INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

CRISTIANE DE BONA

APRENDIZAGEM DE ANATOMIA VERTEBRAL HUMANA POR MEIO DO USO DE MODELOS VERTEBRAIS LOMBARES 2D E 3D

FLORIANÓPOLIS, 2019.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGICA DE SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADEMICO DE SAUDE E SERVIÇOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

CRISTIANE DE BONA

APRENDIZAGEM DE ANATOMIA VERTEBRAL HUMANA POR MEIO DO USO DE MODELOS VERTEBRAIS LOMBARES 2D E 3D

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos de obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia

Orientadora: Profª. Drª. Tatiane Sabriela Cagol Camozzato

Coorientadora: Prof. Drª Patricia Fernanda Dorow

FLORIANÓPOLIS, 2019.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

DE BONA, CRISTIANE
APRENDIZAGEM DE ANATOMIA VERTEBRAL HUMANA POR MEIO DO USO DE MODELOS VERTEBRAIS LOMBARES 2D E 3D / CRISTIANE DE BONA ; orientação de Tatiane Sabriela Cagol Camozzato; coorientação de Patrícia Fernanda Dorow.
- Florianópolis, SC, 2019.
52 p.
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. CST em Radiologia. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços.
Inclui Referências.

1. Modelos anatômicos. 2. Impressão tridimensional. 3. Anatomia Humana. 4. Aprendizagem. I. Sabriela Cagol Camozzato, Tatiane . II. Dorow, Patrícia Fernanda. III. Instituto Federal de Santa Catarina. Departamento Acadêmico de Saúde e Serviços. IV. Título.

APRENDIZAGEM EM ANATOMIA VERTEBRAL HUMANA POR MEIO DO USO DE MODELOS VERTEBRAIS LOMBARES EM 2D E 3D.

CRISTIANE DE BONA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Radiologia e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 26 de junho de 2019.

Banca Examinadora:

Tatiane Sabriela Cagol Camozzato, Dra

Patricia Fernanda Dorow, Dra

Elisa Cristiana Winkelmann Duarte, Dra

Charlene Silva, Ma.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora Tatiane Camozzato e minha coorientadora Patrícia Fernanda Dorow pelo estímulo e auxílio na construção desse trabalho.

A todos os professores que ao longo do curso dedicaram seu tempo compartilhando seu conhecimento, possibilitando minha graduação.

Ao meu esposo, Fabbio, pelo apoio ao longo de toda a caminhada.

Ao meu filho, pelo amor incondicional.

Aos amigos que participaram de alguma forma, deixando mais leves os momentos difíceis.

Em especial, agradeço aos queridos Cristiano, Eduardo Sant”Ana, Fabio, Tuira, Marjory, Danielle e Marília pela disposição e carinho, cada um contribuiu à sua maneira, para que eu pudesse passar por essa etapa, gratidão para sempre.

Nada lhe posso dar que já não exista em você mesmo. Não posso abrir-lhe outro mundo de imagens, além daquele que há em sua própria alma. Nada lhe posso dar a não ser a oportunidade, o impulso, a chave. Eu o ajudarei a tornar visível o seu próprio mundo, e isso é tudo.
(Hermann Hesse)

RESUMO

Os constantes avanços tecnológicos têm proporcionado grandes melhorias em vários setores da sociedade, inclusive na área da saúde. Um exemplo disso, é a tecnologia de prototipagem rápida que com o auxílio de softwares específicos, possibilita a reprodução de modelos anatômicos fidedignos à estrutura original. Diante desse cenário é válido refletir a respeito do uso dessa ferramenta no âmbito educacional, mais precisamente na disciplina de anatomia humana, na qual os acadêmicos enfrentam muitas dificuldades no aprendizado. Assim, o objetivo do estudo foi analisar a percepção de discentes quanto ao aprendizado utilizando modelos vertebrais 2 D e 3 D no ensino de Anatomia. A metodologia da pesquisa envolveu elaboração de questionário semiestruturado, simulando uma avaliação prática de anatomia vertebral, aplicado aos discentes após aula teórica e exercícios de fixação, utilizando os recursos didáticos 2D e 3D. Observou-se que apesar de ocorrerem dificuldades relacionadas aos mesmos acidentes ósseos, o uso do recurso didático 3D demonstrou menor número de erros. Apesar disso, com a metodologia utilizada na pesquisa, o recurso 3D não mostrou-se superior ao modelo 2D no auxílio do aprendizado em Anatomofisiologia da coluna vertebral lombar. Portanto conclui-se que os recursos são complementares

Palavras-chave: Modelos anatômicos. Impressão tridimensional. Anatomia Humana. Aprendizagem.

ABSTRACT

The constant technological advances have provided great improvements in several sectors of society, including in the area of health. An example of this is the rapid prototyping technology that, with the aid of specific software, enables the reproduction of anatomical models that are reliable to the original structure. Given this scenario, it is valid to reflect about the use of this tool in the educational field, more precisely in the discipline of anatomy in which academics face many difficulties in learning. Thus, the objective of the study was to analyze the perception of students regarding learning using 2D and 3D vertebral models in the teaching of Anatomy. The research methodology involved the elaboration of a semistructured questionnaire, simulating a practical assessment of vertebral anatomy, applied to students after theoretical class and fixation exercises, using 2D and 3D didactic resources. It was observed that although difficulties related to the same bone accidents occur, the use of the didactic 3D resource showed a smaller number of errors. Nevertheless, with the methodology used in the research, the 3D feature did not prove to be superior to the 2D model in aid of learning in Anatomophysiology of the lumbar spine. Therefore it was concluded that the resources are complementary.

Key-words: Anatomic models. Tridimensional printing. Human Anatomy. Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abordagem do Atlas de Colorir 20
Figura 2 - Classificação da ferramenta de realidade virtual 21
Figura 3 - Etapas do processo de prototipagem 23
Figura 4 - Fluxograma de operacionalização da pesquisa 25
Figura 5 - Vista superior de uma vértebra lombar típica 27
Figura 6 - Modelo vertebral lombar por impressão 3D, vista anterior 28
Figura 7 - Modelo vertebral lombar por impressão 3D, vista caudal 29
Figura 8 - Gráfico de desempenho Turma A (15 discentes) 30
Figura 9 - Gráfico de desempenho Turma B (14 discentes) 31
Figura 10 - Gráfico de desempenho do recurso didático 2D por acidente ósseo 33
Figura 11 - Gráfico de desempenho do recurso didático 3D por acidente ósseo 34
Figura 12 - Gráfico de comparação dos erros no acidente ósseo pedículo 35
Figura 13 - Gráfico de comparação de erros nos acidentes ósseos p. articular superior 36
Figura 14 - Gráfico de comparação de erros no acidente ósseo processo espinhoso (1H) 36
Figura 15 - Gráfico de importância atribuída ao modelo 2D 37
Figura 16 - Gráfico de importância atribuída ao modelo vertebral 3D 38

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

1.1 Justificativa 11

1.2 Problema Da Pesquisa 12

1.3 Objetivo Geral 12

1.4 Objetivos Específicos 12

2 REVISÃO DA LITERATURA 14

2.1 Aspectos Históricos da Anatomia 14

2.2 Sistema Esquelético Humano 15

2.2.1 Coluna Vertebral Lombar 16

2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa 17

2.4 Recursos Didáticos na Disciplina de Anatomia 18

2.4.1 Uso de Cadáveres Conservados 18

2.4.2 Técnica de colorir desenhos esquemáticos 19

2.4.3 Realidade Virtual (RV) 20

2.4.4 Prototipagem Rápida 22

3 METODOLOGIA 24

3.1 Local da Pesquisa 24

3.2 Participantes da Pesquisa 24

3.3 Operacionalização da Pesquisa 25

3.4 O Modelo Vertebral 2D 26

3.4 O Modelo Vertebral 3D 27

4 RESULTADOS 30

5 DISCUSSÃO 39

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 41

REFERÊNCIAS 43

APÊNDICES 47

APÊNDICE B – RECURSO DIDÁTICO 2D 49

1 INTRODUÇÃO

Diante do constante avanço tecnológico vivenciado atualmente, percebe-se que várias áreas do conhecimento vêm se beneficiando com o desenvolvimento de recursos. Na área da saúde não é diferente, como por exemplo, a prototipagem rápida que, com o aperfeiçoamento de técnicas como tomografia computadorizada e ressonância magnética, consegue reproduzir estruturas do corpo humano em modelos impressos, com características fidedignas (SILVA; MALAGON, 2016).

Os modelos resultantes da prototipagem rápida, que reproduzem morfologicamente estruturas do corpo humano, são nomeados biomodelos. A técnica tem revolucionado o cenário de procedimentos cirúrgicos, uma vez que dispor de um modelo da estrutura anatômica do paciente, na qual será realizada a cirurgia, proporciona ao médico cirurgião um planejamento muito mais detalhado. Outra vantagem é redução no tempo do procedimento, pois possibilita treino cirúrgico, diminuindo riscos de infecções e outros eventos que possam ocorrer. Ademais, essa tecnologia possibilita a criação de próteses ortopédicas sobre medida e pode ser um recurso educacional (GRANDE NETO, 2016).

Um conhecimento sólido acerca de anatomia humana é fundamental para a atuação nas diversas áreas da saúde. Este fato está diretamente relacionado à importância dos métodos utilizados no processo ensino- aprendizagem que abrange a anatomia durante a formação dos discentes. Outro fator importante é que dentre todos os recursos de ensino, o que se mostrou mais eficiente, até o momento na aprendizagem de anatomia, foram os cadáveres. Isso ocorre devido ao contato com estruturas reais, proporcionando uma assimilação precisa de suas particularidades (ESTAI e BUNT 2015).

