



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Tecnologia e Ciências

Escola Superior de Desenho Industrial

Larissa Figueiredo Belém

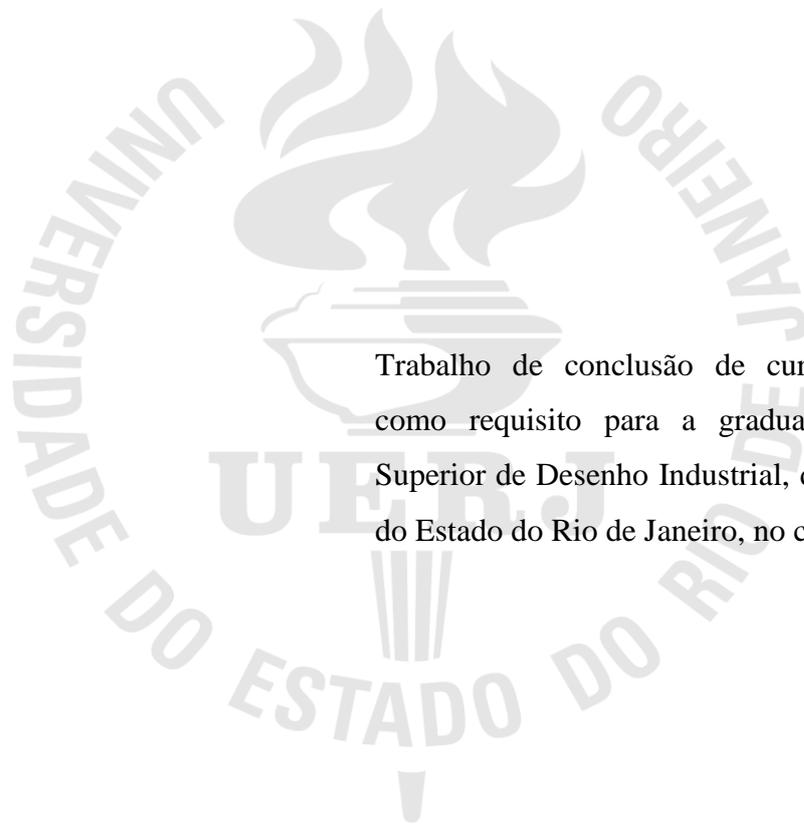
**O design e a modelagem 3D como auxiliar no ensino da parasitologia**

Rio de Janeiro

2022

Larissa Figueiredo Belém

**O design e a modelagem 3D como auxiliar no ensino da parasitologia**



Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para a graduação na Escola Superior de Desenho Industrial, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, no curso de design.

Orientador: Prof. Fernando Reizel

Coorientador: Prof. Eduardo Torres

Rio de Janeiro

2022

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha mãe por sempre me incentivar a alcançar meus objetivos e crescer através dos estudos, sem ela ao meu lado me amparando nada disso teria acontecido. Gostaria de agradecer também a minha avó por fazer parte dessa jornada e estar ao meu lado prontamente. Também não poderia estar mais grata aos meus orientadores Prof. Fernando Reiszal (ESDI) e Prof. Eduardo Torres (FCM) por todo auxílio nessa jornada e a todo conhecimento que me foi fornecido. Aos meus amigos que a ESDI me deu Ana Glaucia, Gabriela e Bruno obrigada pelos conselhos, conversas, esclarecimentos, opiniões e por suportar todos os surtos que tivemos ao longo dessa etapa. Aos meus amigos do CPEI - Yasmin, Bruna, Maria Eduarda, Laura, Kiany, Luiz Carlos, Iasmim, Maria Júlia e Maria Clara - e minha prima Angelina obrigada pelos momentos de distração e conselhos, e por sempre estarem ao meu lado. A minha psicóloga Bianca, obrigada por me fazer refletir mais sobre eu mesma e que não é saudável fazer auto cobranças que não consigo suprir, e me fazer entender que está tudo bem reconhecer meus limites e saber trabalhar dentro dele. A qualquer um que caso tenha esquecido e que foi fundamental nesse ciclo da minha vida também deixo aqui registrado o meu mais sincero obrigada.

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso visa utilizar o design como instrumento para contribuir na produção de ferramentas alternativas de ensino na área de ciências biológicas, mais especificamente em parasitologia. Com o objetivo de criar modelos 3D virtuais e impressos do ovo do nematoide *Trichuris muris*, para auxiliar no processo de ensino-aprendizagem em ciências e educação em saúde. Esperamos que nossos resultados permitam o aperfeiçoamento do uso de modelos didáticos virtuais e impressos, com base em ferramentas de produção de imagem como o uso de microscopia de alta resolução. Contamos que os resultados possam auxiliar nos mais diferentes níveis de formação com o intuito de promover a divulgação científica.

Palavras-chave: Modelagem 3D; Design de produto; Parasitologia; Divulgação científica.

## **ABSTRACT**

This course conclusion work aims to use design as an instrument to contribute to the production of alternative teaching tools in the area of biological sciences, more specifically in parasitology. With the objective of creating virtual and printed 3D models of the egg of the nematode *Trichuris muris*, to assist in the teaching-learning process in health sciences and education. We hope that our results will allow the improvement of the use of virtual and printed didactic models, based on image production tools such as the use of high-resolution microscopy. We count on that the results can help at the most different levels of training in order to promote scientific dissemination.

Keywords: 3D modeling; Design project; Parasitology; Scientific dissemination.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1	<b>Contexto</b> .....	8
1.2	<b>Motivações</b> .....	13
1.3	<b>Objetivos</b> .....	14
1.4	<b>Proposta</b> .....	15
2	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO</b> .....	16
2.1	<b>Análise de referências</b> .....	16
2.1.1	<u>Confecção de modelos didáticos 3D dos ovos de <i>Trichuris</i> e <i>Ascaris</i> e sua aplicação no Ensino de Ciências e Parasitologia</u> .....	16
2.1.2	<u>Caracterização morfológica, ultraestrutural e modelagem 3D de ovos embrionados de <i>Trichuris muris</i></u> .....	17
2.1.3	<u>Projeto integrado</u> .....	19
2.1.4	<u>A ciência no olhar do design: quer que eu desenhe?</u> .....	20
2.1.5	<u>Artigo 1</u> .....	20
2.1.6	<u>Artigo 2</u> .....	21
2.1.7	<u>Artigo 3</u> .....	21
2.2	<b>O ovo de <i>Trichuris muris</i></b> .....	21
2.3	<b>Possibilidade de projeto</b> .....	22
2.3.1	<u>Modelo físico para atividades escolares</u> .....	22
2.3.2	<u>Vídeo animado</u> .....	24
2.4	<b>Metodologia</b> .....	24
2.4.1	<u>Amira</u> .....	24
2.4.2	<u>Blender</u> .....	25
2.4.3	<u>Análise</u> .....	27
2.4.4	<u>Colorização</u> .....	28
3	<b>RESULTADOS</b> .....	29
3.1	<b>Modelagem 3D</b> .....	29
3.1.1	<u>Primeira metade</u> .....	29
3.1.2	<u>Segunda peça</u> .....	31

3.2	<b>Mockup</b> .....	32
3.3	<b>Impressão 3D</b> .....	33
3.4	<b>Apresentação do projeto</b> .....	34
3.4.1	<u>Virtual</u> .....	34
3.4.2	<u>Presencial</u> .....	35
3.5	<b>Resultado final</b> .....	37
3.5.1	<u>Processo criativo</u> .....	37
3.5.2	<u>Produto final: “De que parasita é esse ovo?”</u> .....	39
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	42
5	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	43

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

Vivemos em uma situação atípica de um mundo pandêmico, que fez com que a população fosse submetida à ajustes no estilo de vida sofrendo adaptação no cotidiano consequente ao grau de isolamento social que foi estabelecido. Medidas como uso de máscara, reforço da higiene pessoal, uso do álcool em gel para higienização, trabalhos em *home office* e a intensificação do ensino remoto, em caráter regular ou emergencial, foram adotadas para maior segurança dos indivíduos. A ciência sempre esteve presente em nossas vidas e tendo um papel fundamental no desenvolvimento da humanidade, porém vale ressaltar o seu destaque nos últimos anos diante das circunstâncias impostas pela pandemia, quando os olhos se voltaram para buscar entender o acontecido e, posteriormente, as saídas e cura.

“Toda a nossa ciência, comparada à realidade, é primitiva e infantil - e, no entanto, é a coisa mais preciosa que temos”.

(Albert Einstein)

A contribuição da ciência para a sociedade é inquestionável, pois proporcionou avanços em diversos campos, como: saúde, alimentação, meio ambiente, tecnologia, energia, etc. Melhorando a qualidade de vida da maioria das pessoas e enriquecendo a sociedade intelectual e culturalmente, ao tentar responder perguntas, utilizando a metodologia científica, auxiliando o enfrentamento de importantes desafios diários. A ciência produz conhecimento, e pode melhorar a educação e a qualidade de vida das pessoas (Comissão Nacional da Unesco, 2020).

Nas Ciências da Natureza aborda-se uma grande diversidade de temas, com conceitos ligados aos aspectos físicos, químicos e biológicos dos seres vivos e meio ambiente. Neste trabalho, daremos destaque à área de ciências biológicas, e mais especificamente a área da parasitologia.

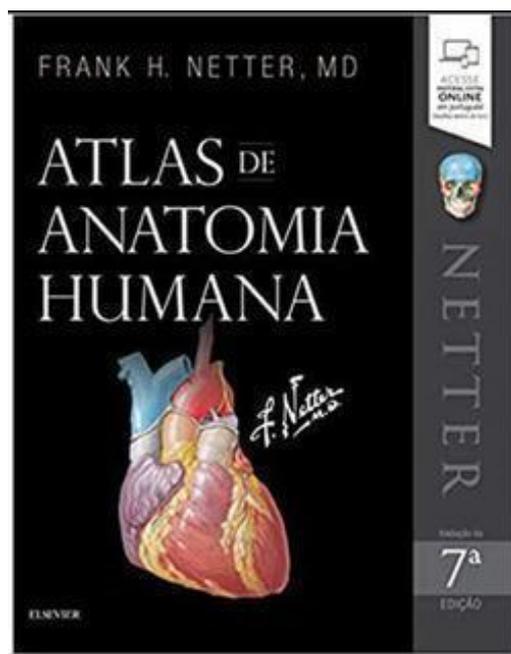
A parasitologia é a ciência que estuda o parasitismo, que é quando um organismo (parasito) vive em associação com outro organismo (hospedeiro), de espécies deferentes, estabelecendo uma relação de interdependência metabólica, retirando os meios para sobrevivência do parasito e podendo causar prejuízos – ou seja, doenças – ao hospedeiro

durante este processo. Estes organismos podem ser animais, vegetais, fungos, protozoários, bactérias ou vírus (Fiocruz/ EPSJV/ Lic-Provoc/Observatório Juventude, 2013).

Uma vez definidos esses conceitos e fatores podemos direcionar o design como um meio de auxílio na construção de informação e dados do saber científico. Ao longo dos anos o design esteve presente na forma de uma ilustração, diagramas, tabelas em livros científicos, tornando-os mais didáticos, mais compreensíveis ao transpor a produção científica, em gráficos, figuras, esquemas, infográficos etc. E assim estes podem ser melhor apresentados em aulas expositivas, atividades práticas, em laboratórios, e criando materiais que auxiliam a compreensão do receptor final.

