATP).....	41
2.11 Aula Prática (AP)	42
2.12 Aplicação do Teste Pós-aula Teórico-prática (TPATP).....	42

2.13 Análise Estatística	42
CAPÍTULO III.....	43
3.1 RESULTADO E DISCUSSÃO	43
3.1.1 Pré-testes	43
3.1.2 Pós-testes.....	45
3.1.3 Comparativo entre Pré e Pós testes	48
3.1.4 Impressão 3D no Ensino	51
3.1.5 Confeção e aplicação do modelo	52
3.2 Conclusão.....	54
4 PRODUTO EDUCACIONAL.....	55
5 REFERÊNCIAS	57
APÊNDICES.....	63

INTRODUÇÃO

O desejo de pesquisar a modelização com a impressão 3D surgiu a partir da apresentação dessa tecnologia pelo meu orientador Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho, depois de várias reflexões de como esse recurso poderia auxiliar a educação superior, percebi que enquanto aluna de Ciências Biológicas sempre houve poucas aulas práticas nas disciplinas de Zoologia. Diante disso no decorrer do mestrado foi visto que por conta dessa peculiaridade, seria interessante os modelos serem confeccionados nesta área. Dentre várias opções, a denteição foi escolhida, levando-se em consideração a limitação de impressão e digitalização, bem como a possibilidade de utilização e aplicação dos modelos em outras disciplinas do curso de Ciências Biológicas.

O estudo de conteúdos com utilização de recursos didáticos, traz para a sala de aula dinamismo, flexibilidade, motiva o discente a querer aprender, nas disciplinas do curso de Ciências Biológicas não é diferente. Particularmente em Zoologia, as aulas práticas constituem importante ferramenta para o estudo da morfologia e biodiversidade dos animais, e ainda auxiliam o docente em sua metodologia de ensino, trazendo melhorias para o processo de ensino e aprendizagem. Visando contribuir para melhor participação e aprendizado do discente é que essa pesquisa tem se consolidado.

No capítulo I são apresentados os referenciais norteadores da pesquisa nas Ciências Biológicas e na Tecnologia focando nas seguintes temáticas: utilização de aulas teórico-práticas e sua relação com o ensino e aprendizagem; uso de modelos anatômicos como recurso didático; uso do modelo impresso 3D aplicado em aulas práticas; tecnologia da impressão 3D; procedimento para impressão 3D; Impressão 3D, educação e a formação Docente; impressão 3D e o ensino de Biologia; denteição; denteição no ensino de Biologia.

Já no capítulo II, foram apresentados os materiais e métodos da pesquisa, que consistiram na aplicação de questionários, realização de aula teórico-prática, aplicação do questionário após o desenvolvimento da aula e análise dos dados coletados.

No capítulo III por sua vez, discorreremos os resultados e discussões, sendo apresentados e analisados os dados resultantes desta pesquisa embasada nos testes prévios e posteriores às aulas teórico-práticas aplicadas nos grupos *3D*, *In natura* e *Aula expositiva*. Resultando na conclusão de que os modelos 3D impressos são potencialmente efetivos no processo de ensino e aprendizagem.

Na última parte do texto mostramos o produto educacional, consistindo na descrição e procedimento de teste aplicativo do modelo 3D impresso com discentes do curso de Licenciatura em Ciências, com habilitação em Biologia, resultando positivamente como recurso educacional para o Ensino, objetivado nessa pesquisa como sendo: Avaliar a aplicabilidade dos modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro em substituição aos modelos dentários “*in natura*” no processo de ensino e aprendizagem de Zoologia, no curso de Ciências Biológicas; e os específicos de: Criar modelo anatômico de dentes de carnívoro, herbívoro e onívoro para uso pedagógico no ensino superior do referido curso, especificamente em zoologia; Testar se os modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro podem substituir os modelos dentários “*in natura*”; Verificar a aplicabilidade desses, no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO I

A prática docente em Ciências no contexto da história da educação no Brasil, sempre esteve voltada para a racionalidade técnica. Segundo Carvalho (2002), a atividade do discente tem como objetivo principal, acompanhada pela técnica racional, a solução de problemas mediante a aplicação rigorosa de teorias e técnicas científicas. Assim, a atividade docente consiste as vezes na priorização da mera transmissão de conteúdos em detrimento das atividades práticas que valorizem a participação e reflexão, tanto por parte dos docentes quanto por parte dos discentes.

O curso de Licenciatura em Ciências Biológicas faz uso de conceitos abstratos, sendo importante a elaboração de material didático de apoio ao conteúdo presente nos livros. A melhoria na qualidade do Ensino de Ciências passa inequivocamente pela melhor formação dos docentes, no sentido de que estes entendam, entre outras coisas, as relações entre a teoria e a prática a partir da experimentação (MARINHO e SIMÕES, 1993).

O estudo da vida dos animais durante a graduação é realizado por partes, a critério da instituição, podendo ser a primeira denominada Protozoologia e Introdução ao Metazoários; Zoologia dos Metazoários Inferiores I, Zoologia dos Metazoários Inferiores II e Zoologia dos Metazoários Superiores, ou também mais sucinto, como zoologia do vertebrados e zoologia dos invertebrados, como ocorre no IFAC¹. A principal característica dessas disciplinas como dito, é o estudo dos animais, nesse contexto o estudo teórico deveria ser vinculado à prática. Pois acredita-se que o reconhecimento por parte dos discentes na construção do pensamento científico é caracterizado durante as aulas práticas fomentando o lado investigativo dos discentes (PRIGOL e GIANNOTTI, 2008).

Aulas práticas com demonstração e experimentação permitem o aprofundamento do aprendizado teórico, instigando e fomentando o discente e o futuro docente ao interesse pela pesquisa (ZANETTI, 2009). Possibilitando a compreensão autêntica e detalhada do conteúdo ministrado, fundamentada na didática e na educação.

1.1 A utilização de aulas teórico-práticas e sua relação com o ensino e aprendizagem

O processo de Ensino e Aprendizagem diante das múltiplas opções de ensino tem a oportunidade de se tornar mais dinâmico, nesse sentido o educador deixa o papel de repassador de informações para ser mediador entre os conteúdos e o discente, tornando o

¹ IFAC: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre. Local onde foi realizada a pesquisa.

processo educativo não só informativo, mas também transformador da formação social dos sujeitos.

O processo de que se fala, envolve o desenvolvimento humano, o aprendizado e as suas relações, defendidas por Vygotsky, psicólogo que sempre enfatizou a importância do processo de ensino e aprendizagem, suas concepções quanto ao desenvolvimento mental humano são estabelecidas a partir de elementos mediadores², segundo Oliveira (1997):

Vygotsky trabalha, então com a noção de que a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. As funções psicológicas superiores apresentam uma estrutura tal que entre o homem e o mundo real existem mediadores, ferramentas auxiliares da atividade humana (p. 27).

O primeiro elemento mediador destacado pela autora, apontados por Vygotsky é denominado de *Instrumento*, empregado para efetivar as ações humanas, alargando a possibilidade de modificar o meio em que vive. Ela exemplifica com o uso do machado, um dos primeiros instrumentos usados pelo homem durante as atividades pré-históricas e a vasilha usada para o depósito de água. Fazendo um paralelo com instrumentos mais atuais, seria o computador, celular, veículos, e o objeto de estudo dessa pesquisa, a impressão 3D, que pode ser manuseada pelo discente, maximizando as possibilidades de desenvolver as funções psicológicas superiores acerca do assunto de estudo, que será discutido mais à frente.

O segundo elemento são os *Signos*, representados mentalmente por objetos, eventos e situações, por exemplo, a palavra sapato é um signo que representa o objeto sapato, assim a referência a sapato em um contexto, não necessariamente precisa do objeto físico no momento, desse modo, são signos porque “são interpretáveis como representação da realidade e podem referir-se a elementos ausentes do espaço e do tempo presentes” (OLIVEIRA, 1997, p. 30). De acordo com Vygotsky (1984):

A invenção e o uso de signos com meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análogo a invenção e uso de instrumentos só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho (Apud OLIVEIRA, 1997, p. 30).

Entende-se desse modo que no processo de mediação os instrumentos são elementos externos utilizados pelo homem de acordo com sua capacidade cognitiva. Já os signos, são elementos particulares do plano mental humano e por meio da linguagem auxiliam no processo psicológico do sujeito.

A linguagem “sistema simbólico fundamental na mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento têm para Vygotsky duas funções básicas: a de intercâmbio social e a de

² Mediação é um processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação (OLIVEIRA, 1997).

pensamento generalizado” (LA TAILLE et al, 1992, p. 27), é nessa dinâmica que ela viabiliza a comunicação, simplifica e generaliza as experiências do mundo real organizando-as em conceitos categóricos, que são compartilhados por todos os sujeitos que usufruem dessa linguagem.

O que Vygotsky buscou explicar é que todos nascem com as funções psicológicas elementares, e a partir da interação do sujeito com o meio sociocultural, estimulado por elementos mediadores (*instrumentos e signos*) que nossa estrutura mental gradativamente se transforma e promove o aprendizado.

Essas interações sociais favorecem o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, mas segundo o psicólogo só é possível quando temos o contato com uma pessoa mais experiente, que possua um domínio maior na área.

Essa estrutura de formação do conhecimento descrita por Vygotsky está relacionada com o processo de aprendizagem, nesse sentido, o pesquisador destaca dois níveis de desenvolvimento. O primeiro deles é o *nível de desenvolvimento real*, relacionado a capacidade que o sujeito possui de realizar tarefas sem a ajuda de terceiros. O segundo é denominado de *nível de desenvolvimento potencial*, são as capacidades que até então não foram desenvolvidas, tarefas que o sujeito necessita das instruções de uma pessoa mais experiente para realizar (OLIVEIRA, 1997, p. 30).

Destaca-se entre esses dois níveis a *Zona de Desenvolvimento Proximal – ZDP*, “é a diferença existente entre o nível do que o indivíduo é capaz de fazer com a ajuda de outros e o nível das tarefas que pode efetuar independente” (SALVADOR et al, 1999, p. 107). É na ZDP que deve acontecer a interação mediada por uma pessoa mais experiente.

Esse processo de mediação é análogo com o que ocorre na construção de conhecimento no ensino de zoologia. O docente deve buscar meios para que sua prática educativa encoraje o discente a construir os conhecimentos desejados, que estimule as competências relacionadas às temáticas de estudo. Para tanto, é viável que o discente desapegue da comodidade. A esse respeito, Carvalho (2000, p. 4) afirma que em Biologia, o ensino está abreviado a reprodução de conceitos prontos, para o autor a escola tem um papel diferenciado, a mesma deve munir os sujeitos de condições teóricas e práticas, para que assim possam utilizar, transformar e compreender o mundo da forma mais responsável possível.

É interessante o docente se sentir desafiado a tornar o aprendizado significativo e romper com o histórico da tendência do ensino tradicional das ciências biológicas de ser meramente expositivo, devido a quantidade e a profundidade do conteúdo teórico transmitido aos discentes, por meio da seleção de instrumentos de mediação o que reduz o distanciamento entre o objeto de estudo e os mesmos.

Ao entender a impressão 3D como instrumento de mediação o docente proporcionará oportunidade dos discentes fazerem representações mentais (signos) dos conteúdos trabalhados, que na maioria das vezes, compõem o mundo real, mas não fazem parte do campo macro de visão do discente. Para minimizar essa separação, o uso de instrumentos construídos por meio da impressão 3D soma para a construção dos processos psicológicos superiores, pois sua utilização durante as aulas além de complementar o conteúdo formal a ser ministrado, ainda tem um caráter lúdico ao favorecer a participação ativa dos discentes, despertar o interesse e o entusiasmo dos mesmos em relação ao conteúdo (AZEVEDO et al., 2012).

Aulas que unem teoria e prática, possibilitam a interação e visualização, dentro da zoologia o manuseio de peças impressas possibilitam ao ensino o envolvimento de conceitos e conteúdos relacionados aos animais e esquemas não presentes em sala. A alternativa visual proporcionada pelo recurso didático 3D põe o discente frente à situação de manipulação, o que vai ao encontro da concepção de desenvolvimento humano especificada por Vygotsky, onde para se atingir as funções psicológicas superiores são imprescindíveis o uso de elementos mediadores.

Ao utilizar os dois tipos de aula, teórica e prática, o docente estará lançando mão de mediadores diferenciados para o ensino de zoologia, o que favorece a realização de dinâmicas pedagógicas e aprimora as formas de ensinar e aprender sobre as características gerais dos animais. E ainda, fornece subsídios para a formação do docente auxiliando-o a aprimorar o processo de ensino e aprendizagem do discente, bem como torna a disciplina mais atrativa e significativa para os mesmos.

O que vem somar com que Vygotsky defendia e acredita-se hoje, “O uso de meios artificiais - a transição para a atividade mediada - muda, fundamentalmente, todas as operações psicológicas, assim como o uso de instrumentos amplia de forma ilimitada a gama de atividades em cujo interior as novas funções psicológicas podem operar” (VYGOTSKY, 1998, p. 40). Em efeito a junção dos elementos mediadores, instrumentos e signos o discente conquistará a elevação de suas funções psicológicas.

Os modelos 3D impressos ampliam o campo de elementos mediadores no processo de aprendizagem, devido a sua empregabilidade como instrumento didático. “Saber utilizar essa tecnologia nas escolas possibilita transformar as impressoras 3D em pequenas fábricas de instrumentos didáticos a serem utilizados em atividades práticas” (AGUIAR, 2016, p. 24), o que certamente facilita o trabalho docente e desmitifica sua prática maximizando o campo de ação do discente. De acordo com Vygotsky (1987) o simples fato de existir um problema que

requer a formação de um conceito científico, não é suficiente para a formação do pensamento conceitual, mesmo que os jovens já estejam inseridos no mundo cultural e cívico do adulto:

Se o meio ambiente não coloca os adolescentes perante tais tarefas, se não lhes fizer novas exigências e não estimular o seu intelecto, obrigando-os a defrontarem-se com uma sequência de novos objetivos, o seu pensamento não conseguirá atingir os estádios de desenvolvimento mais elevados, ou atingi-lo-á apenas com grande atraso (p. 53).

O ato de aprender só tem significado quando o discente é apresentado a um ambiente estimulador, que permita o desenvolvimento cognitivo dos agentes envolvidos, com trocas de experiências e interferência dos elementos mediadores, assim, aumentam as oportunidades de elevação dos estágios de desenvolvimento do discente, impedindo seu retardamento para momentos posteriores.

Percebe-se assim que os recursos impressos 3D são materiais didático-pedagógicos alternativos para facilitar o entendimento do ensino, associado a aulas teórico-práticas proporciona melhor compreensão ao discente, por meio de observação, análise e manipulação desses materiais, já que o aprendizado se mostra mais efetivo quando se está diante do material objeto de estudo (RESENDE et al., 2002).

A utilização do recurso impresso 3D juntamente com a teoria pode facilitar a reflexão e o aprofundamento do conteúdo teórico, pois a visualização dos mesmos permite que o discente manipule o material, visualizando-o de vários ângulos, melhorando assim, sua compreensão sobre o conteúdo abordado (ORLANDO et al., 2009). Neste sentido o recurso criado durante a pesquisa foi denominado modelo anatômico 3D dentário.

1.2 O uso de modelos anatômicos como recurso didático

O processo de modelagem é uma reprodução da realidade dando forma a um objeto partindo de uma estrutura básica por meio de constante comparação em uma ou mais referências. Estas podem ser fotos, modelos vivos, entre outros. O modelo pode ser uma cópia fiel da referência ou ainda uma junção de referências observadas para a realização do modelo (SOUZA, 2010).

A utilização de modelos anatômicos 3D como recurso didático na universidade, para a formação de futuros professores do curso de ciências biológicas pode ser muito relevante em estudos anatômicos, zoológicos, evolutivos, dentre outros, além de ser mais aceitável para a investigação científica, uma vez que não há necessidade de realizar a eutanásia de animais.

Ao se configurar como modelo didático o modelo anatômico 3D dentário poderá permitir maior compreensão da teoria por parte do discente já que:

“... modelo didático corresponde a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma esquematizada e concreta, tornando-os mais compreensível ao discente. Representa uma estrutura que pode ser utilizada como referência, uma imagem que permite materializar a ideia ou o conceito, tornando-os assimiláveis. Os modelos didáticos devem simbolizar um conjunto de fatos, por meio de uma estrutura explicativa que possa ser confrontada com a realidade” (Justina et al., 2003 apud Rocha, 2010).

Nesse contexto a criação do recurso didático deve ser feita de maneira explicativa e a representar, com a máxima clareza, a realidade, a fim de facilitar a compreensão dos conteúdos por meio da visualização e do manuseio do material, pois correspondem a um sistema figurativo que reproduz a realidade de forma especializada e concreta, tornando-a mais compreensível ao discente (JUSTINA e FERLA 2006).

Devido ao Ensino de Ciências se caracterizar como experimental e científico, é fundamental lançar mão de estratégias didáticas que promovam uma prática transformadora adaptada à realidade e com objetivos bem definidos por meio de uma íntima relação entre a teoria e a prática. Neste sentido o recurso didático de modelo anatômico 3D dentário torna-se uma estratégia na contribuição efetiva dessas práxis (KOVALICZN, 1999).

Segundo Figueiró e Rothe (2014) há escassez de recursos didáticos de modelos anatômicos de diferentes animais no mercado para fins didáticos, a criação de metodologias alternativas para produzir esses materiais para aula práticas em biologia evita a utilização de animais em experimento. Já foram comprovados resultados positivos com a utilização de modelos anatômicos de silicone e gesso tanto do ponto de vista didático como do ponto de vista ético (SANCHES et al., 2011).

O interesse na utilização de metodologias alternativas para minimizar a utilização de animais em pesquisas surgiu a partir de um programa com repercussão internacional denominado 3Rs (Reduction, Refinement, Replacement), que em português significam respectivamente, Redução, Refinamento e Substituição. Visa simplificar, a redução do número de animais utilizados em pesquisa, melhoria na condução das pesquisas, a fim de reduzir ao mínimo possível o sofrimento dos animais, bem como a busca de métodos alternativos que possam substituir os testes com animais vivos (CAZARIN et al., 2004).

A utilização do modelo anatômico 3D dentário se encaixa como metodologia alternativa, porque possibilita a redução no número de animais utilizados na pesquisa, por meio da replicação dos modelos. Ademais, enriquece as aulas e as torna mais atrativas, visuais, palpáveis, menos abstratas e mais concretas. Devido a modelização representar uma

técnica eficaz, fidedigna que pode ser replicada para cada discente manusear individualmente nas aulas práticas e adequar-se aos fins didáticos, facilitando assim a compreensão dos conteúdos pelo discente (FIGUEIRÓ; ROTHE, 2014).