No entanto, perante aos avanços tecnológicos que vivenciamos em todas as esferas do nosso cotidiano, torna-se importante a reflexão quanto à aplicação de recursos tecnológicos também no ensino, desenvolvendo metodologias que auxiliem efetivamente no processo ensino aprendizagem dos discentes (ESTAI e BUNT, 2016). A prototipagem rápida existe desde a década de 80, contudo a diminuição dos custos de equipamentos e insumos levou a uma grande expansão dessa tecnologia somente nos últimos anos, tornando-a mais acessível também ao meio educacional e passível de

proporcionar ao estudante a noção tridimensional, contribuindo assim, na compreensão das diferentes estruturas do corpo humano (NISHIMURA, 2016).

Nesse contexto, em busca de um novo recurso de ensino prático que possa ser aplicado na disciplina de Anatomofisiologia do IFSC, o estudo pretende comparar a percepção dos discentes entre o uso de desenhos esquemáticos (2D) de vértebra lombar e o modelo vertebral lombar em 3D, confeccionado por prototipagem.

1.1 Justificativa

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de reflexão a respeito dos recursos tecnológicos no ensino de anatomia humana visto que, conforme Gil (2014), vivenciamos um tempo de frequente inovação tecnológica, em que novos recursos são constantemente desenvolvidos, tornando relevante que as instituições de ensino usufruam desse benefício, possibilitando metodologias que atuem de maneira mais efetiva no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Anatomia Humana.

Ademais, é preciso considerar que, segundo Corredera (2014), os discentes da atualidade, fazem parte de uma geração denominada “nativos digitais”, que, diferentemente da geração anterior, os “imigrantes digitais”, nasceram em uma época dominada pelas tecnologias de informação e comunicação, apresentando diferenças na forma de acessar e processar informações. Dessa forma, entende-se que é fundamental proporcionar aos acadêmicos, recursos didáticos compatíveis à sua realidade, explorando os benefícios oferecidos pelo constante avanço tecnológico (PAIVA *et al.*, 2013).

Diante desse cenário, as instituições de ensino encontram um desafio, por um lado, a cativar seus discentes e despertar neles o interesse em participar ativamente das aulas e atividades pedagógicas, e por outro, buscar e investir na qualificação contínua dos profissionais de ensino, para que sejam criativos e críticos, adotando metodologias de ensino-aprendizagem diferenciadas, que amenizem as dificuldades dos alunos (SALBEGO et al, 2014).

Portanto, a proposta dos modelos vertebrais por impressão 3D pode ser uma boa alternativa, tendo em vista que, conforme Matozinhos (2017), esse tipo de

modelo reproduz tridimensionalmente as características da peça anatômica. Isso pode permitir que o aluno tenha uma experiência de aprendizado mais efetiva, além de ser uma ferramenta eventualmente confeccionada pela própria instituição de ensino na qual estuda, contanto que seja realizada a aquisição da impressora, do *software* e dos filamentos[1].

Assim, diante das dificuldades enfrentadas no aprendizado em Anatomia que resulta em elevadas taxas de reprovação, por meio desta pesquisa, pretende-se obter a percepção dos discentes em relação ao uso de recursos didáticos, 2D e 3D, visando descobrir qual é o mais eficaz em sua aprendizagem em anatomia vertebral humana.

1.2 Problema Da Pesquisa

Partindo-se do pressuposto de que modelos anatômicos de vértebras lombares por impressão 3D propõem uma alternativa de ensino para a disciplina de Anatomia aos modelos convencionais até então utilizados, o problema que norteará o estudo está assim delineado:

Qual a percepção dos discentes quanto ao aprendizado utilizando modelos vertebrais 2 D e 3 D no ensino de anatomia?

1.3 Objetivo Geral

Analisar a percepção de discentes quanto ao aprendizado utilizando modelos vertebrais 2 D e 3 D no ensino de anatomia.

1.4 Objetivos Específicos

Para alcançar o objetivo geral, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

---

[1] Filamentos: Geralmente constituídos de material termoplástico, são o insumo para a impressão 3D, apresentam-se em forma de rolos e sua espessura e diâmetro variam de acordo com as necessidades do objeto a ser confeccionado (YUSUF, 2016).

a) Mensurar o processo de aprendizagem de discentes com o uso de modelos vertebrais lombares 2D e 3D;

b) Comparar o desempenho dos discentes quanto ao uso de modelos vertebrais lombares 2D e 3D;

c) Identificar a prática pedagógica que apresenta o melhor desempenho de aprendizagem do ensino de anatomia.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo serão abordados tópicos pertinentes ao tema de pesquisa: Aspectos Históricos da Anatomia, Sistema Esquelético Humano, Teoria da Aprendizagem Significativa e Recursos Didáticos em Anatomia.

2.1 Aspectos Históricos da Anatomia

A Anatomia é uma disciplina básica na formação dos profissionais da saúde. Ela envolve o conhecimento acerca da organização e funcionalidade dos sistemas que constituem o corpo humano. De acordo com Tortora e Derrickson (2009), anatomia é o estudo das estruturas do corpo e suas relações.

O conceito de anatomia foi primeiramente relacionado à dissecação ainda na Idade Média, quando os anatomistas eram tidos como figuras sombrias pela sociedade. No século XIV, Mondino de Luzzi (1270-1326) inseriu, na Universidade de Bolonha, os métodos de dissecação fundamentado em tratados anatômicos, porém apenas como meio de constatação do conhecimento preexistente (TALAMONI, 2014)

Então, no século XVI, Andreas Vesalius (1514-1564), considerado o pai da Anatomia, com a publicação de sua obra *De Humanis Corpori Fabrica* (1543), transformou o cenário da ciência Anatomia, apresentando renovação dos conceitos existentes, como na diferenciação das estruturas de animais e seres humanos. Extremamente favorável à prática da dissecação, trouxe grande desenvolvimento para a área, indicando as falhas nos materiais utilizados até em então. Além disso, devido à sua maneira de representar os cadáveres nas figuras, suavizou a figura do anatomista, que até então tinha uma reputação sombria pelos olhos da sociedade, e passou a ser visto como um profissional. (ARAÚJO JUNIOR *et al*., 2014).

Atualmente, cadáveres conservados ainda são muito utilizados. É considerado pela maioria dos discentes um recurso indispensável para consolidação do conhecimento, sendo que para alguns, também aumenta o respeito ao corpo humano e contribui para o desenvolvimento das habilidades relacionadas à prática profissional (CORREDERA, 2014).

2.2 Sistema Esquelético Humano

VanPutte *et al*. (2016), trazem em seu livro Anatomia de Seeley, que o sistema esquelético é constituído por 4 componentes: ossos, cartilagem, tendões e ligamentos. Tendo em vista a solidez dos ossos, relacionada ao apoio firme, porém flexível das cartilagens e a ação de união proporcionada pelos ligamentos, O sistema esquelético participa da estruturação e dá suporte ao corpo. Esse sistema exerce outras funções, como a de proteção, como da caixa torácica que preserva o coração, pulmões e outros órgãos do tórax; também proporciona o movimento graças a união aos músculos, através dos tendões que são formados por tecido conjuntivo. O movimento dos ossos é gerado pela contração dos músculos e a junção de dois ou mais ossos, denominadas articulações, proporciona o movimento entre os ossos, evitando que ele extrapole.

O esqueleto humano se divide em Axial e Apendicular, sendo que o Axial abrange o crânio, ossículos auditivos, osso hioide, coluna vertebral e caixa torácica, enquanto o Apendicular envolve a cintura escapular, os membros superiores, a cintura pélvica e os membros inferiores. O osso é classificado quanto à sua anatomia, de acordo com sua forma, podendo ser: longo, curto, plano, achatado ou irregular (VANPUTTE *et al*., 2016).

O armazenamento de alguns minerais importantes em processos fisiológicos, como cálcio e fosfato, por meio de captação da corrente sanguínea, permite que ao ocorrer uma baixa dos níveis desses minerais no sangue, o osso libere esses componentes para restituir a normalidade. O armazenamento dos lipídios também acontece nas cavidades dos ossos, suprindo a necessidade de outros tecidos quando necessário. Por fim e não menos importante, outra característica de alguns ossos, é propiciar a produção de células sanguíneas e plaquetas, devido a presença de medula óssea vermelha em suas cavidades (TORTORA e Derrickson, 2013).

Formado por colágeno e hidroxiapatita, o tecido ósseo também pode ser caracterizado conforme a disposição das fibras de colágeno, podendo ser denominado reticular, quando orientadas em várias direções ou como esponjoso arranjado em camadas finas, paralelas umas às outras. Por fim, conforme a sua

estrutura interna, ou seja, sua densidade, podemos defini-lo como compacto quando mais denso e trabecular, quando menos denso (TORTORA; DERICKSSON, 2013).

2.2.1 Coluna Vertebral Lombar

A coluna vertebral é dividida em 5 partes, cervical, torácica, lombar, sacral e cóccígea, as estruturas que se encaixam para forma-la são denominadas vértebras, sendo que 7 vértebras compõem a região cervical, 12 vértebras compõem a região torácica, 5 formam a lombar, 4 vértebras fundidas formam o sacro e de 3 a 5 vértebras fundidas constituem o cóccix. As vértebras apresentam particularidades segundo a região da coluna na qual se localizam (TORTORA e DERICKSON, 2013).

As vértebras lombares são denominadas de L1, L2, L3, L4 e L5. Elas são maiores e mais espessas quando comparadas às vértebras torácicas e cervicais, visto que sustentam uma região com estrutura mais considerável em relação às outras, sendo por isso estão mais sujeitas a ruptura do disco intervertebral (NETTER, 2015).