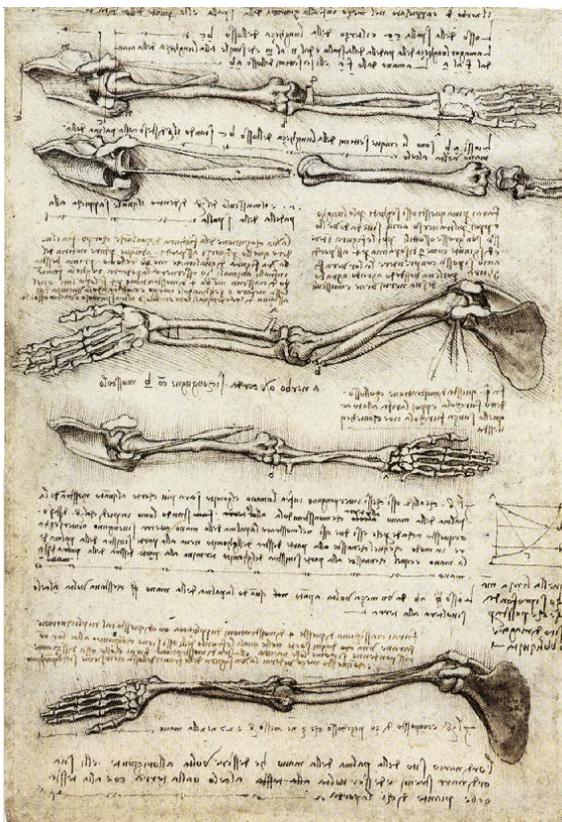
Um exemplo clássico do uso de ilustrações para auxiliar o entendimento de estruturas biológicas são os estudos de Netter (1964) sobre o corpo humano. Até hoje seus desenhos manuais impressionam a área médica pela precisão e clareza, principalmente quando se considera que foram feitos em uma época onde não havia tomografia e outros recursos de diagnósticos por imagens. No total, o Dr. Netter produziu aproximadamente 4.000 ilustrações, que foram reproduzidas em inúmeras publicações. (Frank H. Netter. In: Wikipédia, a enciclopédia livre 2019). O livro com as ilustrações de Frank H. Netter, atualmente encontra-se em sua 7ª edição.

**Figura 1** - Livro com imagens de Frank H. Netter.

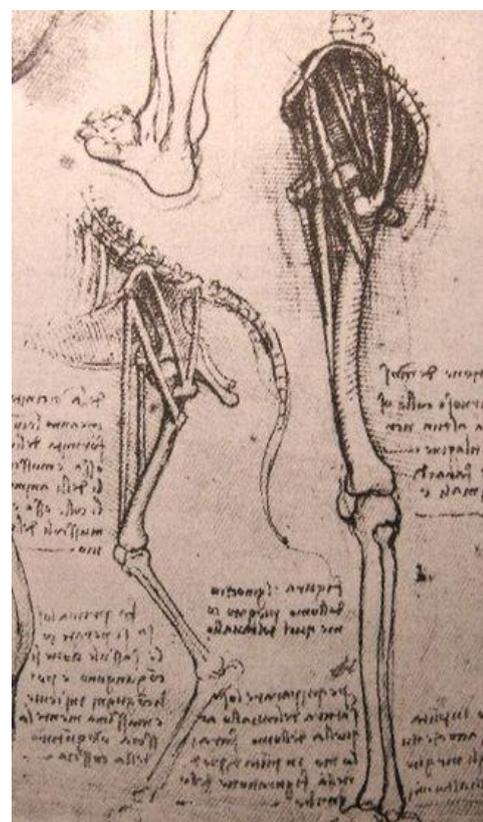


Outros estudiosos pioneiros que podemos destacar são Leonardo da Vinci e Andreas Vesalius. Da Vinci, mesmo não sendo um profissional da área científica, usava o que observava como ferramentas de investigação e em seus diários retratava todo o processo com notas, comentários, planos e desenhos. Demonstrou especial interesse em entender alguns mecanismos de funcionamento do corpo humano (Ciência e criações de Leonardo da Vinci. In: Wikipédia, a enciclopédia livre 2020).

**Figura 2 e 3 - Anotações de Leonardo da Vinci.**



Investigando o movimento do braço.



Comparação anatômica entre a perna de um cachorro e um homem.

Fonte: Wikipédia <acesso em: 18 de maio de 2021>

Andreas Vesalius considerado o “pai da anatomia moderna”, autor da publicação *De Humani Corporis Fabrica*, um atlas de anatomia ricamente ilustrado publicado em 1543. Seus estudos foram de extrema importância para o avanço científico, pois foi possível ter maior entendimento sobre o sistema esquelético, muscular e nervoso (Andreas Vesalius. In: Wikipédia, a enciclopédia livre 2020).

**Figura 4 e 5 - Publicações de Andreas Versalius.**



Página título de *De Humanis Corporis Fabrica*.

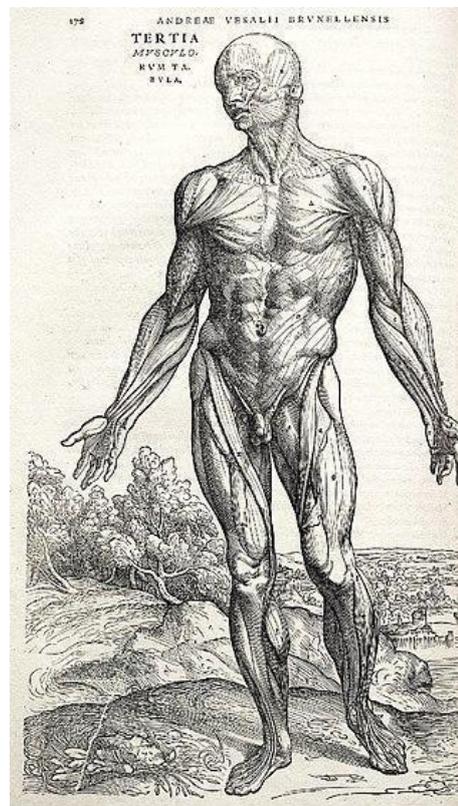


Ilustração dos músculos na página 178 do *De Humani Corporis Fabrica*.

Fonte: Wikipédia <acesso em: 18 de maio de 2021>

Ao longo da evolução da ciência, seja na antiguidade, mundo moderno ou mesmo na contemporaneidade, observamos que diversas adaptações foram ou tem sido imposta devido às exigências do momento. Podemos até mesmo destacar como este trabalho foi produzido, remotamente, e o papel que o design tem como uma importante ferramenta auxiliadora nessa fase ao buscar dar suporte à produção científica.

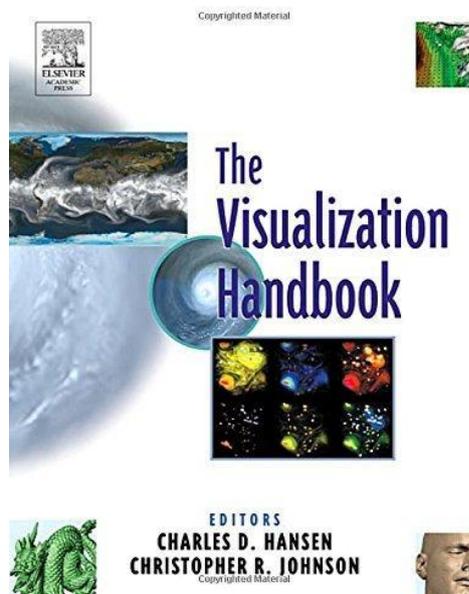
Ao observar a rede de ensino, seja ela do ensino fundamental à graduação, existem relatos sobre as dificuldades no ensino-aprendizagem para entender matérias relacionadas a ciências, que foram agravadas com o ensino remoto. Uma pesquisa realizada no Estado do Rio Grande do Norte mostrou que a escola pública precisa passar por transformações para garantir que seus alunos tenham acesso às tecnologias e as mesmas oportunidades dos alunos da rede privada. Sem estes investimentos na educação, agravam-se as desigualdades sociais e as oportunidades ficam restritas a uma minoria da população. (Mattos e col. 2020)

Pensando nisso, o design pode desenvolver propostas e soluções inovadoras para auxiliar esquemas de aulas remotas e até mesmo artefatos físicos para incrementar as aulas presenciais.

Até o início deste século, a representação gráfica de modelos 2D para auxiliar a compreensão de estruturas biológicas foi usada com sucesso por vários designers gráficos para a geração de infográficos, ilustrações, esboços etc. Atualmente a modelagem 3D desponta como uma nova forma de design, inovando e projetando um presente e futuro do saber científico em três dimensões. Estes modelos permitem uma abordagem de esquemas mais detalhados para serem apresentados em aulas remotas, construção de vídeos animados que simulem fielmente a forma orgânica do material representado e impressão 3D de objetos rica o bastante em detalhes que estimulem a curiosidade e interesse dos alunos.

Hansen e Johnson (2005) apresentam o estado da arte na área de visualização de estruturas biológicas e outros itens, apresentando desde os conceitos básicos de representação gráfica digital até exemplos avançados do uso de computação gráfica para a visualização voltada para a área científica.

**Figura 6** - Livro “The Visualization Handbook”.



Fonte: amazon.com <acesso em: 12 de abril de 2021>

Porém esses recursos, de modelagem e visualização, não se devem limitar apenas ao direcionamento do ensino-aprendizagem escolar, sendo algo valioso também para a própria comunidade científica e a outros níveis de formação.

## **1.2 Motivações**

O interesse em explorar esse tema surgiu da oportunidade que tive em participar como designer e bolsista de Iniciação Tecnológica da equipe do laboratório de Helminologia Romero Lascasas Porto, da Parasitologia – FCM-UERJ. O projeto aborda a temática "Fisiopatologia parasitária e diversidade helmintológica da Mata Atlântica", e explora características do processo de infecção, ultraestrutura dos parasitos e integrado à ações de extensão. Assim pude ter contato específico com a modelagem 3D e como auxiliar no desenvolvimento científico do grupo. O projeto no qual me envolvi, busca desenvolver modelos de representação de ovos e larvas de helmintos, que são observados por microscopia de luz (fluorescência), de forma fiel e detalhada para estudos e divulgação científica. Optar em falar sobre um assunto com o qual tive contato e experiência foi um fator crucial para a escolha do tema deste trabalho, pois me envolvi bastante no projeto e busquei expandir meus conhecimentos para adquirir maior segurança e entendimento sobre o assunto. Tudo foi agregado ao desejo de abordar estudos sobre modelagem 3D, área do design a qual venho ganhando afinidade ao direcionar meus interesses para o campo de design de produto. Além do mais, ressalto a disposição em atender as demandas de ensino com propostas alternativas para tornar a construção de conhecimento mais didática. Acrescenta-se isso o fato de tentar contribuir para a comunidade científica buscando traduzir e representar seus estudos e informações de forma coincidente com a realidade do material biológico. Contudo, também tento abranger a visão do designer para se envolver com outras áreas, pois o design, quando explorado, pode ser encontrado nos mínimos detalhes e se relacionar com inúmeros campos e áreas do conhecimento como é o caso deste trabalho, onde o design contribuiu na área de conhecimento específica em parasitologia. Portanto, olhando de forma ampla podemos aproveitar os mais diferentes aspectos para abranger as imediações já propostas e estudadas pelo design frequentemente, elevando as possibilidades e expandindo as áreas de integração e conhecimento.

“No vocabulário da maioria das pessoas, design significa aparência. É decoração de interiores. É o tecido de cortinas, do sofá. Mas para mim, nada poderia estar tão longe do significado de design. Design é a alma fundamental de uma criação humana, que acaba se expressando em camadas externas sucessivas do produto ou serviço”.

(Steve Jobs,1987)

“Design é o intermediário entre informação e compreensão.”

(Hans Hofmann)

“Design dá ao mundo algo que ele não sabia que sentia falta”.

(Paola Antonelli)

### 1.3 Objetivos

#### **Objetivo geral:**

Criar um produto utilizando as ferramentas de modelagem 3D que possam ser utilizados no processo de ensino-aprendizagem da parasitologia, traduzindo o conhecimento científico em material didático.

#### **Objetivos específicos:**

- Caracterizar a ultraestrutura do ovo de *Trichuris muris* para gerar o modelo 3D virtual do parasito com base em imagens obtidas por microscopia de super-resolução diretamente do material biológico;
- Produzir modelos 3D impressos do ovo de *Trichuris muris* reproduzindo detalhes biológicos da amostra;
- Explorar o modelo 3D para contribuir no processo de ensino-aprendizagem, despertando maior interesse de participação do público-alvo;
- Integrar o design à parasitologia, expandindo relações entre esses saberes.