1.3 O uso do modelo impresso 3D aplicado em aulas práticas

As atividades práticas no curso de Ciências Biológicas podem auxiliar o aprendizado dos conteúdos, a importância dessas ações é inquestionável na Ciência e deveria ocupar lugar central em seu ensino, os docentes geralmente concordam que essas atividades somam com as do ensino. Ferramenta importante no desenvolvimento de aulas práticas são os recursos didáticos pois contribuem com a dinâmica do ensinar e aprender, quando utilizados de forma inovadora surpreendem os discentes e na área de ciências são variadas as técnicas que podem ser utilizadas em sala (BASTOS; FARIA, 2011).

Uma técnica recente que surgiu no meio educacional é a impressão 3D, que segundo Lipson (2007) tem potencial para beneficiar as atividades práticas, pois elimina muitas das dificuldades logísticas para o desenvolvimento das mesmas. De acordo o autor, com a impressora 3D, a prática pode ser desenvolvida em sala sem a necessidade de conhecimento aprofundado da manufatura e de inúmeras ferramentas e recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os docentes facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos no espaço escolar.

As áreas de ensino que usam a tecnologia da impressão 3D têm aumentado consideravelmente, por exemplo na engenharia, arte, medicina e educação (MURPHY; ATALA, 2014), devido as impressoras fabricarem objetos tridimensionais com detalhes complexos, e servirem como elementos de mediação da aprendizagem, ao ser trabalhado concomitantemente com o conteúdo teórico desenvolvido em sala.

Na área da educação tem-se o exemplo do trabalho desenvolvido por pesquisadores na Irlanda com a criação de modelo anatômico impresso 3D do membro inferior de bovino para o ensino de anatomia veterinária (O'REILLY et al., 2016), em aplicação com discentes verificaram ser o modelo útil para a educação prática em anatomia tornando assim a aprendizagem significativa.

Para Lipson “modelos físicos são importantes para a aprendizagem ativa” (2007, p. 2), evidenciando que a construção de modelos 3D de estruturas biológicas favorece o aprendizado ao permitirem melhor visualização das estruturas morfológicas, principalmente quando utilizados em atividades que envolvem conceitos difíceis de serem entendidos e visualizados de forma abstrata.

Estudos tem mensurado a aprendizagem por meio de aplicação de modelos 3D com discentes de graduação tendo resultados positivos (HESPEL; WILHITE; HUDSON, 2014). O que mostra ser esta tecnologia facilitadora da visualização dos detalhes intrínsecos do modelo por permitir o manuseio deste por vários ângulos, possibilitando uma visão menos abstrata do material em estudo e facilitar a real compreensão ao propiciar uma concepção análoga com a teoria. Assim na medida do possível deveria ser utilizada no curso de Ciências Biológicas, na criação e reprodução de diversos modelos de animais e partes destes.

1.4 Tecnologia da impressão 3D

A tecnologia da impressão 3D faz parte de um grupo de tecnologia denominada prototipagem rápida (RP), que é definida como “processo de fabricação através da adição de material em forma de camadas planas sucessivas” (VOLPATO et al., 2006, p. 3). A inovadora impressão 3D ocorre pela adição da matéria-prima de forma gradual juntamente com dados virtuais de modelos/objetos físicos tridimensionais. Segundo o autor o termo foi recentemente modificado para Manufatura Aditiva, pela Sociedade Americana para Ensaios e Materiais (ASTM), por ser um termo amplo, pois envolve a filosofia de manufatura e as diferentes tecnologias que têm sido desenvolvidas.

O início da impressão 3D se deu com os trabalhos de Kodama (1981) e Herbert em 1982, Kodama publicou um método de criar modelos plásticos pela solidificação de um fotopolímero³ utilizando raios ultravioleta, Herbert propôs um sistema:

“...no qual um feixe de laser ultravioleta (UV) polimerizava uma camada através de um sistema de prismas em uma *plotter* X-Y. No processo... um computador era utilizado para comandar os movimentos do feixe de laser no plano X-Y. Após o término da polimerização da camada, esta era abaixada aproximadamente em 1mm e nova quantidade de líquido fotopolimerizável era adicionada para a construção da próxima camada.” (Volpato et al., 2006 p. 9).

Em 1984 foi registrada a primeira patente de uma estrutura que construía objetos tridimensionais por Hull, engenheiro físico, utilizando um método semelhante ao de Kodama e Herbert, denominado de estereolitografia (stereolithography), tecnologia mais difundida de manufatura aditiva (CUNICO, 2015).

Ele fundou a empresa americana 3D Systems, em 1987 lançou o primeiro equipamento de RP, tornando o primeiro fabricante de impressora 3D, uma das líderes mundiais no seguimento (CUNICO, 2015; VOLPATO et al., 2006).

³ Macromolécula normalmente líquida, com estrutura química alterável, se solidifica por reação química, ao ser submetida a incidência de luz, normalmente o ultravioleta.

De acordo com Aguiar (2016), Crump em 1989 fundou a empresa Stratasys depois do registro de patente de um “Aparato e método para criação de objetos tridimensionais”, em sua criação a construção do objeto ocorria por meio da deposição de material fundido de modo similar ao realizado pelas impressoras jato de tinta comuns, só que neste se depositava material derretido, geralmente filamento plástico. Este método foi denominado Fused Deposition Modeling (Deposição de material fundido - FDM) – modelagem por deposição de material fundido. Também chamado de Filament Fused Fabrication (FFF) – fabricação por filamento fundido. Como destaca Cunico (2015) esta tecnologia é uma das mais difundidas no mercado e as impressoras 3D de filamento fundido apresentam simplicidade de arquitetura em sua fabricação o que permitiu sua popularização.

A tecnologia FDM consiste num processo mecânico de deposição de um material extrusado, em outras palavras, um determinado material em estado plástico é seletivamente depositado em uma plataforma através de um bico extrusor, por meio da movimentação deste nos eixos X-Y, bem como da plataforma no eixo Z que recebe continuamente o material na forma de um fio, aquecido pelo bico na forma semilíquido ou pastoso (VOLPATO et al., 2006). Após o término da primeira camada o bico sobe alguns décimos de milímetro e inicia a fabricação da segunda, e assim por diante até a confecção completa do modelo, exemplificado pela Figura 1.

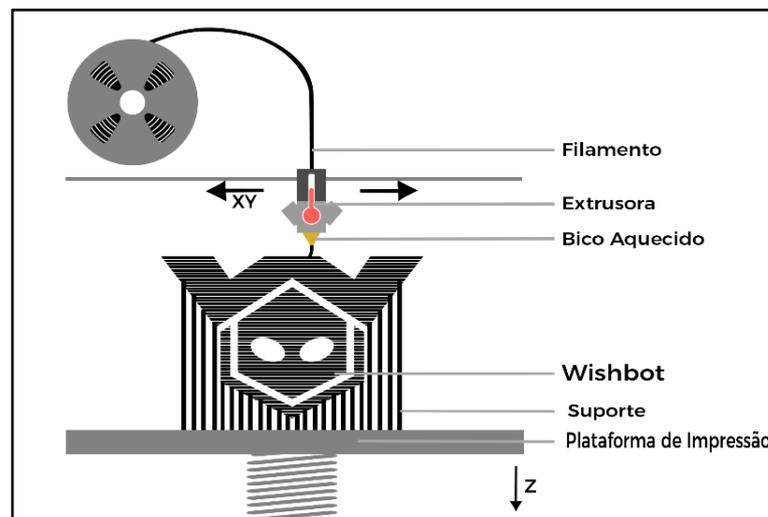


Figura 1. Princípio do processo de funcionamento FDM.
Fonte: <http://blog.wishbox.net.br/2017/02/23/o-que-e-impressao-3d/F>

Os materiais disponíveis para a construção de modelos são: ABS⁴ (Acrilonitrila Butadieno Estireno), PLA⁵ (Ácido Poliláctico), cera, poliéster entre outros.

Esta tecnologia disponibiliza algumas formas de preenchimento da área de cada camada, de acordo com Volpato et al. (2006), podem ser do tipo *raster*, *contour* ou a combinação das duas, sendo primeiramente depositado o material no contorno da camada, para em seguida ser preenchida a área interna da mesma. A construção do modelo necessita da impressão simultânea de matriz de suporte para certificar a impressão correta de modelos que tenham irregularidades geométricas. Esse suporte por ser mais frágil que o modelo é facilmente removível após a impressão (VOLPATO et al., 2006).

1.5 Procedimento para impressão 3D

A impressão utilizando a tecnologia FDM precisa seguir algumas etapas para copiar uma peça utilizando dados virtuais e produzir os modelos, que de acordo com Oliveira et al (2007) são descritas abaixo:

1. Criação do modelo tridimensional do objeto por desenhos tridimensionais (Desenho Assistido por Computador – CAD, por exemplo), digitalização ou imagens médicas (tomografia computadorizada, ressonância magnética) ou scanner 3D.
2. Geração de um objeto tridimensional virtual por meio da conversão do modelo para o formato STL (Stereolithography), representado por uma malha de triângulos.
3. Verificação e correção dos erros no arquivo do objeto virtual.
4. Construção do modelo físico. O objeto é fabricado na máquina de prototipagem rápida camada por camada, essa sobreposição de camadas leva a formação do modelo 3D.
5. Aprimoramento da aparência e da durabilidade do modelo depois do processamento deste: nesta etapa pode ser empregado materiais especiais, como tinta e polimento para melhorar o acabamento do modelo.

De acordo com essas etapas Aguiar (2016) afirma que uma boa impressão precisa seguir alguns passos, primeiramente é importante ter o conhecimento do funcionamento do aparelho de impressão, conhecer as peças e etapas que fazem parte do processo como:

- Encaixar a mesa de impressão corretamente;
- Fazer a calibragem da mesa de impressão;
- Carregar o filamento ABS ou PLA.

⁴ Polímero derivado do petróleo, mais utilizado nas impressoras, bastante rígido, leve, resistente e flexível.

⁵ Polímero biodegradável produzido a partir de ácido láctico fermentado a partir de culturas.

De acordo com o autor:

“O processo de impressão inicia com o tratamento do arquivo STL gerado após a conclusão da modelagem 3D do instrumento que é feito por um software geralmente fornecido junto da impressora...; ele visa corrigir pequenas imperfeições que podem comprometer a impressão, redimensionar ou reposicionar o objeto na área de impressão e fatiar a imagem 3D do objeto em camadas, uma vez que a impressão acontece em camada a camada. Para finalizar é gerado um arquivo num formato adequado à impressora contendo o modelo 3D fatiado. Antes da impressão propriamente dita, é necessária uma preparação da superfície de impressão, onde espalha uma camada de cola sobre a superfície em que o filamento de impressão será depositado.... Inicialmente o cabeçote de impressão é aquecido para alcançar a temperatura de fusão do filamento plástico. Em seguida a impressora constrói uma base que funciona como suporte do objeto a ser impresso... ” (AGUIAR, 2016, p. 9).

Ainda segundo ele é possível imprimir modelos prontos disponíveis na internet em bancos de dados de conteúdo aberto ou ainda por meio da digitalização de objetos reais utilizando scanner 3D.

1.6 Impressão 3D, educação e a formação Docente

Com a rápida evolução e acessibilidade as impressoras 3D nos próximos anos serão ferramentas importantes de trabalho, ao propiciar ao discente a participação em todo o processo de construção do modelo, desde a escolha do mesmo até a construção e finalização, favorecendo o processo de ensino aprendizagem. Algumas experiências com o ensino já têm sido realizadas, a exemplo de algumas escolas e universidade dos Estados Unidos, Grã-Bretanha, Austrália dentre outros, que adotam o recurso para produzir novos materiais, segundo o relatório do Horizon Report for Higher Education 2014 resultante de estudo desenvolvido pelo NMC⁶.

De acordo com o relatório um dos aspectos mais significativos da impressão 3D para a educação é que ela permite a exploração mais autêntica de objetos que pode não estar prontamente disponíveis para as universidades, a exemplo de protótipos de esqueletos e planetas que já são utilizados em aulas de Biologia e Ciências. Na engenharia mecânica e na saúde já são utilizados na produção de moldes de próteses, principalmente mandibulares com aplicação na engenharia tecidual.

O relatório de 2014 afirma que a tecnologia possibilitará aplicações para além do campo das pesquisas e será usada pelos discentes para explorar objetos que não estão

⁶ O NMC (New Media Consortium) é uma entidade que relata de forma imparcial as informações, reúne empresas e instituições focadas em discutir as novas tendências de mídia, comunicação e educação, bem como os impactos das tecnologias emergentes na educação.

presentes em sala de aula. Por exemplo, um discente de antropologia poderá imprimir uma réplica de um artefato do antigo Egito, já um discente de geologia poderá analisar um fóssil pré-histórico 3D sem o risco de danificar um objeto raro (JOHNSON, 2013).

No Brasil a Faculdade de Medicina (FM) da USP, por meio da impressão 3D, tem produzido estruturas anatômicas realísticas, com a finalidade de auxiliar o ensino e a aprendizagem, e na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC) pesquisadores têm desenvolvido trabalho com impressão de mandíbulas (VOLPATO et al., 2006).

Como a área de medicina envolve muita parte prática a utilização de modelos médicos durante as aulas práticas além de facilitar a aprendizagem facilita o estudo e percepção tridimensional dos modelos biológicos.

Como visto as impressoras 3D favorecem o processo de ensino e aprendizagem ao introduzir um ambiente de criação conjunta e favorecer a troca real de conhecimentos entre discentes e docentes, por exemplo com a produção de objetos, de acordo com sua necessidade, a fim de deixar a aula mais interessante, recreativa e ao mesmo tempo repleta de significados contribuindo para a construção do conhecimento.

Todavia, para que a tecnologia da impressão 3D possa ter resultado positivo na educação é importante que esteja inserida na formação docente, para isso é necessário trabalhar as transformações tecnológicas na graduação, não apenas transmitindo conhecimentos técnicos, mas preparando estes para que possam entender sobre as relações das tecnologias com o mundo em que estão inseridas, o uso adequado dessas, possibilita, por meio da impressão, a criação de pequenas fábricas de instrumentos didáticos a serem utilizados em atividades práticas (AGUIAR, 2016).

À medida que o discente aprende como construir instrumentos didáticos para si, com o objetivo de utilizar em suas aulas, podem entender como ocorre o aprendizado durante essas construções e ter ideias de como fazer uso dessas tecnologias no seu ensino.

A formação do referido como futuro docente pode contribuir com o desenvolvimento de opiniões e atitudes sobre as tecnologias. As instituições de ensino superior, na figura do docente deve promover ações de discussão e reflexão para acompanhamento sobre os novos hábitos de forma intencional, para não ocorrer no futuro próximo o que ocorre hoje, por exemplo o uso de smartphones em sala ser considerado um mal à educação, pois não se sabe usá-lo a favor do ensino.

Nesse sentido se não houver uma integração da tecnologia da impressão 3D às práticas educacionais, os novos hábitos poderão ser interpretados como fatores que atrapalham a educação.

Diante desse cenário, o desenvolvimento dessa pesquisa aqui descrita, contribui para disseminação do conhecimento sobre a impressão 3D, além de estimular docentes e discentes a utilizarem a tecnologia em sala. Mesmo a não disponibilidade de tempo para a criação de modelo didático digital, não impede o uso desta, pois o compartilhamento de modelos 3D para experimento forma uma biblioteca, um repositório virtual de modelos imprimíveis para a educação, disponível para o professor selecionar o instrumento que atenda às suas necessidades e construir seu próprio instrumento numa impressora 3D (LIPSON, 2007).

E especificamente contribuir com o processo de ensino e aprendizagem de conhecimentos científicos específicos na área de Ciências Biológicas, por meio da criação do modelo e sua possibilidade de utilização em diversas disciplinas do Curso, a exemplo da Zoologia, Paleontologia, Evolução e Ecologia.

1.7 Impressão 3D e o Ensino de Biologia

O curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas permite ao docente a realização de aula prática em algumas disciplinas, e também apresenta alternativas que favorecem a interdisciplinaridade devido à relação de complementação entre as mesmas. O que fornece subsídio para estudar, avaliar e aplicar metodologias alternativas a fim de dinamizar os conteúdos ao lançar mão de aulas práticas com diversos recursos didáticos.

Um recurso inovador que pode ser utilizado em sala é a impressão 3D, pois permite a construção e o modelamento de objetos como células, órgãos e artefatos, a exemplo de sua utilização por alguns cientistas que imprimem objetos tridimensionais como crânios, dedos ou dentes em filamento de metal ou plástico permitindo o manuseio de peças que antes existiam apenas no computador (DOYLE, 2014; SOARES et al., 2012).

A utilização de recursos didáticos no ensino superior pode levar o discente a uma reflexão sobre sua atuação em sala como professor, mostrando para este a necessidade do uso de inovações didáticas no Ensino de Ciências e Biologia, como meio de motivação e interesse de seus futuros alunos pela ciência e ao mesmo tempo aprimorar a processo de ensino e aprendizagem (BESERRA; BRITO, 2012).

Além de estimular a criatividade para utilizar recurso em sua própria sala de aula, por exemplo com a produção de modelos didáticos, de acordo com sua necessidade, contribui para o desenvolvimento de aulas mais interessantes, recreativas e ao mesmo tempo repleta de significados contribuindo para a internalização do conhecimento.

Nesse sentido a utilização das impressoras 3D vem somar com o ensino de Biologia ao se configurar como recurso para auxiliar a impulsionar algumas mudanças importantes nas instituições de ensino superior nos anos vindouros, como o estudo de material paleontológico (fósseis) de vertebrados existentes em museus por meio da impressão. Em outras áreas da educação pesquisadores já estão usando materiais impressos com o intuito de melhorar o processo de ensino e aprendizagem, a exemplo de Medicina, Medicina Veterinária e Odontologia (VOLPATO, 2006).

Assim, os benefícios dos recursos didáticos alternativos são vários segundo Magalhães e Ortêncio Filho (2006), além de implicar na valorização da ética do ambiente educacional já que sua utilização ameniza o uso de animais para a realização de aula prática contribuindo para a preservação destes, e ainda proporcionar a padronização da técnica de replicação do modelo ao possibilitar a padronização de treinamentos e maximização do conhecimento sobre o mesmo.

Os autores também destacam a necessidade da promoção dentro das Universidades Brasileiras do envolvimento multidisciplinar entre profissionais de áreas que utilizam animais para fins didáticos a fim de que seja possível criar projetos que visem à produção nacional de materiais alternativos de qualidade, bem como a realização de estudos posteriores a fim de comprovar a sua eficácia.

