

PHAV

Plataforma holografica
de Anatomia Veterinaria



PROF. DR. ANTONIO CHAVES DE ASSIS NETO
M.V CAIO LANDI REIMÃO

1. O QUE É O PRODUTO

O produto nasce de uma reflexão profunda sobre um desafio que persiste há séculos no ensino superior: como revolucionar, de fato, uma disciplina tão fundamental e tradicional quanto a Anatomia? Por quase quinhentos anos, desde que Andreas Vesalius introduziu a dissecação como pilar do estudo anatômico, o laboratório de anatomia mudou muito pouco em sua essência, operando quase como um museu de técnicas. Essa abordagem clássica, embora historicamente valiosa, impõe barreiras cada vez mais evidentes no século XXI: o alto custo de manutenção de laboratórios, a degradação natural das peças biológicas, a carga ética associada ao uso de cadáveres e, crucialmente, as limitações pedagógicas de um método que nem sempre consegue inspirar ou engajar todos os perfis de estudantes.

A ideia, portanto, transcende a criação de uma simples ferramenta digital; trata-se da proposição de uma nova filosofia de ensino. O conceito central do produto é ser a ponte que conecta o conhecimento anatômico clássico, consolidado ao longo de séculos, com as possibilidades ilimitadas da computação espacial. É uma solução pedagógica que visa democratizar o acesso à anatomia de alta fidelidade, removendo as limitações do mundo físico. A proposta é transformar o aprendizado passivo, de observação, em uma experiência ativa, tátil e imersiva, onde o aluno deixa de ser um espectador para se tornar o explorador e protagonista de sua própria jornada de conhecimento.

Em essência, o produto é a materialização de uma abordagem educacional moderna para a medicina veterinária, guiada pela inovação tecnológica. Ele representa a convicção de que a melhor forma de preparar os profissionais do futuro é com ferramentas que não apenas transmitam informação, mas que cultivem a curiosidade, o pensamento crítico e promovam uma compreensão verdadeiramente cinestésica e duradoura da complexa arquitetura do corpo animal.

2. PHAV: PLATAFORMA HOLOGRÁFICA DE ANATOMIA VETERINÁRIA

A Plataforma Holográfica de Anatomia Veterinária (PHAV) é a execução validada dessa visão. Concebida formalmente em 2024, a PHAV não surgiu de um *insight* momentâneo, mas é o resultado de dois anos de pesquisa metódica em iniciação científica financiada pelo CNPQ. Esse período foi dedicado a explorar, testar e refinar as vastas aplicabilidades do dispositivo de realidade mista Microsoft HoloLens 2 no contexto acadêmico. A transição de um estudo exploratório para um produto consolidado foi impulsionada por uma validação dupla: por um lado, a frieza dos números, que já apontavam para resultados estatísticos promissores, e por outro, a reação entusiasmada e a incrível receptividade dos alunos de graduação que participaram dos testes iniciais.

Tecnicamente, a PHAV é um ecossistema de *software* que projeta hologramas ultrarrealistas de modelos anatômicos diretamente no espaço físico do usuário. Esses modelos não são meras interpretações artísticas, mas reconstruções digitais fiéis, criadas a partir de processos meticulosos de escaneamento da realidade, como fotogrametria e tomografia computadorizada, e refinamento de dados através de segmentação digital. Ao utilizar a PHAV, um estudante pode, por exemplo, caminhar ao redor de um esqueleto equino completo em escala real no meio de uma sala de aula, ou "segurar" um crânio felino com as próprias mãos para analisar cada sutura e forame. É possível isolar uma única vértebra, expandi-la ao tamanho de uma mesa para estudar suas facetas articulares e, em seguida, devolvê-la à sua posição exata na coluna vertebral com um simples gesto.

A eficácia da PHAV transcende a teoria, sendo comprovada por dados robustos. A plataforma já foi utilizada na disciplina de graduação de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo durante o curso da disciplina Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos I (VCI1101) por 2 anos. Uma análise experimental foi realizada e serviu como uma avaliação quantitativa, demonstrando uma melhora significativa no desempenho dos estudantes no segmento de osteologia da disciplina. Hoje, a plataforma saiu da fase de laboratório e está sendo aplicada diretamente no ambiente real da sala de aula,

servindo como um poderoso caso de estudo para a modernização curricular e um catalisador para uma cultura de inovação no ensino das ciências veterinárias.



Figura 1 - Atividades didáticas utilizando a Plataforma com hologramas dos ossos do crânio durante aula prática em sala aula da disciplina VCI1101 – Anatomia Descritiva dos Animais Domésticos I, no 1 semestre de 2024

3. APARELHO DE REALIDADE AUMENTADA

O Microsoft Hololen 2 não é apenas um par de óculos; é um computador espacial autônomo. Sua principal inovação é a capacidade de entender o ambiente ao redor e ancorar hologramas (objetos 3D digitais) de forma persistente e realista nesse espaço. Isso significa que você pode colocar um holograma de um motor sobre uma mesa, andar ao redor dele, e ele ficará fixo no mesmo lugar.