## 1.4 Proposta

Com base no material de estudo biológico do ovo do helminto parasito *Trichuris muris*, desenvolver a modelagem 3D para evidenciar detalhes da ultraestrutura desse parasito. A partir dessa criação 3D trabalharmos as possibilidades de um produto tanto impresso como digital para ser apresentado em escolas como ferramenta para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem científico, relacionado ao campo da parasitologia. O material poderá ser aplicado em aulas, feiras, congressos, projetos de extensão, atividades de ensino científico, entre outras.

A intenção é que o material 3D sirva como auxílio a propostas de interação com os alunos como um jogo, atividade de questionário, desenho ou equipamento de apoio, sendo assim uma forma de estímulo para o público em contato se interessar e aprender mais sobre o assunto de forma mais didática e dinâmica.

Porém se tivermos que focar na adaptação ao ensino remoto poderá ser produzido um vídeo animado do modelo 3D obtido e também aplicá-lo a atividades de interação com as crianças virtualmente.

Público-alvo: buscar inserir a parasitologia em atividades e/ou produtos ao ensino fundamental (4º a 6º ano) de forma lúdica em contexto presencial. No entanto, com o contexto pandêmico a ideia pode ser apresentada e adaptada ao ensino remoto.

## 2 DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

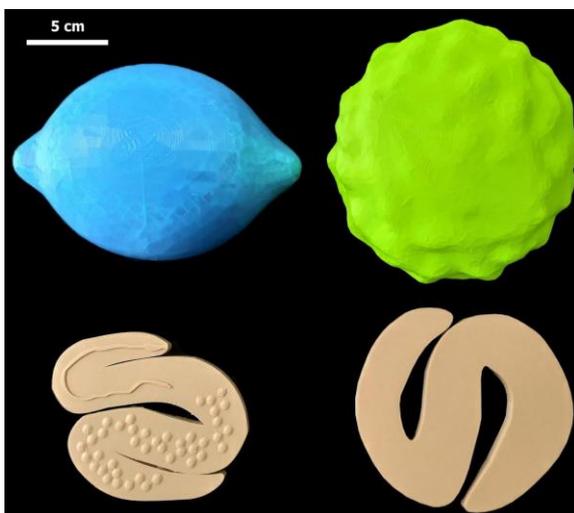
### 2.1 Análise de referencias

Ao iniciar minha pesquisa de campo tive contato com artigos, trabalhos de conclusão de curso e teses que valem a pena ressaltar por proporcionarem um norteamento para o desenvolvimento deste trabalho.

#### 2.1.1 Confeção de modelos didáticos 3D dos ovos de *Trichuris* e *Ascaris* e sua aplicação no Ensino de Ciências e Parasitologia.

Yan Emygdio Dias (2021) explorou uma visão mais científica por se tratar de um trabalho de conclusão de curso para licenciatura em ciências biológicas. O autor abordou dados sobre o parasito, causas e sintomas, ciclo do nematoide, questões morfológicas, entre outras. Também há a abordagem da educação em saúde direcionada ao ensino de parasitologia, onde apresenta práticas de higiene, prevenção, controle de parasitoses intestinais, tudo isso pensado como possíveis estratégias de aplicar esse conteúdo. Porém, destaco que o método usado para chegar aos resultados, incluindo a produção de protótipos, foi baseado em imagens em duas dimensões obtidas das amostras biológicas por microscopia de luz. Em um primeiro momento houve a vetorização de uma imagem referencial no software Inkscape, em seguida no site Tinkercad foi gerada a primeira imagem tridimensional. No software Sculptris, que permite criação manual, foram gerados detalhes para integrar ao modelo 3D inicial. Por fim, no software Ultimaker Cura foram processados os dados para preparar o arquivo para impressão. Especificações sobre a impressão, material e custo também foram relatados. Sobre as estruturas do ovo de *Trichuris muris* que foram selecionadas para a representação morfológica destacam-se as camadas da casca do ovo (camada vitelínica, camada de quitina e camada lipídica); os plugues polares, as regiões anterior e posterior da larva e o tubo esofágico.

**Figura 7 e 8** - Exemplos apresentados na monografia de Yan Dias.



Modelos impressos dos ovos de *Trichuris muris* e *Ascaris lumbricoides* em peças.



Exemplo de aula prática com a utilização de modelos didáticos.

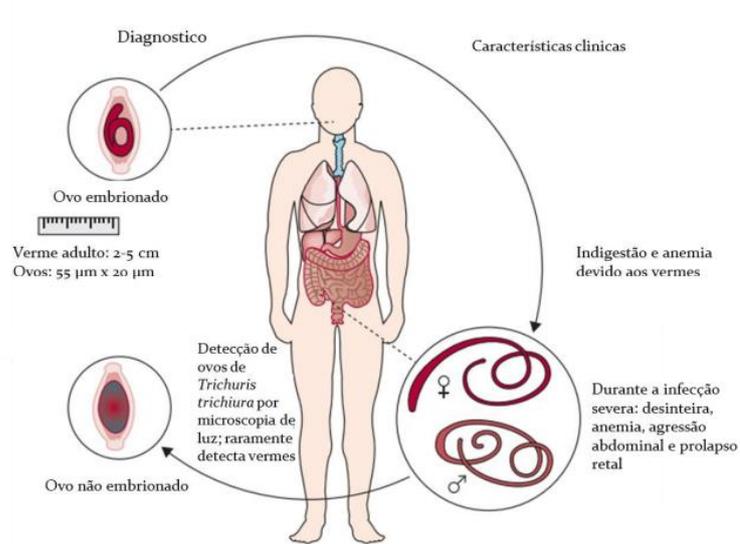
Fonte: Yan Emygdio Dias (2021).

### 2.1.2 Caracterização morfológica, ultraestrutural e modelagem 3D de ovos embrionados de *Trichuris muris*.

Na dissertação de mestrado da Ludmila Rocha Lima (2019) foi caracterizada a morfologia e aspectos fisiológicos do ovo de *Trichuris* e da larva presente no interior do ovo. Estes são dados de extrema importância para estudar o processo de embrionamento do parasito. O detalhamento da composição do ovo e larva, bem como do ciclo de vida auxilia em metodologias de controle de parasitoses conhecidas como geo-helmintoses. A ultraestrutura da casca e sua composição, além das características do ovo e sua relação parasito-hospedeiro com o ambiente já foram estudadas pelo grupo de parasitologia da UERJ explorando metodologias para obter imagens de microscopia de luz (campo claro, DIC, fluorescência e confocal). Na microscopia de fluorescência vale ressaltar o uso de calceína (verde) e DAPI (azul), que caracterizam a emissão de fluorescência observadas nas imagens (Figura 10 e 11). Para a reconstrução 3D foi utilizado os softwares Zen e Amira, que são específicos dos fabricantes de microscópios (Zeiss e FEI-Company). Neles é possível realizar o alinhamento das imagens e segmentação automática para gerar modelos tridimensionais. A realização dos modelos 3D foi fundamental para a identificação precisa e detalhada de todo

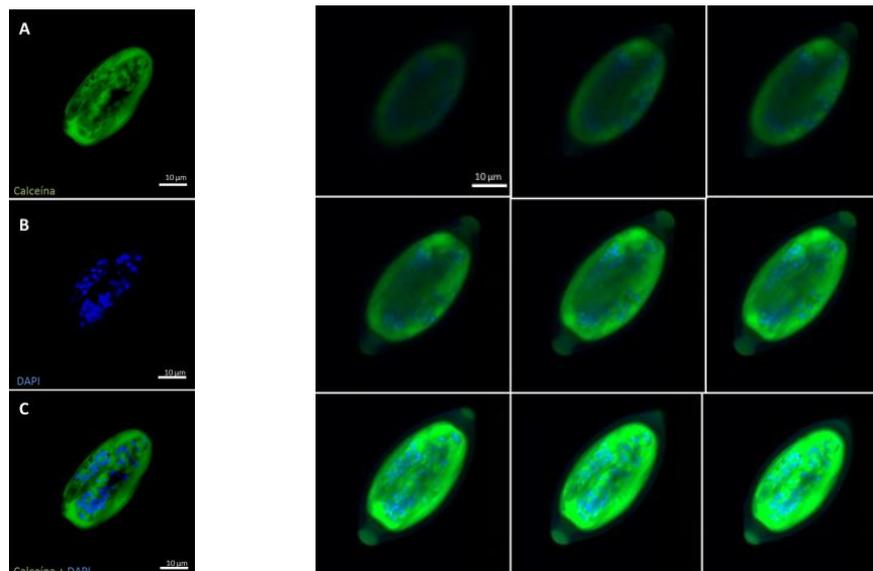
material e da composição do ovo. Há interesse em expandir a compreensão estrutural, visto que se trata de um estudo escasso na área.

**Figura 9** – Exemplo do ciclo biológico do *Trichuris*.



Esquemática do ciclo biológico.

**Figura 10 e 11** - Visualização por microscopia Confocal.



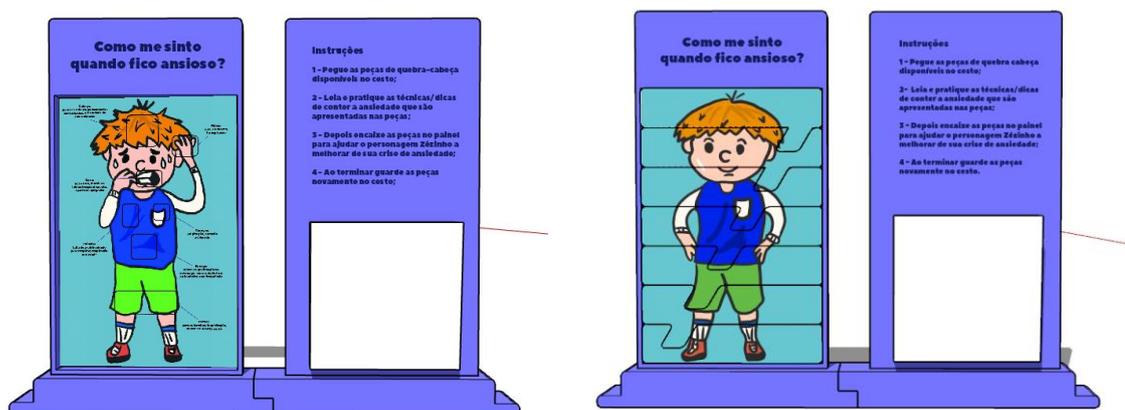
Ovos de *T. muris* por microscopia confocal e alta resolução.

Fonte: Ludmila Rocha Lima (2019).

### 2.1.3 Trabalho desenvolvido na matéria Projeto Integrado no 2º semestre de 2020.

Nesta matéria foi proposto um projeto no qual em grupo deveríamos desenvolver alguma ferramenta para fazer uma divulgação científica para crianças em idade escolar (ensino fundamental I). Com isso meu grupo desenvolveu a ideia de uma exposição itinerante voltada para escolas públicas, tendo como público alvo crianças de 8 a 10 anos, abordando o tema ansiedade infantil. Foi desenvolvido um painel e um totem integrado com uma montagem de quebra-cabeça para as crianças brincarem e interagirem. O painel apresentaria uma ilustração de uma criança com os sintomas da ansiedade sendo indicados em seu corpo. Já as peças apresentariam na parte interior uma técnica/dica para ajudar a criança a aliviar sua ansiedade e na parte exterior a mesma ilustração do personagem, porém agora ele mais feliz e aliviado dos sintomas que lhe acometiam, então conforme a criança vai montando o quebra-cabeça a mudança no humor do personagem representaria sua melhora. As instruções sobre o quebra-cabeça seriam indicadas no totem junto com o cesto de armazenamento das peças presente nele, tudo isso acoplado ao painel formando uma estrutura unida.

**Figura 12 e 13** – Imagens ilustrativas do painel e totem interativo.



Jogo desenvolvido.

Fonte: a autora.

