

## DESIGN E EDUCAÇÃO NO ENSINO SUPERIOR: proposta de método para avaliação afetiva de modelos didáticos tridimensionais em disciplinas da área de saúde

*DESIGN AND EDUCATION IN HIGHER EDUCATION: methodological proposal for the affective evaluation of three-dimensional didactic models in health disciplines*

SOUSA, Sarah Jessica Diniz de; Mestranda; Universidade Federal de Pernambuco

[sarah.jessica@ufpe.br](mailto:sarah.jessica@ufpe.br)

GALVÃO, Thyana Farias; Doutora; Universidade Federal de Pernambuco

[thyana.fgalvao@ufpe.br](mailto:thyana.fgalvao@ufpe.br)

SILVA, Germannya D’Garcia Araújo; Doutora; Universidade Federal de Pernambuco

[germannya.asilva@ufpe.br](mailto:germannya.asilva@ufpe.br)

### Resumo

O presente artigo apresenta o desenho metodológico para avaliação afetiva dos modelos didáticos tridimensionais (MDT) baseados na síntese gráfica de um órgão real. Esses modelos didáticos são usados em disciplinas da área da saúde da Universidade Federal de Pernambuco. A metodologia do estudo é composta de quatro fases: Definição; Produção; Avaliação Afetiva do Artefato e, por fim, a Análise dos Resultados. Os professores que ministram as disciplinas de anatomia, histologia e fisiologia foram selecionados como público alvo. Os produtos serão fabricados por impressão 3D e a Escala de Diferencial Semântico será utilizada como instrumento de avaliação desta interação produto e usuário. A contribuição do estudo está pautada no incentivo de uso dos MDT's como ferramenta do ensino de geometria para desenvolver a capacidade visuoespacial dos alunos no ensino superior.

**Palavras Chave:** modelos didáticos tridimensionais; fabricação digital; emoção; design.

### Abstract

*This article presents the methodological design for the affective evaluation of three-dimensional teaching models (MDT) based on the graphic synthesis of a real organ. These teaching models are used in health disciplines at the Federal University of Pernambuco. The study methodology consists of four phases: Definition; Production; Affective Evaluation of the Artifact and, finally, Analysis of the Results. Teachers who teach anatomy, histology and physiology were selected as the target audience. The products will be manufactured by 3D printing and the Semantic Differential Scale will be used as a tool to evaluate this product-user interaction. The study's contribution is based on encouraging the use of MDTs as a geometry teaching tool to develop students' visuospatial skills in higher education.*

**Keywords:** three-dimensional teaching models; digital manufacturing; emotion; design.

## 1 Introdução

Historicamente, os estudos das ciências naturais e da saúde estão ligados às representações gráficas. É comum nos livros didáticos de biologia a exposição de imagens e ilustrações para facilitar a compreensão dos conteúdos. No entanto, essas representações bidimensionais nem sempre assemelham-se à realidade tridimensional do objeto estudado, e por isso, para compreendê-las é necessário um certo nível de abstração (Bruzzo, 2004).

No campo da neuropsicologia, Gazzaniga (2018) defende que o ser humano é capaz de perceber a profundidade nos padrões bidimensionais em imagens, porque o cérebro aplica os mesmos mecanismos que usa para trabalhar as relações espaciais entre os objetos no mundo tridimensional. E, para desenvolver esta capacidade de abstração da realidade, dois fenômenos estão imbricados: a sensação, de cunho fisiológico e a percepção, de cunho cognitivo. Por **sensação**<sup>1</sup> entende-se a captação de estímulos externos por meio dos sentidos e a transmissão elétrica dessas informações para o cérebro, sem que haja alguma interpretação. Já a **percepção** é a organização, processamento e interpretação dos estímulos obtidos por meio das sensações, dando significado às informações.

A habilidade de reter, formar, recuperar e transformar imagens visuais, simples ou complexas, através de esquemas mentais é denominada de **percepção visuoespacial**. Essa capacidade deve ser desenvolvida no indivíduo também para que ele consiga executar as tarefas do cotidiano (Carroll, 1993; Pietro e Velasco, 2006; Gazzaniga, 2018).

Os estudos desenvolvidos por Gois e Góes (2021), comprovam que o ensino da **expressão gráfica** durante a formação básica do discente desenvolve sua percepção visuoespacial, exercitando sua retenção e compreensão de informações e visualidades do seu entorno e de seus interesses, bem como a ampliação do repertório e oralidade. Entretanto, entre os anos de 1961 e 1996, o ensino dessa competência passou a ser negligenciado, principalmente com a ascensão no Movimento da Matemática Moderna no Brasil (MMM) (Barros e Bellemain, 2013).

O MMM defendia que o ensino da matemática deveria preocupar-se com aspectos formais e simbólicos da matemática, distanciando a aprendizagem de aspectos práticos e aplicáveis. Desta forma, a “reforma curricular” trouxe uma insegurança entre os educadores, que não se consideram aptos para ensinar geometria da forma que o movimento propunha, levando ao abandono do ensino de geometria, principalmente, a gráfica (Caldatto e Pavanello, 2015; Leme da Silva, 2022).

