

Desenvolvimento do modelo em 3D dos 10 pares de nervos cranianos como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem

Eduardus Parente Domingues¹, Milena Souza Lopes², Maykon Vinnycios Queirós Silva³, Natchelly Cristina de Souza Martins⁴, Fábio Vieira de Andrade Borges⁵, Cláudio Silva Teixeira⁶

¹Discente do curso de Medicina da Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde. Participante do Programa de Iniciação Científica – PIVIC/PIBIC - UNIRV

²Discente do curso de Medicina da Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde. Participante do Programa de Iniciação Científica – PIVIC/PIBIC - UNIRV

³Discente do curso de Medicina da Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde. Participante do Programa de Iniciação Científica – PIVIC/PIBIC - UNIRV

⁴Discente do curso de Fisioterapia da Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde. Participante do Programa de Iniciação Científica – PIVIC/PIBIC - UNIRV

⁵Docente titular do curso de Medicina na Universidade de Rio Verde-UNIRV, campus Rio Verde, Doutor em Ciências dos Materiais pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Participante do Programa de Iniciação Científica – PIVIC/PIBIC - UNIRV

⁶Orientador e docente do curso de Enfermagem da Universidade de Rio Verde, campus Rio Verde, doutor pela Universidade do Ceará-UFC, claudioanato@gmail.com.

Reitor:

Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:

Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:

Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:

Profa. Dra. Ana Paula Fontana

Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob

Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza

Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:

Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

Resumo: A utilização de peças anatômicas nas universidades é restrita, por conta do acesso limitado a cadáveres e a deterioração do mesmo. O projeto propõe implementação de modelos impressos em 3D dos dez pares de nervos cranianos como uma ferramenta inovadora para o ensino de anatomia. Esses modelos didáticos têm como objetivo aprimorar a compreensão da anatomia humana em conjunto com os métodos tradicionais. A pesquisa foi um estudo individual, intervencionista, longitudinal, focado em avaliar a eficácia do ensino sobre os nervos cranianos. O projeto foi realizado na Faculdade de Medicina de Rio Verde, beneficiando alunos do 3º período nas aulas de neuroanatomia. A análise foi dividida em duas partes. Análise univariada, que utilizou-se medidas descritivas, frequências e percentuais, com dados organizados em planilhas para visualização em tabelas e gráficos e análise bivariada, que incluiu a descrição de variáveis quantitativas por média, mediana e desvio padrão, além do teste de Shapiro-Wilk para normalidade. Para comparações entre grupos, foi utilizado o teste *t* de Student, e para comparações dentro dos grupos, o teste de Wilcoxon foi aplicado devido à não normalidade dos dados. Os resultados indicam que o ensino tradicional resulta em um aumento significativo de conhecimento ($p < 0,001$, $r = 0,88$), enquanto o uso de modelos 3D associado mostrou melhorias ($p = 0,007$, $r = 0,68$), embora de magnitude moderada.

Palavras-Chave: Anatomia humana. Ensaio clínico. Metodologia ativa.

Development of the 3D model of the 10 pairs of cranial nerves as a tool in the teaching and learning process

Abstract: The use of anatomical specimens in universities is limited due to restricted access to cadavers and their deterioration. The project proposes the implementation of 3D-printed models of the ten pairs of cranial nerves as an innovative tool for teaching anatomy. These educational models aim to enhance the understanding of human anatomy in conjunction with traditional methods. The research was an individual, interventional, longitudinal study focused on evaluating the effectiveness of teaching about cranial nerves. The project was carried out at the Faculty of Medicine of Rio Verde, benefiting students in their 3rd semester during neuroanatomy classes. The analysis was divided into two parts: a univariate analysis that employed descriptive measures, frequencies, and percentages, with data organized in spreadsheets for visualization in tables and graphs, and a bivariate analysis that included the description of quantitative variables by mean, median, and standard deviation, along with the Shapiro-Wilk test for normality. For comparisons between groups, the Student's t-test was used, and for comparisons within groups, the Wilcoxon test was applied due to the non-normality of the data. The results indicate that traditional teaching results in a significant increase in knowledge ($p < 0.001$, $r = 0.88$), while the use of associated 3D models showed improvements ($p = 0.007$, $r = 0.68$), although of moderate magnitude.

Keywords: Human anatomy. Clinical trial. Active methodology

Introdução

O conhecimento da anatomia humana é crucial para técnicas cirúrgicas precisas e manobras clínicas eficazes. Tradicionalmente, o ensino de anatomia se baseou no uso de cadáveres, mas essa prática enfrenta limitações crescentes, como a escassez de cadáveres devido a restrições financeiras, culturais e legais (Turney, 2007; McMenamin et al., 2014; Ghosh, 2017). Isso resulta em um treinamento inadequado, dificultando a compreensão das estruturas anatômicas.

