



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

VINICIUS PIMPINATO

**O USO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA ASSOCIADA À
ESTEREOLITOGRAFIA PARA APRENDIZADO DA
ANATOMIA DENTAL**

**PIRACICABA
2022**

VINICIUS PIMPINATO

**O USO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA ASSOCIADA À
ESTEREOLITOGRAFIA PARA APRENDIZADO DA
ANATOMIA DENTAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas como parte
dos requisitos exigidos para obtenção do título de
Cirurgião Dentista.

Orientador: **Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Rossi**

Coorientador: **Prof. Dr. Alexandre Rodrigues Freire**

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO
PELO ALUNO VINICIUS PIMPINATO E ORIENTADO PELA
PROF.^a DR.^a ANA CLÁUDIA ROSSI

PIRACICABA
2022

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

P649u Pimpinato, Vinicius, 2000-
O uso da computação gráfica associada à estereolitografia para aprendizado da anatomia dental / Vinicius Pimpinato. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2022.

Orientador: Ana Cláudia Rossi.

Coorientador: Alexandre Rodrigues Freire.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Dentes - Anatomia. 2. Tecnologia. 3. Modelagem tridimensional. 4. Imagem tridimensional. I. Rossi, Ana Cláudia, 1988-. II. Freire, Alexandre Rodrigues, 1985-. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: The use of computer graphics associated with stereolithography for learning dental anatomy

Palavras-chave em inglês:

Teeth - Anatomy

Technology

Three-dimensional modeling

Three-dimensional imaging

Titulação: Cirurgião-Dentista

Data de entrega do trabalho definitivo: 30-11-2022

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha Orientadora, Prof.^a
Dr.^a Ana Cláudia Rossi, por ter me ensinado,
guiado, apoiado e acreditado que poderíamos
realizar esse projeto.

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me proporcionado a vida e a saúde para trilhar essa jornada, além de ter abençoado e guiado meus passos até aqui.

À Prof.^a Dr.^a Ana Cláudia Rossi, expresso minha eterna gratidão pela orientação neste projeto, por ter acreditado em meu potencial e por todos os ensinamentos, que me ajudaram a evoluir profissionalmente e pessoalmente.

Ao Prof. Dr. Alexandre Rodrigues Freire, e todos os colegas do Laboratório de Pesquisa em Mecanobiologia, da área de Anatomia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP-UNICAMP expresso minha gratidão por todo o conhecimento compartilhado, as oportunidades e acolhimento durante a realização deste trabalho.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (FOP-UNICAMP) por ter me fornecido a oportunidade de aprendizado dos conteúdos necessários para desenvolver este projeto.

À meus pais e irmão, pelo apoio e por acreditarem e se doarem para me proporcionar a oportunidade de realizar minha formação.

A todos os amigos e colegas que eu fiz durante essa jornada, que me ajudaram a chegar até aqui.

RESUMO

Objetivo: O objetivo foi desenvolver um material de apoio que pudesse ser utilizado tanto em aulas teórico-laboratoriais de anatomia dental, quanto para estudos domésticos, podendo ser acessado de forma fácil e rápida com um baixo custo. **Materiais e Métodos:** Para atingir os objetivos propostos no presente trabalho ele foi dividido em duas etapas, primeiramente, foi utilizado um computador equipado com sistema operacional Windows 10, para que fosse possível a utilização dos softwares necessários para a confecção dos presentes modelos, Os modelos foram confeccionados no software de modelagem *3D Zbrush*, com o auxílio de uma mesa digitalizadora, referências fotográficas e esquemáticas encontradas em livros de anatomia e na internet, para a visualização final foi utilizado o software de modelagem 3D, *Blender*, utilizando o motor de renderização interno *Cycles*. A segunda etapa do trabalho foi a confecção dos modelos realizados de forma digital em modelos reais, utilizando impressão 3D, foi utilizado uma impressora 3D *Anycubic Photon mono*, que utiliza resina como material de impressão, a resina escolhida para a impressão dos modelos foi da marca *Quanton* utilizando a linha *Pyro Blast*. **Resultados:** Foram obtidos 2 materiais para serem utilizados em complemento às aulas teórico laboratoriais, com um custo de US\$11,10. **Conclusão:** A utilização da tecnologia para dar suporte ao conteúdo apresentado nas aulas teórico-práticas se mostra promissora, podendo auxiliar os alunos em seu aprendizado e professores em novos métodos e atividades de ensino

Palavras-chave: Dentes - Anatomia. Tecnologia. Modelagem tridimensional. Imagem Tridimensional.