As consequências negativas desse movimento, seja para a formação do cidadão, seja para a formação científica, evidenciaram a importância dos conhecimentos de **geometria gráfica** na educação básica dos indivíduos. Como consequência desse impacto, alguns estudos mostram que os estudantes que ingressam nas Instituições de Ensino Superior (IES) ainda apresentam dificuldades na compreensão dos conteúdos que demandam maior abstração, acarretados pelo subdesenvolvimento de percepções e habilidades no tempo considerado adequado (Gomes, 2009; Valente e Pereira, 2015).

No ensino superior, é comum o estímulo às habilidades de representação gráfica nos cursos que demandam soluções projetuais como arquitetura, design e as diversas engenharias, diferente do que acontece nos cursos das ciências naturais e da saúde. Todavia, as disciplinas de anatomia, microscopia, fisiologia e histologia, uma vez que requerem o estudo da forma e das estruturas do corpo humano, demandam do aluno a habilidade de visualizar os órgãos inteiros e/ou seções deles

---

<sup>1</sup> Grifos nossos.

exigindo uma abstração tridimensional destes futuros profissionais.

Nos últimos anos, há registro de investigações que desenvolvem recursos educacionais tridimensionais no campo da saúde e ressaltam a importância dos artefatos para o desenvolvimento da percepção visual e espacial para promover essa habilidade aos profissionais da saúde (Sergovich *et al.* 2010; Tuijthof *et. al.*, 2017; Goudie *et al.* 2019; Eladl, *et. al.* 2020; Berg *et. al.*, 2021). Os autores citados corroboram com tais estudos e acreditam que a colaboração entre saberes distintos pode gerar soluções criativas e eficientes para a área da educação.

Diante do exposto, uma das estratégias no ensino da expressão gráfica para diminuir a dificuldade de aprendizagem de conteúdos complexos é o uso de modelos didáticos tridimensionais. Este recurso apresenta-se como uma boa alternativa para simplificar os conteúdos das disciplinas e facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Essa ferramenta pedagógica desperta autonomia e interesse do aluno; torna a aprendizagem prazerosa e promove a inclusão em sala de aula (Melo e Galvão, 2020). E, neste sentido, entende-se que o uso de modelos didáticos tridimensionais pode trazer contribuições significativas para o ensino superior na área da saúde.

O presente artigo apresenta o desenho do método proposto para uma avaliação afetiva dos modelos didáticos tridimensionais baseados na síntese gráfica de um órgão real e produzidos por impressão 3D. Os modelos serão avaliados pelos professores que ministram as disciplinas de anatomia, histologia e fisiologia.

Este trabalho está associado à pesquisa de mestrado, em andamento, vinculada ao Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), que tem como objetivo propor recomendações para o projeto e a fabricação digital dos modelos didáticos tridimensionais a partir dos resultados das avaliações técnicas e afetivas dos artefatos. Esta investigação de caráter multidisciplinar conta com a parceria do Laboratório de Design O Imaginário, do Grupo de Experimentos em Artefatos 3D - GREA3D e do Departamento de Anatomia, todos ligados à UFPE.

## 2 O ensino da geometria nos cursos de nível superior da UFPE

A **geometria gráfica** se apresenta como um tipo de linguagem, que por meio dos sistemas de representação, permite a transmissão e compreensão de diferentes situações através de um ponto de vista, um observador (Barros e Bellemain, 2013). O **estudo da geometria** durante a educação básica auxilia os estudantes no contato com situações problema, pois favorece o desenvolvimento da capacidade de argumentar e construir demonstrações, permitindo ao aluno desenvolver um raciocínio particular para compreender, descrever e representar o mundo em que vive de forma organizada. Para uma comunicação efetiva a partir das representações, a capacidade de abstrair é um dos fatores envolvidos no processo cognitivo (Costa e Silva, 2019).

A partir dos pressupostos teóricos de Gardner, a Teoria das Inteligências Múltiplas, e de Laseau, sobre o Pensamento Gráfico, a **educação gráfica** é um dos caminhos tanto para o desenvolvimento da percepção visuoespacial, como também dos processos cognitivos. Assim, a capacidade de abstrair está diretamente associada ao estudo da geometria (Rêgo, 2011).

A problemática desta pesquisa está baseada no pressuposto prático da dificuldade de abstração dos estudantes ingressos no ensino superior da UFPE, relacionada ao desenvolvimento

da “**capacidade visiográfica-tridimensional**” (CV3D). A CV3D é a habilidade do indivíduo de perceber e compreender formas tridimensionais e expressá-las graficamente bi e tridimensionalmente (Rêgo, Op.cit).

O curso de Licenciatura em Expressão Gráfica (LEG) criado em 1951 na UFPE, tem como objetivo formar professores de geometria gráfica com foco na educação básica (ensino fundamental, médio, médio técnico e profissionalizante ligado ao ensino médio). O principal eixo do curso é o estudo da Geometria Gráfica, e a partir dele, são feitas aplicações em diferentes áreas: artes visuais, engenharia, arquitetura, design, desenvolvimento de recursos didáticos (físicos e digitais), modelagem 3D e fabricação digital voltada para o desenvolvimento de recursos didáticos.<sup>2</sup>

A geometria gráfica é o fio condutor que dá suporte ao aluno durante todo curso, permitindo que ele, de acordo com seu perfil, a escolha de um ou mais eixos profissionais oferecidos, e desde 2006, o curso também vem formando licenciados habilitados para desenvolver projetos de cunho pedagógico sem perder o perfil científico-tecnológico (Barros e Bellemain, 2013).