A falta de acesso a cadáveres pode levar a deficiências na percepção das interações entre órgãos, comprometendo a compreensão das relações anatômicas. Métodos tradicionais, que muitas vezes se limitam a diagramas em quadros-negros, não conseguem proporcionar a conexão necessária entre regiões anatômicas (Silva et al., 2021).

Em resposta a esses desafios, desenvolver metodologias que incentivem a participação ativa dos alunos é fundamental. Ferramentas didáticas promovem uma aprendizagem significativa e preparam os estudantes para o mercado de trabalho (Gaeta; Masetto, 2010).

Nesse contexto, os biomodelos em 3D, produzidos por impressoras 3D, representam uma inovação no ensino da anatomia. Criadas a partir de escaneamentos tridimensionais, essas representações têm se mostrado eficazes na formação de profissionais de saúde, oferecendo materiais adaptáveis às diferentes especialidades médicas (Wen, 2016; Suárez-Escudero, 2020).

O uso de biomodelos em 3D é crucial para o estudo da neuroanatomia, especialmente dos doze pares de nervos cranianos, que conectam o encéfalo a órgãos dos sentidos e músculos. O I par (olfatório) e o II par (óptico) são prolongamentos do sistema nervoso central, enquanto os dez pares restantes se originam de núcleos no tronco cerebral, exceto o XI par (acessório), cujo núcleo é medular. Esses nervos transmitem estímulos motores e aferências sensitivas das estruturas da cabeça, face e pescoço.

Compreender essas estruturas complexas é essencial, já que diversas patologias estão relacionadas aos pares de nervos cranianos. Assim, este trabalho visa desenvolver um modelo em 3D dos dez pares de nervos cranianos, utilizando-o como uma ferramenta inovadora no ensino de neuroanatomia, contribuindo para uma formação mais completa e eficaz dos alunos.

Material e Métodos

Este estudo individual, intervencionista e longitudinal, foi realizado com o objetivo de avaliar o uso de biomodelos em 3D como um método inovador de ensino-aprendizagem na área de anatomia. Os participantes foram divididos em dois grupos: o grupo controle, que não utilizou os modelos 3D dos 10 pares de nervos cranianos e teve acesso ao modelo didático apenas após a conclusão da pesquisa, e o grupo intervenção, que utilizou os biomodelos 3D como parte da metodologia educativa, visando

aprimorar a compreensão da anatomia. A pesquisa ocorreu no laboratório de morfologia da Universidade de Rio Verde (UNIRV), com a devida autorização da direção da faculdade.

Para a confecção dos modelos, foi realizado o escaneamento de uma peça cadavérica contendo os 10 pares de nervos cranianos. O processo de segmentação foi conduzido com o software UP Mini, permitindo identificar os pontos de interesse para a impressão 3D dos modelos anatômicos. Os participantes do estudo foram alunos do 3º período de Medicina, cursando a disciplina de Neuroanatomia, com idade superior a 18 anos, que assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) antes de participar. O recrutamento ocorreu em sala de aula, onde os alunos receberam informações detalhadas sobre o projeto e o TCLE.

Após o recrutamento, as turmas foram divididas por sorteio em dois grupos (Controle e Intervenção), garantindo um número igual de alunos em cada grupo. Inicialmente, foi aplicado um pré-teste, com 20 questões, focado nos 10 pares de nervos cranianos, e quatorze dias depois, o mesmo teste foi reaplicado para avaliar a retenção do conhecimento adquirido. As provas foram corrigidas por um avaliador que não tinha conhecimento de qual grupo cada prova pertencia, e as notas foram atribuídas em uma escala de 0 a 20. Os resultados foram apresentados em termos percentuais, médias, desvio padrão e coeficiente de variação, utilizando gráficos e tabelas para análise comparativa entre os grupos e verificar a eficácia dos métodos de ensino aplicados.