Algumas pesquisas comprovam que a produção de modelos anatômicos em animais é uma técnica relativamente nova, mesmo assim alguns artigos produzidos demonstram ser esta eficaz e fidedigna (SANCHES et al., 2011; CABRAL; ASSIS; CABRAL, 2007).

A prática com o modelo anatômico 3D por meio da replicação do material permitirá o manuseio ao mesmo tempo por todos os discentes favorecendo então o acesso a mesma informação por todos durante a prática.

A utilização da impressão poderá ainda permitir o manuseio do modelo anatômico 3D pelo discente independentemente de onde ele se encontrar, podendo, por exemplo, ter acesso às réplicas não existentes na sua região e instituição de ensino, graças à reprodução e universalização dos modelos, tendo assim fundamental importância para o desenvolvimento de aulas práticas, ao trazer uma compreensão autêntica e detalhada desses, e ainda possibilitar a demonstração e experimentação com repercussão no aprofundamento do aprendizado teórico (ZANETTI, 2009).

Atualmente, a impressão 3D por deposição de material fundido (FDM) de acordo com Bordelo (2015) configura tecnologia mais utilizada a nível mundial pouco complexa em relação às demais existentes e apresenta mecanismo de produção relativamente econômico. O

que possibilita o desenvolvimento de modelo anatômico para verificação e aplicação de sua contribuição para o ensino e aprendizagem do Ensino de Biologia.

Assim modelo anatômico 3D dentário é um exemplo de recurso que pode ser utilizado como complemento do conteúdo teórico no Ensino de Biologia com a intenção de tornar o estudo mais dinâmico e interessante para o discente ao aliar a teoria à prática.

1.8 Dentição

A palavra dente tem origem latina do verbo *édere*, que significa comer e a palavra mandíbula também tem origem no latim, *mandíbula*, e designa peça óssea articulada com ossos temporais o que permite a mastigação ampla na boca (SOARES, 1993).

Os dentes são constituídos por um núcleo oco de dentina sensitiva preenchida pela polpa do dente, recoberto na sua parte visível por esmalte insensível, alojado na cavidade óssea (alvéolo) da mandíbula e maxila, e revestidos pelo periodonto (Figura 2) (KAPIT; ELSON, 2002).

Para Moore e Dalley (2001) os dentes são estruturas mineralizadas, resistentes, esbranquiçadas e implantadas nos alvéolos dentários. Estão anexados aos maxilares e à mandíbula e circundados por tecido de sustentação, que é o cimento, pela membrana periodôntica do osso alveolar e pela gengiva.

O desenvolvimento do dente ocorre em três partes: germinação (formação da lâmina dental e dos brotos dentais), capuz e campânula (diferenciação do esmalte, formação da dentina, esmalte, polpa e raiz) (MAZO et al., 1999).

Cada dente é composto de uma parte visível exteriormente, a coroa, e por uma parte interna, a raiz ou raízes. O colo do dente é uma zona estreita de separação entre a coroa e a raiz ou raízes. No interior do dente há a cavidade pulpar, cuja forma se assemelha ao mesmo, e termina num orifício designado forame apical nas raízes, por onde passam os vasos e os nervos. Os principais componentes dentários são constituídos pelo esmalte, dentina e polpa (OMURA, 2003).

Os dentes possuem estruturas mineralizadas: esmalte, dentina e cimento, sendo o primeiro densamente calcificado, o segundo constituído de material amarelado e o último se caracteriza como uma estrutura menos rígida, semelhante ao osso imaturo, (figura 2). A estrutura responsável pela fixação dos dentes na maxila e na mandíbula é o periodonto (PIERI et al., 2011).

Os dentes são adaptados para o corte, a retenção e a trituração, com a função básica de reduzir o tamanho dos alimentos (MADEIRA, 2005). O conjunto de lentas alterações

ocorridas evolutivamente na arcada dentária dos mamíferos possibilitou a diferenciação destes em onívoros, herbívoros ou carnívoros e em cada um desses grupos surgiu uma ampla gama de formas dentárias (CARTELLE, 2008).

Embora os dentes sejam formados pelos mesmos componentes já citados, a dentição dos animais geralmente apresenta diversificação de acordo com as diferentes espécies (BANKS 1992). Os mamíferos classificados como heterodonte, apresentam diversos grupos de dentes, cada um possuidor de determinadas características, adaptadas a funções específicas (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1999).

Estruturalmente os dentes dos mamíferos na parte rostral são cônicos, já na superfície caudal formam uma coroa para triturar ou mastigar o alimento, de forma mais específica, está contemplado no quadro abaixo.

Quadro 1. Tipos de dentes.

Tipo de dente	Principais características
Incisivos	Situam-se bem unidos na parte rostral do maxilar e da mandíbula; são pequenos e usados para dividir o alimento.
Caninos	Situam-se ao lado dos incisivos, são usados para rasgar o alimento e principalmente para defesa de território e disputa de fêmeas, são ausentes nos roedores.
Pré-molares	São de perfuração ou de corte e destinados ao processamento do alimento.
Molares	Possuem um grande potencial cortante, mas são desenvolvidos principalmente para maceração.

Fonte: Dyce et al., 1997 e Sisson, 1986.

Os dentes também possuem diversificação em relação a morfologia das cúspides, apresentando vários tipos, dentre eles os braquidonte e hipsodonte (Figura 2), o primeiro comumente observado em animais com dieta alimentar vasta, onde neste o esmalte recobre toda a coroa (BANKS, 1992), já os hipsodontes são encontrados em animais com dieta alimentar específica (THOMAZ et al., 2006) como os herbívoros, neste é o cimento que recobre toda a coroa do dente (BANKS, 1992).

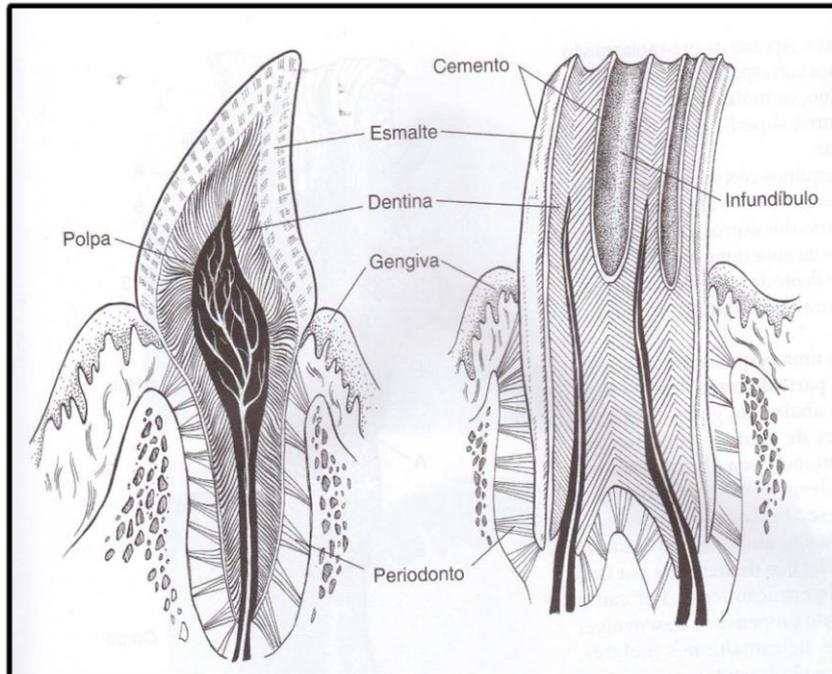


Figura 2. Anatomia de um dente braquidonte típico. (A) e de um hipsodonte (B).

Fonte: (FRANDSON, WILKE e FAILS, 2011).

Essas diversificações em relação a morfologia dentária é resultado de processo evolutivo nos animais, favorecendo a especialização alimentar e a eficiência na absorção de nutrientes pelos organismos, possibilitando aumento do valor adaptativo necessário à sobrevivência, mas estas mudanças estão relacionadas também a diferenças genéticas, e a fatores ambientais que apresentam efeito significativo no desenvolvimento dos dentes (SILVA; ALVES, 2008).

As várias funções dos dentes, tais como, os incisivos em cortar, os caninos segurar e rasgar, e os pré-molares e molares esmagar e triturar os alimentos, faz parte da primeira etapa dos processos digestivos, a mastigação, fenômeno físico-mecânico e químico da digestão, primordial para o início de um processo digestivo adequado e criar condições para os processos digestivos subsequentes (THOMASSIAN, 2005).

Como auxílio à mastigação a dentição dos mamíferos graças a evolução apresentam particularidades, os animais carnívoros e onívoros apresentam todos os tipos de dentes (dentição completa) com algumas peculiaridades. Nos carnívoros os incisivos são pequenos e os caninos compridos, curvos e afiados, que servem para capturar e matar as presas. Os molares possuem bordas cortantes, com a função de rasgar e cortar a carne para se alimentarem. Já nos onívoros os caninos são na maioria menos desenvolvidos em relação aos

carnívoros e os molares são medianos, devido a alimentação mista, constituída por animais e plantas (GETTY, 1986; OMURA, 2003; FRANDSON, 2005).

Ao contrário dos carnívoros e onívoros, os herbívoros não possuem dentição completa, pois não apresentam os caninos ou, quando existem são muito reduzidos. Isso por que não há a necessidade de penetrar e cortar a erva de que se alimentam. Em contrapartida, têm incisivos desenvolvidos para cortar as plantas, e molares grandes e rugosos, já que os produtos vegetais devem ser bem mastigados devido à difícil digestão (GETTY, 1986; OMURA, 2003; FRANDSON, 2005).

Dada a relevância e importância dos dentes, como mostrado por suas várias funções e formas, é interessante seu estudo aprofundado pois possibilita a integração entre as diversas áreas da biologia como um todo, podendo estimular assim o interesse dos discentes por conteúdos teorizados. Permitindo por exemplo, o modelo anatômico 3D dentário relacionar hábito alimentar e forma e função dentária. E ainda auxiliar nas aulas de diversas disciplinas do curso de Biologia, de forma a apresentar os conteúdos de modo atraente para os discentes facilitando a construção de sentido por estes, o que nem sempre é uma tarefa simples.

1.9. Dentição e o Ensino de Biologia

Os dentes são parte muito importante dos animais, pois sua principal função, a mastigação, é primordial para a sobrevivência dos que os possuem, além de poder ser utilizados em várias áreas da biologia, como por exemplo:

Na Paleontologia a dentição dos animais extintos ajuda os cientistas a descobrirem como grupos diferentes surgiram e se desenvolveram ao longo da história da vida na Terra, pois o tipo e as características dos dentes fornecem informações valiosas. Devido à sua constituição resistente, em muitos casos só os dentes de animais extintos são preservados até os dias atuais, facilitando assim o estudo da evolução dos mamíferos, uma vez que o estudo da forma dos dentes pode fornecer dados sobre a vida do animal como, a dieta alimentar e a estratégia comportamental (CARTELLE, 2015).

Na Fisiologia Animal o conhecimento dos tipos de dentes e suas respectivas funções são interessantes para o entendimento do sistema digestório, já que a mastigação é a primeira etapa desse processo, e os dentes promovem a fragmentação do alimento, bem como exposição adequada aos constituintes dos processos digestivos (MUELLER, 1991; MEYER, 1995; ALVES, 2004).

O conhecimento da dentição também pode auxiliar na Ecologia, devido aos dentes caracterizarem condições de existência e sobrevivência dos animais, e esta ciência estudar as condições de existência entre os seres vivos e seu meio. O que significa que os dentes são mais que estruturas duras que cortam ou trituram os alimentos, vivos ou mortos são de grande contribuição para os estudos de biologia, ecologia e paleontologia (SILVA; ALVES, 2008).

Já em Anatomia, quando se estuda a constituição e o desenvolvimento dos vertebrados mais derivados, o estudo dos dentes também tem sua importância, pois são quem fornecem proteção e sustentação das partes moles relacionadas à face, auxilia na articulação das palavras e são um importante fator na estética da face. Podendo ser utilizado ainda na anatomia comparada ao possibilitar o estudo comparativo dessa estrutura em diferentes animais com o objetivo de verificar a relação entre eles. Em Educação Ambiental, os dentes podem servir como ferramenta de sensibilização, pois permite a discussão de temas relevantes e atuais como, tráfico, caça e risco de extinção de animais silvestres, despertando assim preocupações individuais e coletivas para a questão ambiental. As disciplinas de Zoologia contemplam o estudo dos animais quanto à sua biologia, e de forma superficial a genética, fisiologia, anatomia, ecologia e evolução. A dentição dos animais está inserida neste contexto, pois de alguma forma pode influenciar o estudo dessas partes da zoologia. As adaptações dos mamíferos para atacar e defender-se, bem como sua especialização sensorial usada para encontrar, capturar, triturar, engolir e digerir alimento conjuntamente determinam os hábitos e a forma do crânio desse animal (Figura 3). Nesse contexto “talvez os dentes, mais do que qualquer outra característica física revelam os hábitos da vida de um mamífero”. (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2004).

Como visto, os dentes representam temática com possibilidade de abordagem em várias disciplinas, e como o estudo da Zoologia permite integração com Evolução, Ecologia, Educação Ambiental, Anatomia ou outras áreas, este ao ser trabalhado em sala pode levar a um interesse maior dos discentes tornando o ensino mais dinâmico ao favorecer a construção do sentido do conteúdo pelo discente (ALMEIDA, 2007).

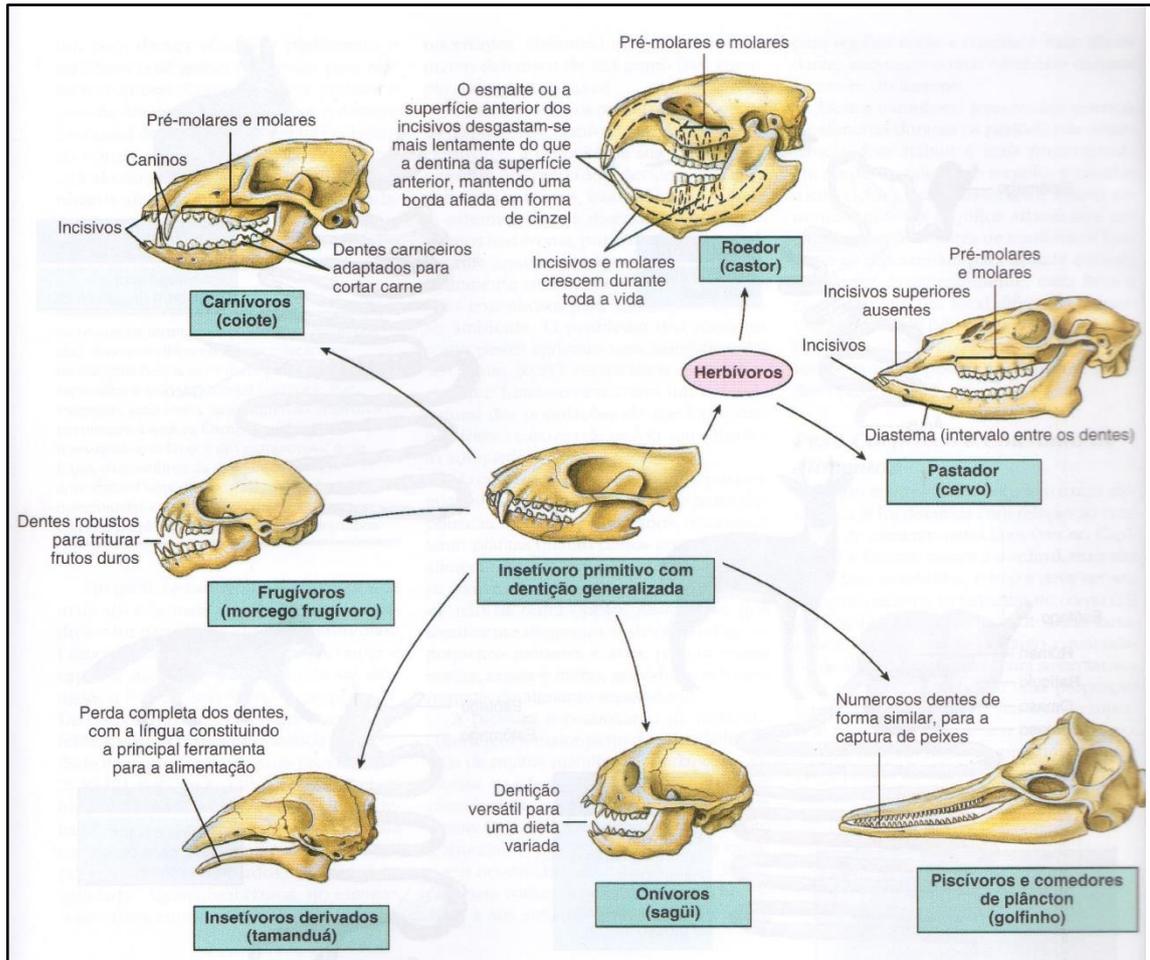


Figura 3. Especializações ligadas à alimentação nos principais grupos de mamíferos eutérios.
Fonte: (HICKMAN; ROBERTS; LARSON, 2009).

Por ser interessante abordar a dentição em várias disciplinas da biologia, a confecção da impressão o modelo anatômico 3D dentário pode vir a ser uma ferramenta de suporte para o docente no ensino, bem como para o futuro docente ao favorecer o desenvolvimento de aulas práticas e promover condições que levem os discentes a melhor compreender os conteúdos afins durante o curso.

1.10 OBJETIVOS

1.10.1 Objetivo Geral

Avaliar a aplicabilidade dos modelos impressos dentários 3D de herbívoros, carnívoros e onívoros em substituição aos modelos dentários “*in natura*” no processo de ensino e aprendizagem de zoologia no curso de Ciências Biológicas.

1.10.2 Objetivos Específicos

- Criar um modelo anatômico de dentes de carnívoro, herbívoro e onívoro para uso pedagógico no ensino superior de Ciências Biológicas, especificamente no ensino de zoologia;
- Testar se os modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro podem substituir os modelos dentários “*in natura*”;
- Verificar a aplicabilidade dos modelos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro e dos modelos “*in natura*” no processo de ensino e aprendizagem.

CAPÍTULO II

2.1 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida por meio de abordagem quantitativa, o método empregado foi o experimental. Dividida em duas etapas: a primeira para a confecção e a segunda para testar e aplicar os modelos anatômico 3D dentário que ocorreram respectivamente no:

- Laboratório de Anatomia Animal da Universidade Federal do Acre – UFAC, Campus de Rio Branco, com a confecção dos modelos anatômicos de dentes de animal carnívoro (cão), herbívoro (cavalo), onívoro (porco) herbívoro-frugívoro (paca);
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre – IFAC no município de Rio Branco para realização da parte teórico prática relacionada à aplicação e validação do produto, mais especificamente no curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, foi escolhida esta instituição devido a possibilidade de maior número de voluntários participantes, tendo em vista que a disciplina de Zoologia dos vertebrados, requisito para a participação na pesquisa, é ministrada no segundo semestre letivo.