#### 2.1.4 A ciência no olhar do design: quer que eu desenhe?, Wagner Nagib de Souza Birbeure (2018).

No resumo da dissertação é apresentado:

“Este trabalho tem por objetivo estabelecer vínculos e ligações entre as áreas de ensino e design. O design enquanto campo independente e interdisciplinar apresenta visões e ferramentas que podem ser importantes quando aplicadas no ensino, em especial o ensino de ciências. Do ponto de vista teórico-metodológico, são utilizados os referenciais: tecnologias de informação e comunicação (TIC), Transposição Didática e teorias do design. A ênfase é dada às imagens gráficas enquanto elementos de ilustração e tradução do pensamento científico, incluindo trabalhos de pesquisa que representam o estado da arte na área de biologia realizados no âmbito da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz-PR). Pretende-se que estes materiais sirvam para aumentar o impacto e visibilidade do trabalho acadêmico (artigos e apresentações científicas) e, ao mesmo tempo, constituam referências para o ensino em nível superior e pós-graduação, mas também em nível médio e em atividades de divulgação científica, conectando universidade, instituto de pesquisa e escola e estabelecendo conexões entre pesquisadores, professores e estudantes. São desenvolvidos e analisados trabalhos de design científico – esquemas científicos – enquanto objetos de ensino que estabelecem uma ligação entre a produção do conhecimento de alto nível e múltiplas realidades escolares. O produto desenvolvido apresenta o uso de ferramentas do design de maneira a que possam ser utilizadas por professores para incrementar suas atividades em sala de aula.”

#### 2.1.5 A novel alternative method for 3D visualization in Parasitology: The construction of a 3D model of a parasite from 2D illustrations, artigo por Teo B. G. et all (2010).

O artigo relata a falta de visualizações tridimensionais na área da parasitologia para fornecer informações completas da morfologia estrutural do parasita, destacando a importância de ter uma boa noção da estrutura para entender outras relações que influenciam o parasita. Com isso, há a narrativa do estudo da construção de um verme a partir do uso de imagens 2D, ilustrações, até sua transformação em resultados 3D com ampla visibilidade.

### 2.1.6 Confocal laser scanning microscopy as a valuable tool in Diptera larval morphology studies, artigo por Grzywacz, A., et all (2014).

O artigo relata o uso de microscopia confocal de varredura a laser (CLSM) como uma ferramenta valiosa para estudos detalhados de estruturas pequenas e complexas em alta resolução. Estuda que ao coletar sinais de fluorescência de diferentes planos focais dentro de um espécime, um conjunto de dados totalmente tridimensional (3D) pode ser adquirido e usado para visualização. Dando foco no CLSM e seu impacto profundo na qualidade das informações fornecidas pelos métodos mais tradicionais de imagem, fornecendo assim informações mais precisas.

### 2.1.7 The Karyotype of Plasmodium falciparum Determined by Ultrastructural Serial Sectioning and 3D Reconstruction, artigo de G. Prensier and Ch. Slomianny (1986).

O artigo aborda um exemplo de reconstrução tridimensional de um cariótipo derivados de seções de cortes seriados longitudinais e transversais. As imagens resultantes evidenciaram detalhes importantes da célula.

## **2.2 O ovo de *Trichuris muris***

A espécie *Trichuris muris* tem sido amplamente explorada como um modelo experimental para o estudo da trichuriose humana e veterinária. A maioria dos resultados obtidos com esses experimentos contribui para os avanços na compreensão das doenças de helminto transmitidas pelo solo. Os nematoides, especialmente os geohelminhos, recebem uma atenção especial na caracterização dos ovos, pois essas estruturas estão diretamente associadas ao comportamento biológico dos parasitas, envolvendo aspectos da resistência, infecção, transmissão e epidemiologia dessas parasitoses. A morfologia e a ultraestrutura dos ovos de nematoide têm sido estudadas utilizando diferentes técnicas de microscopia, mas sempre baseada em resultados de imagens 2D. Com base nos trabalhos de Belém et al. (2021) apresentados nos Congressos de Microscopia 2021 e Parasitologia 2021, Tivemos como principal objetivo caracterizar e modelar a estrutura de ovos de *T. muris*, explorando microscopia de fluorescência 3D. Os ovos embrionados fixados quimicamente foram incubados em Calceína, DAPI e analisados pelo microscópio de super-resolução Zeiss Elyra PS.1 no CENABIO-UFRJ. A Calceína mostrou alta afinidade com casca de ovo e os plugues

polares, permitindo visualizar detalhes dos plugues e das três camadas da casca do ovo (vitelínica, quitina e lipídica). A marcação com DAPI permitiu a caracterização das células germinativas no interior da L1. Com auxílio da ferramenta em 3D a intenção é caracterizar informações do ovo de *Trichuris muris*, com maior detalhamento. Ao obter um modelo 3D finalizado será possível observar detalhes da organização estrutural do ovo para o qual não há muitos estudos e trabalhos direcionados a essa informação, destacando assim a modelagem 3D como uma fronteira para a biologia estrutural, atingindo resultados que trazem uma importante contribuição na parasitologia. O material que se pretende caracterizar é a estrutura do ovo de *Trichuris muris* com as respectivas camadas da casca do ovo (camada vitelínica, camada de quitina e camada lipídica); os plugues polares, o conteúdo em seu interior e a larva quando o ovo se encontra na forma embrionária.

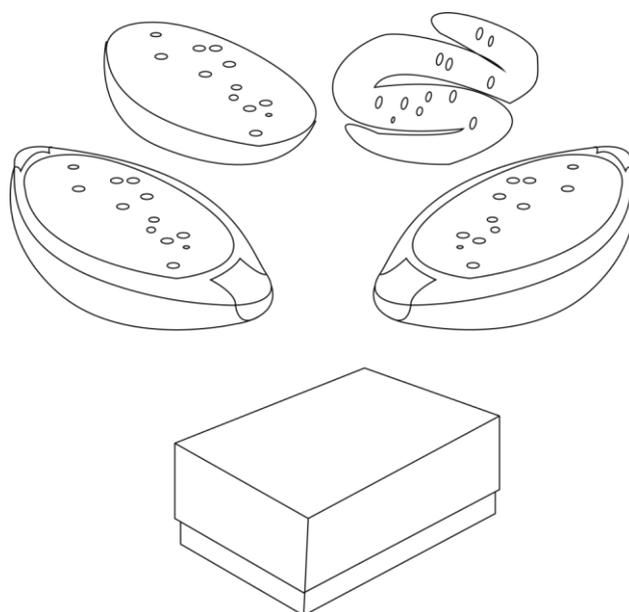
### **2.3 Possibilidade de projeto**

Com o decorrer da pesquisa, coleta de dados e a prática adquirida na iniciação tecnológica na qual venho desenvolvendo o modelo 3D, duas oportunidades se tornaram viáveis para pôr em prática o objetivo proposto no projeto.

#### **2.3.1 Modelos físicos para atividades escolares**

Considerando uma forma didática e inclusiva de abordar o tema, a elaboração do material 3D ligado a alguma atividade, seja ela um jogo de interação, um desenho ou experimento poderia estimular maior curiosidade das crianças em aprender algo novo, transmitindo conhecimento de maneira mais atrativa e dinâmica. Inicialmente foi pensado nesse material 3D sendo fornecido a escolas por meio de uma caixa científica, com alternativa de já se destinar a uma atividade ou deixar a critério da escola. Esta caixa iria conter o modelo do ovo apresentando duas metades que permitiriam observar o conteúdo em seu interior, uma com a forma do ovo não embrionada (material e células do interior) e outra embrionada (larva).

**Figura 14** – Possibilidade de apresentação da caixa.



Esboço inicial do projeto.

Fonte: a autora.

**Figuras 15, 16, 17 e 18** - Alguns jogos para inspiração da abordagem do ensino científico com crianças.



Fonte: Clementoni <acesso em: 18 de maio de 2021>

### 2.3.2 Vídeo animado

Considerando o momento atual ao qual as escolas encontram-se em sistema de ensino remoto, surgiu como ideia alternativa desenvolver um vídeo animado em 3D abordando o esquema que vem sendo estudado, de forma a tratar o tema de maneira didática e adaptada às circunstâncias. Este vídeo poderia ser abordado de forma narrativa, acompanhado de um personagem, por exemplo, demonstrando a estrutura do ovo de *Trichuris muris*, agregando ao ensino de saúde em sala de aula com informações de causas e prevenções.

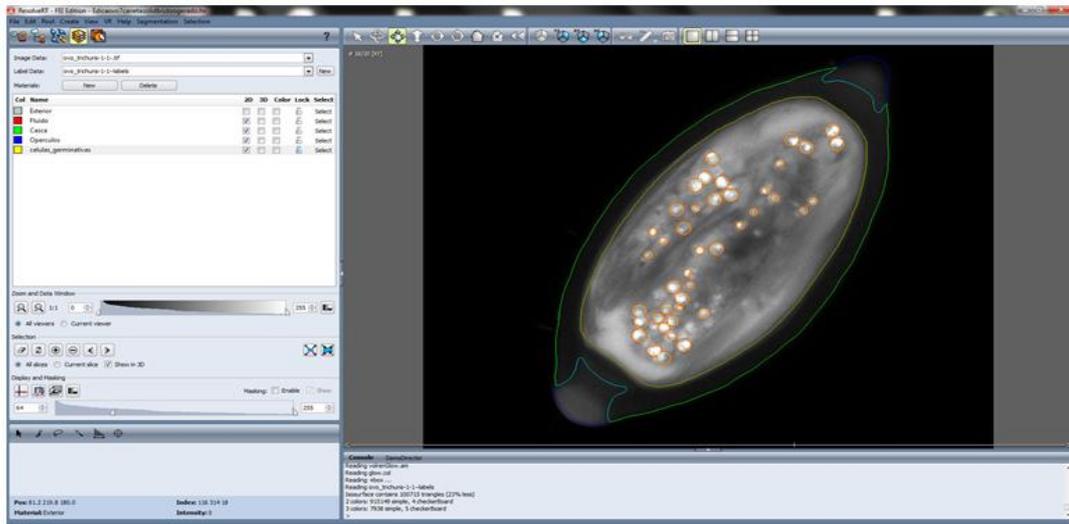
## **2.4 Metodologia**

### 2.4.1 Amira

Através de uma série de imagens 2D obtidas por microscopia de alta resolução, utilizando o software Amira (que é uma plataforma de visualização, processamento e análise de dados 3D usada pela comunidade científica) foi possível alinhar as imagens, em sequência, e aplicar em seguida o algoritmo "isosurface" de modelagem automática, no qual é feita a reconstrução do ovo de *Trichuris muris* semelhante a imagem, gerando assim um primeiro modelo 3D do ovo. Essa primeira etapa foi realizada pela equipe científica e tive acesso ao resultado.

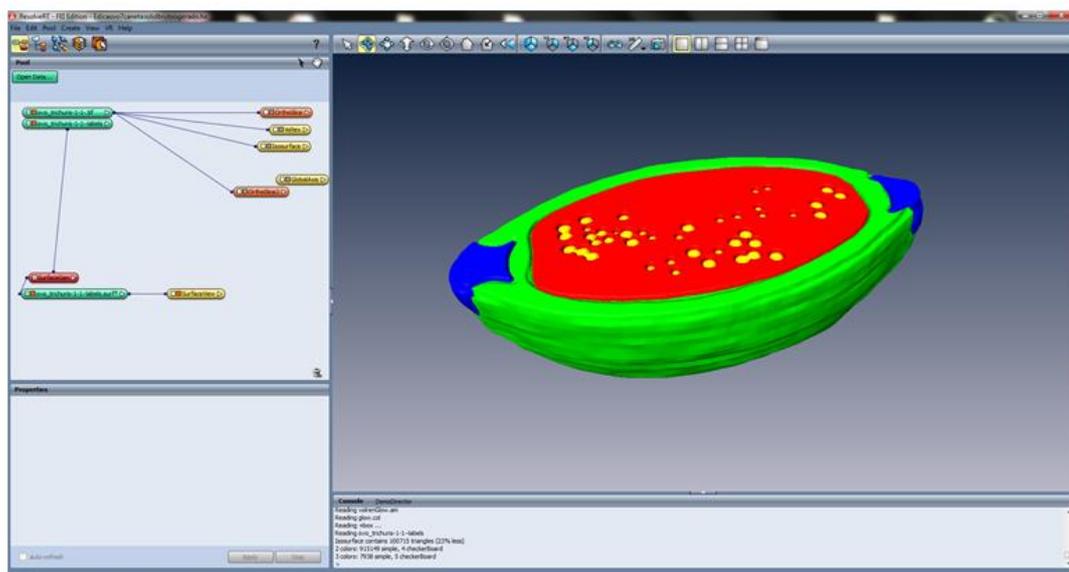
O software Amira foi escolhido para essa etapa pelo fato da equipe científica já possuir domínio dessa ferramenta. Mas ao longo de minha pesquisa me deparei com um editor de imagens, a qual desejo destacar, observado no trabalho de Fiala (2005).