"A primeira vértebra sacral pode falhar em se fundir ao sacro, resultando em 6 vértebras lombares". Quanto à sua estrutura, apresentam o corpo, os processos articulares (dois processos articulares superiores e dois processos articulares inferiores), os processos transversos, o processo mamilar, a lâmina, o pedículo e o forame vertebral (VANPUTTE et al 2016, p.219)

O corpo "é a parte da vértebra que sustenta o peso, cuja tendência é aumentar de tamanho conforme descende pela coluna vertebral". Os discos intervertebrais se encontram entre os corpos das vértebras. Os processos transversos são "extensões laterais da união do pedículo e da lâmina". Os processos articulares superiores e inferiores, apresentam faces que se articulam com as vértebras adjacentes". O processo espinhoso é a "projeção que se estende posteriormente a partir da união das duas lâminas do arco vertebral". A lâmina de uma vértebra é a "parte posterior do arco que forma a parede posterior do forame vertebral". Cada pedículo constitui o "pé do arco" sendo que esta estrutura fixa o corpo ao arco vertebral. Por fim o forame vertebral é o "buraco em cada vértebra onde a medula espinal passa" (NETTER, 2015, P.164).

2.3 Teoria da Aprendizagem Significativa

O constante avanço da tecnologia educacional torna necessário realizar alterações nos métodos de ensino-aprendizagem, pois percebe-se que desenvolvendo estratégias que facilitem a compreensão, aliando-as às ferramentas tecnológicas é possível proporcionar uma aprendizagem mais efetiva aos discentes.

De acordo com Sousa (2015) David Ausubel, nascido em Nova York, em 1918, foi um psiquiatra norte-americano que inseriu o contexto de Teoria Significativa e trouxe grandes contribuições nas áreas de Psicologia do Desenvolvimento, Psicologia Educacional, Psicopatologia e desenvolvimento do ego. Publicou seus primeiros estudos sobre aprendizagem significativa em 1963. Segundo Ausubel, para que a aprendizagem seja significativa, deve existir uma interação do novo conhecimento com algum conhecimento relevante preexistente na estrutura cognitiva do indivíduo, ao qual Ausubel nomeou subsunçor (SOUSA, 2015).

No processo de aprendizagem, o subsunçor proporciona sentido ao novo conhecimento, ou seja, fornece ancoragem para aquela nova informação, sendo assim, conforme o indivíduo vai adquirindo mais conceitos relativos, ocorre uma moldagem daquele conhecimento na sua estrutura cognitiva indivíduo, reorganizando hierarquicamente as informações. Ausubel diferenciava a aprendizagem em significativa e mecânica, sendo que a primeira ocorre com o relacionamento entre conhecimento prévio de determinados assuntos, ou seja, já assimilados, que junto as novas informações, assumem significado. Já a aprendizagem mecânica, não ocorre uma relação entre informações pré-existentes e novas, gerando uma memorização temporária (MOREIRA, 2012).

Para que o processo de ensino aprendizagem seja eficiente é importante considerar que os discentes identifiquem-se com diferentes modalidades de aprendizagem. Ao conhecer o perfil de discentes, o professor pode relacionar a modalidade mais abrangente aos recursos oferecidos pela instituição de ensino, facilitando esse processo. Além disso, de acordo com o apresentado por Ausubel, para possibilitar a aprendizagem significativa é imprescindível que o professor tome conhecimento do que os discentes já sabem a respeito do conteúdo a ser trabalhado, para propiciar ancoragem para as novas informações, proporcionando um armazenamento mais efetivo na estrutura cognitiva dos discentes (SANTOS, 2013).

A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, afirma que a mente

armazena as informações de forma hierárquica, sendo que a construção do conhecimento ocorre de forma idiossincrática. Sendo assim, é essencial a existência de um espaço para participação dos discentes na elaboração de teorias a respeito do assunto que pretende-se ensinar, ou seja, ele deve ser peça atuante na construção de seu aprendizado. Dessa forma, incorporar de forma significativa um novo conceito à sua estrutura cognitiva depende da predisposição do discente para aprender (DISTLER, 2015).

As modalidades de aprendizagem são: cinestésica, visual e auditiva, sendo que na maioria dos indivíduos, uma delas é geralmente mais aguçada, resultante da interação do indivíduo com mundo e as experiências vividas. Desse modo, existem características de personalidade relacionadas a cada modalidade, logo, para obter efetividade no ensino, fazem-se necessárias técnicas e recursos que englobam as três formas de aprendizagem, de maneira que a metodologia se torne mais democrática (SANTOS, 2013).

Considerando que o ensino de anatomia se mostra dificultoso, pois o conteúdo é denso e a nomenclatura é extensa, exigindo a memorização de várias estruturas, de diversos sistemas que compõem o organismo humano, são necessários métodos e recursos que facilitem esse processo. Esse é um grande desafio no ensino moderno de anatomia, e a tecnologia tem se mostrado forte aliada nessa busca (ARAÚJO JUNIOR *et al.*, 2013; SALBEGO *et al.*, 2014).

2.4 Recursos Didáticos na Disciplina de Anatomia

Como em qualquer outra disciplina, os recursos didáticos são de extrema importância no processo ensino-aprendizagem. Neste tópico, são apresentados alguns recursos utilizados no ensino de anatomia humana.

2.4.1 Uso de Cadáveres Conservados

O privilégio de contar com um cadáver conservado para realizar o estudo anatômico é uma conquista resultante de uma luta que durou muitos séculos. É muito importante levar em consideração que o cadáver que hoje proporciona conhecimento, foi um indivíduo com uma vida, um ser humano e portanto deve ser respeitado. Ao

lançar o olhar ao passado, ao início da prática da anatomia, quando as técnicas de fixação não existiam e os cadáveres eram rapidamente prejudicados pela decomposição, nota-se os grandes avanços em relação aos meios de conservação, que proporcionam manter por décadas esse recurso à disposição dos estudantes nas instituições de ensino (CÂMARA, 2015)

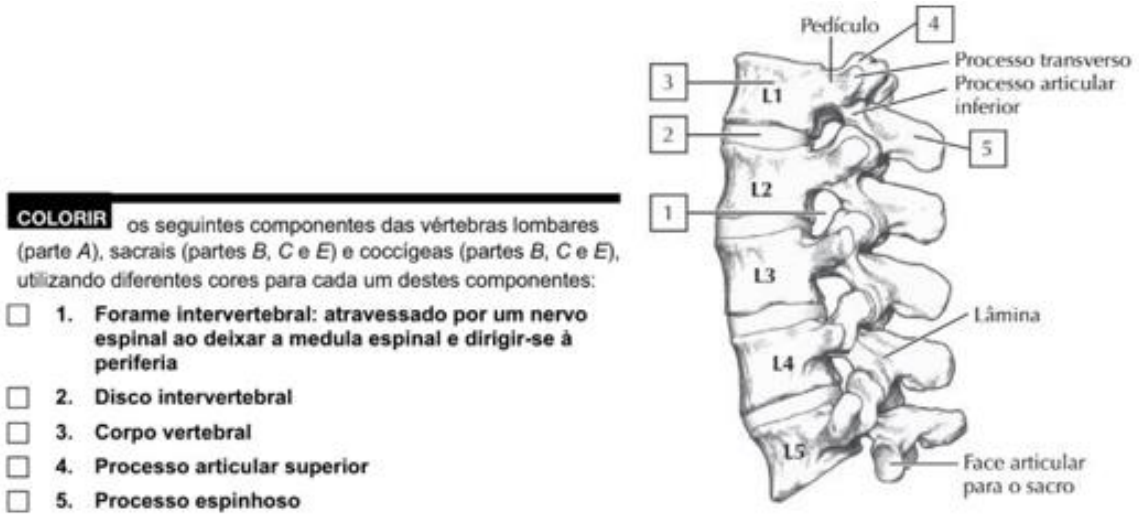
No entanto, nem todas as instituições de ensino dispõem de cadáveres para a realização de aulas práticas, às vezes por falta de estrutura física, que demanda investimentos, outras por falta e disponibilidade de cadáveres não reclamados (COSTA e LINS, 2012)

Aliás, existe no Brasil, uma lei que normatiza a aquisição de cadáveres pelas instituições de ensino, a Lei 8.501 de 30 de novembro de 1992, que “dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências” (BRASIL,1992).

2.4.2 Técnica de colorir desenhos esquemáticos

Os desenhos esquemáticos para colorir, retirados dos atlas de anatomia, auxiliam muito no aprendizado de anatomia humana, pois é um recurso que possibilita o aprendizado por meio da visualização das estruturas. Com esse tipo de recurso, o discente identifica as estruturas através da técnica de colorir, relacionando-as ao conteúdo teórico, configurando assim um meio que facilita a memorização das estruturas (HANSEN, 2010). A Figura 1 demonstra a abordagem da técnica de colorir figuras anatômicas.

Figura 1 - Abordagem do Atlas de Colorir



Fonte: Hansen (2010)

O Atlas de Anatomia Humana, um recurso 2D, sempre foi um material auxiliar utilizado no ensino de anatomia humana, que apresenta as estruturas anatômicas por meio de fotos e desenhos esquemáticos com identificação das estruturas. Esse recurso possibilita a realização de atividades de fixação, com uso da técnica de colorir, o aluno relaciona o conteúdo teórico para identificar as estruturas anatômicas, auxiliando na consolidação do aprendizado. É um recurso interessante para a aprendizagem e diante do atual cenário de permanente inovação tecnológica, houve uma melhoria desse recurso, tornando-o digital, com imagens tridimensionais, possibilitando uma maior semelhança com estruturas reais (TROTTA; SPINILLO, 2014).

Assim, vão surgindo novos métodos, que buscam propiciar aos estudantes um ambiente no qual possam ser mais ativos em sua aprendizagem com aulas mais interativas, interessantes e dinâmicas.