ABSTRACT

Aim: The aim was to develop a support material that could be used both in theoretical and laboratory classes of dental anatomy, as well as for home studies, being accessible in an easy and fast way with a low cost. **Materials and Methods:** To achieve the objectives proposed in this work it was divided into two stages, first, a computer equipped with Windows 10 operating system was used, so that it was possible to use the software needed for the manufacture of these models. The models were made in the 3D modeling software Zbrush, with the aid of a tablet, photographic and schematic references found in anatomy books and the internet, for the final visualization was used the 3D modeling software, Blender, using the internal rendering engine Cycles. The second step of the work was the confection of the models made digitally in real models, using 3D printing, we used a 3D printer Anycubic Photon mono, which uses resin as printing material, the resin chosen for printing the models was the Quanton brand using the Pyro Blast line. **Results:** Were obtained 2 materials to be used as a complement to the theoretical-laboratorial classes, with a cost of US\$11.10. **Conclusion:** The use of technology to support the content presented in the theoretical-practical classes is valid and can help students in their learning and teachers in new methods and teaching activities.

Keywords: Teeth - anatomy. Technology. Tri-dimensional modeling. Tri-dimensional Imaging.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DA LITERATURA	11
3 PROPOSIÇÃO	12
4 MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1 Seleção das referências	13
4.2 Escultura dos dentes	13
4.3 Finalização e decimação dos modelos para apresentação	14
4.4 Ambiente virtual para apresentação dos modelos	15
4.5 Preparação dos modelos para impressão 3D	15
4.6 Impressão dos modelos	16
5 RESULTADOS	18
6 DISCUSSÃO	20
7 CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS	23
ANEXOS	25
Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio	25
Anexo 2 – Comitê de Ética em Pesquisa	26

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução científica da anatomia o ensino de estudos de anatomia macroscópica continuou como uma ciência tradicional e metódica, como foi assim durante vários séculos. com o uso de corpos, vários anatomistas continuaram a contribuir para o conhecimento anatômico. Durante as últimas duas décadas do século XX, a disciplina iniciou uma importante transformação com a incorporação de anatomia clínica e avanços no ensino (Estai e Bunt, 2016). Lentamente, aprendizado baseado em problemas e aprendizado baseado em computador foram implementados, com pesquisas mostrando um claro benefício para a compreensão e aplicação desta disciplina.

O interesse dos alunos atingiu o pico com o estudo de casos clínicos e o uso de ferramentas digitais para aprender anatomia, complementado com dissecções (Papa e Vaccarezza, 2013), sendo bem aceito pelos acadêmicos em um amplo aspecto que envolve desde anatomia geral como atividade pré-clínicas (Garas et al, 2018; Höhne e Schmitter, 2019).

Modelos anatômicos 3D computadorizados podem ser virtuais ou físicos. A modelagem virtual 3D é um produto dos desenvolvimentos em gráficos e visualização nas últimas 3 décadas e é onipresente em toda a área médica, uma vez que melhorou muito a capacidade de cada profissional para visualizar e medir com precisão as dimensões das estruturas anatômicas. Enquanto os modelos físicos fornecem a vantagem de substituir a anatomia real sem a restrição de tempo e o risco de decadência, modelos virtuais 3D equipam médicos com visualizações interativas que podem fornecer informações sobre as características únicas de cada paciente, estado fisiológico. Os modelos virtuais podem também ser compartilhados eletronicamente, o que médicos mobilizados, rendendo diagnóstico e perícia coletiva, eliminando quaisquer limitações geográficas. Esses modelos também permitem que os alunos tenham experiências de aprendizagem simuladas enquanto fornecem *feedback* tátil por meio de toque nas interfaces (Vernon e Peckham, 2002).

A interatividade não se limita à mídia digital na tela. A impressão 3D oferece um meio de criar modelos físicos a partir de arquivos digitais. Dentro da anatomia e da medicina, a impressão 3D está sendo usada para uma variedade de aplicações, incluindo educação, planejamento cirúrgico, guias cirúrgicos, implantes e próteses (Cramer et al. 2017).

Impressões 3D de espécimes reais podem ser criadas a partir de tomografia computadorizada e varreduras de superfície, permitindo que espécimes frágeis e raros sejam duplicados. Modelos digitais criados usando software 3D também podem ser impressos, o que significa que o mesmo modelo pode ser visualizado na tela (ou em VR/AR) e segurado na mão simultaneamente. Isso pode permitir que informações adicionais sejam comunicadas por meio de anotações ou áudio no modelo digital e garante a consistência entre as impressões em 3D usadas na sala de aula e os modelos digitais usados para o aprendizado autodirigido. Além disso, os modelos 3D expandem o aprendizado adquirido por imagens 2D dos atlas, possibilitando uma visão realista dessas estruturas, assim como sua relação com estruturas adjacentes (Lozano et al. 2017).