**Figura 19** - Ferramenta de segmentação manual apresentada no software Amira.



Fonte: Christine Guedes(2020).

**Figura 20** - Modelo bruto gerado pelo Amira.



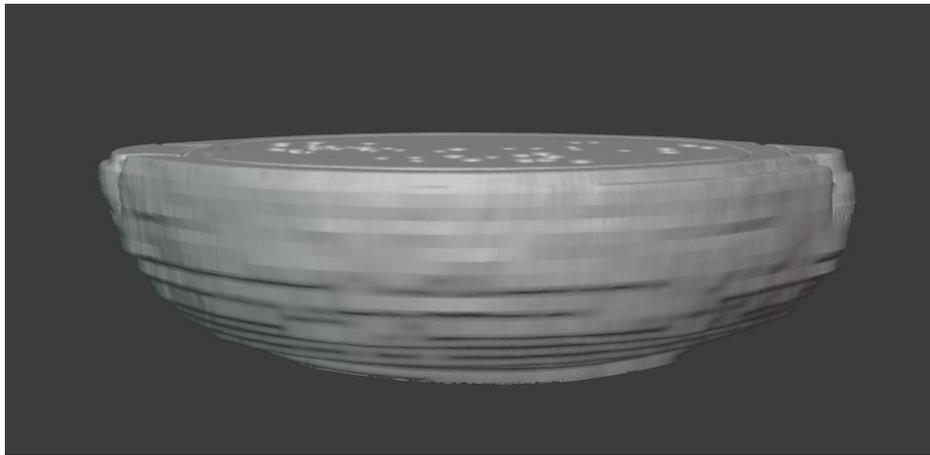
Fonte: Christine Guedes(2020).

#### 2.4.2 Blender

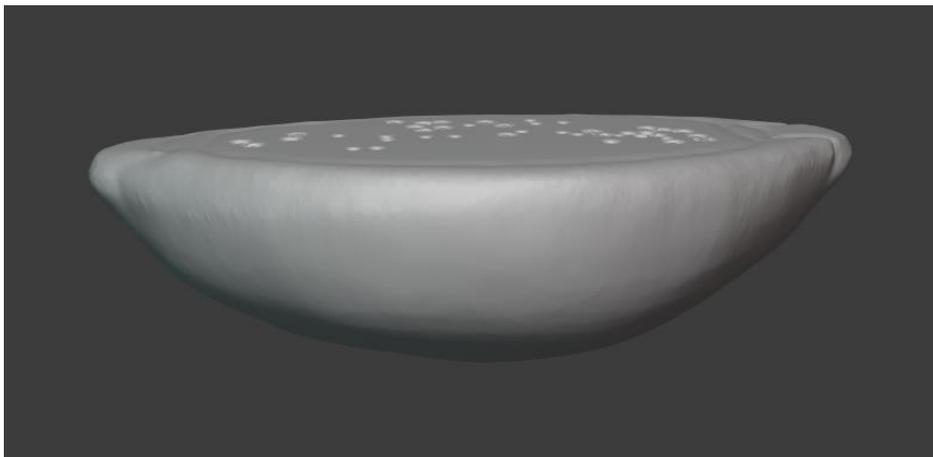
O sólido gerado pelo Amira possuía muitas imperfeições e foi necessário melhorias no acabamento. Portanto, o modelo 3D virtual foi exportado para o software Blender no formato “STL”, permitindo ajustes e edições com as ferramentas disponíveis.

No Blender pude destacar as camadas mais importantes, detalhando e reestruturando a triangulação do modelo. Um modo utilizado foi o "Sculpting" (escultura), o qual permite uma modelagem manual. Neste modo escultura foram aplicadas ferramentas como *suavização, faixa de argila, vincos, máscara, agarrar e empurrar*. Já no modo "layout" foi possível medir o tamanho do modelo, fazer análises da sua estrutura, adicionar cor e iluminação para que finalmente o modelo fosse renderizado. Tudo buscando da melhor forma possível deixar o modelo semelhante a sua forma vista por microscopia, ou seja, sua realidade.

**Figura 21 e 22** - Antes e depois do tratamento do modelo.



Antes - Modelo bruto exportado para o Blender .



Depois - Modelo tratado no Blender.

Fonte: a autora

### 2.4.3 Análise

Para avaliar a eficácia do tratamento do modelo foram feitas algumas outras tentativas de melhorias e análises para atingir o melhor resultado. O resultado da análise do modelo considerado mais adequado para a impressão 3D pode ser conferida a seguir. Os termos mostrados no diagnóstico dizem respeito à integridade da malha 3D, que deve estar sem superfícies duplicadas ou sobrepostas, para citar uma das exigências para uma boa impressão 3D.

**Figura 23** - Diagnóstico de análise.

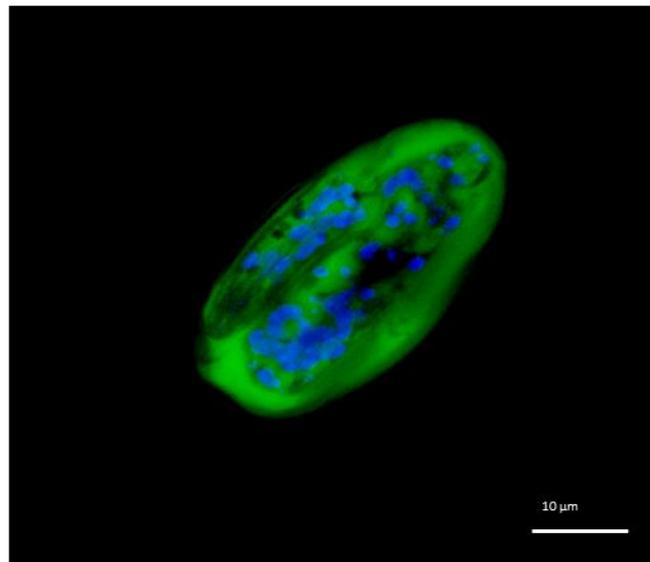


Fonte: a autora.

#### 2.4.4 Colorização

Outro processo que vale salientar foi o estudo das cores. A escolha foi baseada no estudo por microscopia no qual os reagentes Calceína e DAPI realçavam determinadas partes da estrutura do ovo com as cores verde e azul. A Calceína apresentou alta afinidade pela casca e plugues polares, o que fez com que a casca fosse representada pela cor verde. Já a marcação com DAPI atribuiu às células germinativas a cor azul, realizando o que se chama em diversas áreas da ciência o “falso colorido”.

**Figura 24** - Exemplos de cores com base na fluorescência da imagem.



Fonte: Eduardo Torres (2021).

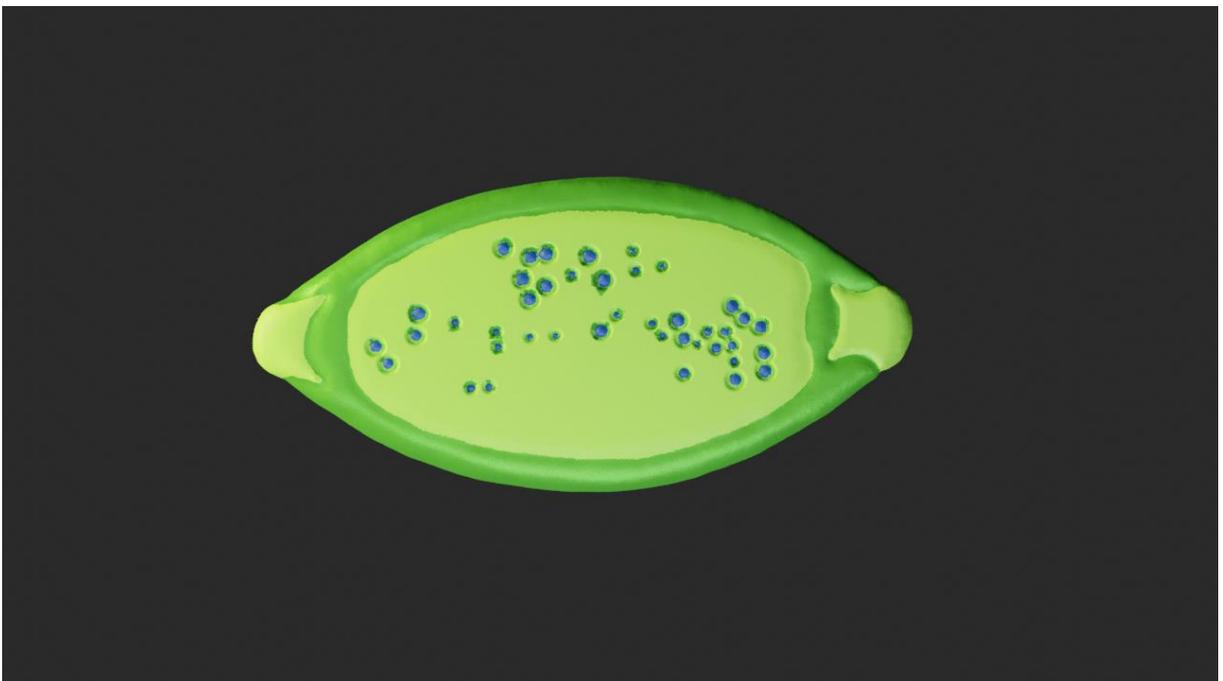
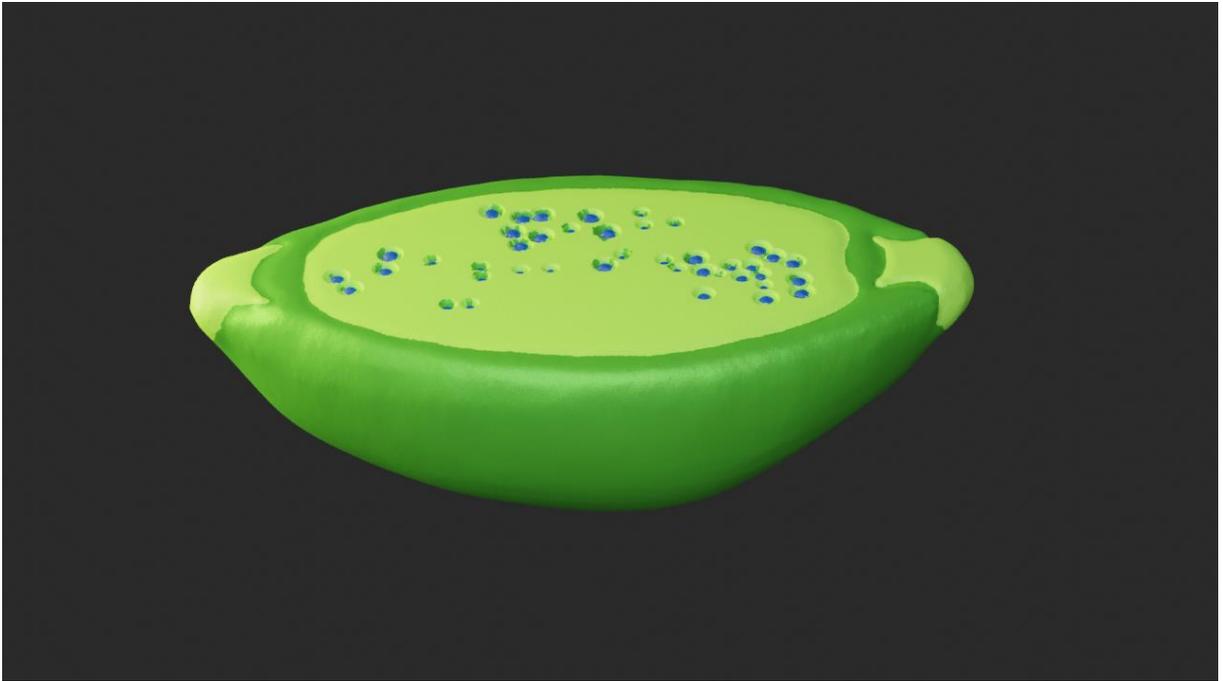
## 3 RESULTADOS

### 3.1 Modelagem 3D

#### 3.1.1 Primeira metade

Com o primeiro modelo renderizado foi possível observar e caracterizar detalhes da organização estrutural nunca antes evidenciados. Foi possível ter um detalhamento da metade do ovo, onde em seu interior podemos observar as diferentes camadas (camada vitelínica, camada de quitina e camada lipídica). Este modelo busca representar fielmente o ovo como é observado por microscopia, porém para melhor adaptação e obtenção de detalhes a modelagem teve que sofrer uma redução de 10,44% em seu eixo Z (profundidade). Na modelagem obtida podemos identificar a metade do ovo de *Trichuris muris* destacando a casca, uma superfície lisa (verde), e por conta de uma diferença morfológica observamos que os plugues polares apresentam tonalidade diferente (verde claro). Com o corte expondo a face interna do ovo, podemos identificar as células germinativas (azul) e o ancoramento dos plugues polares no interior da casca do ovo (verde claro). Chegando a esse resultado já podemos perceber a importância da modelagem 3D e o design como atual fronteira na biologia estrutural, trazendo uma considerável contribuição na parasitologia/helminologia. Este primeiro resultado obtido até o momento, já foi apresentado em formato de e-pôster no XX Congresso de Parasitologia e no XX Congresso da Sociedade Brasileira de Microscopia e Microanálise em 2021 por Belém et al. (2021).