O dispositivo combina diversos componentes de alta tecnologia para criar a experiência de realidade mista. Um dos seus principais elementos é a Unidade de Processamento Holográfico (HPU). Este é o cérebro da operação, um processador customizado dedicado a interpretar o enorme volume de dados vindo dos sensores em tempo real. Ele lida com o mapeamento do ambiente e o posicionamento dos hologramas, liberando o processador principal (CPU) e a placa gráfica (GPU) para rodar as aplicações.

Para entender o mundo, o HoloLens é coberto por sensores avançados. Câmeras de profundidade medem a distância dos objetos e superfícies, criando um mapa 3D do ambiente. Ao mesmo tempo, um conjunto de câmeras de rastreamento monitora constantemente o espaço para determinar a posição e orientação exata da cabeça do usuário, garantindo que os hologramas permaneçam estáveis. Isso é complementado por uma Unidade de Medição Inercial (IMU) para rastrear movimentos rápidos. A "mágica" visual acontece nos displays transparentes (Waveguides). Em vez de projetar imagens nas lentes, microprojetores disparam a luz através de guias de onda — múltiplas camadas de vidro com ranhuras microscópicas — que a rebatem diretamente para a retina do usuário. Isso cria a ilusão de que a luz do holograma está vindo do mundo real.

A imersão é completada pelo áudio espacial. O dispositivo possui alto-falantes que simulam sons 3D, fazendo com que o som pareça vir da localização exata de um holograma no ambiente.

4. O UNIVERSO DA UNREAL ENGINE

4.1 A POTÊNCIA POR TRÁS DE MUNDOS DIGITAIS

Para entender os plugins, primeiro precisamos falar da base onde eles operam: a *Unreal Engine* (UE). Longe de ser apenas uma ferramenta, a *Unreal Engine*, desenvolvida pela *Epic Games*, é um dos mais avançados e completos ecossistemas de criação 3D em tempo real do mundo. Embora tenha nascido no universo dos games, com o clássico jogo "Unreal" em 1998, sua evolução a transformou em uma verdadeira potência para diversas indústrias.

Pense nela como uma oficina digital completa. Ela não fornece apenas o motor para o carro (a capacidade de "rodar" o projeto), mas também todas as ferramentas para construir cada peça do zero: a lataria (os gráficos), o sistema elétrico (a interatividade), o painel (a interface) e até a física de como o carro se comporta na estrada.

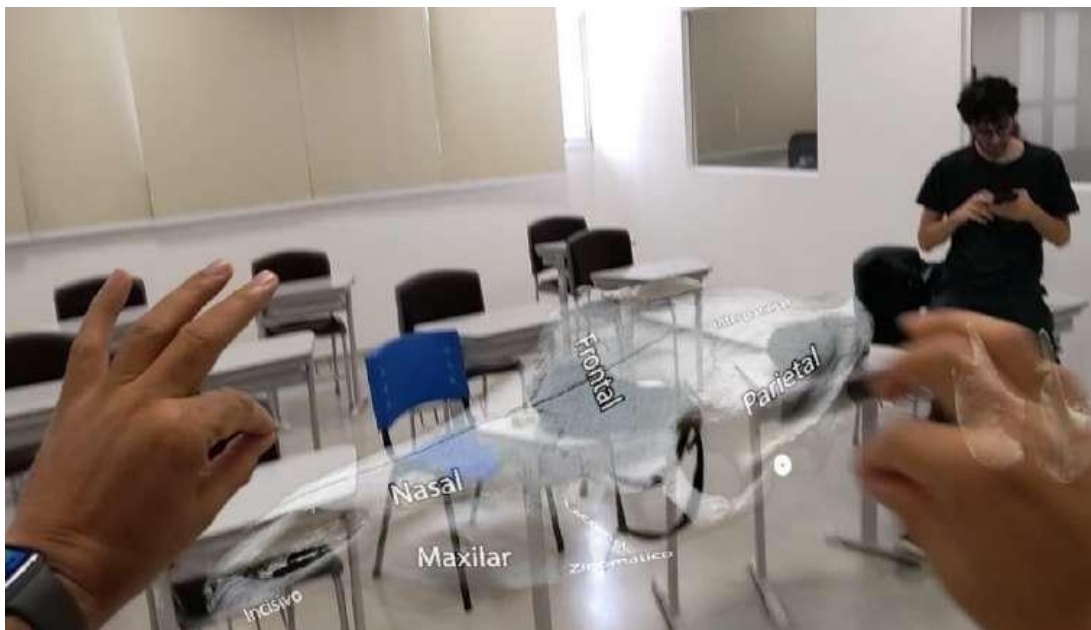


Figura 2 - Tela da Unreal Engine 4.27 na construção da PHAV. Ossos do crânio (osso nasal, osso maxilar, osso incisivos, osso nasal, ossos maxilar, ossos nasal e mandíbula).