2 REVISÃO DA LITERATURA

Vernom e Peckham (2002) relatam em seu trabalho a utilização de modelos para o ensino da anatomia, os definindo como uma representação em três dimensões de uma pessoa ou de uma estrutura proposta, em tempos passados utilizando materiais como cera, bronze ou marfim, entretanto, recentemente, com a evolução tecnológica, está sendo possível a criação de modelos 3D virtuais visualmente ricos em detalhes e interativos. Esses modelos podem ser empregados para a obtenção de conhecimento de diversas maneiras, sendo uma imagem para ilustrar uma aula, uma animação e quando utilizado junto a ferramentas de software podem ser objetos 3D totalmente interativos, possuindo texturas e permitindo que o usuário manipule tal modelo a partir de qualquer ângulo, por meio de renderização. Tais características se apresentam favoráveis, visto que a retenção de memória aumenta quando utilizado materiais visuais, desta forma os modelos tridimensionais se mostram como uma alternativa eficaz de ensino.

De acordo com Tapia-Nañez et al. (2022) o ensino da anatomia, bem como as pesquisas realizadas na área, desempenham um papel importante no campo clínico e cirúrgico, tendo a necessidade de ter seu conteúdo baseado em evidências, estabelecendo um banco de dados com variabilidades entre as mais diversas populações, idades, sexo, fornecendo as informações necessárias para o desenvolvimento de novos protocolos e ferramentas para auxiliar o tratamento de pacientes, bem como o estudo anatômico, dessa forma, estudos baseados em evidências propiciam o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que auxiliam o ensino da área dentro da sala de aula e laboratórios.

A dissecação de cadáveres é o padrão ouro para o estudo anatômico, mas no atual cenário, é um método de um amplo leque de recursos para o ensino da área. O ensino da anatomia macroscópica seguiu o caminho tradicional por muito tempo, entretanto, nos últimos anos tem se incorporado novas técnicas, mesmo que lentamente, tem mostrado benefícios para o entendimento da disciplina, demonstrando um aumento de interesse de alunos para estudos de casos clínicos e utilização de tecnologia para aprendizado da anatomia, sendo utilizadas em complementos as tradicionais aulas teórico-laboratoriais (Tapia-Nañez et al., 2022).

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho foi desenvolver um material de apoio que pudesse ser utilizado tanto em aulas teórico-laboratoriais de anatomia dental, quanto para estudos domésticos, visando trazer até os alunos um material de alta qualidade que pudesse ser acessado de forma fácil e rápida com um baixo custo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi analisado pelo Comitê de Ética da FOP/UNICAMP e constatou a não necessidade de aprovação ética (ANEXO 2).

4.1 Seleção das referências

Foi realizada pesquisa na internet buscando imagens e esquemas, que foram utilizados como referências para a confecção dos modelos, em sites como *google* imagens e *pinterest*, foram salvas imagens de referência para cada dente, individualmente, além da internet, a literatura foi consultada, onde esquemas e a própria teoria foram utilizadas como referência para guiar o andamento da confecção dos modelos, para os modelos dos dentes decíduos, além das imagens, esquemas e teorias encontradas nos livros e internet, foi utilizado como principal referência a apostila desenvolvida para a disciplina de odontologia infantil, pela Prof^a Dr^a Ana Cláudia Rossi, junto ao laboratório de Mecanobiologia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp.

4.2 Escultura dos dentes

Os modelos dos dentes foram esculpidos utilizando o software de modelagem 3D, *Zbrush* (Pixologic, Los Angeles, Estados Unidos), com o auxílio de uma mesa digitalizadora, de forma manual. Para a confecção dos dentes anteriores e pré-molares foi utilizado como ponto de partida o modelo primitivo esfera, para os molares foi utilizado o modelo primitivo cubo, com um alongamento no eixo X, transformando assim o cubo em um retângulo.

Com o auxílio do *Brushes move*, individualmente, movemos essas formas primitivas buscando chegar em formas condizentes com a silhueta da coroa de cada dente, obtendo assim um modelo inicial base, de onde foi possível iniciar a escultura.