Na análise univariada, foram calculadas as medidas descritivas, frequências absolutas e percentuais. Os dados foram organizados e tabulados em planilhas eletrônicas dos programas Microsoft Excel e OriginPro 2021, para apresentação em forma de tabelas e gráficos, além de posterior importação para softwares estatísticos. Na análise bivariada, as variáveis quantitativas foram descritas através da média, mediana e desvio padrão. A verificação da normalidade dos dados foi realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. Quando o pressuposto de normalidade foi atendido, utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes, comparando os grupos de controle (ensino tradicional) e intervenção (modelos 3D). Para a comparação dos resultados de pré-teste e pós-teste dentro de cada grupo, o teste t de amostras pareadas não foi apropriado devido à ausência de distribuição normal dos resíduos; assim, optou-se pelo teste de Wilcoxon, uma alternativa não paramétrica mais adequada.

Adicionalmente, foram calculados o intervalo interquartil, os intervalos de confiança de 95% (IC 95%) e os tamanhos de efeito (pequeno, moderado e alto) como medida complementar da significância prática dos resultados. Considerou-se estatisticamente significativos os testes com valor $p < 0,05$. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando os softwares Jamovi v2.5.6 e IBM SPSS Statistics v27.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UniRV, sendo aprovado com parecer número 6.109.369 e garantido o sigilo e anonimato da pesquisa, seguindo todos os preceitos éticos referentes aos participantes.

Resultados e Discussão

O Teste de Wilcoxon foi empregado para comparar os escores de conhecimento sobre nervos cranianos antes e depois da aplicação dos métodos de ensino tradicional e com modelos 3D. A análise foi feita separadamente nos grupos controle (ensino tradicional) e intervenção (modelos 3D), como mostrado na Tabela 1. Essa escolha se justifica por ser uma alternativa não paramétrica ao teste t de Student para amostras pareadas, especialmente em razão do não cumprimento do pressuposto de normalidade dos dados pareados ($p < 0,05$).

Tabela 1 - Resultados do Pré e Pós-Teste de Desempenho Acadêmico do Ensino Tradicional e Modelos 3D para o Estudo dos Nervos Cranianos

Grupos	n	Média (DP)	Mediana (Q1 - Q3)	valor p
Controle (ensino tradicional)				
Escore pré-teste	16	6,3 (1,88)	7 (4 - 8)	$p < 0,001$
Escore pós-teste	16	11,5 (1,59)	11 (10 - 13)	
Intervenção (modelos 3D)				
Escore pré-teste	16	8,3 (4,06)	8 (6 - 11)	$p = 0,007$
Escore pós-teste	16	13,0 (3,85)	14 (11 - 17)	

Nota: Teste de Wilcoxon; n = número de casos; DP = desvio-padrão; Q1 = 1º quartil (25%);

Q3 = 3º quartil (75%).

Fonte: Autoria própria

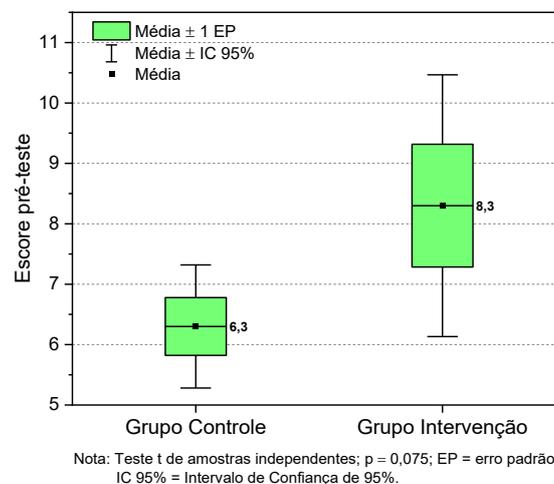
Os resultados revelam uma diferença estatisticamente significativa, com uma magnitude de efeito elevada ($r = 0,88$) entre os acadêmicos que participaram do pré-teste e do pós-teste no grupo de ensino tradicional ($p < 0,001$). Os alunos que se submeteram a essa abordagem alcançaram escores consideravelmente superiores no pós-teste ($Md = 11$) em comparação com os resultados do pré-teste ($Md = 7$). Embora essa metodologia não incorpore técnicas inovadoras, como o uso de modelos 3D, o ensino tradicional continua sendo uma ferramenta válida para o desenvolvimento acadêmico. Essa melhoria é evidente não apenas pelo aumento das médias e medianas dos escores, mas também pela magnitude do efeito, que destaca a solidez dos resultados obtidos.