4.2 OS PILARES DA UNREAL ENGINE

A força da *Unreal Engine* se apoia em alguns pilares fundamentais. Primeiramente, seu fotorrealismo de ponta é mundialmente famoso, com tecnologias de iluminação e materiais que permitem criar cenas indistinguíveis da realidade, algo crucial não apenas para jogos, mas para simulações e produções cinematográficas. Essa potência visual é democratizada através do seu revolucionário sistema Blueprint Visual Scripting, que permite a criadores e artistas sem experiência em programação criar lógicas complexas de forma visual. Ao mesmo tempo, ela oferece aos programadores o poder bruto da linguagem C++ para customizações profundas. Finalmente, tudo isso opera dentro de um ecossistema completo, que inclui um vasto Marketplace onde desenvolvedores podem adquirir recursos prontos, acelerando drasticamente o desenvolvimento e fomentando a colaboração.

4.3 OS PLUGINS MRTK: A PONTE ENTRE A UNREAL E A REALIDADE MISTA

Agora, vamos à sua imagem. Os plugins que você tem instalados, o *Mixed Reality Toolkit Hub* e o *Mixed Reality UX Tools*, são componentes do famoso MRTK. Se a *Unreal Engine* é a oficina, o MRTK é o kit de ferramentas ultra especializado para construir um tipo muito específico de veículo: aquele que viaja entre o mundo real e o digital. Desenvolver para Realidade Virtual (VR) e, especialmente, para Realidade Mista (MR) como a do HoloLens 2, apresenta desafios únicos que não existem em jogos de tela plana. Como o usuário clica em um botão que não existe fisicamente? Como ele agarra um objeto virtual? É exatamente isso que o MRTK resolve. Ele é um acelerador de desenvolvimento de código aberto que fornece os blocos de construção fundamentais para criar experiências imersivas de alta qualidade.

- **Mixed Reality Toolkit Hub:** Pense neste como o "gerente" ou o "instalador" do kit. Ele ajuda a configurar seu projeto na Unreal Engine com todos os componentes necessários para que a comunicação com os dispositivos de realidade mista funcione corretamente.
- **Mixed Reality UX Tools:** Esta é a parte mais "carnuda" do kit. "UX" significa "User Experience" (Experiência do Usuário). Este plugin fornece uma vasta biblioteca de componentes e sistemas de interação prontos para usar, como sistemas de interação manual, componentes de interface (botões, sliders, etc.) desenhados para 3D e ferramentas que garantem a portabilidade entre diferentes plataformas.

Em resumo, sem o MRTK, você teria que programar do zero toda a complexa lógica de como um usuário interage com um mundo virtual usando as mãos, os olhos ou controles. Com ele, você pode focar no que realmente importa: o conteúdo da sua aplicação, como a sua plataforma de anatomia.

5. A CONEXÃO COM A REALIDADE VIRTUAL E MISTA

A **Realidade Virtual (VR)** busca mergulhar o usuário em um ambiente 100% digital, substituindo completamente o mundo real. Já a **Realidade Mista (MR)**, o foco do HoloLens 2 e do MRTK, busca mesclar os dois mundos, sobrepondo hologramas e informações digitais ao ambiente físico que você vê ao seu redor.

A *Unreal Engine*, com sua capacidade gráfica, fornece o "poder de fogo" para renderizar esses hologramas com um realismo impressionante. O MRTK, por sua vez, fornece a "gramática" da interação, permitindo que esses hologramas não sejam apenas objetos estáticos, mas ferramentas interativas e responsivas.

A junção dessas tecnologias representa uma mudança de paradigma na computação. Estamos saindo da era da "computação em telas" e entrando na era da "computação espacial", onde a informação vive no espaço ao nosso redor. Seu projeto de anatomia veterinária é um exemplo perfeito disso: em vez de ver um osso em um livro ou em uma tela 2D, os alunos podem "segurá-lo" em suas mãos, andar

ao seu redor, expandi-lo e analisá-lo de ângulos impossíveis no mundo real. Isso não é apenas uma nova forma de ver; é uma nova forma de entender.

6. VIDEO EXPLICANDO O IMPACTO DA FERRAMENTA PRODUZIDA

O vídeo disponibilizado no repositório EduCAPES (<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/983895>) apresenta, de forma clara e objetiva, os principais impactos pedagógicos e tecnológicos da “Plataforma Holográfica Interativa de Anatomia” (PHAV) no contexto do ensino superior. A produção audiovisual serve como um recurso complementar ao material descritivo, permitindo visualizar, de maneira dinâmica, a aplicação prática da tecnologia em ambientes reais de sala de aula.