**Figuras 25 e 26** - Modelagem da primeira metade do ovo de *Trichuris muris* renderizada.



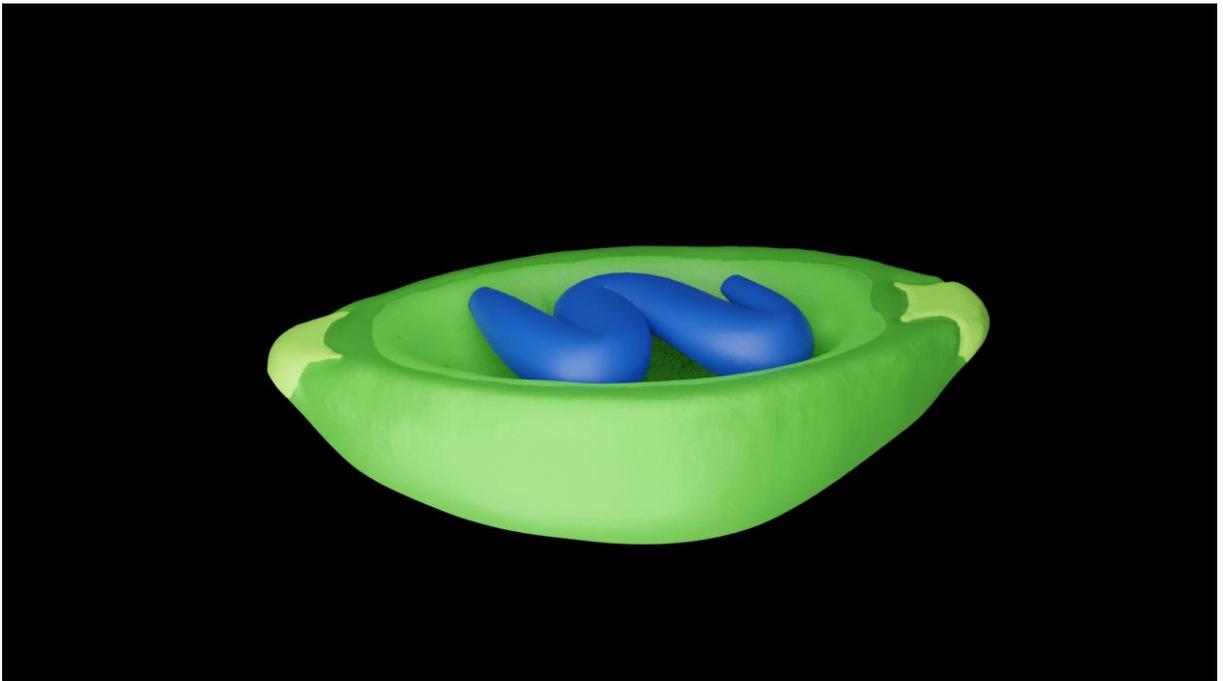
Metade em sua forma germinativa do ovo de *Trichuris muris*.

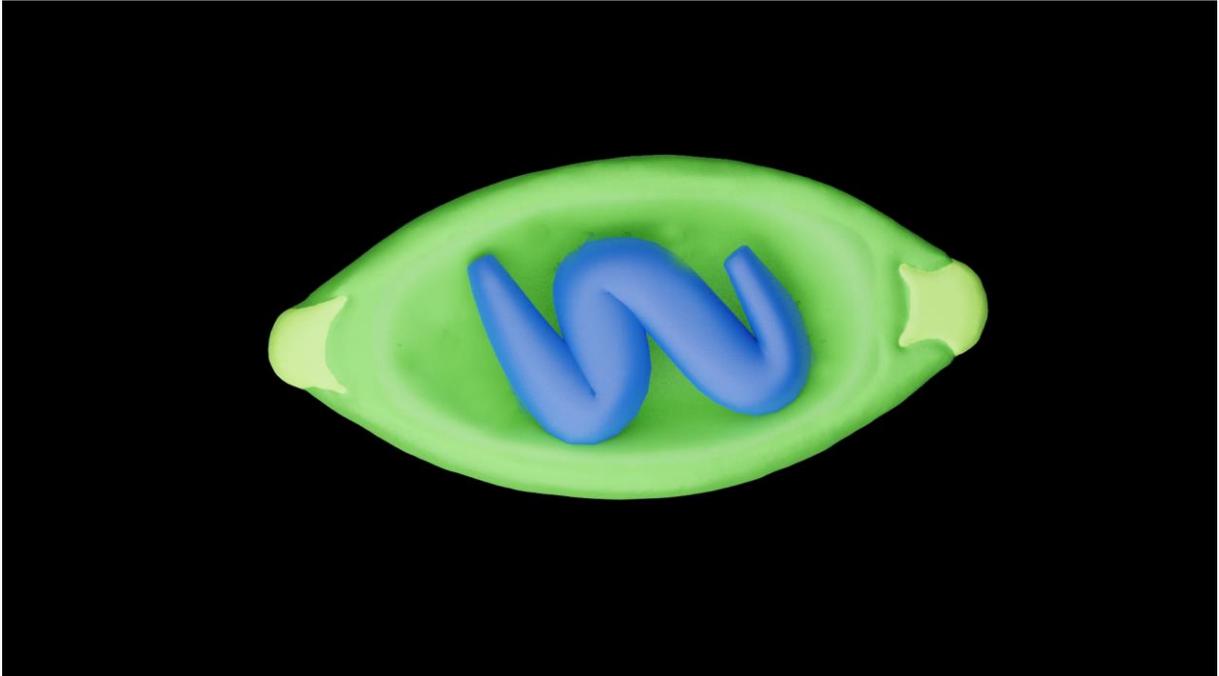
Fonte: a autora.

### 3.1.2 Segunda peça

Após finalizar a primeira metade com foco em sua representação fiel a microscopia vista em laboratório e ao que é representado em imagens bidimensionais, elaboramos uma outra peça representando uma segunda metade do ovo, buscando representar o ovo com a larva de forma a usar as ferramentas de modelagem de maneira mais livre e ainda aproveitando a primeira metade como base para a criação. Foi realizado um recuo no interior desta metade e a criação de uma larva simples em um tamanho proporcional ao vão gerado, tudo com base em estudos e imagens fornecidas.

**Figuras 27 e 28** - Modelagem da segunda metade do ovo de *Trichuris muris* renderizada.





Metade em sua forma embrionada, com a representação da larva.

Fonte: a autora.

### **3.2 Mockup**

Buscando representar o objeto desenvolvido, e tomar noções de tamanho e aparência física, após a conclusão do modelo virtual, foi desenvolvido em biscuit, modelando a mão livre, um mockup da primeira metade do projeto realizado. Ele consiste em seguir os aspectos presentes no modelo virtual além das cores verde a azul com base nos estudos realizados. O modelo possuiu um tamanho de aproximadamente 14 centímetros.

**Figuras 29, 30 e 31** – Fotografias do modelo em biscoit.



Fonte: a autora.

### **3.3 Impressão 3D**

Nesta etapa após concluir que o resultado obtido na modelagem era satisfatório e já estaria pronto para um teste de impressão 3D, foi realizada a primeira impressão da primeira metade do ovo do parasita, através de uma parceria com o Prof. Lucio Paulo Crivano que tem acesso a uma impressora 3D em seu laboratório. Foi executado o processo na impressora 3D

de modelo Creality Ender 3, usando plástico PLA verde como material e obtendo um objeto de tamanho 16x7,5x5cm.

**Figuras 32 e 33** – Modelo impresso em 3D.



Fonte: a autora.

### **3.4 Apresentação do projeto**

Para cumprir com o objetivo proposto foram realizadas duas apresentações para alunos do 5º ano do Ensino Fundamental I da Escola Municipal Panamá, uma em formato virtual e outra de forma presencial.

#### **3.4.1 Virtual**

Esta etapa foi realizada no meio de outubro de 2021 onde foi enviado um vídeo para a professora divulgar entre os alunos abordando os conceitos 2D X 3D, e a importância do estudo tridimensional para abordar detalhes estruturais de um parasita. O vídeo foi realizado no site Animaker e mostra uma personagem apresentando as explicações desejadas.

Vale ressaltar que esse vídeo é complementar a outras apresentações da equipe científica de iniciação tecnológica da qual participei, portanto minha abordagem é a continuação de outras explicações, focando no desenvolvimento tridimensional do ovo do parasita e sua importância para as noções de melhor visualização.

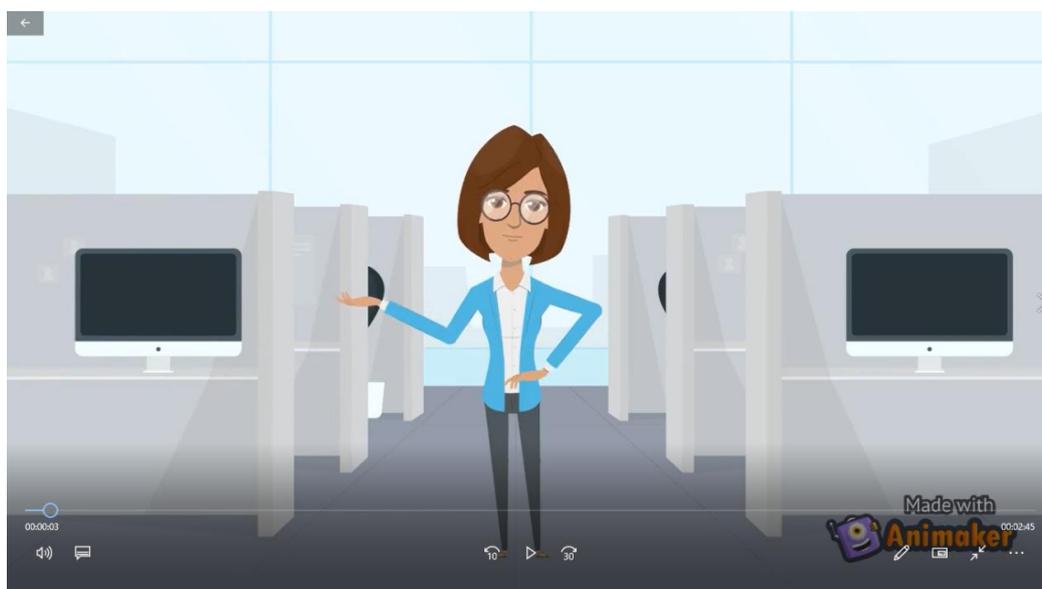
Parte do vídeo elaborado:

<https://drive.google.com/drive/folders1NVyY1Lc66FRmF7oUMFynIzNon7TMSRCf?usp=sharing>

Vídeo completo:

<https://www.youtube.com/watch?v=zLMXB4cTviU>

**Figura 34** – Vídeo desenvolvido para apresentar as crianças.



Fonte: a autora.