No fluxograma abaixo (figura 4) ilustramos os momentos da pesquisa.

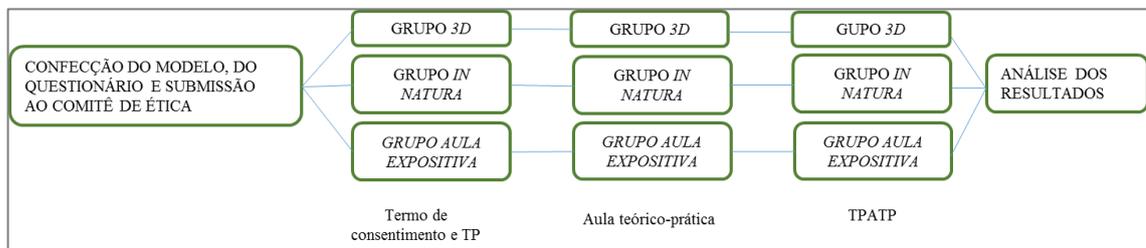


Figura 4. Fluxograma da pesquisa.

2.2 Confecção do modelo anatômico 3D dentário impresso

Com relação à tecnologia de produção dos modelos, foi utilizada a modelagem por deposição de material fundido (FDM), a impressora utilizada foi o modelo da Mini UP! 3D (figura 5) que utiliza este tipo de tecnologia e o filamento foi em ABS (Acrilonitrila butadieno estireno) na cor amarela com capacidade para impressões de objetos de até 10 cm².

As imagens digitais 3D dos modelos foram obtidas por meio de Scanner 3D Matterform (figura 6) equipado com uma câmera HD com duplo laser e uma plataforma rotativa com espectro de digitalização 3D de objetos de até 19 centímetros de altura e 25 centímetros de profundidade.

O tratamento das imagens foi realizado por programa de edição 3D disponibilizado pela empresa fabricante da impressora.



Figura 5. Impressora 3D. Foto: própria autora.



Figura 6. Scanner 3D. Foto: própria autora.

2.3 Seleção do modelo anatômico 3D dentário

Primeiramente houve a seleção, no acervo já existente do Laboratório de Anatomia Animal da UFAC, dos dentes incisivos, caninos, pré-molares e molares “*in natura*” de (*Canis lupus familiaris*, *Sus scrofa*) e incisivo e molar de (*Equus caballus* e *Agouti paca*).

2.4 Digitalização dos modelos selecionados

A digitalização dos modelos selecionados ocorreu por meio de scanner 3D conectado ao computador de mesa para visualização dos modelos digitais e correção nas imagens capturadas pelo sensor do scanner. Com o modelo anatômico 3D dentário digital foi utilizado software de modelagem 3D para fazer o tratamento das imagens e as correções manuais nas mesmas (Apêndice 1).

2.5 Impressão 3D

Para a realização da impressão dos modelos anatômicos 3D dentários foi necessário a verificação de qual a melhor forma para impressão, como a posição do modelo na plataforma e a forma de preenchimento do modelo. Após o término da impressão, foi realizado o

acabamento manual dos modelos anatômicos 3D dentários impressos (figuras 7 e 8) (apêndice 1).

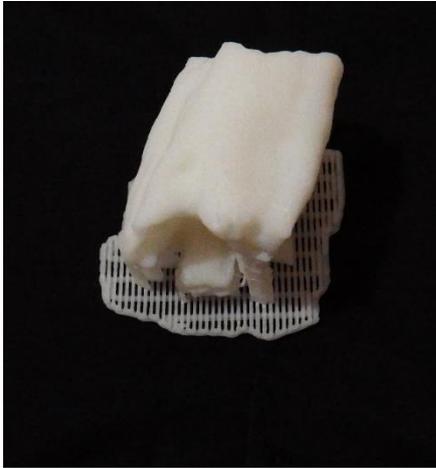


Figura 7. Modelo anatômico 3D (dente de Cavalo). Sem acabamento manual Foto: Própria autora.



Figura 8. Modelo anatômico 3D (dente de Cavalo). Com acabamento manual. Foto: própria autora.

2.6 Formação e constituição dos grupos para aplicação do modelo

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhido o IFAC (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre), se configura como uma instituição de ensino superior, básica e profissionalizante, pluricurricular e multicâmpus. O Acre possui seis campi, dois localizados em Rio Branco e apenas um nos municípios de Cruzeiro do Sul, Tarauacá, Sena Madureira e Xapuri. Foi implantado em 2009 com oferta dos primeiros cursos em formação inicial e continuada (FIC) e de formação técnica no ano de 2010, já o oferecimento dos cursos de nível superior ocorreu a partir de 2011, incluído o de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Biologia.

A escolha dessa instituição se deu em razão da matriz curricular do curso citado acima apresentar a disciplina de Zoologia dos vertebrados no 2º período da licenciatura, o que favoreceu maior participação de discentes na pesquisa, já que o requisito para a participação na mesma foram os discentes terem feito a disciplina de zoologia dos vertebrados.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi escolhido o campus Rio Branco/Xavier Maia por oferecer o curso de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Biologia e apresentar discentes que já tinham feito a disciplina de zoologia dos vertebrados em quantidade considerável para a realização da pesquisa.

Os discentes participantes da pesquisa estavam no 4º (vespertino), 6º e 7º (noturno) períodos, foram agrupados por sorteio e a seleção dos discentes para a formação dos grupos por período. Devido à pouca disponibilidade dos mesmos para o desenvolvimento das atividades em horário alternativo optou-se pela realização da pesquisa durante o horário de aula para não inviabilizar a realização da pesquisa.

Como a formação dos grupos ocorreu por períodos, o grupo que utilizaram o modelo em 3D foi formado pelos discentes do 7º período, o grupo que utilizaram o modelo *in natura* do 6º período e o grupo que utilizaram imagens com aula expositiva do 4º período, os quais foram denominados:

- Grupo *3D*: discentes que utilizaram o modelo 3D;
- Grupo *In natura*: discentes que utilizaram o modelo “*in natura*”;
- Grupo *Aula expositiva*: discentes que utilizaram imagens com aula expositiva.

O desenvolvimento das atividades da pesquisa foi realizado com dois encontros para cada grupo, o primeiro para a aplicação do pré-teste e a aula teórica e o segundo para a aplicação do teste pós aula teórica. A realização das atividades ocorreu durante o horário de aula cedido pelos docentes, assim com os grupos *3D* e *in natura* ocorreu no período noturno e com o grupo *aula expositiva* foi realizado no período vespertino.

- Participaram da pesquisa 51 discentes sendo:
- Grupo *3D*: 19 discentes;
- Grupo *In natura*: 15 discentes;
- Grupo *Aula expositiva*: 17 discentes.

2.7 Submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa Humano

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Acre em julho de 2016, mas não foi obtido resposta a tempo do desenvolvimento da pesquisa, no entanto seguiu-se todos os trâmites legais para o desenvolvimento da mesma, na qual cada voluntário forneceu consentimento (TCLE) informado antes de sua participação. Os participantes convidados a participar da pesquisa foram devidamente esclarecidos quanto aos seus objetivos, riscos e benefícios e, a seguir, assinaram o TCLE (Apêndice 2). Em relação ao curso de Licenciatura em Ciências Naturais com Habilitação em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre- IFAC, foi solicitado à coordenação acadêmica a

assinatura do Termo de Autorização Para Realização da Pesquisa (Apêndice 3), bem como autorização para o uso do Laboratório de Anatomia Animal da UFAC (Apêndice 4).

2.8 Aplicação e avaliação dos modelos anatômicos 3D dentários

O processo de avaliação da aplicabilidade do modelo ocorreu por etapas, sendo:

- Primeira etapa: Aplicação do teste prévio para verificação dos conhecimentos acerca da especialização alimentar.
- Segunda etapa: Aula teórica para nivelamento do conhecimento;
- Terceira etapa: Aula prática com os modelos;
- Quarta etapa: Aplicação do teste pós-aula teórica e prática.

2.9 Aplicação do Teste Prévio (TP)

A aplicação do teste prévio ocorreu em grupo conforme os critérios do item “2.6. Formação e constituição dos grupos para aplicação dos modelos”, onde os discentes integrantes dos grupos *3D*, *In natura* e *Aula expositiva*, após observarem e manusearem os modelos anatômicos 3D dentário, responderam ao questionário (apêndice 5) constituído por 33 questões Verdadeiro/Falso sobre anatomia dentária, função dentária, grupos de animais que representam os tipos dentários, valendo ao todo 10 pontos. O questionário aplicado foi o mesmo em todos os momentos da pesquisa para todos os grupos (*3D*, *In natura* e *Aula expositiva*). A aplicação foi realizada na própria sala de aula na presença do docente da turma.

2.10 Aula Teórico-Prática (ATP)

Após a aplicação do teste prévio foi ministrado aula teórico-prática (Apêndice 6) para os grupos *3D* e *In natura*, pois estes tiveram a parte prática durante a aula e para o grupo *Aula expositiva* a aula ocorreu sem a parte prática. O desenvolvimento da aula ocorreu com apoio de slides a fim de nivelar o conhecimento dos discentes sobre dentição dos Mamíferos, mais especificamente a anatomia, forma e função dentária, bem como sua relação com o hábito alimentar, de acordo com plano de aula estabelecido (Apêndice 7).

2.11 Aula Prática (AP)

Durante o desenvolvimento da aula teórica foi utilizado os modelos para visualização e palpação, houve assim aplicação da teoria junto com a prática, de acordo com a proposta de plano de aula. Dessa forma, na sala de aula foram utilizados modelos que cada grupo teve contato no questionário prévio, dando ênfase a identificação das estruturas, função e comparando com outros seres vivos.

2.12 Aplicação do Teste Pós-aula Teórico-prática (TPATP)

Os discentes dos grupos *3D* e *In natura* novamente observaram e manusearam os modelos anatômicos 3D dentários e responderam ao mesmo questionário já aplicado no início da pesquisa. Semelhante processo foi realizado com o grupo *aula expositiva*, mas apenas com as imagens impressas responderam ao questionário citado acima. Essa atividade também foi desenvolvida dentro da sala de aula.

2.13 Análise Estatística

Foi realizada análise estatística para verificar se a aprendizagem entre os grupos foi igual, no qual utilizou-se o Teste t não pareado com nível de significância de 5%. Os testes foram feitos através do programa GraphPad In Stat versão 3.10 para Windows 32 bits (GraphPad Software, San Diego California USA). Foram trabalhados três grupos: *3D*, *In natura* e *Aula expositiva* em dois momentos: pré aula teórico-prática; pós aula teórico-prática.

CAPÍTULO III

3.1 RESULTADO E DISCUSSÃO

A pesquisa englobou a confecção do modelo anatômico 3D dentário e a aplicação para 51 discentes voluntários do Curso de Ciências Biológicas do IFAC, os resultados foram obtidos através das notas do questionário aplicado antes da realização da aula teórico-prática e após a aula, conforme detalhado abaixo:

3.1.1 Pré-testes

Os resultados dos testes antes da aplicação da aula (apêndice 8, 9 e 10) quando comparados os grupos *3D* e *In natura* ($t=1.48$, $gl=28$, $p=0,15$) e os grupos *3D* e *Aula expositiva* ($t=1.58$, $gl=29$, $p=0,12$) não apresentaram diferença estatística. Já quando comparados os grupos: *In natura* e *Aula expositiva* ($t=3.34$, $gl=29$, $p<0,005$) apresentaram diferença, conforme apresentado na figura 9:

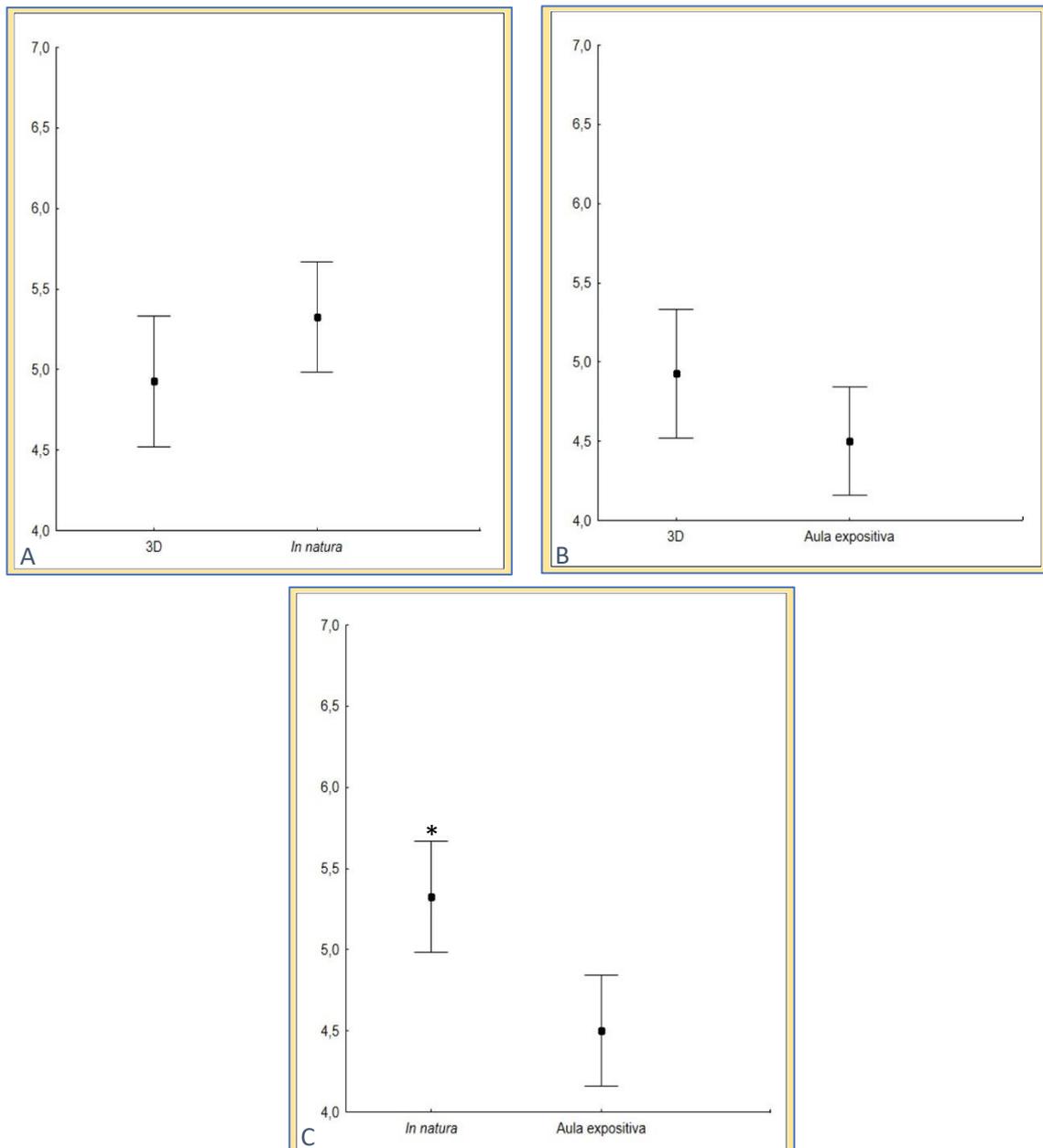


Figura 9. Notas obtidas no pré-teste – A: grupos 3D e *In natura* (Teste $t=1.48$ $p=0,15$). B: grupos 3D e *Aula expositiva* (Teste $t=1.58$ $p=0,12$). C: grupos *In natura* e *Aula expositiva* - (*) T significativo, $p<0,005$. Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.

Os gráficos acima mostram o bom resultado da disciplina de zoologia dos vertebrados para nivelar o conhecimento dos acadêmicos. Ressaltando a importância da aplicação do pré-teste ao possibilitar a quantificação dos conhecimentos prévios dos discentes dando significado tanto para o aspecto científico como para o aspecto empírico, de vivência que cada um traz para a sala de aula. De acordo com Medina & Klein (2015) o pré-teste mostra-se como uma estratégia muito útil para avaliar e explorar os conhecimentos prévios dos

discentes, além de auxiliar na organização, incorporação, compreensão e fixação das novas informações já existentes na estrutura cognitiva destes.

Nesse sentido, para Jófili (2002) o docente deve sempre estar atento aos conhecimentos prévios dos discentes para que estes possam ser aprimorados, pois são importantes e altamente relevantes para o processo de ensino.

Embora quando comparados o grupo *3D* e *Aula expositiva* representado na figura acima (B) não tenham apresentado diferença estatística nota-se que a média dos resultados do grupo *3D* foi superior ao pico máximo da aula expositiva. O que sugere que a palpação serve como ancoragem para organização da estrutura cognitiva do discente facilitando na busca dos seus conhecimentos prévios sobre determinado assunto. Esse tipo de exercício é pertinente pois faz parte das tarefas de aprendizagem com as quais o discente se defronta diariamente, pois como proposto por Ausubel (1980), esses testes buscam a “evocação da informação” e a “geração espontânea de hipóteses”.

Em contrapartida, o resultado do gráfico C, denota a influência da presença física de objetos para o resgate dos conhecimentos prévios, assim o modelo anatômico representa objeto material potencialmente significativo para a busca desse conhecimento na estrutura cognitiva, pois aguça a curiosidade do discente para o aprendizado. Nesse sentido o modelo funciona como organizador prévio fornecendo “ideias âncora” relevantes para a aprendizagem significativa do novo conteúdo, ao facilitar o estabelecimento de relações entre ideias, proposições e conceitos já internalizados e aqueles contidos no material de aprendizagem (Moreira, 2006).