Utilizando os *brushes move* e *Claybuildup* realizamos a confecção das formas primárias, como refinamento da silhueta, morfologia geral, acentuando as vertentes lisas e oclusais, e cingulos, foram inseridas formas primitivas do tipo esfera alongadas no eixo Z para confecção das raízes, elas foram posicionadas e manipuladas com a ferramenta e *brush move* para correto posicionamento nos dentes multirradiculares.

Com os *brushes Move, Claybuildup e Standard* foi confeccionado as formas secundárias, dando ênfase as arestas, crista marginal e ponte de esmalte.

Na última etapa da escultura, realizamos as formas terciárias nos modelos, com o auxílio do *brush Damnstandard* realizamos a confecção dos sulcos principais e secundários, onde optamos por demarcar de forma acentuada tais características para favorecer o processo de impressão 3D, o *brush Clay* foi utilizado para a confecção do tubérculo, Bossa e fossas, o *TrimDinamic* foi utilizado para refinamento das fossas e da borda incisal dos dentes anteriores, além disso, foi o *brush* de escolha para refinamento da morfologia geral dos modelos, por fim, utilizando o *brush standard* foi sugerido levemente a linha cervical.

4.3 Finalização e decimação dos modelos para apresentação

Concluída a etapa de escultura dos modelos foi realizada a finalização dos mesmo para prepara-los para a apresentação dentro do ambiente virtual, utilizando a ferramenta de *Polypaint* do software, os modelos foram coloridos, utilizando cores obtidas de imagens reais, dessa forma trazendo, visualmente, o resultado mais fidedigno possível. As raízes dos dentes multirradiculares foram unidas as coroas utilizando a ferramenta *Boolean*, com o objetivo de que cada dente individual se tornasse um objeto sólido. Foi realizada conferência em cada modelo averiguando se todos estavam sólidos, e sem defeitos na malha como buracos ou faces invertidas, que pudessem atrapalhar o processo de visualização dos modelos.

Após avaliação da qualidade, cada modelo passou por um pré cálculo de decimação realizado por um *Plug-in* do software, onde ele avalia a topologia de cada modelo e número total de polígonos, assim que esse pré cálculo foi realizado foi possível realizar a decimação dos modelos, onde nós conseguimos diminuir o número de polígonos total de cada modelo preservando os detalhes da escultura, dessa forma obtendo um modelo detalhado, visualmente idêntico ao modelo *High-Poly*, entretanto, mais leve em tamanho e processamento necessário para visualizá-lo, facilitando o processo de visualização e posterior leitura pelo software fatiador e pela impressora 3D, após esse processo obtivemos todos os modelos com uma média de 30.000 polígonos. O formato de exportação escolhido foi o *Object File Wavefront 3D (.OBJ)*, visto que tal extensão de arquivo permite a exportação do modelo preservando as configurações de coloração realizadas anteriormente.

4.4 Ambiente virtual para apresentação dos modelos

Foi realizada a construção de um ambiente virtual onde foi possível realizar a visualização e manipulação de tais modelos, para isso optamos pela utilização do software de modelagem 3D, *Blender* (Blender Foundation, Amsterdã, Holanda) mais especificamente para utilizarmos o motor de renderização interno, *Cycles*.

Foi realizada a importação dos arquivos .OBJ dos modelos para o software *Blender*, e configurado o material, realizando ajustes em algumas propriedades para que os modelos reagissem de forma mais natural com a iluminação. A iluminação global foi definida em 0, criando um mundo totalmente escuro, o que nos permitiu criar 3 áreas de luz que pudéssemos controlar individualmente, onde posicionamos e definimos suas intensidades com o objetivo de criar uma configuração de 3 pontos de luz, onde temos uma luz principal, uma de preenchimento e uma de recorte.

Os modelos foram posicionados de forma que seja possível a troca de um modelo para outro com poucos cliques, além disso, foram configuradas câmeras nos principais pontos de vista em torno dos modelos, para que seja possível uma troca rápida de um ponto de vista para outro com apenas um clique, ou um retorno rápido para uma posição de interesse no caso de estar utilizando a câmera livre.

4.5 Preparação dos modelos para impressão 3D

Foi modelada uma base circular com placas de identificação para suporte dos modelos depois de impressos, os modelos foram organizados na base de forma que os dentes incisivos central e lateral e caninos foram dispostos na primeira fileira, seguidos dos pré-molares na fileira seguinte, terminando com os molares, para os permanentes, já para os decíduos, os incisivos central e lateral e os caninos foram dispostos na primeira fileira, seguidos dos molares, tal organização foi pensada para que os dentes anteriores fiquem em frente, seguido dos posteriores, organizados dessa forma de uma maneira lógica. A base foi dividida em partes para facilitar o processo de impressão.