O Departamento de Expressão Gráfica (DEG), localizado no Centro de Artes e Comunicação (CAC), é responsável por fornecer professores para os cursos de graduação da UFPE que tenham em seus currículos disciplinas de Geometria Descritiva, Geometria Gráfica Bidimensional e Tridimensional, Desenho Técnico, Desenho de Máquinas, Topografia e afins. Os principais cursos atendidos pelo departamento são: as diversas Engenharias, Arquitetura, Design, Licenciatura em Matemática e Química Industrial.

Esta pesquisa pretende aproximar as ações do DEG das demandas dos cursos de graduação do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da UFPE que tenham em seus currículos as disciplinas de anatomia, histologia e fisiologia a partir da fabricação de modelos didáticos tridimensionais baseados na síntese gráfica do órgão real.

### **3 Design e Educação: sob a Perspectiva do Design Instrucional e Design Universal para Aprendizagem**

#### **3.1 Os Princípios de Design Instrucional ( DI )**

O conceito de instruir significa facilitar de forma intencional a aprendizagem para o alcance dos objetivos estabelecidos de acordo com as necessidades anteriormente identificadas. No que tange ao DI, Smith e Ragan (1999) e Filatro (2008) corroboram que o termo pode ser definido como um processo sistemático de planejamento (conjunto de atividades) para identificar um problema (uma necessidade) de aprendizagem e desenhar, implementar e avaliar uma solução para resolvê-lo.

Para Filatro (2019) o processo para desenvolvimento e implantação de um DI está dividido nas etapas de Análise, Planejamento, Execução, Implementação e Avaliação, que pode ser conferido no quadro 1.

---

<sup>2</sup> Retirado do site da instituição, disponível em: [<https://www.ufpe.br/expressao-grafica-licenciatura-cac>] Acesso em: 10 agosto 2024.

Quadro 1 - As etapas do DI e o processo geral de design.

Processo geral de design	Etapas da DI	Descrição
Compreender o problema	Análise	Consiste em: a) identificar as necessidades de aprendizagem; b) caracteriza o público-alvo; e c) levantar as potencialidades e restrições institucionais.
Projetar uma solução	Design	Abarca o desenho de uma solução geral que, uma vez aprovada, é detalhada em termos de mapeamento e sequenciamento de conteúdos, estratégias e atividades de aprendizagem, seleção de mídias e ferramentas e instrumentos de avaliação a serem elaborados.
Desenvolver a solução	Desenvolvimento	Compreende a produção e a adaptação de recursos e materiais didáticos impressos e/ou digitais, a parametrização de ambientes virtuais e a preparação dos suportes pedagógico, tecnológico e administrativo.
Implementar a solução	Implementação	Constitui a experiência de aprendizagem propriamente dita, quando ocorre a aplicação da proposta de DI.
Avaliar	Avaliação	Etapa transversal que ocorre ao longo de todo o processo de construção da solução educacional.

Fonte: adaptado de Filatro (2019)

De maneira geral, a elaboração de um DI é guiada por três questionamentos: *Onde vamos? Como chegaremos? Como saberemos quando chegarmos?* Essas questões referem-se, respectivamente, à definição dos objetivos a serem alcançados, às estratégias instrucionais que serão adotadas para alcançar os objetivos anteriormente traçados e à avaliação do DI implementado. Para Tractenberg (2020), essa abordagem sistemática e cuidadosa na execução de tarefas, em todas as etapas do processo é o diferencial do DI em comparação a outras metodologias voltadas para o desenvolvimento de materiais educacionais.

### 3.2 O Design Universal para Aprendizagem (DUA)

Durante o passar dos anos, o conceito de educação inclusiva tem se modificado com os objetivos e os parâmetros que regem a sociedade e a educação, priorizando o direito de todas as pessoas participarem de forma ativa no mundo onde vivem. A meta de uma educação de qualidade vai além de se valorizar e respeitar as características, interesses e necessidades individuais, ela deve contribuir para o desenvolvimento de competências facilitadoras da participação e da cidadania dos indivíduos de uma sociedade (Nunes, 2015).

O Estatuto da Pessoa com Deficiência afirma que “o desenho universal trata da concepção de produtos, ambientes, programas e serviços a serem usados por todas as pessoas, sem necessidade de adaptação ou de projeto específico, incluindo os recursos de tecnologia assistiva” (Brasil, 2015, online). O desenho universal (DU) pode ser pensado para a educação, levando em conta a pluralidade da sala de aula com o objetivo de incluir e acolher por meio do desenho universal para aprendizagem (Bersch, 2017).

O DUA permite que o professor desenvolva estratégias de ensino, avaliação e material didático que têm em conta a diversidade dos alunos, se adequem a todos os alunos, promovendo uma equidade na sala de aula considerando os que aprendem, como aprendem e porque aprendem (Rapp, 2014; Nunes, *op. cit.*).

Uma das funções do uso de modelos didáticos tridimensionais como metodologia de ensino, além de promover uma aprendizagem significativa, é proporcionar autonomia a todos os estudantes, com ou sem necessidades especiais de aprendizagem, e transformar o ambiente de sala de aula inclusivo e acolhedor.