3.1.2 Pós-testes

Ao serem avaliados os questionários após a realização da aula teórico-prática (apêndice 8, 9 e 10) observa-se que houve diferença estatística quando comparados os grupos *Aula expositiva* e *In natura* ($t=3.64$, $gl=27$, $p<0,05$) e *3D* e *Aula Expositiva* ($t=3.46$, $gl=29$, $p<0,05$). Quando comparados os grupos *In natura* e *3D* não houve diferença estatística ($t=0.86$, $p=0,3928$) como mostra a figura 10:

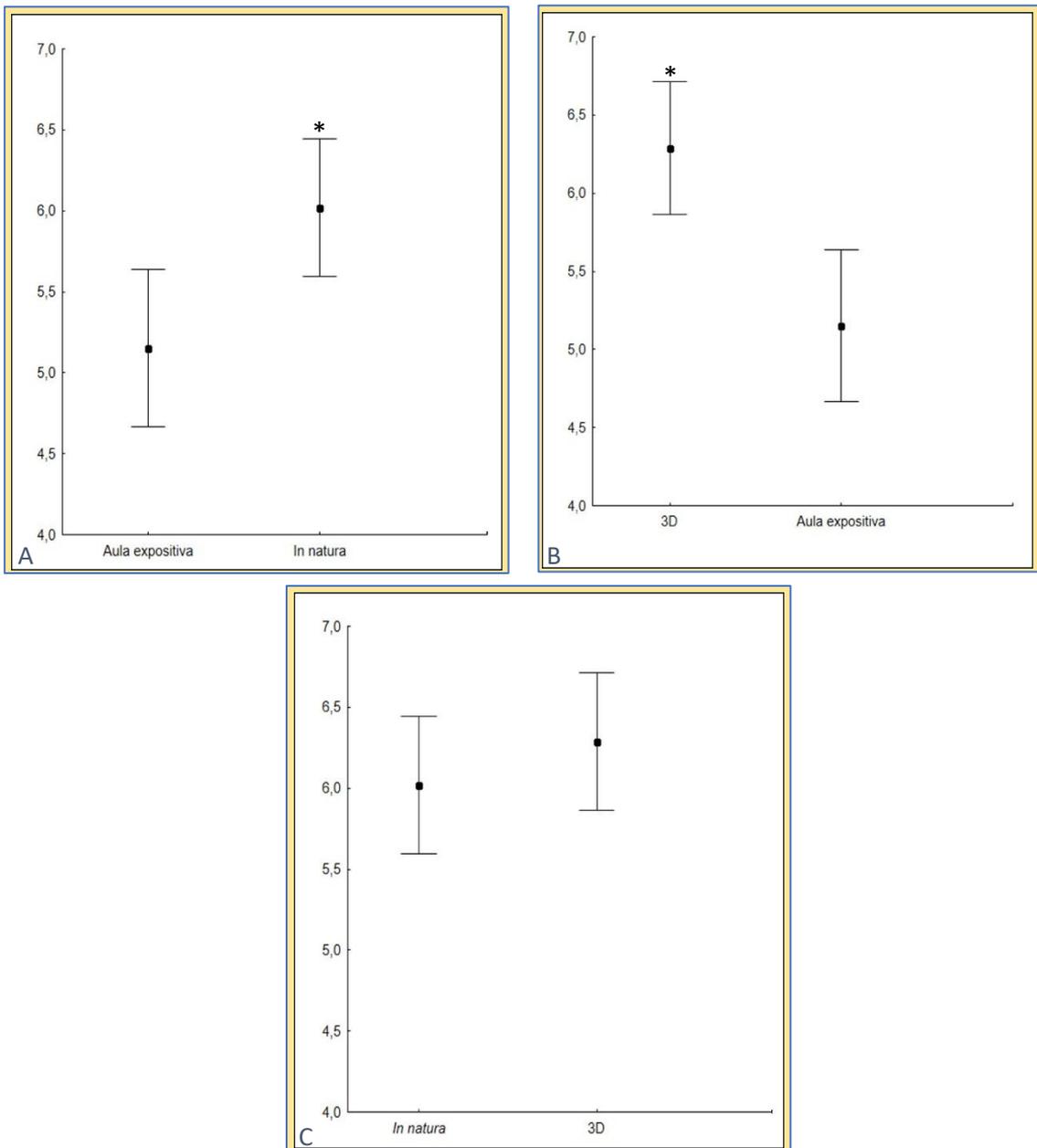


Figura 10. Notas obtidas no pós-teste – A: grupos *Aula expositiva* e *In natura* – (*) T significativo, $p < 0,05$. B: grupos *3D* e *Aula expositiva* - (*) T significativo, $p < 0,05$. C: grupos *In natura* e *3D* (Teste $t=0.86$ $p=0,3928$). Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.

Essa diferença entre os resultados dos questionários mostrada na figura 10, representa que a parte prática, constituída em visualização e palpação dos modelos físicos, desenvolvida junto com a teoria é importante para o aprendizado, o que corrobora com os achados de Resende e colaboradores (2002), os quais ao desenvolverem trabalho semelhante com discentes do ensino básico, por meio de projeto de extensão de coleção de peças anatômicas

perceberam que o aprendizado é mais significativo quando se está diante do material estudado.

Em consonância, Orlando e colaboradores (2009) em estudo realizado sobre planejamento, montagem e aplicação de modelos didáticos em biologia verificaram por meio de relatos dos discentes que o manuseio dos modelos durante as aulas implicou em melhores resultados de aprendizagem.

O melhor desempenho do grupo *3D* em relação ao grupo *Aula expositiva* se apoia em Figueiró e Rothe (2014) que afirmam ser a utilização de metodologias alternativas facilitadoras da aprendizagem ao propiciarem o manuseio de recurso didático palpável e tridimensional possibilitando a maximização do aprendizado. Afirmção sustentada pelo resultado do trabalho que desenvolveram no ensino básico por meio da confecção de modelos anatômicos de bicos de pássaros em gesso e concluíram ser um recurso significativo para o ensino e aprendizagem de biologia.

Beserra e Brito (2012) também afirmam em seus estudos que os modelos didáticos tridimensionais promovem a relação do conteúdo com as aulas práticas tornando-o assimilável e compreensível. Em consonância Justina e Ferla (2006) por meio de trabalho realizado com modelo representativo do DNA (ácido desoxirribonucleico) eucarioto compactado, mostraram que a utilização de modelos didáticos alternativos juntamente com metodologia de ensino, facilita a compreensão do conteúdo, a visualização de uma estrutura em três dimensões e melhora o processo de ensino e aprendizagem em qualquer nível de ensino.

O resultado mostrado na figura 10 (C) revela que os modelos anatômicos 3D dentários podem substituir os modelos *in natura*, consonante com projeto de “Fabricação e avaliação de impressão 3D anatômica de modelos do membro inferior para o ensino anatômico e treinamento do acesso do vaso femoral na medicina” desenvolvido por O’Reilly e colaboradores (2016). Neste, foi realizado atividades com grupos a fim de comparar a utilização do modelo impresso 3D no ensino de anatomia com a forma tradicional de dissecação. Segundo as análises dos resultados não houve diferença estatística entre os grupos de modelos impressos em 3D e o grupo de dissecação. Em relação ao conhecimento da anatomia do membro inferior concluíram que o modelo 3D configura uma ferramenta de aprendizagem.

Esse achado corrobora com o de Lipson (2007) em trabalho desenvolvido com a criação de modelos 3D digitais na área do ensino de física, bem como com Hespel e Hudson (2014) em estudo sobre técnicas e aplicações com a utilização da impressão 3D no ensino de

medicina veterinária. Nesse mesmo sentido Bastos e Faria (2011) avaliou que a utilização de recurso didático 3D no ensino de biologia melhora a participação dos discentes aumentando o interesse pelo conteúdo e a interação dentro de sala de aula.

3.1.3 Comparativo entre Pré e Pós testes

Quando comparados às avaliações dos questionários antes e após o desenvolvimento da aula teórica nos grupos (*3D*, *In natura* e *Aula expositiva*) nota-se que houve diferença estatística das notas dos discentes em todos os grupos: *3D* ($t=4.5$; $gl=30$; $p<0,0001$); *In natura* ($t=2.48$; $gl=28$; $p<0,05$) *Aula Expositiva* ($t=2.18$; $gl=28$; $p=0,0691$) como mostra a figura 11.

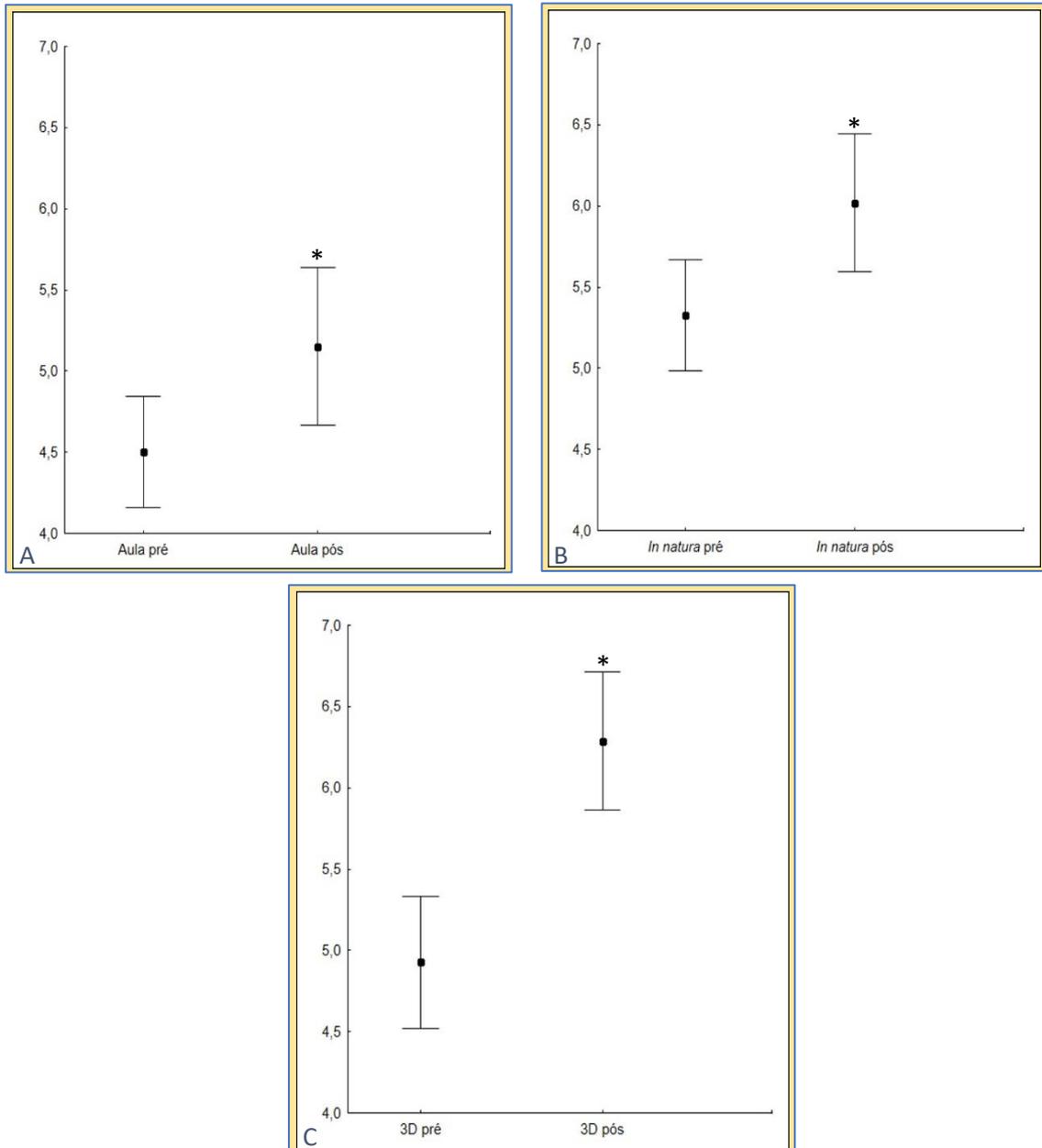


Figura 11. Notas obtidas no pré e pós-teste – A: grupo *Aula expositiva* (Mann-Whitney=68 $p=0,0691$). B: grupo *In natura* - (*) T significativo, $p<0,05$. C: grupo *3D* - (*) T significativo, $p<0,0001$. Os círculos representam as médias das notas obtidas. As barras representam o intervalo de confiança de 95%.

Esses resultados demonstram que a realização da aula teórica foi expressiva para o incremento da nota. Os dados apresentados corroboram com La Taille et al (1992), os quais enfatizam a relevância do papel do docente no processo de aprendizagem e a importância da linguagem como sistema simbólico fundamental na mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

Ainda sobre esse aspecto de acordo com Oliveira (1997), o discente necessita de instruções de uma pessoa experiente para que o conhecimento localizado na zona de desenvolvimento potencial, por meio da interação mediada pelo docente passe para a zona de desenvolvimento real.

A importância da aula para o aprendizado é perceptível na figura 11 (C), sendo que neste caso a média dos resultados após o desenvolvimento da aula apresentou maior pico do que no gráfico 7. Porque diferentemente do grupo *Aula Expositiva* os discentes que visualizaram e manusearam os modelos, tiveram ao mesmo tempo acesso a parte teórica e prática do conteúdo, obtendo assim melhores resultados no pós-teste. Nas palavras de Oliveira (1997) o recurso usado em sala é um elemento mediador, instrumento utilizado para otimizar o ensino e a aprendizagem.

Igualmente resultado alcançaram Prigol e Giannotti (2008) em trabalho com o ensino fundamental sobre botânica, os discentes que tiveram aulas práticas sobre a morfologia da flor obtiveram maior êxito ao responder os questionários, diferentemente dos discentes que tiveram apenas a aula teórica. Os autores concluíram que as aulas práticas têm um papel de suma importância para o aprendizado, atraem a curiosidade e o interesse dos discentes para as aulas, possibilitando uma aprendizagem significativa dos mesmos.

Azevedo e colaboradores (2012) também verificaram a importância das aulas práticas no trabalho desenvolvido com peças biológicas *in natura*, destacaram que as mesmas complementam o conteúdo formal ministrado, são lúdicas, despertam o interesse e o entusiasmo dos discentes em relação à disciplina. Esses aspectos foram igualmente observados durante o desenvolvimento da pesquisa descrita. Os integrantes dos grupos *3D* e *In natura*, devido à utilização dos modelos anatômicos usados em sala, ficaram mais atentos à aula, se mostraram mais curiosos e interessados em relação aos participantes do grupo *Aula expositiva* que tiveram apenas a aula expositiva.

Pelo resultado apresentado no gráfico 9 percebe-se que o desenvolvimento da aula teórico-prática com modelos anatômicos 3D, foi tão relevante quanto com a utilização dos modelos *in natura*, o que mostra a equivalência dos dois modelos para a aprendizagem, semelhantemente aos achados de Soares e Colaboradores (2012) em trabalho sobre prototipagem rápida e modelos 3D virtuais para a odontologia, mostraram que os modelos 3D eram melhores para a visualização e compreensão das técnicas de preparação dentária somados aos modelos 3D impressos, a prototipagem rápida mostrou-se uma técnica viável e acessível que auxilia e enriquece o processo de ensino e aprendizagem.

3.1.4 Impressão 3D no Ensino

A impressão 3D por FDM (deposição de material fundido) configurou uma técnica eficaz para a confecção dos modelos anatômicos 3D, bem como vantagens com relação ao: armazenamento, eutanásia, custo e manutenção.

1- Armazenamento do Modelo:

Trabalhar com peças *in natura* nos Laboratórios de Anatomia requer certos cuidados tornando-se um processo complexo, pois nem sempre existe espaço suficiente, recipientes adequados para armazenamento e ainda os cuidados que são necessários. Acarretando problemas para o docente. Além disso, um modelo que apresenta nível de toxicidade não pode ficar em qualquer local, nem disponível ao acesso de toda a comunidade acadêmica sem a presença do docente responsável. Ao contrário das peças *in natura*, os modelos 3D impressos podem ser armazenados em qualquer local, até mesmo fora do laboratório, não necessita de recipientes, pois não ter conservantes, e toda a comunidade escolar pode ter acesso com segurança sem a presença do docente.

2- Princípios Éticos na utilização dos animais:

A criação e utilização de animais em atividades de ensino e pesquisa científica é amparada pela Lei 11.794, de 08 de outubro de 2008, que estabelece procedimentos para o uso científico de animais e é regulamentada pelo Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, que dispõe sobre a composição do conselho nacional e controle de experimentação animal. Mesmo tendo respaldo em lei o uso de animais em pesquisa tem gerado divergências principalmente na parte ética sendo tendência mundial a reavaliação da utilização de animais em experimentos (CAZARIN et al., 2004). De acordo com Zanetti (2009) atualmente não se pode mais negar as emoções dos animais, calar a crise ambiental e deixar de reivindicar direitos individuais e coletivos. Nesse sentido, a substituição de modelos *in natura* por modelos 3D impressos além de ético, é mais saudável e favorece o aprendizado.

3- Aquisição do Modelo:

Muitas instituições apresentam dificuldades na obtenção de cadáveres para o ensino, por isso docentes recorrem à frigoríficos quando precisam realizar aulas práticas, encontram barreiras como a preparação e conservação das peças, além das questões legais e burocráticas (SILVA, 2012). Espécimes não encontradas nesses locais são difíceis de conseguir, mesmo

para fins didáticos (Azevedo et al., 2012), e os modelos artificiais quando disponíveis apresentam custo bastante elevado. Por conta desses, dentre outros fatores, os laboratórios de Biologia animal mostram acervo incompleto, prejudicando ainda mais o ensino. Diante disso, a construção e utilização de modelos 3D impressos representam alternativa para o ensino de Biologia, além de possibilitar a ampliação do acervo dos laboratórios.

4- Manutenção do Modelo:

Algumas exigências precisam ser observadas para a manutenção de modelos *in natura*, como, substâncias químicas, equipamentos, responsável técnico, recipientes, locais para reparação e armazenamento. Esses fatores são minimizados com a utilização dos modelos 3D impresso, mesmo aparentemente sendo o custo da utilização da tecnologia alto, existem várias opções de impressoras no mercado, com suprimento e manutenção a preços acessíveis, tornando a médio e longo prazo vantajoso sua utilização no ensino (AGUIAR, 2016; LIPSON, 2007). Além disso, esses modelos possuem alta resistência, durabilidade e não necessitam de equipamento de proteção em seu manuseio (VOLPATO et al., 2006).

3.1.5 Confeção e aplicação do modelo

Com relação à confecção do modelo, a impressão 3D realizada nessa pesquisa por meio de deposição de material fundido (FDM) se mostrou um processo com tecnologia muito simples, similar às impressoras jato de tinta. Apresentou vantagem na redução de etapas para fabricação do modelo e o baixo custo da matéria-prima utilizada para a impressão, o que mostra a acessibilidade da impressora para a utilização no ensino. Esse mesmo resultado foi encontrado por Bordelo (2015) em trabalho com a impressão de modelos 3D.

A praticidade na confecção dos modelos soma com os achados de Aguiar (2016), em pesquisa desenvolvida com a elaboração e confecção destes. Licenciandos, por meio de oficinas trabalharam com a compreensão da tecnologia da impressão 3D até a confecção dos modelos 3D impressos.