2.4.3 Realidade Virtual (RV)

De acordo com Paiva *et al,* (2013), diante de algumas dificuldades referentes ao ensino prático em laboratórios de anatomia, como intolerância ao odor

do formol, repulsa visual, entre outros, que causam distúrbios em muitos acadêmicos, tem-se buscado ferramentas alternativas de ensino prático, visto que a tecnologia atual colabora para o desenvolvimento de novos recursos. Assim a realidade virtual vem sendo estudada e aplicada no meio educacional, mostrando-se como apoio didático, proporcionando, um ambiente mais atrativo e dinâmico, visto que o software apresenta todas as estruturas anatômicas em imagens tridimensionais e o aluno estuda de acordo com o seu interesse. A Figura 2, apresenta características dessa ferramenta.

Figura 2 - Classificação da ferramenta de realidade virtual

Passiva	Proporciona ao usuário uma exploração do ambiente automática e sem interferência. A rota e os pontos de observação são explícitos e controlados exclusivamente pelo software. O usuário não tem controle algum, exceto talvez, para sair da sessão.
Exploratória	Proporciona uma exploração do ambiente dirigida pelo usuário. O participante pode escolher a rota e os pontos de observação, mas não pode interagir de outra forma com entidades contidas na cena.
Interativa	Proporciona uma exploração do ambiente dirigida pelo usuário e, além disso, as entidades virtuais do ambiente respondem e reagem às ações do participante.

Fonte: Adaptada de Paiva *et al.* (2013).

É possível aperfeiçoar o processo de ensino aprendizagem por meio da tecnologia *imersive learning,* a qual utiliza laboratórios virtuais, onde ocorre uma imersão em um espaço tridimensional. Com características que simulam um jogo, são propostos desafios e os discentes com uso de um avatar buscam solucionar as situações enquanto percorrem as estruturas anatômicas e respondem as questões mencionadas pelo docente (SCHELEMER, 2016).

Novas tecnologias da informação vêm sendo utilizadas no ensino em saúde e a realidade virtual já é aplicada na educação médica, em áreas como planejamento cirúrgico. Por exemplo, em neurocirurgia, existem programas que simulam punção ventricular, sistemas para simulação de craniotomias e reconstrução da base do crânio. Na linha de apoio às cirurgias, existe uma tecnologia com neuronavegação, que, por meio de reconstrução de imagens de ressonância nuclear magnética, proporciona ao cirurgião uma referência a mais no seu direcionamento transoperatório

(FARIA, 2013).

2.4.4 Prototipagem Rápida

Ao longo dos últimos anos, a técnica de impressão tridimensional (3D), também conhecido como prototipagem rápida, vem sendo aperfeiçoada e aplicada nas mais diversas áreas. No campo da saúde, ela vem se destacando, na confecção de próteses ortopédicas, auxiliando médicos na realização de cirurgias, e também vem sendo utilizada no ensino de anatomia. (SHEN *et al.,* 2017). A prototipagem rápida, também é definida como manufatura aditiva, e no âmbito educacional, possibilita desenvolver modelos anatômicos, com o auxílio de *softwares* específicos e imagens formato DICOM (*Data Imaging and Communications in Medicine*), adquiridas por tomografia computadorizada e ressonância magnética (MARRO; BANDUKWALA; MAK, 2015).

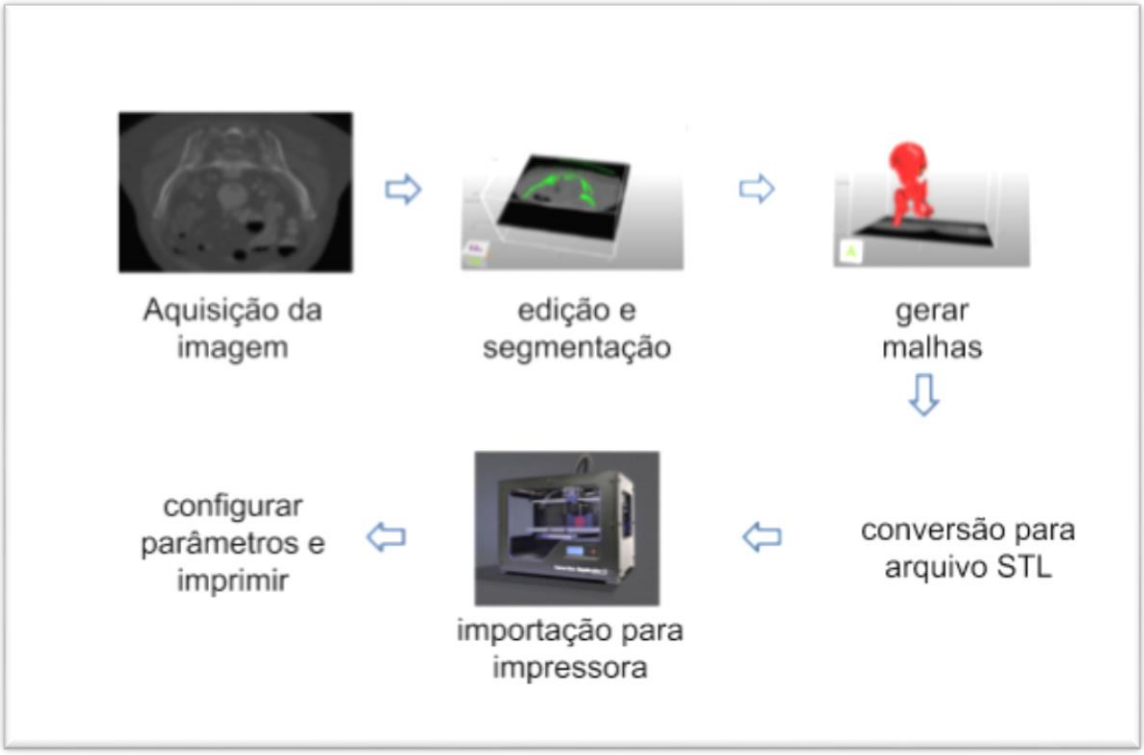
A prototipagem pode ser realizada por meio da tecnologia aditiva, na qual são acrescentadas camadas uma a uma, do material entrosado de escolha, ou, por meio da tecnologia subtrativa, onde a peça é obtida pela extração de um bloco do material escolhido (NISHIMURA, 2016),

O uso da biomodelagem 3D – termo utilizado para a reprodução de uma peça que representa estruturas do corpo humano - como recurso didático, por uma instituição de ensino escocesa, como meio de contribuir com a evolução dos acadêmicos em procedimentos como punção venosa, sutura e anestesia, pois segundo a autora o uso de modelos 3D desenvolve a capacidade espacial dos alunos. (REIS *et al, 2016)*

Segundo Silva e Malagón (2016), para que ocorra a confecção do modelo por prototipagem rápida ou impressão 3D, são usadas as imagens em formato DICOM. Esses arquivos contém as informações relativas ao tipo de exame realizado (tomografia computadorizada, por exemplo) e dados sociais do paciente e são passíveis de armazenamento, transmissão e tratamento. Após serem escolhidas, as imagens, são carregadas por um sistema computacional CAD (*Computer Aided Desing*), que realiza a reconstrução 3D, ou seja, a biomodelagem virtual, caracterizando o tipo de tecido da estrutura a ser reproduzida, por exemplo, osso. Em seguida a imagem é convertida em um formato compatível à prototipagem rápida, como o formato de importação STL (*Standard Triangulation Language*) e depois

conforme Grande Neto (2016, p.10) “o modelo é fatiado em planos 2D e posteriormente a máquina fabrica camada a camada, até que o modelo 3D esteja completo.” A seguir, a Figura 3 demonstra o processo de criação do modelo 3D por prototipagem rápida aditiva.

Figura 3 - Etapas do processo de prototipagem



Fonte: Adaptado de Silva e Malagón (2016)

3 METODOLOGIA

Lakatos e Marconi (2010, p. 139) definem pesquisa “como um procedimento reflexivo formal com método de pensamento reflexivo, que requer tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.”

Diante disso, é possível classificar a pesquisa quanto à sua natureza, objetivo, abordagem e procedimento. Nesse contexto, este trabalho consiste em uma pesquisa de natureza aplicada com objetivo exploratório, abordagem quantitativa, e pesquisa bibliográfica.

A metodologia dessa pesquisa foi inspirada no artigo “*3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education: a pilot study*”, de Monique Garas *et al*. (2017).

3.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), com mais de 100 anos de atuação, que oferece cursos de qualificação profissional, educação de jovens e adultos, cursos técnicos, superiores e de pós-graduação. Para realização do questionário, foi utilizado o Laboratório Anatômico de uma Universidade pública de Santa Catarina, por meio de um projeto em parceria com o IFSC.

3.2 Participantes da Pesquisa

Participaram da pesquisa 29 discentes da primeira fase do semestre 2019.1, do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia, do IFSC - Câmpus Florianópolis.