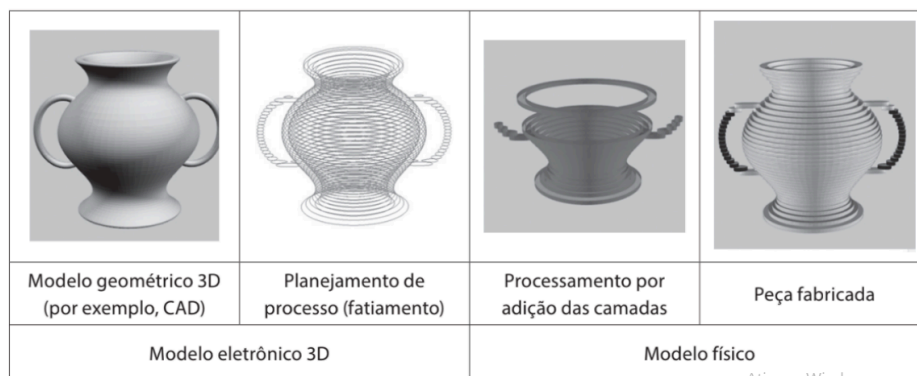
Os pressupostos e diretrizes da DUA são requisitos de extrema relevância para o desenvolvimento de qualquer recurso voltado ao ensino. As tecnologias digitais e a fabricação digital podem ser aplicadas para a criação de artefatos inclusivos, possibilitando a fácil reprodução, qualidade de acabamento e economia de tempo destinado para este fim, podendo inclusive serem compartilhados gratuitamente em repositórios online de forma colaborativa. Sanchez (2021) enfatiza que esta já é uma tendência entre os designers, potencializada pelo Movimento Maker e o Design Distribuído.

#### 4 Tecnologia Digital para Fabricação de Artefatos

A Fabricação Digital (FD) pode ser definida como um método que permite a transição de um modelo digital para o físico de forma automatizada. Dentre as tecnologias de fabricação digital existem as subtrativas e as formativas ou aditivas, sendo a última a mais viável para a execução de artefatos educacionais (Pupo, 2009; Sanchez, 2021; Silva, 2021).

Segundo Volpato (2017), a fabricação digital por adição de material teve início na década de 1980, também conhecida como manufatura aditiva (MA) ou impressão 3D, e caracteriza-se por ser um processo de fabricação no qual o insumo é depositado em forma de camadas por meio de informações obtidas através de uma representação geométrica gráfica tridimensional originada de um sistema CAD (Computer Aided Design) do projeto a ser executado, conforme a Figura 1.

Figura 1 – Representação das principais etapas de MA ou impressão 3D.



Fonte: Volpato (2017)

O princípio de sobreposição de camadas pode acontecer por diferentes tipos de tecnologias de modelagem: por Fusão - SLA (*Stereolithography*) e por Deposição - FDM (*Fused Deposition*

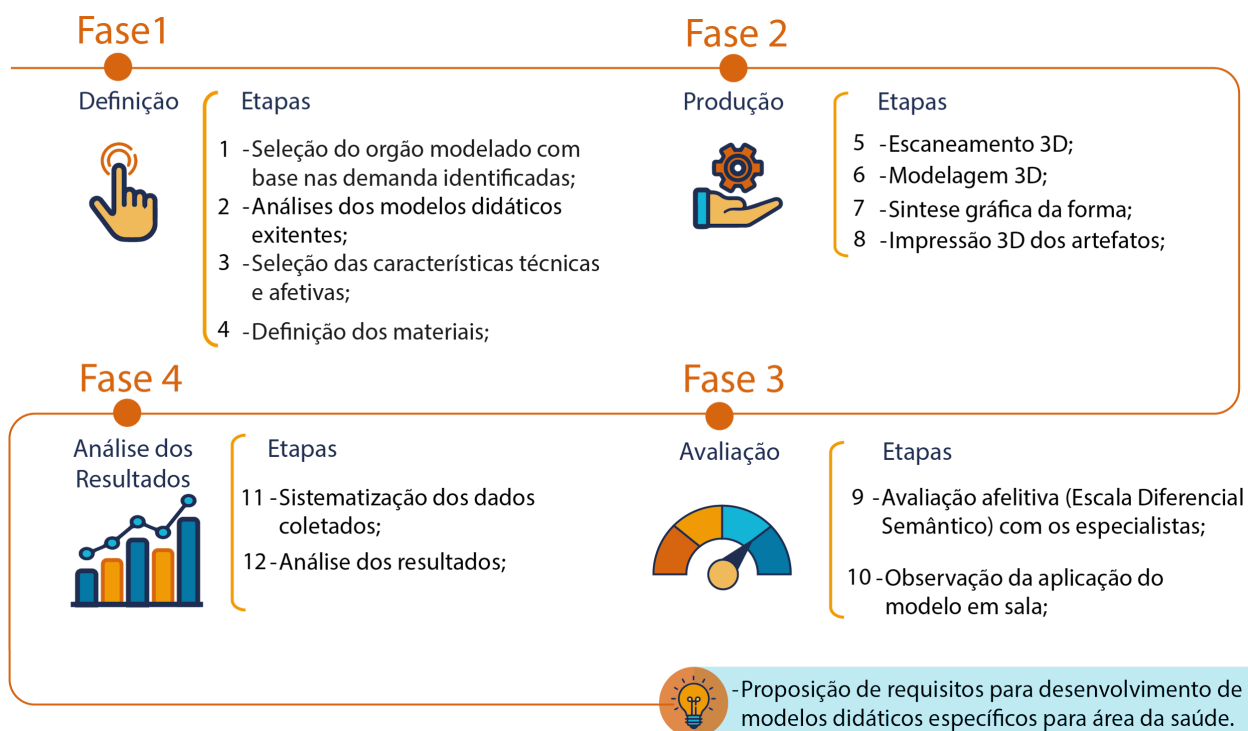
Modeling), também conhecida por FFF (*Fused Filament Fabrication*). Esta última é a alternativa mais comum entre os projetistas na esfera educacional e nos espaços makers, por ser acessível e de baixo custo (Sanchez, 2021; Silva, 2021).