### 3.4.2 Presencial

Esta etapa aconteceu no dia 08/12/2021 (quarta-feira) às 10h na Escola Municipal Panamá com a turma 1501 (5º ano do ensino fundamental I). O intuito do encontro presencial é deixar os alunos terem contato com o modelo impresso e explorá-lo com todos os sentidos, além de desenvolver atividades em conjunto e responder curiosidades. Na atividade foi

possível associar as imagens de microscopia com imagens 2D e os modelos 3D impressos, o retorno no geral dos alunos foi positivo a grande maioria se mostrou participativa e atenta as informações da atividade. O modelo desenvolvido no presente trabalho foi apresentado junto com outros modelos desenvolvidos por membros da equipe do projeto de iniciação tecnológica.

**Figura 35, 36 e 37** - Atividade em sala de aula.





Fonte: a autora.

### 3.5 Resultado final

Podemos concluir que após todos os estudos e análise a melhor forma de representar este produto, seria elaboração de uma caixa contendo as duas metades do ovo junto com uma cartilha de instrução. Esse material poderia ser fornecido ou comercializado para as escolas interessadas em aplicar atividades relacionadas ao ensino de parasitologia em sala de aula, tendo um modelo didático tridimensional fidedigno à amostra biológica e que pode ser explorado de forma multidisciplinar pelos alunos e professores.

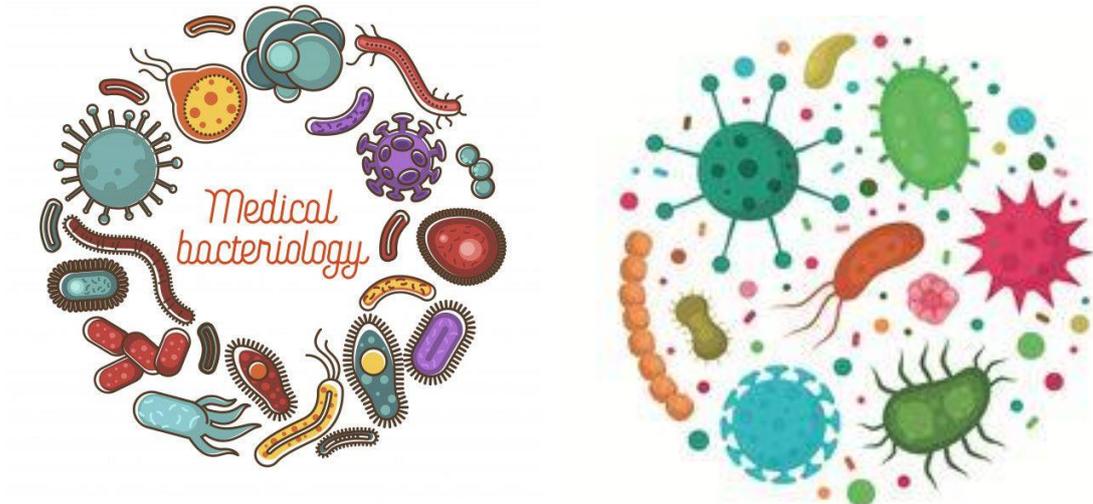
#### 3.5.1 Processo criativo

Primeiramente foi tomado um tempo para a escolha do nome que a caixa apresentaria, o projeto tem como premissa o fornecimento de um ovo de um parasita, que nesse projeto foi o *Trichuris muris*. Porém o desejo é de que vários ovos de diversos parasitos possam ser desenvolvidos e fornecidos como uma extensão desse projeto visando um futuro onde outros modelos venham a ser produzidos, portanto o nome deveria contemplar tamanha abrangência.

“De que parasita é este ovo?” foi o nome final resultado, e para acompanhá-lo foi pensando em desenvolver ilustrações básicas de parasitas e gerar uma logo simplificada em

preto e branco. Tomei como ponto de partida algumas imagens para vetorizar e modificar com o intuito de chegar à solução desejada para representar o projeto, também vale destacar que a tipografia usada foi a Peace Sans regular.

**Figura 38 e 39** – Inspirações para criação da logo.



Fonte: br.pinterest.com <acesso em: 13 de março de 2022>

**Figura 40** – Resultado da logo.

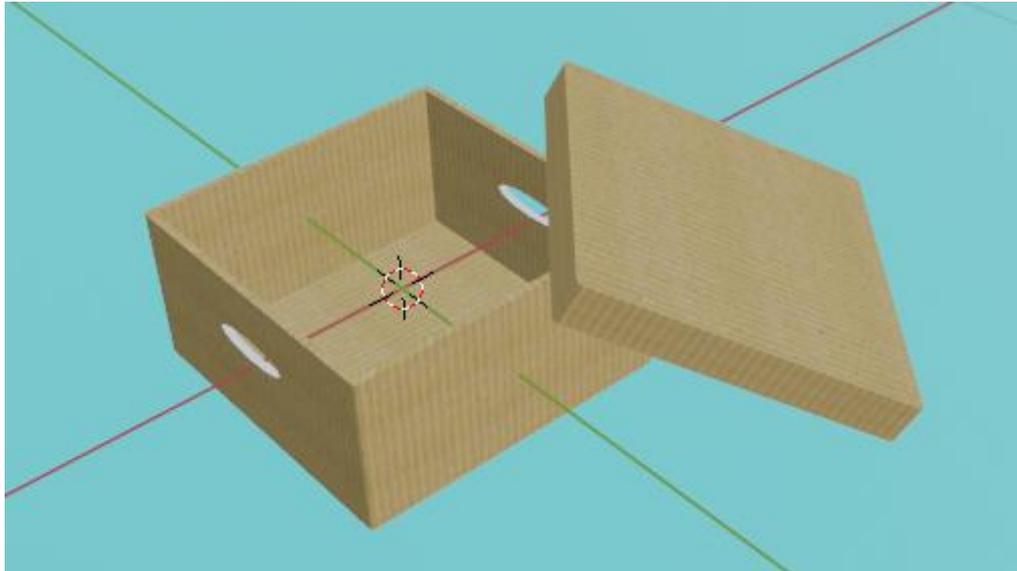


Fonte: a autora.

Em outro momento uma caixa para armazenar ambas as metades do ovo foi desenvolvida no software Blender, nela foi aplicado cor e textura para se parecer com papelão

quando renderizada. Em sua versão final, essa caixa terá a logo gravada em sua tampa, acomodara os modelos finais e será fornecida ou comercializada a rede de ensino.

**Figura 41** – Caixa de papelão criada no Blender.

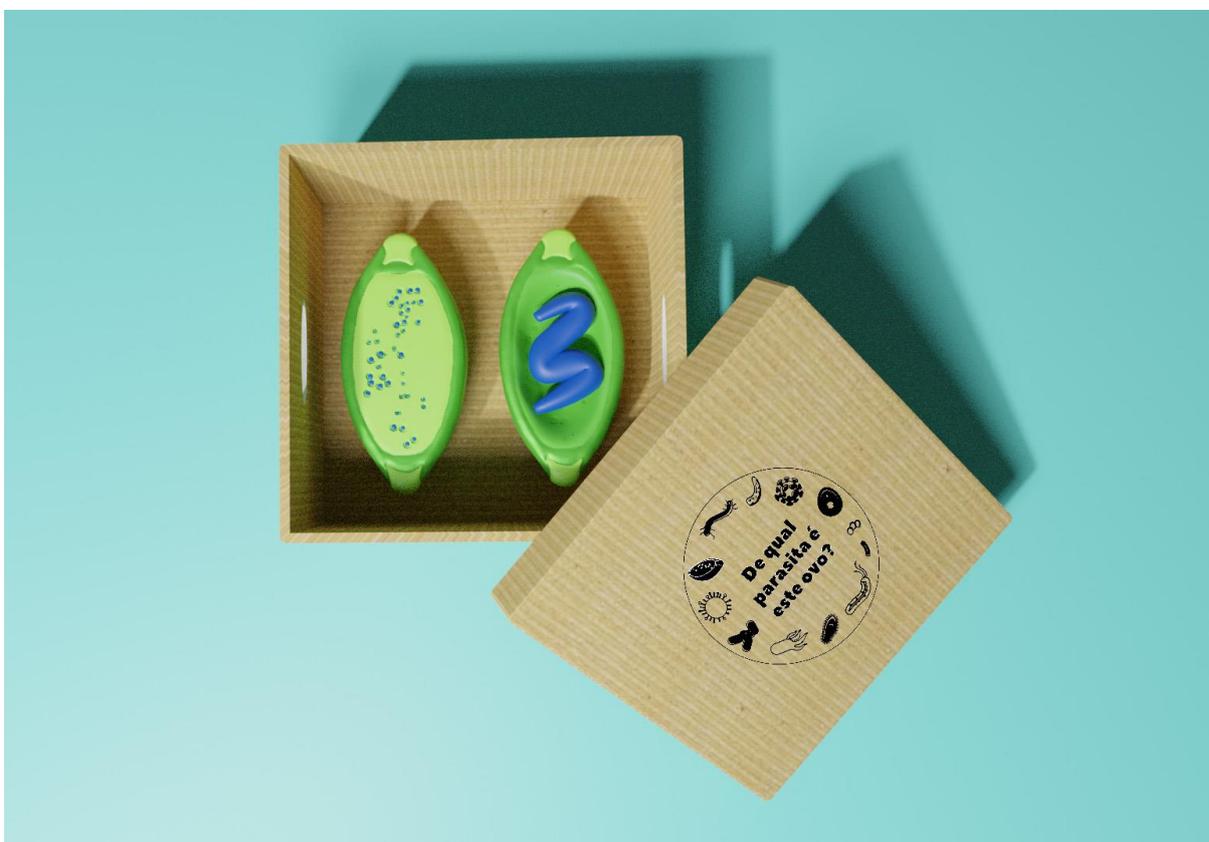
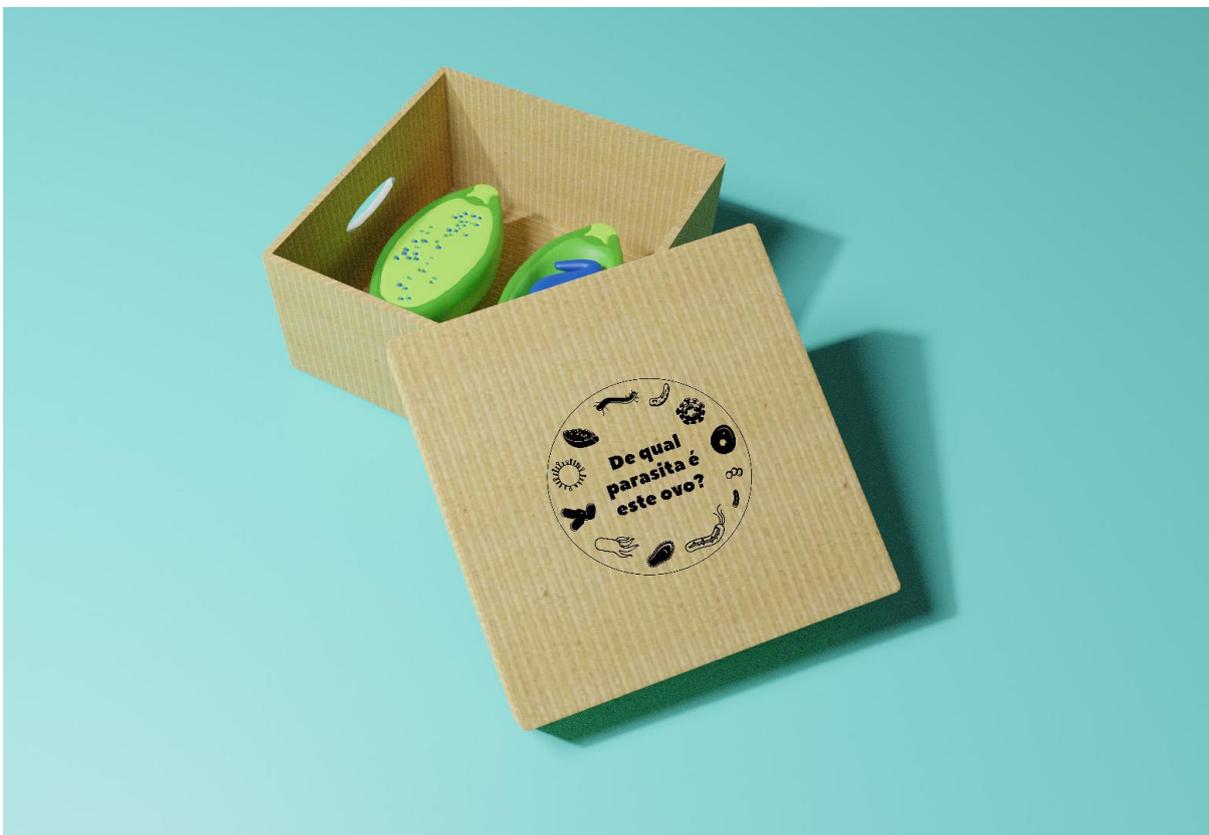