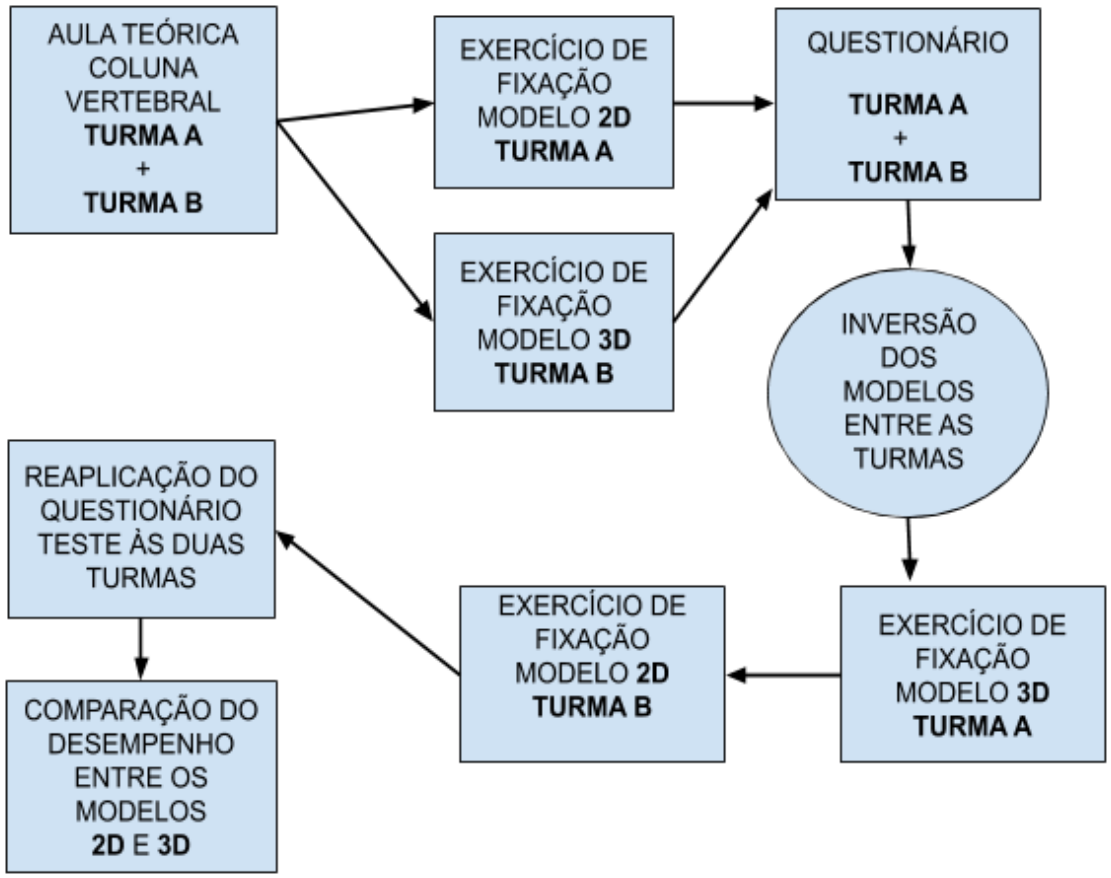
No início do semestre letivo, os participantes da pesquisa foram divididos em dois grupos, denominados Turma A e Turma B, conforme o plano de ensino da

disciplina.

3.3 Operacionalização da Pesquisa

A operacionalização da pesquisa ocorreu conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 - Fluxograma de operacionalização da pesquisa



Fonte: Da Autora (2019).

Após a aula teórica, ministrada pela professora responsável pela disciplina, com conteúdo sobre coluna vertebral humana, a turma “A” realizou exercícios de fixação, utilizando desenhos esquemáticos (2D) da vértebra lombar (apêndice B), nos quais identificaram seus acidentes ósseos, colorindo o material. A turma “B”, realizou a mesma atividade, porém, utilizando o modelo vertebral lombar impresso em 3D.

Após os exercícios de fixação, realizados com auxílio da professora de responsável pela disciplina, os discentes foram encaminhados para o laboratório de

anatomia. Nesta etapa e, os discentes responderam ao questionário semiestruturado (Apêndice A). O questionário foi elaborado similarmente às avaliações realizadas na disciplina de Anatomofisiologia, no qual os estudantes deveriam observar e anotar os acidentes ósseos das vértebras expostas (indicados com massinha de modelar) nas bancadas do laboratório anatômico, com duração de 1 minuto por acidente ósseo, simulando a prova prática, totalizando oito minutos da aplicação do questionário. Neste eles deveriam responder quais os acidentes ósseos indicados na vértebra anatômica real, possibilitando assim, comparar a assimilação do conteúdo abordado, entre o uso do recurso 2D e do modelo 3D.

Assim, as 8 perguntas foram estruturadas para respostas abertas, seguidas por uma escala fechada (com opções “irrelevante”, “relevante” e “fundamental”), no final do questionário, para que o discente quantificasse a importância do modelo utilizado para o aprendizado das estruturas da vértebra lombar.

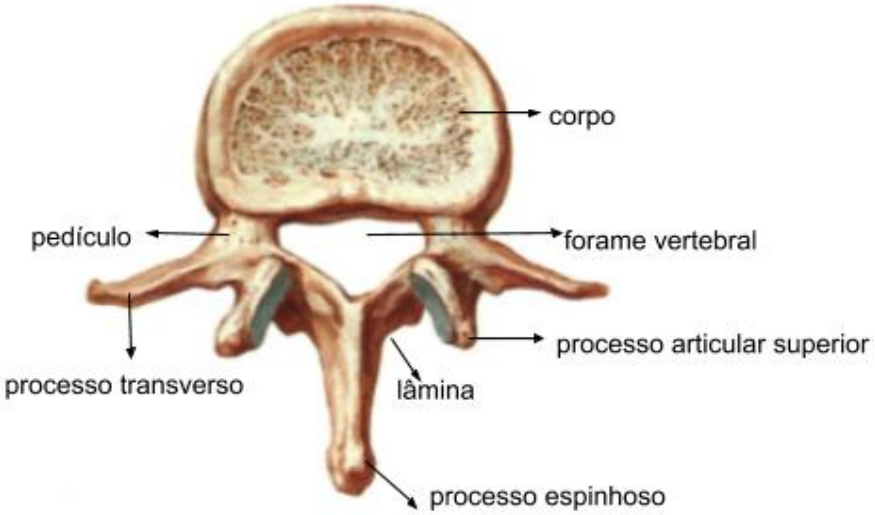
Na continuidade, houve uma inversão de recursos didáticos entre as turmas e o teste foi novamente aplicado.

3.4 O Modelo Vertebral 2D

A Figura 5 ilustra os acidentes ósseos da vértebra lombar, em desenho esquemático (2D), cujo os quais são: corpo da vértebra; forame vertebral; pedículo; processo transverso; processo articular superior; lâmina, processo articular inferior e processo espinhoso.

O modelo vertebral 2D utilizado como recurso didático no exercício de fixação pode ser visualizado no Apêndice B.

Figura 5 - Vista superior de uma vértebra lombar típica



Fonte: Adaptado de Netter (2014)

Nesse exercício, os discentes deveriam colorir as oito estruturas de seu modelo vertebral, de acordo com a legenda explicitada durante a realização da atividade.

3.4 O Modelo Vertebral 3D

O modelo vertebral lombar utilizado no estudo foi desenvolvido na pesquisa de Henrique (2018). Segundo a autora, o aprendizado das estruturas anatômicas utilizando modelos 3D se torna muito mais prático e didático quando o material usado na fabricação possibilita que as peças possam ser coloridas para demarcar suas estruturas. Isso permite que os alunos comparem seus resultados e possui como vantagem o fato de que cada aluno pode ter o seu próprio modelo.

A seguir é apresentado as imagens do modelo vertebral lombar por impressão 3D, que foi utilizado na pesquisa. Na Figura 6 o modelo é apresentado na vista anterior.

Figura 6 - Modelo vertebral lombar por impressão 3D, vista anterior

Fonte: Henrique (2018).

Para melhor visualização da peça, a vista inferior é apresentada na Figura 7.

Figura 7 - Modelo vertebral lombar por impressão 3D, vista inferior

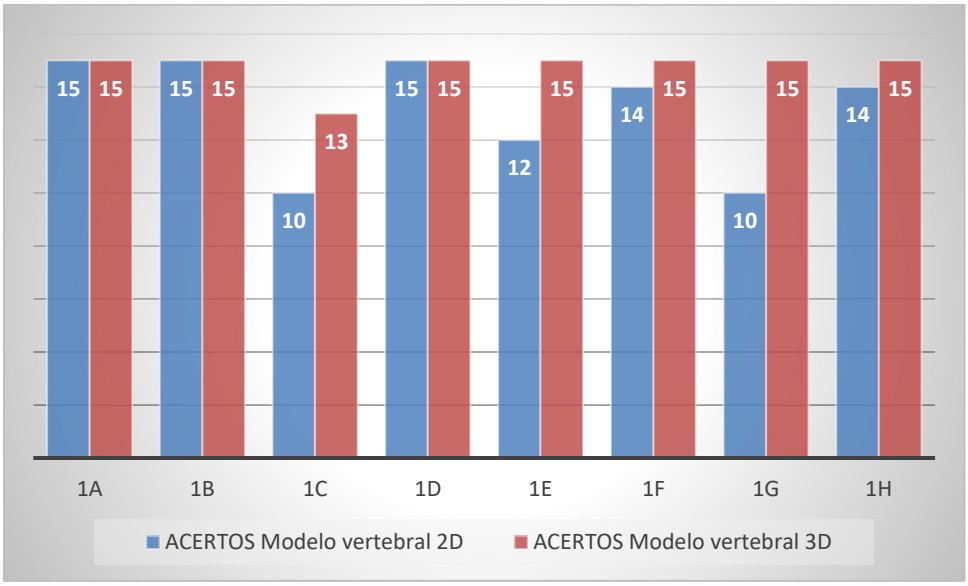
Fonte: Henrique (2018).

4 RESULTADOS

Participaram dessa pesquisa discentes da primeira fase, do CST em Radiologia do IFSC, sendo que do total da turma (33), 29 discentes aceitaram participar, 2 não aceitaram e 2 não realizaram os questionários com os dois recursos didáticos, e foram excluídos da pesquisa. Dessa forma, de acordo com a divisão da turma, pré-estabelecida pelo cronograma de ensino da unidade curricular de Anatomofisiologia, foram realizados: exercício de fixação, o questionário semiestruturado e a avaliação do modelo utilizado.