O GRE3D da UFPE dispõe de impressoras (FFF) para uso em projetos colaborativos e, tendo em vista a disponibilidade dos equipamentos e o custo acessível dos materiais, esta foi a tecnologia de fabricação digital escolhida para dar seguimento a esta pesquisa.

## 5 Desenho do Método

De maneira geral, o estudo é conduzido por meio de quatro fases de fases: 1) Definição do artefato; 2) Produção do artefato; 3) Avaliação do artefato; 4) Análises dos resultados, e as fases da pesquisa divididas em dez (10) etapas metodológicas. Um diagrama foi proposto com o objetivo de ilustrar as fases e as etapas metodológicas da pesquisa (figura 2).

Figura 2 – Desenho do Método.



Fonte: Autoras (2024)

As ferramentas de pesquisa selecionadas são oriundas de diversas áreas do conhecimento, dentre elas, Design, Engenharia e Psicologia: A fotogrametria com smartphones para modelagem 3D; A síntese gráfica do órgão selecionado a partir da modelagem do objeto; A fabricação digital dos modelos com diferentes parâmetros de máquina e materiais poliméricos e, por fim, a avaliação afetiva de objetos com usuários especialistas a partir de protocolos de auto relato para medir o nível de aceitação dos modelos didáticos tridimensionais em sala de aula.

### Fase 1 – Definição do Artefato

A definição do artefato caracteriza-se pelos requisitos de desenvolvimento do produto. Para

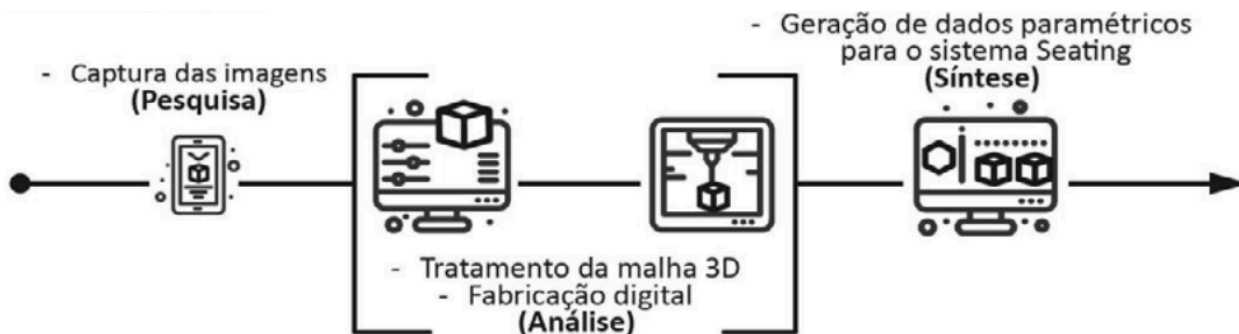
a escolha do conteúdo abordado, foram feitos encontros informais com professores da área. Os critérios determinantes para esta tomada de decisão foram: órgãos com mais objetivos; um conteúdo que abrangesse o máximo de cursos da área de saúde; a partir da percepção dos docentes, um conteúdo em que os estudantes apresentassem mais dificuldade de compreensão. Após discussão dos pontos previamente estabelecidos, o órgão selecionado foi o rim e o conteúdo contemplado os cortes anatômicos e histológicos, tendo em vista a dificuldade de abstração e conversão do tridimensional para o bidimensional, e vice-versa.

Posteriormente, foram iniciadas as análises dos modelos que já são usados pelos professores, modelos feitos artesanalmente pelo próprio corpo docente e também os modelos anatômicos comerciais, que não são pensados para serem usados em sala de aula, mas que por falta de recursos específicos funcionam como uma breve solução. A seleção dos materiais foi associada ao modo de fabricação escolhido. Os materiais poliméricos termoplásticos PLA (ácido polilático) e TPU (poliuretano termoplástico) como insumo da tecnologia FFF.

## Fase 2 – Produção do Artefato

O Rim foi o órgão selecionado como primeiro órgão a ser testado e será modelado respeitando o protocolo de uso da técnica de fotogrametria com smartphones para modelagem 3D (Figura 3) com o aplicativo MagicScan, versão 1.9.8 (licença premium) (Silva, *et. al.*, 2023). A parceria com o Departamento de Anatomia da UFPE possibilitará o escaneamento tridimensional do órgão real durante sua dissecação e fatiamento para estudos.