Foram confeccionados pinos de encaixe para possibilitar a correta montagem da base e a sustentação dos modelos na mesma após impressa.

Ao final, o projeto teve 28 peças para impressão, sendo 16 peças destinadas aos dentes permanentes e suas respectivas bases, e 12 peças destinadas aos dentes decíduos e suas bases, os arquivos foram exportados para impressão utilizando o formato *Standard Tessellation Language* (.STL) (Figura 1).

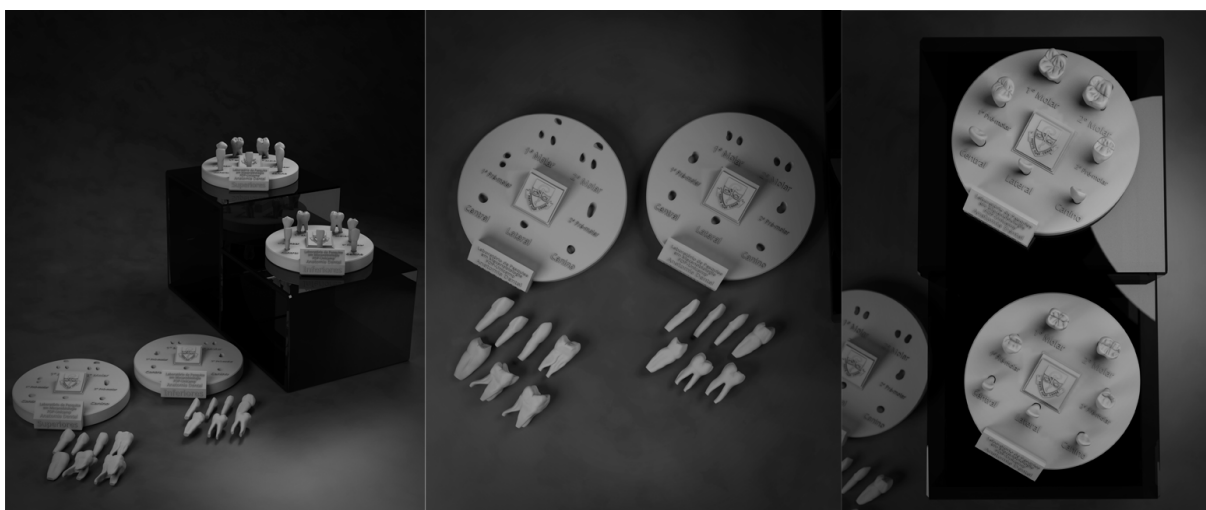


Figura 1 - Renderização digital representando os modelos desenvolvidos para impressão 3D no projeto (Dentes permanentes) da esquerda para a direita, a primeira imagem representa uma visão geral do projeto desenvolvido (dentes permanentes), a segunda imagem representa os modelos desmontados, a terceira imagem representa os modelos montados nas respectivas bases.

4.6 Impressão dos modelos

O software fatiador escolhido para a impressão dos modelos foi o *Chitubox*, os arquivos .STL foram importados e configurados na melhor disposição possível para utilizar o máximo da mesa de impressão, com auxílio de ferramentas do software os modelos foram deixados ocos e foram realizados furos para escape de resina e correta lavagem pós impressão das peças. Os Suportes de impressão foram configurados de forma automática pelo software, entretanto, foi realizada conferência e complemento de suportes de forma manual. No total foram necessárias 4 mesas de impressão para imprimir todas as peças.

Os arquivos de impressão foram levados até a impressora por meio de um *Pendrive* USB, a impressora utilizada para toda a impressão do presente projeto foi uma *Anycubic Photon Mono*, que utiliza resina para impressão, foi optado a utilização de uma impressora de resina, visando o detalhamento que a tecnologia proporciona, principalmente

em peças em tamanhos reduzidos, e o tempo reduzido de impressão. A resina utilizada no projeto foi da linha *Pyro Blast*, da marca *Quanton*, na cor Grey. O tempo total de impressão foi de 16h20min, diluídas em 4 dias.

O tratamento pós impressão foi realizado com lavagem das peças utilizando álcool isopropílico e um borrifador, primeiramente as peças foram submersas em álcool para remoção do excesso remanescente de resina, seguida de borrifação para retirada de qualquer resquício que se manteve. Foi realizada secagem das peças utilizando papel absorvente e um secador de cabelo, a cura final da resina foi realizada utilizando uma cabine de luz UV.