Para apresentação dos dados iniciais, relativos ao questionário, foram sistematizados os acertos por turma, antes e após a inversão de modelos. Cada questão corresponde a um acidente ósseo e é representada por uma letra do alfabeto, da seguinte forma: 1A – corpo vertebral, 1B – forame vertebral, 1C– pedículo, 1D– processo transverso, 1E– processo articular superior, 1F– lâmina, 1G– processo articular inferior, 1H– processo espinhoso. Verifica-se que o maior número de acertos ocorreu nas estruturas 1 (corpo), 1B (forame), 1F (lâmina) e 1H (processo espinhoso), isso pode estar relacionado a maior facilidade da identificação visual dessas estruturas. No entanto, na Turma A o desempenho com o modelo 3D mostrou-se superior, como podemos observar no gráfico da Figura 8.

Figura 8 - Gráfico de desempenho Turma A (15 discentes)

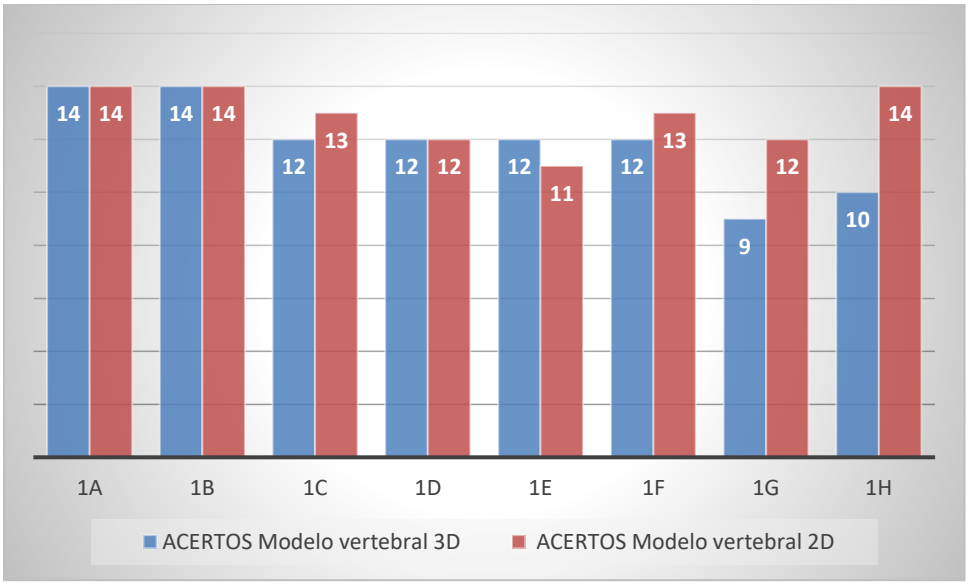


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Pelo gráfico da Figura 8, constata-se que na Turma A, as questões 1C (pedículo) e 1G (processo articular inferior), foram os que os discentes apresentaram maior dificuldade para responder com o uso do modelo 2D como recurso didático. Embora em menor número, o pedículo (1C) também evidenciou dificuldades com o uso do modelo 3D. No entanto, em todos os outros acidentes o desempenho como o uso do modelo 3D foi superior, sendo que os discentes responderam todos corretamente.

Analisando o gráfico da Figura 9 percebe-se que na Turma B, os acidentes que apresentaram maior dificuldade de identificação com o uso do recurso didático 2D, foram o 1E (processo articular superior) e o 1G (processo articular inferior).

Figura 9 - Gráfico de desempenho Turma B (14 discentes)



Fonte: Dados da pesquisa (2009)

O gráfico da Figura 9 evidencia um desempenho inferior dos discentes relacionado ao uso do recurso didático 3D comparado ao da Turma A. As estruturas com mais erros foram a 1G (processo articular inferior) e 1H (processo espinhoso).

Tendo em vista a falta de conhecimento prévio dos alunos acerca de anatomia da coluna vertebral, mas considerando a aula teórica e os exercícios de fixação com os dois modelos, realizados no mesmo dia da aplicação do questionário

semiestruturado, considerou-se corretas apenas respostas com pequenos erros de ortografia, como no caso da estrutura forame vertebral, ao qual ocorreu “furame” e com alguma palavra similar ao nome correto, como “forame medular”, pensando que a medula passa pelo forame vertebral. O mesmo ocorre, no caso da estrutura corpo vertebral, que apareceram como respostas: corpo central, corpo da vértebra, corpo, as quais foram todas consideradas corretas. No entanto, as respostas que não apresentaram qualquer semelhança com o nome correto, ou ficaram em branco, foram consideradas erradas, por exemplo, no caso do acidente ósseo pedículo, tendo como resposta “pericondio”.

Para a facilitar a análise, e levando em conta que não buscamos analisar a diferença entre as turmas, e sim entre os modelos 2D e 3D e sua relação com os discentes em geral (um total de 29 alunos ao todo), organizou-se os acertos por modelo vertebral, conforme a Quadro1.

Quadro 1 – Total de acertos por modelo

Acidentes ósseos	**ACERTOS 2D**	**%**	**ACERTOS 3D**	**%**
1A	29	100%	29	100%
1B	29	100%	29	100%
1C	23	79,31%	25	86,20%
1D	27	93,10%	27	93,10%
1E	23	79,31%	27	93,10%
1F	27	93,10%	27	93,10%
1G	22	75,86%	24	82,70%
1H	27	93,10%	25	82,70%

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Conforme a tabela acima, nota-se que as questões que apresentaram mais acertos com uso de ambos os recursos, provavelmente pela facilidade em identificar visualmente os acidentes ósseos foram a 1A e 1B (corpo vertebral e forame vertebral respectivamente). Apesar da média de acertos ficar em 93% de acertos entre os dois recursos didáticos, percebe-se que os acidentes que apresentaram maior diferença na performance foram: 1C (pedículo), com 6,89%, 1E (processo articular superior)

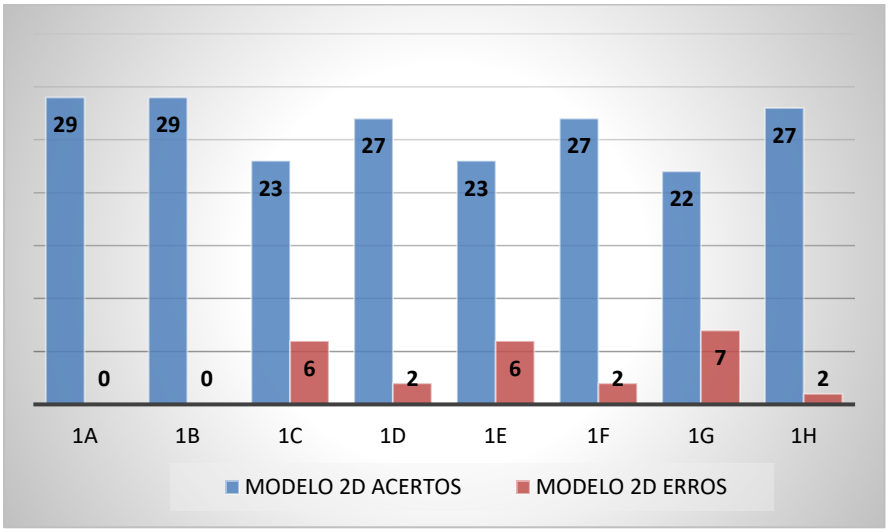
com 13,8%, processo articular inferior e 1H (processo espinhoso) com 10,4%. O pedículo e o processo articular superior foram as estruturas que apresentaram mais erros com uso do recurso 2D, enquanto o processo espinhoso foi a estrutura que obteve mais erros com uso do recurso didático 3D. O pedículo (1C) foi um acidente ósseo que evidenciou dificuldade independentemente do modelo utilizado como recurso didático, porém sendo mais acentuada com o uso do recurso didático 2D. Da mesma forma ocorre com a questão 1E (processo articular superior), 1G (processo articular inferior) e 1H (processo espinhoso).

Observa-se que não houve um rendimento muito superior com o uso do modelo vertebral 3D, como recurso didático, pois a porcentagem de erros, ficou de 8,19% contra 10,77% do modelo 2D. Em geral, a estrutura que teve o pior desempenho com uso do recurso 2D foi o processo articular superior (1E) enquanto com o uso do recurso 3D foi o processo espinhoso(1H).

Contudo, nota-se um desempenho superior com o uso do recurso 3D, pois o número de acertos por estruturas, no geral, foi maior com seu uso.

A comparação de desempenho por modelo pode ser analisada a seguir. Conforme o gráfico da Figura 10 nota-se que com o uso do modelo vertebral 2D, como recurso didático, os acidentes ósseos 1C, 1E, 1G e 1H obtiveram mais erros.

Figura 10 - Gráfico de desempenho do recurso didático 2D por acidente ósseo



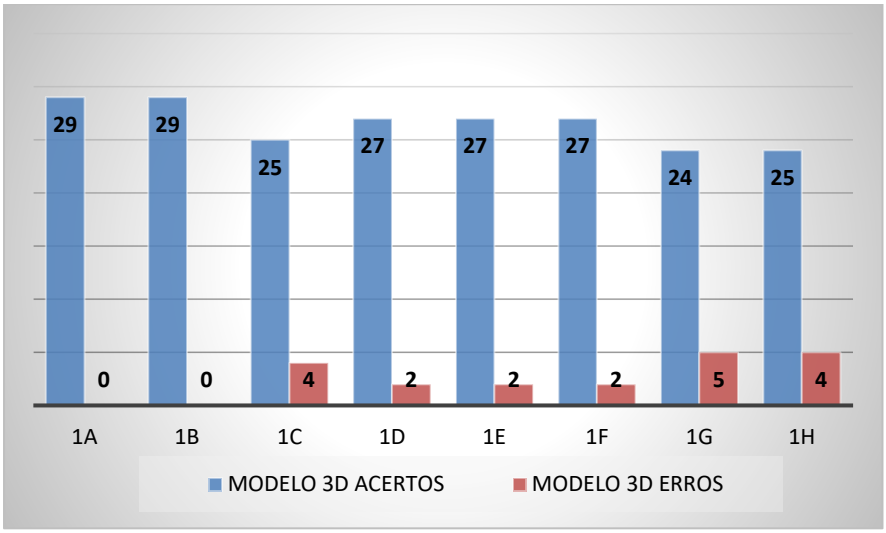
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A Figura 10 demonstra os acertos e erros com o uso do modelo 2D como

recurso didático, sendo que os acidentes mais facilmente identificados, assim como no modelo 2D, foram o corpo vertebral e forame vertebral, os quais não apresentaram erros na realização do questionário teste. Já os acidentes ósseos pedículo e processo articular superior e processo articular inferior demonstraram maior número de erros.