Por outro lado, o teste de Wilcoxon mostrou uma diferença significativa entre o pré-teste e o pós-teste ($p = 0,007$) no desempenho acadêmico após a utilização dos modelos 3D como ferramenta pedagógica. Nesse contexto, os acadêmicos que realizaram o pós-teste tendem a ter escores mais altos ($Md = 14$) em comparação com os do pré-teste ($Md = 8$), sugerindo que a intervenção com modelos 3D foi eficaz em melhorar o desempenho acadêmico dos alunos no estudo dos nervos cranianos. Comparado ao grupo controle (ensino tradicional), o efeito observado no grupo de intervenção foi menor ($r = 0,68$), mas continua sendo relevante. Isso pode indicar que, embora a metodologia 3D traga uma melhoria significativa, ela pode não ter superado de forma expressiva o ensino tradicional neste contexto específico.

Como os pressupostos de normalidade dos dados (teste de Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variância (teste de Levene) foram atendidos, foi aplicado um teste t de Student para amostras independentes, com a finalidade de comparar os escores de conhecimento entre os grupos controle (ensino tradicional) e intervenção (modelos 3D), tanto no pré-teste quanto no pós-teste.

A Figura 1 ilustra que não houve diferença estatisticamente significativa nos escores do pré-teste entre os grupos controle e intervenção [$t(30) = 1,84$; $p = 0,075$]. A diferença média observada entre os grupos foi de apenas 2 pontos (IC 95%: -0,26; 4,39), e a presença do zero no intervalo de confiança indica que a diferença não é estatisticamente confiável. Isso sugere que não há uma distinção clara e consistente no nível de conhecimento inicial entre os dois grupos.

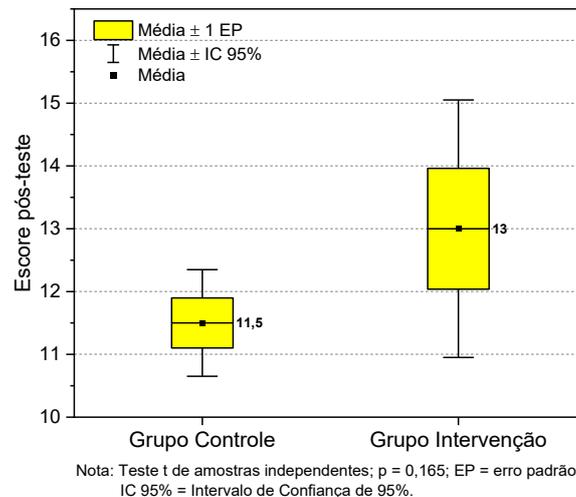
Figura 1 – Avaliação Comparativa entre o Método Tradicional e Modelos 3D no Ensino de Anatomia: Resultado do Pré-Teste.



Fonte: Autoria própria

A Figura 2 mostra a realização de uma nova avaliação 14 dias após a intervenção. Embora os alunos do grupo intervenção ($M = 13$; $DP = 3,85$) tenham obtido uma média superior no pós-teste em comparação ao grupo controle ($M = 11,5$; $DP = 1,59$), a diferença de 1,50 pontos (IC 95%: -0,67; 3,67) entre as médias não é suficiente para ser considerada estatisticamente significativa [$t(30) = 1,44$; $p = 0,165$], uma vez que o intervalo de confiança inclui o zero. No entanto, o tamanho de efeito médio (d Cohen = 0,51) sugere que o uso de modelos 3D pode ter uma relevância prática moderada, o que pode ser mais perceptível em estudos com amostras maiores.

Figura 2: Avaliação Comparativa entre o Método Tradicional e Modelos 3D no Ensino de Anatomia: Resultado do Pós-Teste.



Fonte: Autoria própria

Os resultados obtidos neste estudo oferecem insights significativos sobre a eficácia de diferentes metodologias de ensino em anatomia. A diferença entre os resultados do pré-teste e do pós-teste no grupo controle destaca o impacto positivo do ensino tradicional, com uma magnitude de efeito elevada ($r = 0,88$), indicando um ganho significativo de conhecimento. Essa constatação está alinhada com pesquisas anteriores que mostram a eficácia do ensino estruturado (Hattie, 2009).

Por outro lado, os resultados do grupo intervenção que utilizou modelos 3D também apresentam uma tendência positiva, mas com magnitude de efeito moderada. Apesar da média superior no pós-teste, a diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,165$). Isso sugere que a introdução de modelos 3D, embora benéfica, pode não ter atingido seu potencial máximo, possivelmente devido ao tamanho reduzido da amostra e ao tempo insuficiente de exposição à nova metodologia (Fadel; Lemke, 2008).

A eficácia dos modelos 3D pode se manifestar mais claramente em avaliações de longo prazo, especialmente em campos complexos como a anatomia (Mayer, 2005). Um pós-teste aplicado após um período maior poderia fornecer uma avaliação mais precisa.