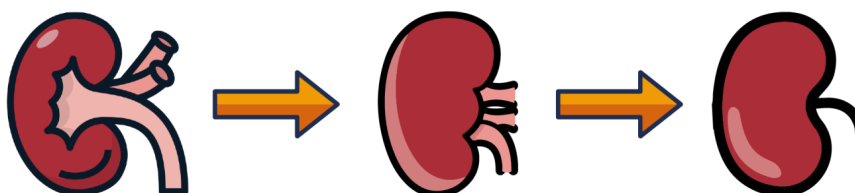
Figura 3 – Protocolo já validado de captura e modelagem 3D



Fonte: Silva, *et. al.* (2023)

Após essa etapa, será realizada uma síntese gráfica do produto tridimensional (Figura 4) em três estágios de detalhamento, indo do artefato com a forma mais próxima da realidade à sua forma mais básica (geometrizada). Esta etapa será executada através do software Blender, versão 4.2 LTS (software livre e de código aberto).

Figura 4 – Esquema de síntese gráfica do órgão escolhido



Fonte: Autoras (2024)



Os artefatos modelados serão fabricados usando a Impressora 3D Cloner DH PLUS (utiliza filamento de 1.75mm, bico com saída de 0.4mm, Área de Impressão: 320x320x400mm) disponível no GREA3D.

### **Fases 3 – Avaliação do Artefato**

As ferramentas de coleta de dados utilizadas na pesquisa foram escolhidas a partir de aspectos técnicos, funcionais e de viabilidade. Inicialmente, o participante responderá um questionário com perguntas pessoais, a fim de conhecê-lo e garantir que o participante preenche todos os requisitos, sendo o público alvo da pesquisa. Já os dados da avaliação afetiva serão coletados e analisados através da Escala de Diferencial Semântico, desenvolvida para área da psicologia por Osgood em 1950, mas amplamente difundida nas ciências sociais aplicadas. Essa ferramenta capta as percepções e sentimentos dos usuários em relação ao objeto, sendo no design possível estabelecer relações do “objeto avaliado” e o “objeto ideal”, a fim de conceber um produto final satisfatório e eficiente (Pazmino, 2015).

No campo do Design, um artefato sempre provoca estímulos sensoriais, que por sua vez, desencadeiam emoções. A forma como essas emoções afetam a percepção do usuário e a tomada de decisão durante a interação, qualifica a experiência, podendo ser positiva ou negativa. Deste modo, identificar as emoções evocadas durante a interação e avaliar a experiência a partir das respostas emocionais dos usuários possibilita entender as necessidades emocionais e desenvolver produtos que propiciem o bem-estar mais duradouro (Damazio e Tonetto, 2022). No que tange à educação, proporcionar uma experiência mais agradável aos estudantes resulta em uma aprendizagem mais efetiva.

A cada artefato apresentado, o participante responderá a um questionário, sendo todos iguais para todas as soluções apresentadas. O questionário de avaliação afetiva está baseado no protocolo de pesquisa e análise de dados já validados no estudo de Sanchez (2021). Por meio da avaliação afetiva, será escolhido o modelo didático de maior aceitação de acordo com sua forma e constituição material. Esse modelo será aplicado em sala de aula, sendo feita uma observação do pesquisador para entender as potencialidades e oportunidades de melhoria do artefato.

Para este estudo delimita-se a participação de, pelo menos, cinco docentes. Os critérios de inclusão para participação na pesquisa foram: 1) Ser docente da Universidade Federal de Pernambuco; 2) Ministrar disciplinas de anatomia, histologia e/ou fisiologia; 3) Fazer uso de modelos didáticos em sala de aula. Nesta pesquisa os discentes não serão consultados, devido ao curto período de tempo para a aplicação e análise dos resultados.

### **Fases 4 – Análises dos Resultados**

Os dados coletados por meio do questionário de informações pessoais e as Escalas de Diferencial Semântico aplicados durante o experimento serão sintetizados por meio de tabela e gráficos a fim de facilitar a visualização dos dados para interpretação.

A partir da sistematização dos dados, serão realizadas análises qualitativas visando chegar aos requisitos técnicos e afetivos para o desenvolvimento dos modelos didáticos.

## 6 Considerações Finais

A presente pesquisa está em acordo com Berg et. al. (2021) quando propõe-se a contribuir com na educação no ensino superior em disciplinas ligadas à saúde por meio de estratégias de design para criação de modelos didáticos eficientes na construção de uma aprendizagem significativa. O referido autor defende que a colaboração entre áreas distintas e a criatividade transdisciplinar são as competências essenciais para o século XXI. Para que o desenvolvimento educativo seja rápido, objetivo e facilite as mudanças, são necessários esforços de colaboração entre disciplinas, especialmente no sector da educação.

O problema da dificuldade de abstração por parte dos discentes está normalizado independente da área de atuação do profissional. Esta habilidade é estimulada em cursos de graduação ligados às áreas de criação e representação gráfica como: Arquitetura, Engenharias, Design e Expressão Gráfica. Todavia, faz-se necessário o desenvolvimento da percepção visual e espacial em outras áreas do conhecimento, por exemplo, no ensino da área da saúde: biomedicina, medicina, enfermagem, fisioterapia, entre outros.

O uso de modelos didáticos tridimensionais direcionados a área pode ser um solução para afetar positivamente o aluno no desenvolvimento de diversas percepções. Contudo, há uma lacuna na sistematização metodológica para conceber tais recursos didáticos. O design como estratégia pode ser aplicado à educação para promoção de resultados positivos no processo ensino-aprendizagem.