Os acidentes que apresentaram maior número de erros com uso do modelo 3D foram 1G e 1H, sendo eles o processo articular inferior e o processo espinhoso respectivamente, podendo ser observado no Figura 11.

Figura 11 - Gráfico de desempenho do recurso didático 3D por acidente ósseo

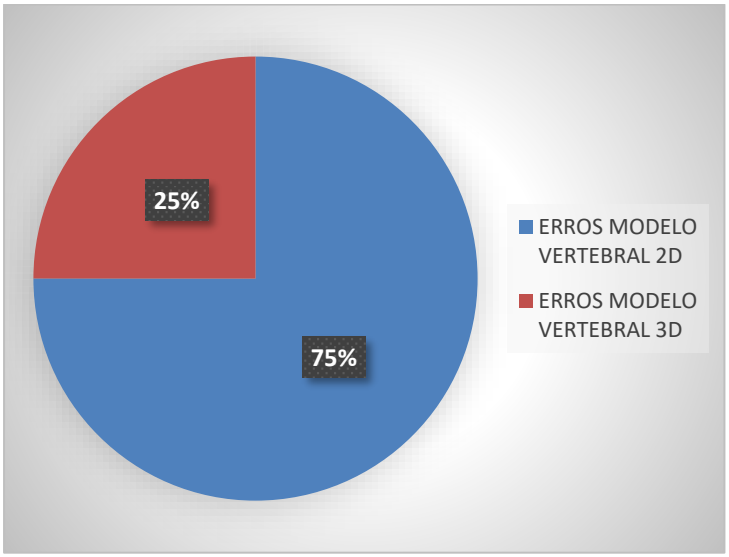


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Ao comparar o desempenho entre os modelos 2D e 3D, Figura 10 e 11 percebe-se que o único acidente ósseo no qual houve maior dificuldade com uso do modelo 3D como recurso didático, foi o processo espinhoso (1H). Fato curioso, tendo em vista que o recurso 3D, ao possibilitar o contato físico com a peça, tecnicamente, seria superior na assimilação de uma estrutura tão visualmente destacada.

A Figura 12 apresenta a proporção de erros no acidente pedículo (1C), com base no modelo vertebral utilizado como recurso.

Figura 12 - Gráfico de comparação dos erros no acidente ósseo pedículo (1C)

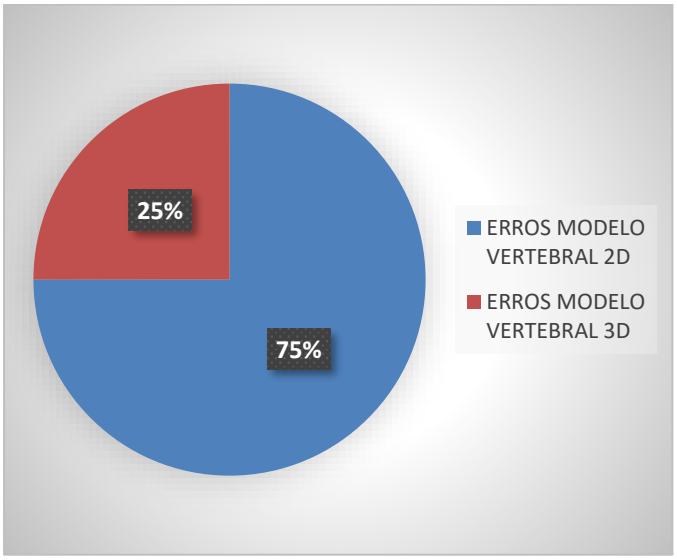


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Com relação ao pedículo, o desempenho com o uso do recurso 3D, foi superior, foram 20,68% de erros para o modelo 2D contra 13,78% com o modelo 3D.

O gráfico da Figura 13 demonstra que a proporção de erros no acidente ósseo processo articular superior (1E).

Figura 13 - Gráfico de comparação de erros nos acidentes ósseos p. articular superior (1E)

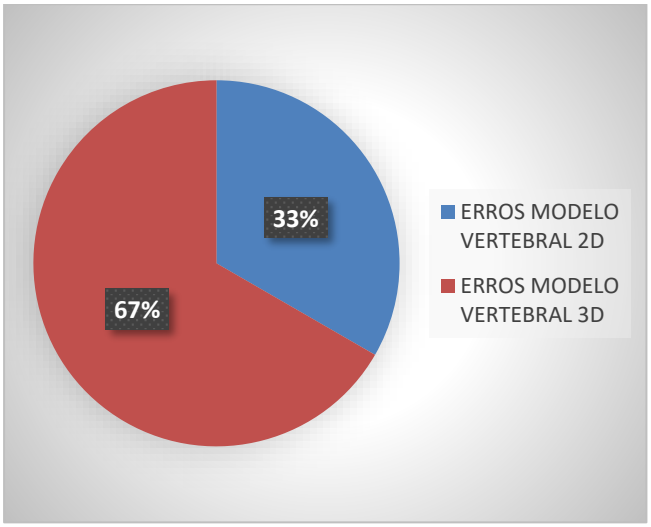


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

No caso do acidente ósseo processo articular superior (1E), o modelo 3D mostrou-se relativamente superior foram 20,68% de erros com o modelo 2D contra 6,89% com o modelo 3D

Entretanto, com o gráfico da Figura 14 percebe-se que o modelo vertebral 3D apresentou maior dificuldade em relação ao acidente ósseo 1H, fato intrigante, por se tratar da estrutura mais evidente na vértebra.

Figura 14 - Gráfico de comparação de erros no acidente ósseo processo espinhoso (1H)

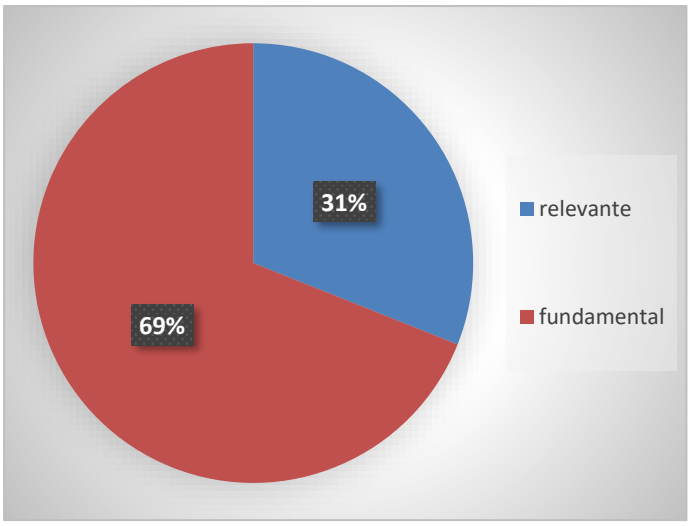


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para o processo espinhoso foram 13,78% de erros com o modelo 3D contra 6,89% do modelo 2D.

Após o questionário os discentes deveriam avaliar a importância do modelo utilizado como recurso didático no exercício de fixação, escolhendo na escala de três pontos entre as opções não relevante, relevante e fundamental. Na Figura 15 é apresentada a percepção dos discentes quando ao modelo vertebral 2D.

Figura 15 - Gráfico de importância atribuída ao modelo 2D

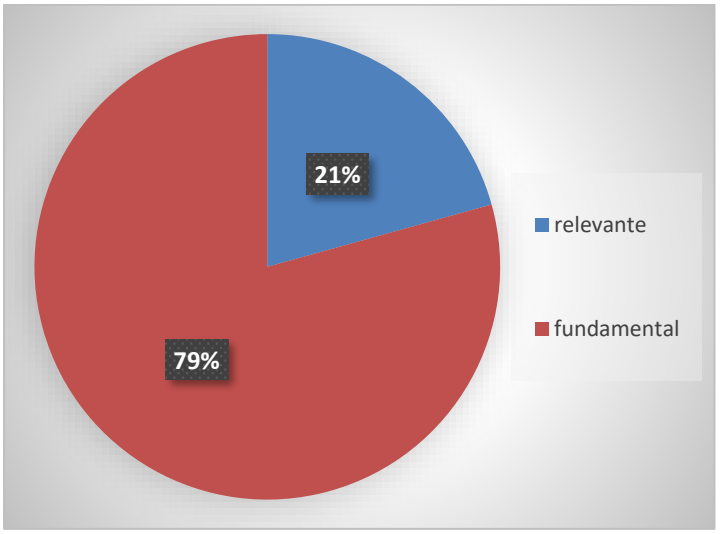


Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para o recurso didático 2D um total de 9 alunos (31%) classificou o modelo como relevante, enquanto 20 (69%), qualificaram o recurso como fundamental. A opção não relevante não foi marcada por nenhum discente.

Na Figura 16 é demonstrada a percepção quanto ao uso do modelo vertebral 3D.

Figura 16 - Gráfico de importância atribuída ao modelo vertebral 3D



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Quanto ao recurso didático 3D, 6 discentes marcaram o recurso didático como relevante, enquanto 23 o consideraram fundamental. Não houve escolha da opção irrelevante.