A aplicabilidade da impressão 3D é muito vasta, no ramo educacional, várias pesquisas têm sido desenvolvidas e verificadas sua contribuição para a arqueologia, paleontologia, anatomia, dentre outros (VOLPATO et al., 2006; BORDELO, 2015).

A confecção de modelos 3D impressos apresenta como vantagem educacional o compartilhamento do conhecimento, para Aguiar “alguém que desenvolva um modelo 3D de instrumento didático, pode torná-lo disponível para o mundo todo, em poucos segundos, nos

repositórios virtuais de objetos imprimíveis para a educação ” (2016, p. 189). O que contribui para a experimentação no Curso de Ciências Biológicas.

Já a desvantagem para o ensino, também de acordo com Aguiar, é a popularização das impressoras levar a produção desenfreada de objetos desnecessários, aumentando assim a quantidade de lixo e desperdício de energia se esses não forem reciclados (2016).

3.2 Conclusão

A impressão 3D configura metodologia alternativa para o ensino, pois os modelos anatômicos 3D dentários foram equiparáveis aos modelos *in natura* no processo de ensino e aprendizagem, configurando um recurso didático para o Ensino de Zoologia. O uso de recurso durante a aula é importante para o desenvolvimento desse processo, não substituindo a figura do docente, uma vez que o mesmo é primordial na promoção da construção do conhecimento pelo discente. Somado a isso, a praticidade da confecção do modelo juntamente com a dificuldade de estruturar, confeccionar e manter os modelos *in natura* comprova que, o modelo 3D impresso é uma alternativa viável para o aprimoramento do Ensino.

4 PRODUTO EDUCACIONAL

I. Título: Modelo Anatômico 3D dentário de: Cão, Porco, Paca e Cavalo.

II. Sinopse descritiva do produto: Modelo Anatômico 3D dentário impresso das espécies (*Canis lupus familiaris*, *Sus scrofa*, *Equus caballus* e *Agouti paca*), confeccionado por meio de cópia de modelo *in natura*. Sua confecção se deu no Laboratório de Anatomia Animal da UFAC/Rio Branco, com intuito de avaliar o modelo anatômico 3D dentário de: Cão, Porco, Paca e Cavalo na relação ensino e aprendizagem, comparando com peças morfológicas *in natura* utilizadas para o ensino de Zoologia.

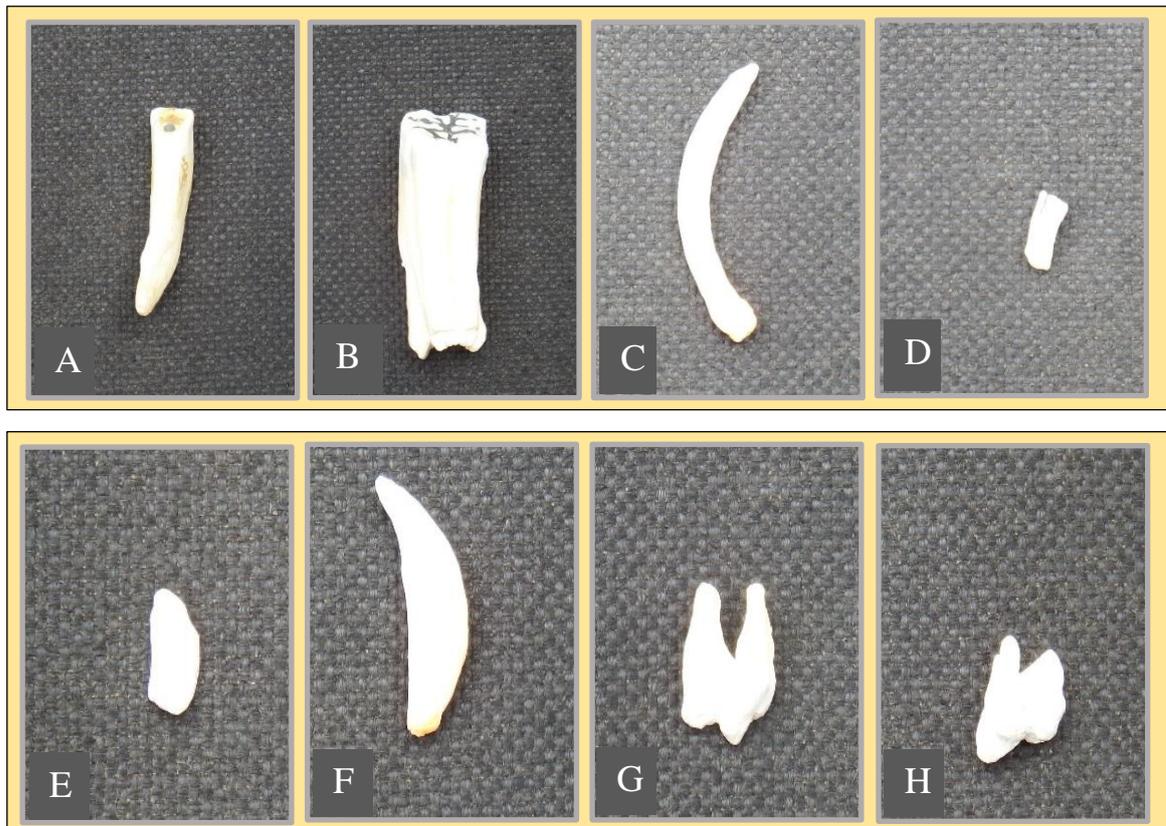
III. Autores docentes: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho.

IV. Autores discentes: Regiane Guimarães da Silva.

V. Público a que se destina o produto: Alunos do Curso de Ciências Biológicas do Ensino Superior.

VI. URL do produto: não há.

VII. Registro iconográfico:



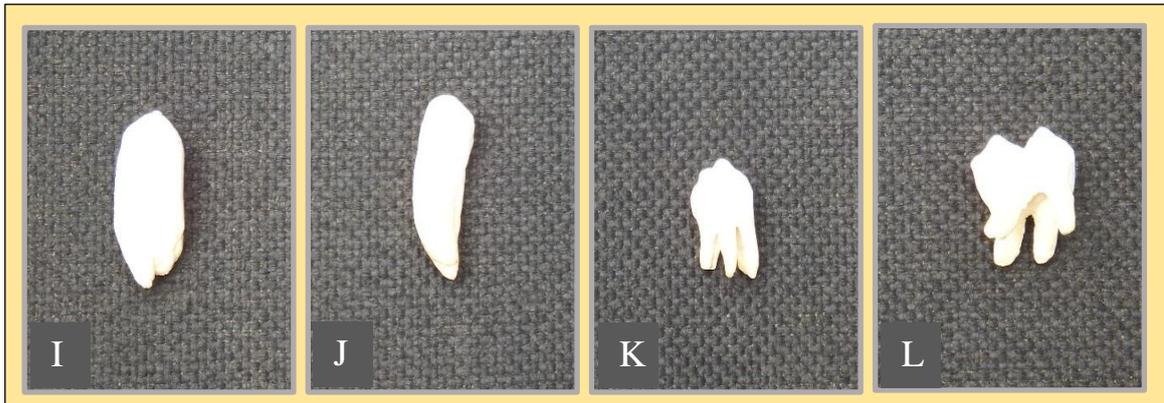


Figura 12. Registro iconográfico do produto.

LEGENDA: A – B (Incisivo e Molar Cavalos); C – D (Incisivo e Molar Paca); E – F – G – H (Incisivo, Canino, Pré-molar e Molar Cão); I – J – K – L (Incisivo, Canino, Pré-molar e Molar Porco).

VIII. Número pedido registro depósito de patente: 00.000.2.2.16.0991663.2

IX. Data depósito pedido de patente (apêndice 11): 09/12/2016.

X. Descritores adicionais:

a. Validação (comprovação de existência e da avaliação do produto): não

b. Registro: Por meio de declaração da instituição onde o produto foi aplicado no
– Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Acre/IFAC.

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. 226f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru, 2016.
- ALMEIDA, E. A. **Modelagem de cladogramas tridimensionais e aprendizagem de conceitos em Sistemática Filogenética**. In: Anais do IV Colóquio Nacional em Epistemologia das Ciências da Educação, 2007. Natal.
- ALVES, G. E. S. **Odontologia como parte da gastroenterologia: sanidade e digestibilidade**. In: Cong. Bras. Cir. Anest. Vet. Minicurso de Odontologia Equina, 2004. Indaiatuba.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. p.96-133.
- AZEVEDO, H. J. C. C. et al **O uso de coleções zoológicas como ferramenta didática no ensino superior: um relato de caso** Revista Práxis ano IV nº 07, 1. sem. 2012. Disponível em: < <http://web.unifoa.edu.br/praxis/numeros/07/43.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.
- BANKS, W. J. **Histologia Veterinária Aplicada**. 2. ed. São Paulo: Editora Manole, 1992. 560p.
- BASTOS, K. M.; FARIA, J. C. N. M.; **Aplicação de modelos didáticos para abordagem da célula animal e vegetal, um estudo de caso**. Enciclopédia a Biosfera, Centro Científico Conhecer – Goiânia, v. 7, n.13. 2011. Disponível em: < <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/multidisciplinar/aplicacao%20de%20modelos.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2015.
- BESERRA, J. G.; BRITO, C. H.; **Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para ensino de ciências e biologia**. Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia v. 5, n. 3. 2012. Disponível em: < <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/852/905>>. Acesso em: 20 ago. 2015.
- BORDELO, J. P. A. **Aplicação da tecnologia de prototipagem rápida no estudo pré-cirúrgico em ortopedia veterinária**. Dissertação de mestrado Integrado em Medicina Veterinária. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Vila Real Portugal, 2015.
- CABRAL, V. P.; ASSIS, M. M. Q.; CABRAL, F. P. **Elaboração de modelos de estudo das arcadas dentárias superior e inferior de cães mestiços (*Canis familiares*, LINNAEUS, 1756)**. Iniciação científica CESUMAR. Maringá, v. 09, n. 01 p. 53-61, 2007.
- CARTELLE, C. **O dente**. Revista Ciência Hoje. Vol. 41, n. 246. 2008. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/banco-de-imagens/lg/protected/ch/246/dentes246.pdf/view>>. Acesso em: 06 set. 2015.

CARVALHO, A. M. P. de. **A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinios.** In: Educação e Pesquisa, São Paulo, vol.28, p.5767, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ep/v28n2/a05v28n2.pdf>>. Acesso em: 12 mai. 2015.

CARVALHO, W. (org.). **Biologia: O professor e a arquitetura do currículo.** São Paulo: Articulação Universidade/Escola Ltda, 2000.

CAZARIN, K. C. C. et al. **Redução, refinamento e substituição do uso de animais em estudos toxicológicos: uma abordagem atual.** Rev. Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 40, n. 3, jul/set, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v40n3/04.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

CUNICO, M. W. M. **Impressoras 3D: O novo meio produtivo** Concep3D Pesquisas Científicas Ltda. Curitiba, 2015.

DOYLE, K. **Bioprinting: From Patches to Parts.** Genetic Engineering & Biotechnology News v. 34, n. 10, 2014. 34–35p. Disponível em: <<http://online.liebertpub.com/doi/pdf/10.1089/gen.34.10.02>>. Acesso em: 11 mai. 2015.

DYCE R.M., SACK W.O. & Wensing C.J.G. **O Tratado de Anatomia Veterinária.** 3. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1997. p.86-89.

FIGUEIRÓ J. P. S.; ROTHE S. R. **Modelos anatômicos como recurso didático em aulas práticas de ciências e biologia.** trabalho de conclusão do curso de ciências biológicas Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2014. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/38101/TCC%20Joao%20Paulo%20S%20Figueiro%20e%20Sirlei%20R%20Rothe.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 out. 2015.

FRANDSON, R. D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais Domésticos.** 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005, 472p.

FRANDSON, R. D.; WILKE, W. L.; FAILS, A. D. **Anatomia e Fisiologia dos Animais de Fazenda.** 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011, 413p.

GETTY, R. **Anatomia dos Animais Domésticos.** 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. v. 2. p. 1445-1450. 1134p.

HESPEL, A. M; WILHITE, R.; HUDSON, J. Invited review-applications for 3d printers in veterinary medicine. **Vet Radiol Ultrasound**, V. 0, n. 0, p. 1–12, 2014.

HICKMAN, C. P.; ROBERTS, L. S.; LARSON, A. **Princípios integrados de zoologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

JÓFILI, Z. Piaget, Vygostsky. **Freire e a construção do conhecimento na escola.** Educação: Teorias e Práticas. Departamento de educação. Universidade Católica de Pernambuco. Ano 2 nº 2. 2002.

JOHNSON, L. et al. **NMC Horizon Report: Edição Ensino Superior 2013**. Austin, Texas: The New Media Consortium. A tradução em Português Bandtec – Faculdade de TI do Colégio Bandeirantes. Disponível em: <<http://www.nmc.org/pdf/2013-Horizon-Report-HE-PT.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2015.

JUNQUEIRA, L. C; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999.

JUSTINA L. A. D.; FERLA M. R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética - exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arq Mudi. 2006;10(2):35-40. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/viewFile/19924/10818>>. Acesso em: 18 out. 2015.

JUSTINA, L. A. D.; BARRADAS, C. M.; FERLA, M. R. **Modelos didáticos no ensino de genética**. In: Anais do seminário de extensão da Unioeste, 2003. Cascavel.

KAPIT, W.; ELSON, L. M. **Anatomia: Manual para Colorir**. São Paulo: Roca, 2002. 143p.

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.

KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares**. 12p. Dissertação. (Mestrado em Educação). Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 1999.

LA TAILLE, Yves de. et al. **Piaget, Vygostsky, Wallon: Teorias psicogenéticas em discussão**. 20 ed. São Paulo: Sannus, 1992.

LIPSON, H. **Printable 3D models for customized hands-on education**. In: MASS CUSTOMIZATION AND PERSONALIZATION (MCPC), October 2007, Cambridge, MA. Proceeding. 2007, Cambridge, MA.

MADEIRA M. C. **Anatomia do Dente**. 5. ed. São Paulo: Editora Sarvier, 2005.128p.

MAGALHÃES, M.; ORTÊNCIO FILHO, H. **Alternativas ao uso de animais como recurso didático**. Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar, Umuarama, v. 9, n. 2, p. 147-154, 2006. Disponível em: <[file:///C:/Users/regiane/Downloads/358-1341-1-PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/regiane/Downloads/358-1341-1-PB%20(3).pdf)>. Acesso em: 18 out. 2015.

MARINHO, S.P.P.; SIMÕES, A.M. **O ensino de Ciências no Brasil problemas e desafios**. Bios, v. 1, n. 1, p. 31-41, 1993.

MAZO, R. et. al. **Embriologia e desenvolvimento dental. Erupção**. In: SAN ROMÁN, F. et al. Atlas de Odontologia de Pequenos Animais. São Paulo: Manole, 1999. cap. 03, p.39-54.

MEDINA, L. S.; KLEIN, T. A. S. **Análise dos conhecimentos prévios dos alunos do ensino fundamental sobre o tema “microorganismos”**. XVI Semana da Educação, VI Simpósio de Pesquisa e Pós-graduação em Educação, 2015. Londrina.

MEYER, H. **Bases anatômicas e fisiológicas**. In: Alimentação de cavalos. São Paulo: Varela, 1995. p. 33-62.

MOORE K. L.; DALLEY, A. F. **Anatomia Orientada para a Clínica** 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. cap. 7, p. 832-835.

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Editora UNB. 2006.

MUELLER, E. P. O. **Equine dental disease: cause, dagnosis, and treatment**. Comp. North Am. Ed., v. 13, p. 1451-1461, 1991.

MURPHY S. V.; ATALA A. **3D bioprinting of tissues and organs**. Revista Nature biotechnology v. 32, n. 8. Agosto 2014. Disponível em: <http://www.nature.com/nbt/journal/v32/n8/pdf/nbt.2958.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2015.

O'REILLY M.K. et al. **Fabrication and Assessment of 3D Printed Anatomical Models of the Lower Limb for Anatomical Teaching and Femoral Vessel Access Training in Medicine**. Anatomical Sciences Education (Anat Sci Educ) JANUARY/FEBRUARY pag 71a79 2016.

OLIVEIRA, M. F. et al. **Construção de scaffolds para engenharia tecidual utilizando prototipagem rápida**. Revista Matéria, v.12, pp. 373-382, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rmat/v12n2/v12n2a15.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2015.

OLIVEIRA, M. K. et al. **Vygotsky: Aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio histórico**. 4. Ed. São Paulo: Spicione, 1997.

OMURA, C. M. **Mensuração da sobressaliência incisal e dos diastemas em potros (Equus caballus)**. 2003. 67 p. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde-23062004-171625/pt-br.php>>. Acesso em: 10 set. 2015.

ORLANDO, T. C. et al. **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. Minas Gerais, nº 01, p 2-17, 2009. Disponível em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Biologia/Artigos/modelos_didaticos.pdf>. Acesso em: 18 out. 2015.

PIERI, N. C. G. et al. **Classificação morfofuncional dos dentes de quati**. Pesquisa veterinária Brasileira, 31: 447-451. 2011.