Nele, são demonstradas situações didáticas em que os alunos interagem com modelos anatômicos tridimensionais projetados por meio do dispositivo de realidade mista Microsoft HoloLens 2. A PHAV transforma o processo de ensino-aprendizagem ao permitir que os estudantes manipulem estruturas como ossos do crânio (frontal, parietal, nasal, temporal, entre outros), ampliem as imagens em escala, observem as peças em diferentes posições anatômicas (dorsal, ventral e lateral) e “entrem” virtualmente nas estruturas para explorar detalhes internos — como forames, cavidades e relações topográficas com outros órgãos.

Essa imersão proporciona uma experiência bidirecional e intuitiva, que estimula o raciocínio anatômico tridimensional, promove maior retenção do conteúdo e contribui para o engajamento estudantil. O vídeo também evidencia o potencial da ferramenta para promover acessibilidade e sustentabilidade no ensino de Anatomia, uma vez que elimina a necessidade de peças biológicas reais, reduz custos com manutenção laboratorial e amplia a oferta de material de alta fidelidade para diferentes instituições de ensino.

Agradecimentos:

Ao CNPq - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação. Bolsista Caio Landi Reimão

REFERÊNCIAS

1. Yılğör Huri P, Oto Ç. 3D Printing in Veterinary Medicine. Ankara Univ Vet Fak Derg. 2022;69(1):111-117.
2. AbouHashem Y, Dayal M, Savanah S, Štrkalj G. The application of virtual reality and augmented reality in anatomical education. Anat Sci Educ. 2017;10(6):549–559.
3. Alcântara DRL, Gouveia BLR, Júnior JCR, Assis Neto AC. Comparative assessment of anatomical details of thoracic limb bones of a horse to that of models produced via scanning and 3D printing. 3D Print Med. 2019;5:13–23.
4. Bertti JVP, Silveira EE, Assis Neto AC. 3D reconstruction and printing of a canine neurocranium using computed tomography as a teaching tool. Arq Bras Med Vet Zootec. 2020;72:1653–1658.
5. Chytas D, Papaioannou T, Troupis T, Natsis K, Johnson EO. Use of mixed reality in anatomical education: A scoping review. Med Sci Educ. 2020;30(1):67–76.
6. d'Aiello AF, et al. The effect of holographic heart models and mixed reality for anatomy learning in congenital heart disease. J Med Syst. 2023;47(2):10.
7. Donato BA, et al. 3D Digitized and Printed Tongue Models of the Cow, Dog, Pig, and Horse for Veterinary Education. Int J Morphol. 2021.
8. Elias NSR, et al. Bioprinting of 3D anatomical models of thoracic limb bones of domestic cats. Braz J Vet Med. 2021.
9. Gao X, Jiang T, Chen Q. Enhancing anatomy learning with AR. J Med Internet Res. 2023;25:e46913.
10. Gnanasegaram JJ, et al. Evaluation of a holographic cardiac model. J Med Imaging Radiat Sci. 2020;51(4):587–592.

11. Kumar N, Pandey S, Rahman E. 3D interactive virtual face for facial anatomy using HoloLens. *Aesthetic Plast Surg*. 2021;45(1):189–195.
12. Maniam P, et al. Temporal bone anatomy via HoloLens: A prototype. *J Vis Commun Med*. 2020;43(1):1–7.
13. Milgram P, Takemura H, Utsumi A, Kishino F. AR in medical training: Long-term evaluation. *Comput Biol Med*. 2022;141:105046.
14. Moro C, et al. Effectiveness of VR and AR in medical education. *Anat Sci Educ*. 2017;10(6):549–559.
15. Nicholson DT, et al. Can virtual reality reduce cognitive load? *Med Teach*. 2022;44(5):507–515.
16. Parker LM. What's wrong with the cadaver? *Med J Aust*. 2002;176(2):74–76.
17. Pose-Díez-de-la-Lastra MA, et al. HoloLens 2 vs. AR tablets in craniofacial surgery. *J Craniofac Surg*. 2025. In press.
18. Ribeiro BG, Assis Neto AC. 3D printed anatomical model of canine patellar luxation. *PLOS ONE*. 2021.
19. Silveira EE, Assis Neto AC. Canine skull digitization and 3D printing for anatomical study. *J Vet Med Educ*. 2020.
20. Stojanovska M, et al. Mixed Reality Anatomy with HoloLens and cadaveric dissection. *Med Sci Educ*. 2020;30(1):1–10.
21. Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anat Sci Educ*. 2010;3(2):83–93.