5 RESULTADOS

Ao final do presente trabalho, foram obtidos 2 materiais para serem utilizado em conjunto com as aulas teórico-laboratoriais de anatomia dental.

O primeiro deles sendo totalmente digital (Figura 2), podendo ser utilizado em conjunto com um projetor multimídia para ser apresentado em tempo real, permitindo professores e alunos manipularem os modelos tridimensionais dos dentes em todas as visões, utilizando de zoom em estruturas e todas as ferramentas de visualização que podem ser exploradas junto ao software, que permite um grande campo de exploração pelo docente.

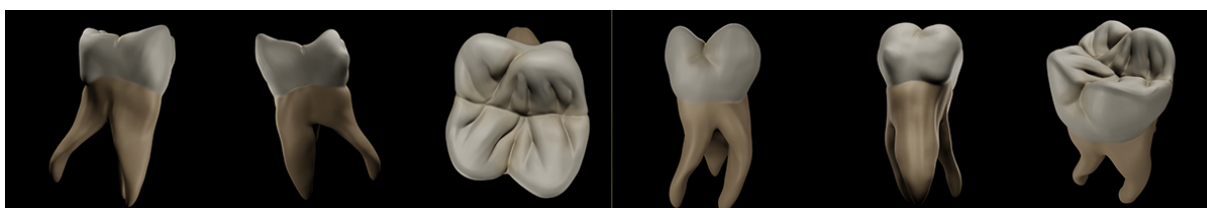


Figura 2 - Representação das imagens geradas pelo *Blender*, utilizando como exemplo o modelo do primeiro molar superior em diferentes vistas.

O segundo material foi trazido ao mundo real por meio da tecnologia de impressão 3D (Figura 3), podendo ser utilizado tanto em conjunto aos dentes naturais nos laboratórios quanto para estudos domésticos, trazendo a possibilidade de o aluno realizar o estudo do conteúdo apresentado nas aulas teórico-laboratórios de anatomia dental em casa de uma forma mais fidedigna ao apresentado utilizando os dentes naturais em Laboratório. Esse material é composto por 2 stands com os elementos dentais permanentes e 2 com os elementos dentais decíduos, definitivamente nomeados.

Visando a melhor qualidade de impressão, o fácil acesso aos alunos, no menor custo possível, conseguimos produzir o material completo por um custo médio de R\$58,60 ou US\$11,10 (R\$29,30 (US\$5,59) o kit com os dois stands de dentes permanentes e R\$29,30 (US\$5,59) o kit com os dois stands de dentes decíduos).

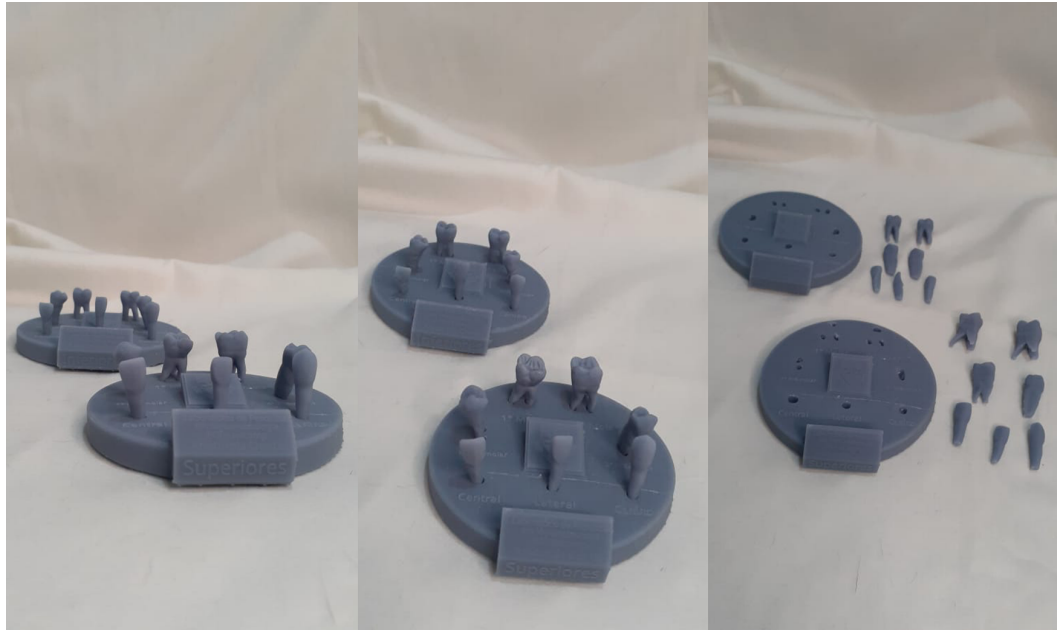


Figura 3 - Projeto impresso utilizando impressão 3D (Dentes Permanentes).