- PRIGOL, S.; GIANNOTTI, S. M. **A importância da utilização de práticas no processo de Ensino-aprendizagem de ciências naturais enfocando a Morfologia da flor.** XX Semana de Pedagogia. I Simpósio Nacional de Educação- Unioeste, 2008. Cascavel.
- RESENDE, A. et al. **Coleções de animais silvestres, fauna do cerrado do sudoeste goiano, o impacto em educação ambiental.** Arquivos da Apadec, v. 6, n. 1, p. 35–41, 2002. Disponível em: <<http://eduem.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/viewFile/20476/10750>>. Acesso em: 13 mai. 2015.
- SALVADOR, César Coll. et al. **Psicologia da Educação.** São Paulo: Artmed Editora, 1999.
- SANCHES, P. M. et al. **Moldes e modelos de estômago e intestinos de coelho doméstico (*Oryctolagus cuniculus*).** In: Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária - CONBRAVET, 38, 2011. Florianópolis.
- SILVA, E. R.; ALVES, J. B. **A Genética da Odontogênese.** Biocience Journal, 2008. v. 24. Uberlândia, Apr./June. p.113-124.
- SILVA, M. DE S. L.; MACHADO, H. A.; BIAZUSSI, H. M. **Produção de material didático alternativo para aula prática de anatomia humana.** VII Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação, 2012. Palmas.
- SISSON, S. **Aparelho digestório.** In: Getty R. (Ed.), Anatomia dos Animais Domésticos. 5^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1986. p.100-104.
- SOARES, J. L. **Dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia.** 1. Ed., Scipione, São Paulo: 1993. 536p.
- SOARES, P. V. et al. **Rapid Prototyping and 3D-Virtual Models for Operative Dentistry Education in Brazil.** Journal of Dental Education. v. 77, n. 3. 2012. Disponível em: <<http://www.jdentaled.org/content/77/3/358.full.pdf+html>>. Acesso em: 16 de set. 2015.
- SOUZA, R. **Modelagem 3D Realista.** Curso Sinapse. Recife: 2010.
- THOMASSIAN, A. **Enfermidades dos cavalos.** 4. ed. São Paulo: Varela, 2005. 573p.
- THOMAZ M.J et al. 2006. **Caracterização morfológica dos dentes do mocó, *Kerodon rupestris*: Mammalia, Rodontia.** Braz. J. Res. Anim. Sci. 46(4):702-707. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/26581/28364>>. Acesso em: 13 mai. 2015.
- VOLPATO, N. et al. **Prototipagem Rápida: Tecnologias e Aplicações:** Edgard Blucher, p.272, 1st ed. 2006.
- VYGOTSKY, L. **A formação social da mente:** o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

_____. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1987.

ZANETTI, M. B. F. **O uso experimental de animais como instrumento didático nas práticas de ensino no curso de medicina veterinária.** In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE, 2009. Curitiba.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – EXEMPLO DA CONFECÇÃO DO MODELO ANATÔMICO 3D

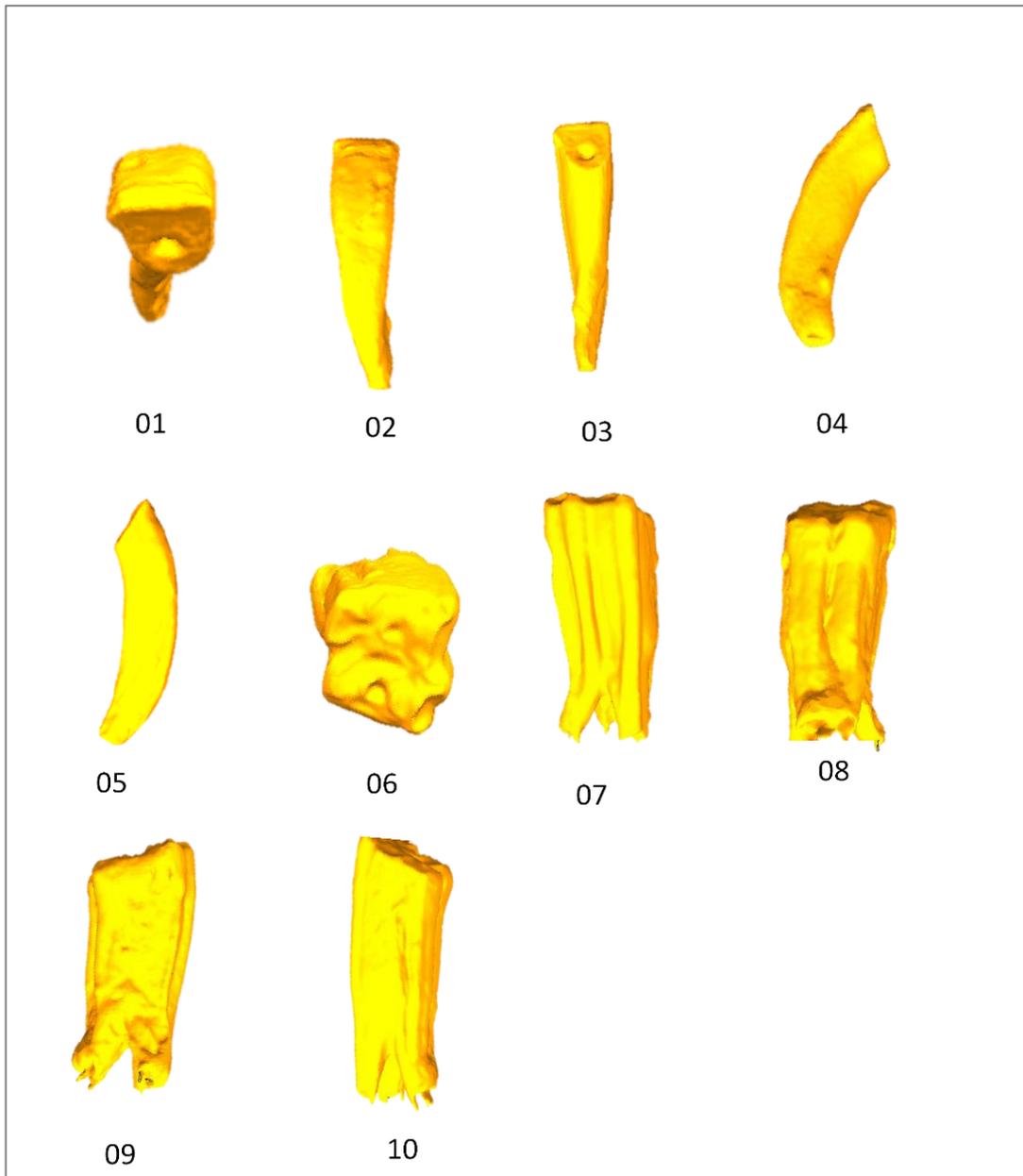


Figura 13. Faces digitais da dentição do Cavallo: Incisivo (1 incisal, 2 vestibular, 3 lingual, 4 medial, 5 distal), Molar (6 oclusal, 7 vestibular, 8 lingual, 9 medial, 10 distal).

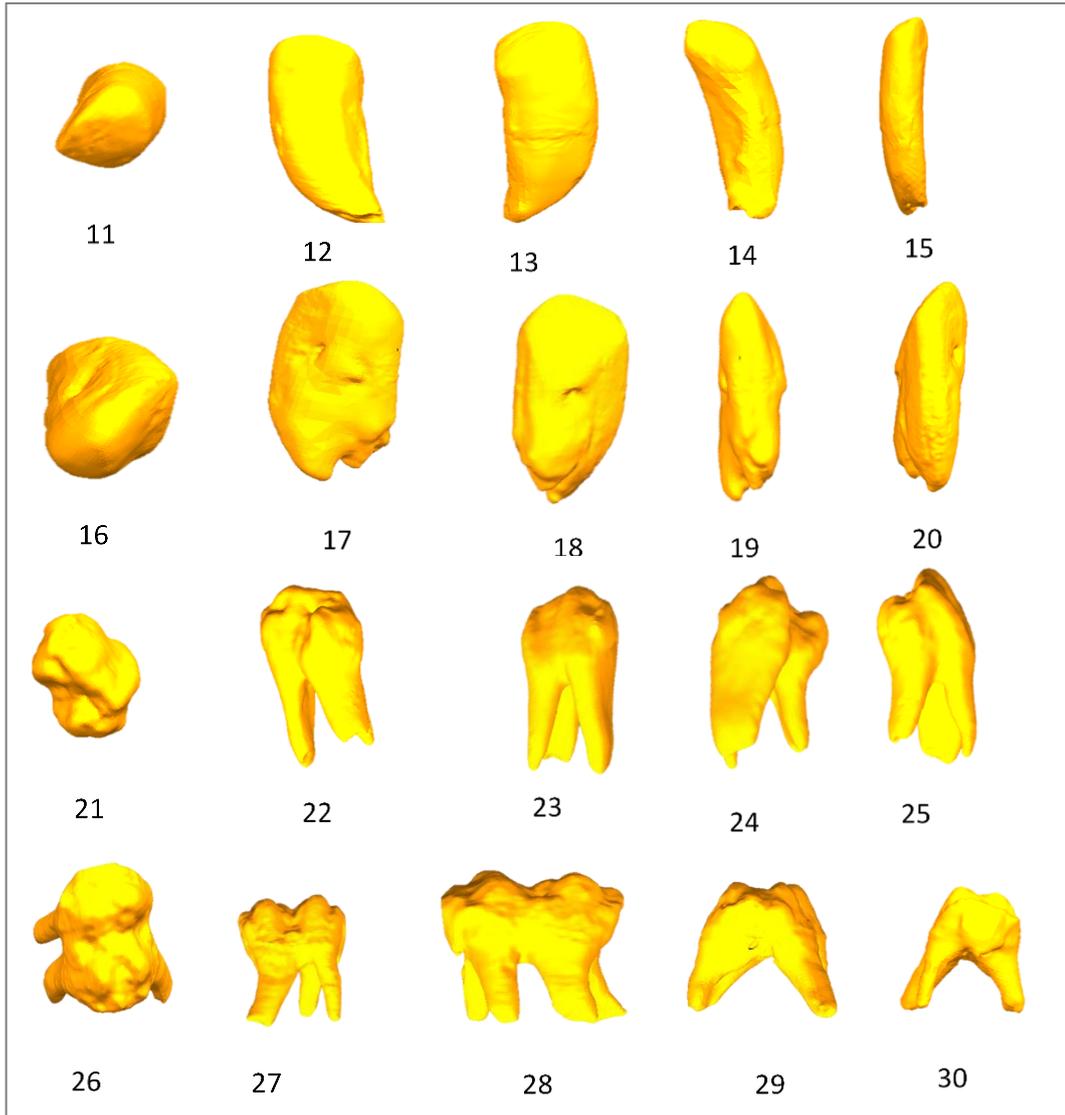


Figura 14. Faces digitais da dentição do Porco: Incisivo (11 incisal, 12 vestibular, 13 lingual, 14 medial, 15 distal); Canino (16 incisal, 17 vestibular, 18 lingual, 19 medial, 20 distal); Pré-molar (21 oclusal, 22 vestibular, 23 lingual, 24 medial, 25 distal); Molar (26 oclusal, 27 vestibular, 28 lingual, 29 medial, 30 distal).

APÊNDICE 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE PROJETO DE PESQUISA A IMPORTÂNCIA DA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS DIDÁTICOS IMPRESSOS 3D NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE ZOOLOGIA

Prezado aluno (a),

Solicitamos que você consinta em participar da pesquisa “Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia”. Sua participação será de grande valia para o ensino de Biologia, visto que nos permitirá aperfeiçoar o uso de modelos no processo de ensino e aprendizagem, para que possam ser utilizados como recursos didáticos pelos professores. Para que você tenha plena autonomia para decidir se participa ou não desta pesquisa, apresentamos, a seguir, todas as informações sobre a pesquisa, bem como esclarecemos você sobre os seus direitos.

1. Apresentação

A pesquisa “**Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia**”, tem por objetivo “Avaliar a importância e a aplicabilidade dos modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro em substituição aos modelos dentários “in natura” no processo de ensino e aprendizagem de zoologia no curso de Ciências Biológicas”. Os procedimentos metodológicos de coleta de dados consistem na avaliação de modelo anatômico 3D dentário impresso de dentes de cão, cavalo, porco e paca por meio da aplicação de questionário prévio, aula teórico-prática e aplicação de questionário pós aula teórico-prática. A população alvo é constituída por alunos do Ensino Superior de Ciências Biológicas.

Trata-se de uma pesquisa em nível de Dissertação de Mestrado, realizada pela pesquisadora Regiane Guimarães da Silva e orientado pelo Professor Doutor Yuri Karaccas de Carvalho.

2. Esclarecimento

Esclarecemos que sua participação na pesquisa “**Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia**”, consiste em responder o questionário prévio, participar de aula teórico-prática e responder questionário pós-aula teórico-prática sobre modelo anatômico 3D dentário impresso de dentes de cão, cavalo, porco e paca.

Sua participação é voluntária, não havendo custos materiais ou financeiros, bem como não haverá remuneração pela sua participação. Você tem garantia de plena liberdade de consentir em participar da pesquisa. Você poderá recusar-se a consentir ou retirar seu consentimento em qualquer momento da realização da pesquisa sem ter que justificar sua desistência e sem que você sofra quaisquer tipos de coação ou penalidade por parte de seu professor e/ou dos pesquisadores.

Os riscos da pesquisa são mínimos, podendo ocorrer possíveis desconfortos emocionais. Esses desconfortos poderão ocorrer por ocasião da emissão das respostas às questões dos questionários ou em decorrência da participação na aula teórico-prática, visto que podem sentir receio de externar suas percepções sobre a funcionalidade do modelo anatômico, utilizado como recursos didáticos durante os processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos para os quais foram produzidos. Para minimizar e/ou excluir tais desconfortos, será solicitado a você que não responda o questionário na sala de aula, leve-o para casa, não se identifique ao responder o questionário para garantir o anonimato da resposta e entregue o questionário respondido à pesquisadora da UFAC. Garantimos manter o mais amplo, absoluto e irrestrito sigilo profissional sobre sua identidade, durante e após o término da pesquisa. Desse modo, sua identidade pessoal será excluída de todos e quaisquer produtos da pesquisa para fins de publicação científica.

Os possíveis benefícios que você terá com a pesquisa são que, ao utilizar o modelo anatômico

3D dentário experimentalmente, desenvolva aprendizagens significativas dos conteúdos curriculares para os quais o modelo anatômico foi elaborado.

Esclarecemos que os dados coletados por meio do questionário serão utilizados única e exclusivamente para produção do Relatório de Pesquisa e seus resultados serão publicados em meios de comunicação científica, tais como eventos científicos, livro e/ou revista acadêmica, sempre resguardando sua identidade.

Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual terá as duas primeiras páginas rubricadas pela pesquisadora responsável e por você e a última página será assinada pela pesquisadora responsável e por você.

Para maiores informações e esclarecimentos sobre a pesquisa e/ou seus procedimentos, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável Regiane Guimarães da Silva, pelo telefone nº (68) 92068042 e e-mail enaiger.gui@gmail.com. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Acre (CEP-UFAC) para solicitar todos e quaisquer esclarecimentos éticos que lhe convir sobre a pesquisa. O CEP-UFAC é sítio no Campus Universitário, Bloco da Pró-Reitoria de Pós-Graduação, sala 26, telefone 3901-2711, e-mails cepufac@hotmail.com e cep-ufac@ufac.br, Rio Branco-Acre, CEP 69.915-900.

Por fim, eu, Regiane Guimarães da Silva, pesquisadora responsável, declaro cumprir todas as exigências éticas contidas nos itens IV. 3, da Resolução CNS Nº 466/2012, durante e após a realização da pesquisa.

3. Consentimento

Eu, _____, RG Nº _____, CPF Nº _____, declaro que: (a) li e compreendi o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE); (b) que minha participação na pesquisa **“Importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia”** é livre e espontânea; (c) eu não tenho nenhum custo e nem serei remunerado por minha participação; (d) posso retirar meu consentimento para desistir a qualquer momento como participante da pesquisa, sem ter que justificar minha desistência sem sofrer qualquer tipo de coação ou punição.

Diante do exposto, aponho minha rubrica nas duas primeiras páginas do TCLE e minha assinatura abaixo, como prova do meu Consentimento Livre e Esclarecido em permitir minha participação na pesquisa.

Rio Branco - Acre, _____ de _____ 2016.

Participante da Pesquisa

Pesquisador Responsável

APÊNDICE 3 – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA - IFAC

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Eu, Jesus H. O. Cavalcante, Coordenador do Curso de Ciências Biológicas - IFAC, RG Nº 1826788-5, CPF Nº 026.631.934-9, AUTORIZO **Regiane Guimarães da Silva**, RG 002434386 SSP/RN, CPF 068.775.024-50, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Matrícula nº. 20152100015, a realizar avaliação de modelo anatômico 3D impresso de dentes de carnívoro, herbívoro e onívoro que inclui aplicação de questionário prévio, aula teórica-prática e aplicação de questionário pós aula teórica-prática, com os alunos que concluíram as disciplinas de Zoologias, para a realização do Projeto de Pesquisa “A importância da utilização de recursos didáticos impressos 3d no processo de ensino e aprendizagem de zoologia”, que tem por objetivo primário “Avaliar a importância e a aplicabilidade dos modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro em substituição aos modelos dentários “*in natura*” no processo de ensino e aprendizagem de zoologia no curso de Ciências Biológicas”.

A pesquisadora acima qualificada se compromete a:

- 1- Iniciar a coleta de dados somente após o Projeto de Pesquisa ser aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.
- 2- Obedecer às disposições éticas de proteger os participantes da pesquisa, garantindo-lhes o máximo de benefícios e o mínimo de riscos.
- 3- Assegurar a privacidade das pessoas citadas nos documentos institucionais e/ou contatadas diretamente, de modo a proteger suas imagens, bem como garante que não utilizará as informações coletadas em prejuízo dessas pessoas e/ou da instituição, respeitando deste modo as Diretrizes Éticas da Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, nos termos estabelecidos na Resolução CNS Nº 466/2012, e obedecendo as disposições legais estabelecidas na Constituição Federal Brasileira, artigo 5º, incisos X e XIV e no Novo Código Civil, artigo 20.

Rio Branco, Acre 24 de outubro de 2016.

APÊNDICE 4 – TERMO DE CONSENTIMENTO E AUTORIZAÇÃO DE UTILIZAÇÃO DE LABORATÓRIO DE ANATOMIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE
Curso de Graduação em Medicina Veterinária
Laboratório de Anatomia Animal

Termo de Consentimento e Autorização

Venho por meio deste, autorizar a utilização do Laboratório de Anatomia Animal, para execução do projeto de mestrado intitulado: **“A importância da utilização de recursos didáticos impressos 3D no processo de ensino e aprendizagem de zoologia”** da discente Regiane Guimarães da Silva do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, durante **de janeiro a julho 2016**.

Por ser verdade, firmo o presente.

Cordialmente,

Rio Branco 18 de julho de 2016.

Prof. Dr. Carlos Eduardo Garcia de Carvalho
Diretor do CCBN

Diretor do Centro de Ciências Biológicas e da Natureza

APÊNDICE 5 – QUESTIONÁRIO



Avaliação da aplicação do Modelo Anatômico

Assinale (V) para afirmações verdadeiras e (F) para afirmações falsas

ANATOMIA DENTÁRIA

- () O modelo A apresenta raiz menor que a coroa dentária.
- () O modelo A representa dente com cúspide fina e afiada.
- () O modelo C apresenta raiz dupla.
- () O modelo H não representa dente com cúspide achatada.
- () O modelo K não apresenta Raiz.
- () Os modelos B e F representam dentes com coroas longas e cônicas.
- () Os modelos B e I representam dentes compridos, curvos e afiados.
- () Os modelos H e J representam dentes estreitos e rugosos.
- () Os modelos A, I e E não apresentam formato de lâmina.
- () Os modelos G, H, J e L representam dentes com cúspides planas.
- () Os modelos D, G e J representam dentes com raiz maior que a coroa dentária.