A familiaridade dos alunos com métodos tradicionais pode ter influenciado suas performances, conferindo-lhes uma vantagem inicial. A adaptação ao uso de modelos 3D pode ter demandado mais tempo, impactando negativamente o desempenho imediato (Ertmer; Newby, 1993). Além disso, o viés de amostragem pode ter afetado a representatividade dos grupos. Portanto, futuras investigações devem controlar rigorosamente essas variáveis e aumentar o tamanho da amostra.

Essas reflexões reforçam a necessidade de continuidade na pesquisa sobre métodos de ensino inovadores, com ênfase na avaliação longitudinal e em amostras maiores.

Conclusão

Este estudo demonstrou que o uso de biomodelos tridimensionais (3D) no ensino de neuroanatomia pode beneficiar a aprendizagem, embora não tenha alcançado uma diferença

estatisticamente significativa em comparação ao método tradicional. A aplicação dos modelos 3D permitiu uma visualização mais dinâmica da complexidade dos nervos cranianos, facilitando a retenção do conhecimento.

Os resultados indicam um aumento no desempenho dos alunos que utilizaram os biomodelos, refletindo uma magnitude de efeito moderada ($r = 0,68$). O tamanho reduzido da amostra e o tempo limitado de exposição aos modelos podem ter dificultado a detecção de uma diferença robusta.

Conclui-se que a integração de metodologias inovadoras, como a impressão 3D, no ensino de anatomia é promissora e deve ser explorada em estudos futuros com amostras maiores e maior tempo de exposição. A combinação de métodos tradicionais e modernos pode enriquecer a formação acadêmica dos estudantes, preparando-os melhor para os desafios práticos da profissão.

Agradecimentos

Agradecemos sinceramente ao CNPq, às FAPs, à CAPES e à UniRV-PIBIC por seu apoio fundamental na execução deste projeto. Sua confiança em nossa pesquisa possibilitou não apenas o desenvolvimento deste trabalho, mas também a formação de novas perspectivas acadêmicas e profissionais. Agradecemos especialmente ao Programa de Iniciação Científica (PIVIC), que chancelou este projeto, permitindo que ideias se tornassem realidade e que nossos estudantes pudessem explorar o vasto mundo da ciência. Esse apoio não é apenas um investimento em um projeto, mas uma contribuição valiosa para o futuro da educação e da pesquisa no nosso país..

Referências Bibliográficas

ERTMER, Peggy A.; NEWBY, Timothy J. Behaviorism, cognitivism, constructivism: comparing critical features from an instructional design perspective. **Performance Improvement Quarterly**, v. 6, n. 4, p. 50-72, 1993.

FADEL, C.; LEMKE, C. **Multimodal learning through media: what the research says**. Pearson, 2008.

GAETA, C.; MASETTO, M. **Metodologias ativas e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação**. In: Congresso Internacional PBL, 2010.

GHOSH, S. K. Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. **Anatomical Sciences Education**, v. 10, n. 3, p. 286–299, 2017. DOI: 10.1002/ase.1649.

HATTIE, John. **Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement**. New York: Routledge, 2009.

MAYER, Richard E. **Learning and instruction**. 2. ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson, 2005.

MCMENAMIN, P. G.; QUAYLE, M. R.; MCHENRY, C. R.; ADAMS, J. W. The production of anatomical teaching resources using three-dimensional (3D) printing technology. **Anatomical Sciences Education**, v. 7, n. 6, p. 479–486, 2014. DOI: 10.1002/ase.1475.

SUÁREZ-ESCUADERO, J. C. et al. Enseñar y aprender anatomía: modelos pedagógicos, historia, presente e tendencias. **Acta Médica Colombiana**, v. 45, n. 4, 2020.

TURNER, B. W. Anatomy in a modern medical curriculum. **Annals of the Royal College of Surgeons of England**, v. 89, n. 2, p. 104–107, 2007. DOI: 10.1308/003588407X168244.

WEN, C. L. Homem Virtual (Ser HUMANO VIRTUAL 3D): a integração da computação gráfica, impressão 3D e realidade virtual para aprendizado de anatomia, fisiologia e fisiopatologia. **Revista de Graduação USP**, v. 1, n. 1, p. 7-15, 2016.

SILVA, Y. C.; DE OLIVEIRA JUNIOR, E.; TINOCO-VERAS, C. M. A utilização de metodologias ativas na formação de profissionais de saúde: uma revisão integrativa. **Jornal Interdisciplinar de Biociências**, v. 6, n. 2, p. 14-19, 2021