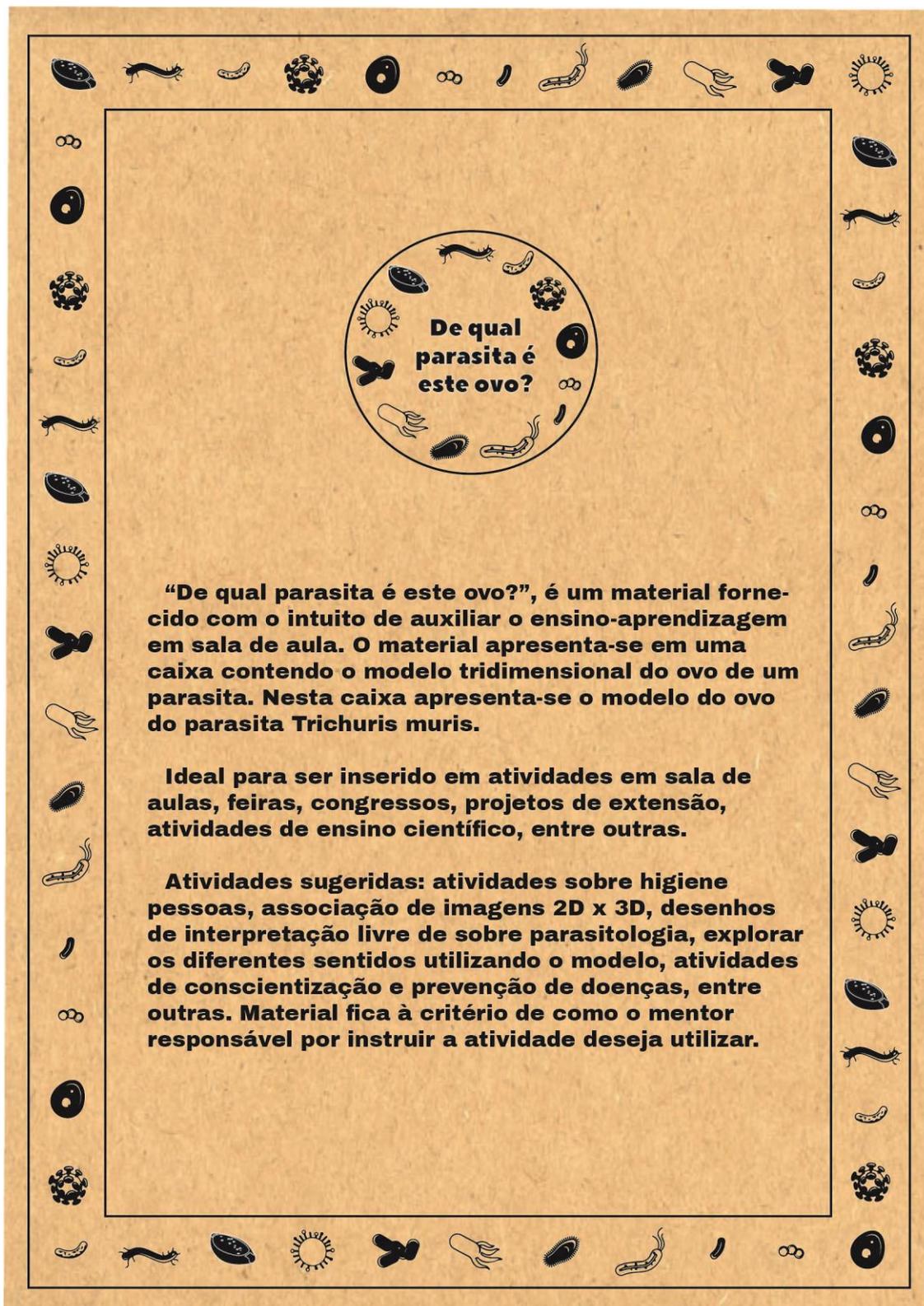
Fonte: a autora.

### 3.5.2 Produto final: De que parasita é este ovo?

Por fim no resultado final obtido teremos uma caixa de papelão onde serão guardadas duas metades do ovo de *Trichuris muris*, uma metade sendo o ovo com as células germinativas e a outra metade sendo embrionada (com a larva). Nesta caixa há a aplicação da logo em tamanho mediano na tampa nas cores preto e branco. Nesta caixa acompanha um folheto explicativo do projeto em tamanho A5, nele podemos observar instruções e sugestões.

Figura 42, 43 e 44 – Embalagem e cartilha do modelo 3D.





Fonte: a autora.

## 4 CONCLUSÃO

O design unido à modelagem 3D desponta como um meio promissor para agregar na rede de ensino-aprendizagem proporcionando novos tipos de ferramentas a serem explorados em sala de aulas ajudando na relação aluno/professor com a matéria a ser ensinada. O design atualmente apresenta-se como uma ferramenta auxiliadora na disseminação de informação científica através de diversas formas, a que se destaca neste trabalho é a relação em como um modelo tridimensional pode ser rico em detalhes pouco evidenciados e com isso agregar muito ao saber da comunidade científica. A busca por novos resultados e novas formas de abordagem amplia os horizontes para a integração do design com novas áreas. A aplicação de modelos físicos tanto em sala de aula como em laboratórios e congressos científicos podem auxiliar no melhor entendimento para estudos e pesquisas. Seguindo por esse caminho, a integração design e ciência apresenta papel importante para um futuro onde juntas podem buscar solucionar respostas de demandas que estão por vir.

## 5 REFERÊNCIAS

Antonelli, Paola. Pensador. Disponível em: [https://www.pensador.com/autor/paola\\_antonelli/](https://www.pensador.com/autor/paola_antonelli/), acesso em: 1º de abril de 2021.

BELEM, Larissa Figueiredo; DURÃES, Christine Guedes; TORRES, Eduardo José Lopes. MICROSOPIA DE SUPER-RESOLUÇÃO E MODELAGEM 3D DO OVO EMBRIONADO DE TRICHURIS MURIS.. In: Parasitologia na perspectiva da Saúde Única. Anais...Belo Horizonte(MG) Online, 2021. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/parasito2021/336481-MICROSOPIA-DE-SUPER-RESOLUCAO-E-MODELAGEM-3D-DO-OVO-EMBRIONADO-DE-TRICHURIS-MURIS>> Acesso em: 4 de maio de 2021.

Birbeire, Wagner Nagib de Souza. A ciência no olhar do design: quer que eu desenhe?, 2018. Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em formação científica, educacional e tecnológica, Curitiba. Acesso em: 1º de abril de 2021.

Comissão Nacional da Unesco, Ministério dos negócios estrangeiros. *Ciências para a sociedade* (2020). Disponível em: <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/ciencia-para-um-futuro-sustentavel/ciencia-para-a-sociedade>, Acesso em: 1º de abril de 2021.

Dias, Yan Emygdio. Confecção de modelos 3D dos ovos de Trichuris e Ascaris e sua aplicação no Ensino de Ciências e Parasitologia, 2021. Monografia apresentada ao Instituto de biologia Roberto Alcantara Gomes da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, para obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Biológicas. Acesso em: 9 de março de 2021.

Einstein, Albert. 30 frases sobre ciência que você precisa conhecer. Disponível em: <https://posgraduando.com/30-frases-sobre-ciencia-que-voce-precisa-conhecer/>, acesso em 31 de março de 2021.

Fiala J. C. (2005). *Reconstruct*: a free editor for serial section microscopy. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2818.2005.01466.x>, acesso em 12 de abril de 2021.

Fiocruz/ EPSJV/ Lic-Provoc/Observatório Juventude, *O que é parasitologia?* (2013)  
Disponível em: <http://www.juventudect.fiocruz.br/categoria-ciencia/ciencias-biologicas/parasitologia>. Acesso em 1º de abril de 2021.

Grzywacz, A., Góral, T., Szpila, K. *et al.* Confocal laser scanning microscopy as a valuable tool in Diptera larval morphology studies. *Parasitol Res* 113, 4297–4302 (2014).  
<https://doi.org/10.1007/s00436-014-4125-0>

Hansen, C.D., Johnson, C.R., *The Visualization Handbook*, Elsevier 2005. Disponível em:  
<https://books.google.com.br/books?id=mA8ih1AieaYC>, acesso em: 12 de abril de 2021.

Hofmann, Hans. 14 frases sobre a importância do design para seus projetos. Disponível em:  
<https://conteudofreela.com.br/14-frases-de-design/>, acesso em: 1º de abril de 2021.

Jobs, Steve (1987). Frases de design. Disponível em:  
[https://www.pensador.com/frases\\_famosas\\_design/](https://www.pensador.com/frases_famosas_design/), acesso em: 1º de abril de 2021.

Lima, Ludmila Rocha. Caracterização morfológica, ultraestrutural e modelagem 3D de ovos embrionados de *Trichuris muris* / Ludmila Rocha Lima. - 2019. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-graduação em Microbiologia.

Mattos, Edison Antonio de; Josef Pedro Andrade da Silva; Pedro Igor Rocha Rabello; Daniel de Medeiros Queiroz; e Wilson Elmer Nascimento. As professoras de ciências naturais e o ensino remoto na pandemia de COVID-19. Cadernos de Estágio, UFRN. Vol. 2 n.2 – 2020

Netter, F. H. ,*The Netter Collection of Medical Illustrations Nervous System: Anatomy and Physiology*, Elsevier - Health Sciences Division, 1964.

Prensier, G., and Ch. Slomianny. “The Karyotype of *Plasmodium Falciparum* Determined by Ultrastructural Serial Sectioning and 3D Reconstruction.” *The Journal of Parasitology*, vol. 72, no. 5, 1986, pp. 731–736. *JSTOR*, [www.jstor.org/stable/3281465](http://www.jstor.org/stable/3281465). Acesso em: 12 de abril de 2021.

Teo B, G, Sarinder K.K., Lim L.H., A novel alternative method for 3D visualisation in Parasitology: the construction of a 3D model of a parasite from 2D illustrations. Trop Biomed. 2010 Aug;27(2):254-64. PMID: 20962723.

Wikipédia, a enciclopédia livre. *ANDREAS VESALIUS*. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Andreas\\_Vesalius&oldid=59547565](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Andreas_Vesalius&oldid=59547565)>. Acesso em: 18 de maio de 2021.

Wikipédia, a enciclopédia livre. *CIÊNCIA E CRIAÇÕES DE LEONARDO DA VINCI*. Flórida: Wikimedia Foundation, 2020. Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Ci%C3%Aancia\\_e\\_cria%C3%A7%C3%B5es\\_de\\_Leonardo\\_da\\_Vinci&oldid=59084732](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Ci%C3%Aancia_e_cria%C3%A7%C3%B5es_de_Leonardo_da_Vinci&oldid=59084732)>. Acesso em: 18 maio de 2021.

Wikipédia, a enciclopédia livre. *FRANK H. NETTER*. Flórida: Wikimedia Foundation, 2019. Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Frank\\_H.\\_Netter&oldid=55243279](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Frank_H._Netter&oldid=55243279)>. Acesso: 18 de maio de 2021.