6 DISCUSSÃO

A forma clássica de estudo da anatomia, por meio de dissecação e prossecção, se mantém como a forma mais aceita no meio, por ser um método de estudo que auxilia os discentes a entenderem de forma tridimensional as características anatômicas (Sugand et al., 2010) entretanto, nos últimos anos, a impressão 3D tem se mostrado um novo método auxiliar do ensino da anatomia por conseguir reprodução estrutural, preservando características valiosas presentes na técnica clássica como forma, tamanho e topografia (Inzuza et al., 2015).

Estudos realizados com acadêmicos demonstram que a utilização de modelos impressos em 3D não prejudica o aprendizado e formação dos alunos de cursos das ciências da saúde, tendo resultados discretamente superiores ou em parêlho ao ensino convencional usando peças cadavéricas, entretanto, mostram resultados consideravelmente superiores se comparados com a utilização de imagens 2D presentes nos livros atlas (Lim et al. 2015; Lozano et al. 2019).

Estudo demonstrou aceitação da utilização dos modelos tridimensionais por alunos de faculdades de ciências da saúde em todos os aspectos avaliados, sendo uma nova opção favorável ao ensino da Anatomia, de fácil acesso, maior resistência às ações do tempo e um bom nível de detalhes, principalmente quando associadas aos estudos das peças anatômicas originais. Entre estudantes de Odontologia a avaliação dos modelos 3D foram ligeiramente maiores quando comparadas a utilização de peças anatômicas reais, além disso, demonstrou resultados significativamente positivos ao uso de modelos 3D quando comparados aos estudos utilizando imagens 2D (Lozano et al., 2019).

Mesmo mostrando resultados positivos para a utilização dos modelos gerados por meio de impressão 3D, sem trazer prejuízos para o aprendizado de alunos e sim beneficiando quando usados como complemento para as aulas utilizando peças cadavéricas, o estudo ressalta que tal resultado pode ter variação no resultado modelo 3D/peça cadavérica de acordo com o nível de complexidade da estrutura estudada (Lim et al., 2015).

O custo para a obtenção de modelos impressos em 3D ainda pode ser considerado alto, levando em conta o custo de uma impressora 3D e matéria prima para impressão, entretanto esse custo aparenta estar diminuindo, além disso, no atual cenário o custo se mostra conveniente quando comparado a outros métodos de obtenção de peças anatômicas. No presente momento a tecnologia de impressão 3D ainda apresenta limitações, dessa forma

réplicas criadas por ela se mostram como um complemento ao ensino tradicional (McMenamin et al., 2014).

Assim, com a presente pesquisa, foi desenvolvido um material de apoio funcional, digital, e preparado para ser produzido e replicado utilizando a tecnologia de impressão 3D, com possibilidades de aprimoramento futuro para acompanhar a evolução tecnológica com o passar dos anos, sendo passível de portabilidade para outros ecossistemas.

7 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, com as metodologias propostas, foi possível produzir o material de apoio para as aulas teórico-práticas de anatomia dental, tanto o físico quanto o virtual. Os resultados obtidos com a utilização da tecnologia para dar suporte ao conteúdo apresentado nas aulas teórico-práticas se mostra promissora, podendo auxiliar os alunos em seu aprendizado e professores em novos métodos e atividades de ensino, sendo possível uma expansão futura conforme a evolução tecnológica podendo ser empregada tanto na área da anatomia como expandida para outras áreas clínicas odontológicas e médicas.

O conhecimento anatômico dos dentes e sua aplicação são contínuos através da evolução do aluno de um estudante de Odontologia. Sua importância vai além das práticas laboratoriais durante o curso e influenciam na atividade clínica profissional do cirurgião-dentista ao promover saúde bucal.