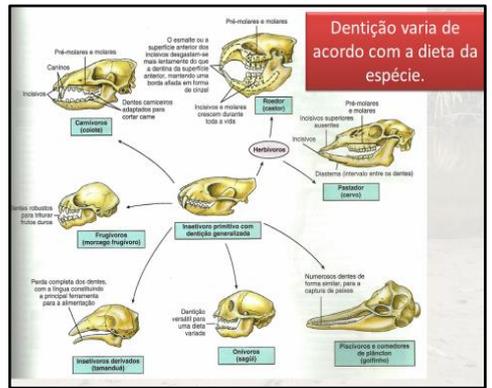
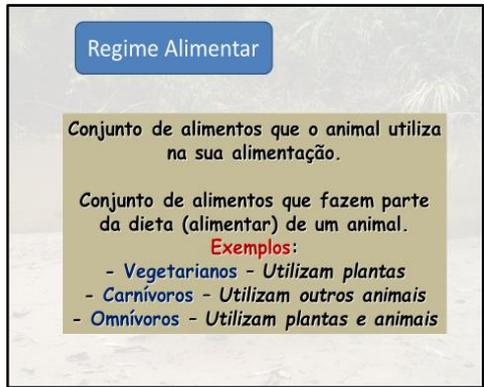
FUNÇÃO DENTÁRIA

- () O modelo B representa dente utilizado para cortar os alimentos.
- () O modelo F representa dente utilizado para rasgar e perfurar alimentos.
- () O modelo I representa dente utilizado também como defesa pelo animal.
- () O modelo J não representa dente com crescimento contínuo.
- () Os modelos J e L representam dentes molares.
- () Os modelos I e J representam dentes com coroas altas.
- () Os modelos E e F representam dentes com crescimento contínuo.
- () Os modelos E e L representam dentes utilizados na trituração dos alimentos.
- () Os modelos G, E e J representam dentes incisivos.
- () O modelos B, C, D e F representam dentes caninos.
- () Os modelos G, H, J e L representam dentes molares e pré-molares.

GRUPOS QUE REPRESENTAM

- () Os modelos B e G representam dentes de carnívoros.
- () Os modelos C e D representam dentes que são adaptados para cortar carne.
- () Os modelos I e J representam dentes adaptados à dieta abrasiva.
- () Os modelos E e C representam dentes de animais com dentição completa.
- () Os modelos I e J representam dentes de animais pastadores.
- () Os modelos E e G representam dentição de animais com dieta variada.
- () Os modelos J, K e L representam dentição de roedores.
- () Os modelos C, D e J representam dentes de onívoros.
- () Os modelos I, J, K e L representam dentes de herbívoros.
- () O modelo A, B, C e D não representam dentes de animais que se alimentam exclusivamente de carne.
- () Os modelos C, J, L e K representam dentes de animais que se alimentam exclusivamente de vegetais.

APÊNDICE 6 – APRESENTAÇÃO DE POWERPOINT DA AULA TEÓRICO-PRÁTICA



> **Insetívoros** - Comem insetos
 Ex: Toupeira; Morcego; Andorinha



> **Necrófagos** - Alimentam-se de cadáveres.
 Ex: Hiena, Abutre



Dentição Carnívoro

• Onça pintada:



Variedade dos Regimes Alimentares

✓ Vegetarianos



Animais vegetarianos:

São aqueles que se alimentam de plantas.

Os vegetarianos podem dividir-se:

Frugívoros
 Alimentam-se de frutos
 EX: Anara, Tucano



Granívoros
 Alimentam-se de grãos e sementes
 Ex: Galinha, pombo, perdiz.



Roedores - alimentam-se de frutos secos e sementes.
 Ex: Castor, Rato, Esquilo coelho



Herbívoros - alimentam-se de ervas e folhas (plantas).
 Ex: Vaca; Veado; Cavalo; Girafa



Dentição Roedora

• Capivara:



Dentição - Pastadora

• Coroas altas para suportar plantas abrasivas;
 • Cavalo:



Dentição Frugívora

• *Artibeus lituratus*



Variedade dos Regimes Alimentares

Omnívoros

Estes animais têm uma alimentação variada, alimentam-se de **plantas** e de **animais**

Ex: Javali; Porco; Homem



Dentição Onívora

• *Saguinus midas*:

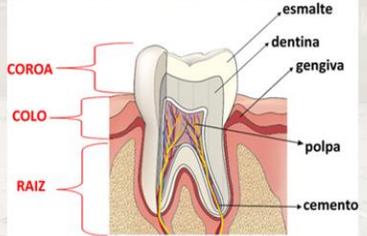


Alimentação

- Quatro categorias principais:
 - Carnívoros;
 - Insetívoros;
 - Onívoros;
 - Herbívoros;
- Pequenos mamíferos apresentam grande diversificação alimentar:

Alimentação - Dentes

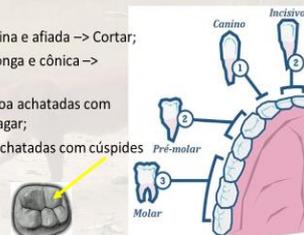
• Estrutura:



Labels: esmalte, dentina, gengiva, polpa, cimento, COROA, COLO, RAIZ.

Alimentação - Dentes

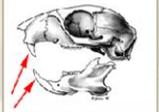
- Mamíferos evoluíram para dentes com coroas diferentes -> **HETERODONTIA**;
- QUATRO TIPOS**:
- Incisivos**: Coroa fina e afiada -> Cortar;
- Caninos**: Coroa longa e cônica -> Perfuração;
- Pré-molares**: Coroa achatadas com cúspides -> Esmagar;
- Molares**: Coroa achatadas com cúspides -> Esmagar;



A importância dos Dentes na Alimentação

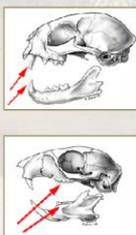
Existem três tipos de dentes:

- Incisivos** - dentes da frente, com forma de lâmina, que têm como função **cortar** os alimentos;



A importância dos Dentes na Alimentação (Cont.)

- Caninos** - dentes laterais, compridos e afiados, usados para **espetar e rasgar**.
- Molares** - dentes de trás, largos e rugosos, usados para **triturar e moer** os alimentos



Mamíferos Carnívoros - Dentição

Dentição Completa

- Maxilares poderosos;
- Incisivos pequenos;
- Caninos compridos, curvos e afiados que servem para capturar e matar as presas, dilacerando-as;
- Pré-molares e molares têm pontas cortantes e um dos pré-molares (**carniceiro ou sectorio**) é maior que os outros.





Dentição de um carnívoro

Cão

- 1 – Dente carniceiro
- 2 – Incisivo
- 3 – Canino
- 4 – Pré-Molar

Dentição dos insectívoros

- Possuem **dentição completa** (têm dentes incisivos, caninos e molares) e focinho alongado;
- Todos os dentes pontiagudos, para poderem perfurar a carapaça quitinosa dos insetos (exoesqueleto);

Mamíferos Omnívoros

- Têm **dentição completa**
- Todos os tipos de **dentes bem desenvolvidos**;
- Incisivos **cortantes**;
- Caninos fortes, mas menos desenvolvidos que nos animais carnívoros;
- Molares são largos e arredondados, com uma superfície rugosa, próprios para **esmagar e triturar** os alimentos;
- Dentição adaptada a uma alimentação mista, comem animais e plantas.



Dentição dos Omnívoros

Homem

Mamíferos roedores e herbívoros:

Têm dentição incompleta

- Sem caninos (ou muito reduzidas);
- Incisivos e molares muito desenvolvidos;
- Espaço que separa os incisivos dos molares designa-se por **barra ou diastema**;
- Os ruminantes como a vaca, ovelha, Cabra... possuem apenas incisivos no maxilar inferior;
- Os roedores têm incisivos fortes cortados em bisel (forma de cunha) e de crescimento contínuo.

Dentição do roedor e herbívoro:

Roedor

Coelho

incisivos fortes cortados em bisel

Herbívoro

Zebra

barra ou diastema



Figura 15. Apresentação aula teórico-prática.

APÊNDICE 7 – PLANO DE AULA (TEÓRICO-PRÁTICA)**ESPECIALIZAÇÃO ALIMENTAR**

Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Acre - IFAC

Curso: Licenciatura em Ciências com habilitação em Biologia

Tempo Estimado: 2 horas.

Mestrando: Regiane Guimarães da Silva

Orientador: Prof. Dr. Yuri Karaccas de Carvalho

Objetivo Geral: Ampliar os conhecimentos sobre especialização alimentar, com base em modelos impressos dentários 3D de herbívoro, carnívoro e onívoro em substituição aos modelos dentários “*in natura*” e facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Objetivos Específicos - Facilitar a compreensão da posição anatômica e dimensão dentária; - Possibilitar visão geral ao discente acerca da alimentação dos vertebrados, enfatizando aspectos biológicos. - Estudar as características gerais da dentição dos vertebrados atuais; - Analisar as principais especializações alimentar dos mamíferos;

Conteúdo – Zoologia - Reino Animalia; - Especialização alimentar.

Metodologia Aula teórico-prática: Expositiva iniciada com incentivo à participação dos discentes sobre o tema abordado para verificação dos conhecimentos prévios; teoria com apresentação de slides com uso de projetor multimídia (computador e Datashow); prática com o manuseio e explicação utilizando os modelos 3D e *in natura*, para os grupos 3D e *in natura*, já para o grupo *Aula expositiva*, visualização das imagens nos slides.

Recursos - Quadro branco; - Pincel para quadro branco; - Computador; - Datashow; Avaliação participativa e o preenchimento do questionário.

APÊNDICE 08 – DADOS ACERTOS DOS DISCENTES DO QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS AULA TEÓRICA

Tabela 1. Quantitativo dos acertos por discente.

QUANTITATIVO POR DISCENTE DA PONTUAÇÃO DOS TESTES			
GRUPO	DISCENTES	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Grupo 3D	1	0	18
	2	0	18
	3	19	21
	4	18	20
	5	17	21
	6	19	0
	7	14	22
	8	14	0
	9	15	23
	10	18	23
	11	14	14
	12	21	22
	13	0	23
	14	14	22
	15	18	0
	16	17	18
	17	13	16
	18	12	0
	19	0	24
Grupo <i>In natura</i>	1	16	18
	2	19	17
	3	15	23
	4	18	18
	5	15	18
	6	17	16
	7	21	20
	8	19	19
	9	15	22
	10	14	21
	11	20	24
	12	19	25
	13	18	21
	14	20	17
	15	18	19
Grupo <i>Aula Expositiva</i>	1	18	0
	2	14	16
	3	15	21

	4	15	0
	5	15	19
	6	11	19
	7	17	24
	8	12	14
	9	12	19
	10	15	15
	11	12	13
	12	17	0
	13	15	16
	14	15	15
	15	16	16
	16	18	16
	17	0	14

APÊNDICE 09 – NOTAS QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS AULA TEÓRICA

Tabela 2. Quantitativo das notas por discente.

QUANTITATIVO POR DISCENTE DA PONTUAÇÃO DOS TESTES			
GRUPO	DISCENTES	NOTA PRÉ-TESTE	NOTA PÓS-TESTE
Grupo 3D	1	0	5,5
	2	0	5,5
	3	5,8	6
	4	5,5	6,1
	5	5,1	6,4
	6	5,8	6,7
	7	4,2	6,7
	8	4,2	0
	9	4,6	6,7
	10	5,5	7
	11	4,3	4,2
	12	6,4	6,7
	13	0	7
	14	4,3	6,7
	15	5,4	0
	16	5,1	5,6
	17	4	4,9
	18	3,7	0
	19	0	7,3
Grupo In natura	1	4,9	5,5
	2	5,8	5,1
	3	4,5	7
	4	5,4	5,4
	5	4,5	5,5
	6	5,2	4,8
	7	6,5	6
	8	5,7	5,8
	9	4,5	6,7
	10	4,2	6,3
	11	6	7,3
	12	5,7	7,6
	13	5,4	6,4
	14	6	5,1
	15	5,6	5,8
Grupo Aula Expositiva	1	5,5	0
	2	4,2	4,9
	3	4,5	6,4
	4	4,5	0
	5	4,6	5,8

	6	3,3	5,7
	7	5,1	7,3
	8	3,6	4,3
	9	3,6	5,7
	10	4,6	4,5
	11	3,6	3,9
	12	5,4	0
	13	4,5	4,9
	14	4,6	4,6
	15	4,9	4,9
	16	5,5	4,9
	17	0	4,3

APÊNDICE 10 – DADOS GERAL DO QUESTIONÁRIO PRÉ E PÓS AULA TEÓRICA

Tabela 3. Resultado geral do questionário pré e pós aula teórico-prática.

RESULTADO DAS AFIRMAÇÕES DOS QUESTIONÁRIOS							
AFIRMAÇÕES	ACERTO (A) ERRO (E)	Grupo 3D		Grupo <i>In natura</i>		Grupo <i>Aula Expositiva</i>	
		PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
AF 1.O modelo A apresenta raiz menor que a coroa dentária.	A	11	3	7	8	5	7
	E	4	12	9	7	11	6
AF 2.O modelo A representa dente com cúspide fina e afiada.	A	5	1	5	9	7	5
	E	10	14	10	6	9	8
AF 3. O modelo C apresenta raiz dupla.	A	8	13	11	11	6	7
	E	7	2	4	4	10	6
AF 4. O modelo H não representa dente com cúspide achatada.	A	6	13	5	7	12	8
	E	9	2	10	8	4	5
AF 5.O modelo K não apresenta Raiz.	A	4	12	2	7	6	9
	E	11	3	13	8	10	4
AF 6. Os modelos B e F representam dentes com coroas longas e cônicas.	A	9	13	8	9	5	4
	E	5	2	7	6	11	9
AF 7.Os modelos B e I representam dentes compridos, curvos e afiados.	A	5	2	8	8	6	2
	E	10	13	7	7	10	11
AF 8. Os modelos H e J representam dentes estreitos e rugosos.	A	12	15	7	9	13	4
	E	3	0	8	6	3	9
AF 9. Os modelos A I e E não apresentam formato de lâmina.	A	7	12	3	7	7	9
	E	8	3	12	8	9	4
AF 10. Os modelos G, H, J e L representam dentes com cúspides planas.	A	6	3	7	7	5	6
	E	9	12	8	8	11	7
AF 11.Os modelos D, G e J representam dentes com raiz maior que a coroa dentária.	A	1	3	2	3	4	3
	E	14	12	13	12	12	10
AF 12. O modelo B representa dente utilizado para cortar os alimentos.	A	7	4	8	3	7	5
	E	8	11	7	12	9	8
AF 13. O modelo F representa dente utilizado para rasgar e perfurar alimentos.	A	5	1	8	10	3	10
	E	10	14	7	5	13	3
AF 14. O modelo I representa dente utilizado também como defesa pelo animal.	A	0	0	6	10	2	1
	E	15	15	9	5	14	12
AF15. O modelo J não representa dente com crescimento contínuo.	A	10	14	6	9	6	10
	E	5	1	9	6	10	3
AF16. Os modelos J e L representam dentes molares.	A	11	11	9	10	9	10
	E	4	4	6	5	7	3
AF 17. Os modelos I e J representam dentes com coroas altas.	A	9	8	6	11	10	9
	E	6	7	9	4	6	4
AF 18.Os modelos E e F representam dentes com	A	14	5	11	9	9	4

crescimento contínuo.	E	1	10	4	6	7	9
AF 19. Os modelos E e L representam dentes utilizados na trituração dos alimentos.	A	14	13	7	5	9	5
	E	8	2	8	10	7	8
AF 20. Os modelos G, E e J representam dentes incisivos.	A	11	12	13	12	7	7
	E	4	3	2	3	9	6
AF 21. Os modelos B, C, D e F representam dentes caninos.	A	7	11	13	10	6	4
	E	8	4	2	5	10	9
AF 22. Os modelos G, H, J e L representam dentes molares e pré-molares.	A	12	12	15	13	12	12
	E	3	3	0	2	4	1
AF 23. Os modelos B e G representam dentes de carnívoros.	A	4	10	6	6	2	1
	E	11	5	9	9	14	12
AF 24. Os modelos C e D representam dentes que são adaptados para cortar carne.	A	4	11	8	7	7	5
	E	11	4	7	8	9	8
AF 25. Os modelos I e J representam dentes adaptados à dieta abrasiva.	A	5	11	10	14	8	10
	E	10	4	5	1	8	3
AF 26. Os modelos E e C representam dentes de animais com dentição completa.	A	9	10	8	13	7	11
	E	6	5	7	2	9	2
AF 27. Os modelos I e J representam dentes de animais pastadores.	A	7	11	8	13	11	12
	E	8	4	7	2	5	1
AF 28. Os modelos E e G representam dentição de animais com dieta variada.	A	10	11	11	12	14	12
	E	5	4	4	3	2	1
AF 29. Os modelos J, K e L representam dentição de roedores.	A	9	13	8	11	3	7
	E	6	2	7	4	13	6
AF 30. Os modelos C, D e J representam dentes de onívoros.	A	3	9	8	11	8	7
	E	12	6	7	4	8	6
AF 31. Os modelos I, J, K e L representam dentes de herbívoros.	A	5	5	7	12	7	8
	E	10	10	8	3	9	5
AF 32. O modelo A B, C e D não representam dentes de animais que se alimentam exclusivamente de carne.	A	9	11	7	4	7	10
	E	6	4	8	11	9	3
AF 33. Os modelos C, J, L e K representam dentes de animais que se alimentam exclusivamente de vegetais.	A	12	13	8	12	7	9
	E	3	2	7	3	9	4

APÊNDICE 11 – PEDIDO DE PATENTE DE INVENÇÃO

INPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

09/12/2016 870160074401 19:17
NÚMERO DO PEDIDO

00.000.2.2.16.0991663.2
NÚMERO DO PEDIDO

Pedido nacional de Invenção, Modelo de Utilidade, Certificado de Adição de Invenção e entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2016 029026 0

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 2

Nome ou Razão Social: Yuri Karaccas de Carvalho
Tipo de Pessoa: Pessoa Física
CPF/CNPJ: 26111531832
Nacionalidade: Brasileira
Qualificação Física: Professor do ensino superior
Endereço: Alameda Pirarucu, 117 Portal da Amazônia I Bloco 4 Apto 24
Cidade: Rio Branco
Estado: AC
CEP: 69915654
País: Brasil
Telefone: 6839012524
Fax:
Email: ykaracas@yahoo.com.br

PETICIONAMENTO ELETRÔNICO Esta solicitação foi enviada pelo sistema Peticionamento Eletrônico em 09/12/2016 às 19:17:17. Número do Pedido: 870160074401