Alguns eventos acadêmicos como o GRAPHICA<sup>3</sup> (International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design), promovido pela Associação Brasileira de Expressão Gráfica (ABEG), vêm discutindo, desde 2019, a importância do desenvolvimento da percepção e da representação gráfica para a medicina. A live comemorativa do evento do Rio de Janeiro trouxe a médica geriatra Tânia Cristina Guerreiro Martins para falar sobre a relação Desenho e Cognição e como esta é importante na condução de seu trabalho com idosos na Oficina da Memória, um espaço para ativar e estimular a memória e outras funções do cérebro.

No mesmo sentido, a Fabricação Digital tem se tornado uma ferramenta promissora para o desenvolvimento de artefatos educacionais pois, permite materializar ideias de maneira rápida, eficiente e colaborativa e seus produtos são mais atrativos por não dependerem da aptidão manual dos professores para fazê-lo (Sousa, 2024). Outro ponto positivo observado Sanchez (2020) por é a crescente propagação dos laboratórios makers, tornando essa tecnologia ainda mais acessível.

## 7 Referências

ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e design: A arte e ciência da seleção de materiais no projeto do produto**. Elsevier Brasil, 2013.

BARROS, Thyana F. G.; BELLEMAIN, Franck G. R. **Nova Licenciatura em Expressão Gráfica: parcerias para um futuro promissor**. In: Anais X International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design / XXI Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico. Graphica 13. Florianópolis, 2013.

---

<sup>3</sup> A live comemorativa Ecos do Graphica está disponível em: [<https://www.youtube.com/watch?v=d52zwg-hoOs>]

- BERG, A., et. al. Track 05: Co-creation of interdisciplinary design educations, in Bohemia, E., Nielsen, L.M., Pan, L., Börekçi, N.A.G.Z., Zhang, Y. (eds.), **Learn X Design 2021: Engaging with challenges in design education**, 24-26 September. 2021, Shandong University of Art & Design, Jinan, China. [https://doi.org/10.21606/drs\\_lxd2021.00.312](https://doi.org/10.21606/drs_lxd2021.00.312)
- BERSH, Rita. **INTRODUÇÃO À TECNOLOGIA ASSISTIVA: assistiva, tecnologia e educação**. Porto Alegre. 2017. Disponível em : < [https://www.assistiva.com.br/Introducao\\_Tecnologia\\_Assistiva.pdf](https://www.assistiva.com.br/Introducao_Tecnologia_Assistiva.pdf)>. Acesso em 23 mar. 2024.
- BRASIL, Lei nº 13.146, de 06 de julho de 2015. **Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência)**. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2015/Lei/L13146.htm)>. Acesso em 23 mar. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRUZZO, C. **Biologia: educação e imagens**. *Educação & Sociedade*. v.25. p. 1359-1378. 12- 2004. 10.1590/S0101-73302004000400013.
- CALDATTO, M. E., PAVANELLO, R. M. **Um panorama histórico do ensino de geometria no Brasil: de 1500 até os dias atuais**. 2015. *Quadrante*, 24 (1), 103-128.
- CARROLL, J. B. **Human cognitive abilities: a survey of factoranalytic studies**. New York: Cambridge University Press.1993.
- COSTA, C. B. S.; SILVA, J. R. P. **Orientações do bncc e pcn: uma análise da geometria dos anos finais do ensino fundamental**. *Anais VI CONEDU...* Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: . Acesso em: 18/11/2023.
- DAMÁZIO, V.; TONETTO, L. **Design Emocional e Design para o Bem-estar: marcos, referências e apontamentos**. *Estudos em Design | Revista online*, Rio de Janeiro: v. 30, n. 1, p. 156 – 170, 2022.
- ELADL, M. A.; JARRAHI, A. **Using practical-based team-based learning (PTBL) as a tool for providing an immediate feedback to the students during Anatomy Education**. *European Journal of anatomy*. v. 24. nº1. p. 57-62. 2020. ISSN 2340-311X (Online).
- FERNÁNDEZ, B., CAJARAVILLE, M T. P, J. & GODINO, A. J. D. **Configuraciones epistémicas y cognitivas en tareas de visualización y razonamiento espacial**. Tenerife Fecha: XI Simposio de la SEIEM, Actas del Simposio. 2007.
- FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson/Prentice-Hall, 2008.
- FILATRO, A. **Di 4.0: Inovação na educação corporativa**. São Paulo: Saraiva Uni. 2019.
- GAZZANIGA, Michael S; HEATHERTON, Todd F. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2018.
- GOIS, Francisca M.; GÓES, Anderson R. T. **A EXPRESSÃO GRÁFICA NA APRENDIZAGEM DAS CRIANÇAS NA EDUCAÇÃO INFANTIL: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA**. *Educação Gráfica*, Brasil, Bauru. ISSN 2179-7374. V. 25, No . 3. Dezembro de 2021. p. 80 – 99.
- GOMES FILHO, J. **Gestalt do objeto: sistema de leitura visual da forma**. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.
- GOUDIE C, et. al. **The Use of 3D Printed Vasculature for Simulation-based Medical Education Within Interventional Radiology**. *Cureus*. 2019 Apr 3;11(4):e4381. doi: 10.7759/cureus.4381.

PMID: 31218145; PMCID: PMC6553672.