REFERÊNCIAS^{1*}

1. Cramer J, Quigley E, Hutchins T, Shah L. Educational material for 3D visualization of spine procedures: methods for creation and dissemination. *J Digit Imaging*. 2017;30:296-300. doi: 10.1007/s10278-017-9950-0.
2. Estai M, Bunt S. Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Ann Anat*. 2016;208:151-7.
3. Garas M, Vaccarezza M, Newland G, McVay-Doornbusch K, Hasani J. 3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: A pilot study. *Ann Anat*. 2018 Sep;219:57-64. doi: 10.1016/j.aanat.2018.05.006.
4. Höhne C, Schmitter M. 3D Printed Teeth for the Preclinical Education of Dental Students. *J Dent Educ*. 2019 Sep;83(9):1100-6. doi: 10.21815/JDE.019.103.
5. Inzunza O, Caro I, Mondragón G, Baeza F, Burdiles A, Salgado G. Impresiones 3D, nueva tecnología que apoya la docencia anatómica. *Int J Morphol*. 2015;33(3):1176-82.
6. Lim KH, Loo ZY, Goldie SJ, Adams JW, McMenamin PG. Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anat Sci Educ*. 2016 May;9(3):213-21. doi: 10.1002/ase.1573.
7. Lozano MTU, Haro FB, Diaz CM, Manzoor S, Ugidos GF, Mendez JAJ. 3D Digitization and Prototyping of the Skull for Practical Use in the Teaching of Human Anatomy. *J Med Syst*. 2017 May;41(5):83. doi: 10.1007/s10916-017-0728-1.
8. McMenamin PG, Quayle MR, McHenry CR, Adams JW. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. *Anat Sci Educ*. 2014 Nov-Dec;7(6):479-86. doi: 10.1002/ase.1475.

¹ De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

9. Papa V, Vaccarezza M. Teaching anatomy in the XXI century: New aspects and pitfalls. *Sci World J*. 2013 Nov;2013:310348. doi: 10.1155/2013/310348.
10. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: a review for its modernization. *Anat Sci Educ*. 2010 Mar-Apr;3(2):83-93. doi: 10.1002/ase.139.
11. Ugidos Lozano MT, Haro FB, Ruggiero A, Manzo S, Juanes Méndez JA. Evaluation of the Applicability of 3d Models as Perceived by the Students of Health Sciences. *J Med Syst*. 2019 Mar;43(5):108. doi: 10.1007/s10916-019-1238-0.
12. Vernon T, Peckham D. The benefits of 3D modelling and animation in medical teaching. *J Audiovis Media Med*. 2002 Dec;25(4):142-8. doi: 10.1080/0140511021000051117.
13. Tapia-Nañez M, Quiroga-Garza A, Guerrero-Mendivil FD, Salinas-Alvarez Y, Jacobo-Baca G, de la Fuente-Villarreal D, et al. A review of the importance of research in Anatomy, an evidence-based science. *Eur J Anat*. 2022;26(4):477-86. doi: 10.52083/EVZA1394.

ANEXOS

Anexo 1 – Verificação de originalidade e prevenção de plágio

O USO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA ASSOCIADA À ESTEREOLITOGRAFIA PARA APRENDIZADO DA ANATOMIA DENTAL

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

6% EN	6%	4%	1%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA	FONTES DA INTERNET	PUBLICAÇÕES	DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1	link.springer.com Fonte da Internet	3%
2	eurjanat.com Fonte da Internet	2%
3	Submitted to Universidade Estadual de Campinas Documento do Aluno	1%
4	repositorio.unicamp.br Fonte da Internet	1%

Anexo 2 – Comitê de Ética em Pesquisa

**Faculdade de Odontologia de Piracicaba
UNICAMP**

OF. CEP/FOP N.º 08/2022

Piracicaba, 30 de Agosto de 2022.

Ilma. Sra.

Profa. Dra. Ana Claudia Rossi

Área de Anatomia,

Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

Prezada Dra. Ana Claudia,

Após analisar a documentação apresentada ao CEP-FOP, com respeito ao projeto de pesquisa intitulado **"O uso da computação gráfica associada à estereolitografia para o ensino-aprendizagem da anatomia dental"**, dos pesquisadores **Vinicius Pimpinato** (Orientando), **Alexandre Rodrigues Freire** e **Ana Cláudia Rossi** (Orientadora) informo que **este projeto não necessita**, em princípio e de acordo com as informações oferecidas no material encaminhado, **ser submetido por meio da Plataforma Brasil à análise por um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos no Brasil**.

As informações enviadas em e-mail de 17/08/2022 e em um arquivo anexado ao mesmo ("Projeto CEP (TCC Vinicius).pdf") indicam que a pesquisa será realizada exclusivamente com dados obtidos da internet e de livros de referência.

Esclareço que as informações fornecidas sobre este projeto serão arquivadas pelo CEP-FOP-UNICAMP por cinco anos. Colocamo-nos à disposição para qualquer informação adicional que julgar necessária.

Cordialmente,

Prof. Jacks Jorge Junior
Coordenador