LEME DA SILVA, Maria Célia. **Abandono do ensino de geometria e a matemática moderna: uma revisão histórica.** Zetetike, Campinas, SP, v. 30, n. 00, p. e022030, 2022. DOI: 10.20396/zet.v30i00.8665149. Disponível em:

<https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/zetetike/article/view/8665149>. Acesso em: 10 ago. 2024.

MELO, S. S.; Galvão; T. F. **Criando Modelos Didáticos com Responsabilidade Socioambiental.** OLIVEIRA, M. B. M. (ORG.). Gestão Ambiental: Diálogos em sustentabilidade. Ed. UFPE: Recife, 2020. p. 158 à 176.

NUNES, J. P. S; Costa, K. R. L. **O Sistema Braille E A Formação Docente.** 11 ENFOPE. Sergipe/PI. V. 11, n. 1. 2018. ISSN 2179- 0663.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos.** São Paulo: Blucher, 2015.

PRIETO, G. Velascos, A. D. **Visualização Espacial, Raciocínio Indutivo e Rendimento Acadêmico em Desenho Técnico.** Psicologia Escolar e Educacional. v. 10, p. 11-20. 06/2006. 10.1590/S1413-85572006000100002.

PUPO, R. T. **Ensino da prototipagem rápida e fabricação digital para arquitetura e construção no Brasil: definições e estado da arte.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, Campinas, SP, v. 1, n. 3, p. 80–98, 2008. DOI: 10.20396/parc.v1i3.8634511. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/8634511>. Acesso em: 17 nov. 2023.

RAPP, W. H. **Universal design for learning in action: 100 ways to teach all learners.** Baltimore: Paul Brookes Publishing, 2014.

RÊGO, R. M. **Educação gráfica e projeção arquitetônica: as relações entre a capacidade visigráfica-tridimensional e a utilização da modelagem geométrica 3D.** Blucher: São Paulo. 2011.

SÁNCHEZ , José Ignacio; SILVA , Germannya D`Garcia Araújo; **"A Qualidade Percebida dos Produtos Fabricados por Impressão 3D FDM (Fused Deposition Modeling): Uma Revisão Sistemática de Literatura com Ênfase na Satisfação do Usuário Final "**, p. 26 -63. In: ergonomia e tecnologia [em foco]. São Paulo: Blucher, 2020.

ISBN: 9786555500455, DOI 10.5151/9786555500455-01

SANCHEZ, Jose Ignacio; SILVA, Germannya D`Garcia Araujo; **"Usabilidade e afetividade no design distribuído: um estudo sobre a qualidade visual e háptica percebida dos produtos utilitários fabricados por impressão 3D FDM por laboratórios independentes"**, p. 169-179 . In: Anais do I Seminário de Pesquisa PPGDesign . São Paulo: Blucher, 2021.

ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/isspppgdesign-18

SERGOVICH, A; JOHNSON, M; WILSON, TD. **Explorable three-dimensional digital model of the female pelvis, pelvic contents, and perineum for anatomical education.** Anat Sci Educ. 2010 May-Jun;3(3):127-33. doi: 10.1002/ase.135. PMID: 20166225.

SILVA, C. R. **Análise Da Utilização Das Tecnologias De Fabricação Digital Aplicadas Ao Ensino De Graduação Em Design No Estado De São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Design) Faculdade De Arquitetura, Artes, Comunicação E Design – Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”. São Paulo. p. 215. 2021.

SILVA, G. D. A.; SILVA, T. F. S.; CORDEIRO, E. J. D.; MARCELINO; J. F. Q. **Modelagem 3D de crianças com deficiência motora por fotogrametria com smartphone para adequação postural de cadeira de rodas.** In **Educação e Tecnologia Assistiva**, Florianópolis, 06 a 10 nov. 2023. Anais do 4º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM TECNOLOGIA ASSISTIVA (CBTA 2023). Florianópolis: Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), 2023. p.340-349.

SMITH, P.L.; RAGAN, T.J. **Instructional design.** (2nd ed.). Toronto: John Wiley & Sons, 1999.

SOUSA, Sarah Jessica Diniz de; SILVA, Germanya D'Garcia Araújo; "Design como Ferramenta de Inclusão no Desenvolvimento de Modelos Didáticos para Estudantes Com Deficiência Visual: Uma Revisão Sistemática De Literatura", p. 78 -93. In: **Anais III SEMINÁRIO DE PESQUISA PPGDesign UFPE2023: DESIGN [em fronteira] 07-11AGOSTO2023.** São Paulo: Blucher, 2024.

ISBN: 9786555503463, DOI 10.5151/9786555503463-05

TRACTENBERG, R. **O Design Instrucional e suas etapas.** Curso Teoria e Prática do Design Instrucional. Livre Docência, 2020.

TUIJTHOF G, CABITZA F, RAGONE V, COMPAGNONI R; Dutch Arthroscopy Society Teaching Committee; Randelli P. **What Arthroscopic Skills Need to Be Trained Before Continuing Safe Training in the Operating Room?** J Knee Surg. 2017 Sep;30(7):718-724. doi: 10.1055/s-0036-1597755. Epub 2017 Jan 12. PMID: 28081575.

UFPE. **Curso de Expressão Gráfica - Licenciatura (CAC)**Curso de Expressão Gráfica - Licenciatura (CAC). Disponível em: [<https://www.ufpe.br/expressao-grafica-licenciatura-cac>] Acesso em: 10 agosto 2024.

VOLPATO, N. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D,** Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, SP, 2017.