Portanto comparando os gráficos, observa-se que o número de discentes que qualificou o modelo 3D como fundamental apresentou um destaque de 10% do recurso 3D sobre o recurso 2D.

5 DISCUSSÃO

Considerando a necessidade de novos recursos didáticos complementares no ensino de anatomia humana, essa pesquisa buscou analisar o desempenho de um modelo tridimensional de uma vértebra lombar, produzida em impressora 3D. Losco *et al*. (2017) em sua revisão sistemática, acerca de recursos didáticos mais eficientes no ensino de anatomia, concluiu que o emprego de novas tecnologias mostra-se uma alternativa valiosa aos meios tradicionais de ensino, porém os resultados mais relevantes são relacionados a aprendizagem assistida por computador.

Conforme Abouhashem *et al.* (2015) reproduzir modelos tridimensionais de ossos mostra-se vantajoso devido a capacidade da técnica de impressão 3D replicar peças “com alto nível de precisão preservando os valores visuais e hápticos do modelo real”. Desse modo, a vantagem do recurso didático 3D em relação ao modelo 2D, verificada na presente pesquisa, pode estar realmente relacionada à facilidade de visualização dos acidentes ósseos em todos os ângulos da peça. Isso pode ser notado pelo pior desempenho obtido com o uso do recurso didático 2D, ocorrido no acidente ósseo processo articular superior, que apresentou 20,68% de erros contra 6,89 com o recurso 3D.

Quanto ao pedículo, por se tratar de uma parte da vértebra onde acontece a ligação entre o processo transverso e o corpo vertebral, acredita-se que seja comum ocorrer erros. Já o processo articular inferior, por não aparecer nitidamente no modelo vertebral 2D fornecido no exercício de fixação, pode ter gerado um problema de identificação desse acidente ósseo.

Já quanto aos erros relacionados ao processo articular inferior, é possível que a posição da vértebra no momento de realização do questionário tenha interferido na identificação do acidente ósseo, confundindo os discentes. Devido a um equívoco encontrado na legenda dos exercícios de fixação, o qual apresentava uma nomenclatura desatualizada de um acidente ósseo da vértebra lombar, houve a exclusão dessa, sendo que para substituí-la subdividiu-se o acidente ósseo processo articular em dois distintos: superior e inferior. Pelo fato de não constar vista inferior no recurso didático 2D, percebeu-se que foi confuso para os alunos assimilarem o que era inferior e superior. Dessa forma, é provável que os erros sejam resultantes da alteração realizada.

Contudo houve um fato inesperado relacionado ao acidente mais saliente da vértebra lombar, o processo espinhoso, o qual mostrou-se o único com maior número de erros justamente com uso do recurso didático 3D, como pode ser verificado no Gráfico 5. Dessa forma, a vantagem espacial deste recurso, descrita por Yammine e Violato (2015), em uma meta-análise que explora a eficácia de modelos físicos em 3D, não se confirmou em relação a esse acidente ósseo.

Outro aspecto relevante é o fator psicopedagógico, a exemplo de Distler (2015) que aborda em seu artigo de revisão a influência da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel na psicopedagogia, considerando o aspecto cognitivo. O estudo evidencia que há diversas modalidades de aprendizagem, sendo essencial que o docente tenha conhecimento das características de seus discentes, oferecendo diferentes recursos de aprendizagem. Então, cria-se um ambiente mais propício as diversas experiências, onde busca-se aprender e fixar mais efetivamente o conteúdo trabalhado. Portanto é possível que as dificuldades apresentadas no presente estudo, possam estar relacionadas às particularidades da realidade e personalidade de cada discente. Até porque conforme Garas *et al*. (2017) idade e sexo são fatores que influenciam na interpretação, sendo importante a prévia averiguação dessas características, para associar metodologias que sejam favoráveis.

A metodologia utilizada precisa dinamizar o processo e despertar o interesse pelo aprendizado. Com base no artigo de Salbego *et al.* (2014) acredita-se que seja necessária uma reformulação da metodologia teórico-prática relacionada ao processo ensino-aprendizagem de anatomia humana, sendo importante envolver os discentes em discussões a respeito de quais maneiras podem ser mais efetivas na consolidação do conhecimento. Em seu estudo, o autor apresenta as declarações dos discentes acerca das dificuldades enfrentadas na disciplina de anatomia, grande parte as atribui justamente à osteologia, que se constitui de numerosas estruturas e nomes peculiares, o que dificulta a memorização. Há também relatos de que a mecanicidade relacionada ao somente “olhar e gravar” torna o processo monótono, sugerindo que mais dinamismo poderia auxiliar muito no processo de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O avanço tecnológico vem beneficiando diversos setores da sociedade, a exemplo do que estudos mostram, o meio educacional também tem sido transformado por ferramentas como a prototipagem rápida também conhecida como Impressão 3D. Pensando na necessidade de desenvolver ferramentas alternativas para complementar o ensino de Anatomofisiologia em uma instituição de ensino pública, a pesquisa buscou analisar a percepção dos discentes quanto ao uso de um recurso didático 2D e um 3D.

Apesar da aplicação de recursos 3D no ensino de anatomia vir crescendo consideravelmente conforme estudos citados,, percebe-se a necessidade de formulação de metodologias que consigam usufruir do recurso de forma dinâmica, incorporando variadas modalidades de aprendizagem juntamente a outros recursos existentes. Para tal, é importante que haja a realização de uma avaliação do perfil dos discentes, o que possibilitaria uma metodologia mais direcionada.

Considerando desempenho por turma, em que a Turma A apresentou resultado inferior realizando o primeiro contato com recurso 2D e resultado positivo ao realizar o questionário pela segunda vez, com uso do recurso 3D, enquanto a Turma B apresentou resultado inferior ao utilizar no primeiro momento o recurso 3D, e positivo ao utilizar no segundo momento o recurso 2D, supõe-se que: uma segunda oportunidade de realização do questionário, envolvendo a mesma ordem de apresentação das estruturas facilitou a identificação dos acidentes ósseos.

Com base na importância atribuída pelos discentes aos modelos, percebeu-se uma pequena superioridade relativa ao modelo vertebral lombar 3D.

Contudo, percebeu-se que para possibilitar um eficiente processo de ensino aprendizagem faz-se necessário a associação de diferentes recursos. Dessa forma, concluiu-se que os modelos vertebrais lombares em 2D e 3D são complementares, sendo, interessante aplicar metodologias que aliem o uso dos dois modelos.

Tendo em vista que objetivo desse estudo foi realizar um levantamento inicial e estatístico da eficácia dos modelos vertebrais 2D e 3D como recurso didático para os discentes do CST em Radiologia, acredita-se que, um próximo passo seria

um aprofundamento em posteriores pesquisas, nas quais a utilização de uma abordagem qualitativa, captando com maior riqueza de detalhes a percepção dos alunos, possibilitaria um avanço nas reflexões sobre pertinência e eficácia dos recursos no contexto de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABOUHASHEM, Yousef et al. **The application of 3D printing in anatomy education.** 2015. Disponível em: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. Acesso em: 12 mar. 2019.

ARAÚJO JUNIOR et al (2014). **Desafio anatômico**: uma metodologia capaz de auxiliar no aprendizado de anatomia humana. *Medicina (Ribeirão Preto. Online)*, *47*(1), 62-68. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i1p62-68>Acesso em 10
set. 2018.

BRASIL. Constituição (1992). Dispõe sobre a utilização de cadáver não reclamado, para fins de estudos ou pesquisas científicas e dá outras providências. **Lei Nº 8.501, de 30 de novembro de 1992**. Brasília, DF, 01 dez. 1992.

CÂMARA, Celcimar Alves. **Procedimentos legais e protocolos sobre a sistemática e aquisição de cadáveres na Universidade Federal do Rio Grande do Norte para o ensino de anatomia humana.** 2015. 52f.Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissional em Educação em Saúde, Centro de Ciências em Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2015. Disponível em:<https://repositorio.ufrn.br>. Acesso em 13 set.2018.

COSTA, Gilliene Batista Ferreira da; LINS, Carla Cabral dos Santos**. O cadáver no ensino da anatomia humana: uma visão metodológica e bioética.** Revista Brasileira de Educação Médica, v.36, n.3, p. 369-373, 2012.

CORREDERA, Blanca Mompéo**. Metodologias y materiales para el Aprendizaje de la Anatomía Humana:** Percepciones de los Estudiantes de Medicina ‘nativos digitales’. 2014. Disponível em: <http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322014000200007>. Acesso em: 21 set. 2018.

DISTLER, Rafaela Regina. **Contribuições de Ausubel para a intervenção psicopedagógica.** Revista psicopedagogia, São Paulo, v 98, n 32, p. 191-199, 28 jul.2015. Disponível em <pepsic.bvsalud.org> Acesso em 21 jan 2019.

ESTAI, Mohamed; BUNT, Stuart. **Best teaching practices in anatomy education:** A critical review. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0940960216300322>. Acesso em: 18 set. 2018.

GARAS, Monique et al. **3D-Printed specimens as a valuable tool in anatomy education:** a pilot study. Annals of Anatomy, n.219, p. 57-64, 2018.

GIL, Henrique. **As TIC, os nativos digitais e as práticas de ensino supervisionadas:** um novo espaço e uma nova oportunidade.2014. Disponível em: <E:/Materiais%20Projeto%20TCC/Ensino%20Aprendizagem/Conferencia_Henrique_Gil.pdf>. Acesso em 03 set.2018.

GRANDE NETO, Newton Salvador. **Utilização de material alternativo para obtenção e caracterização de biomodelos, por meio da técnica de impressão 3D printer.** 2016. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/137869>. Acesso em: 03 out. 2018.

HANSEN, Jonh T; LAMBERT, David R. **Anatomia Clínica de Netter.** 3. ed. São Paulo: Elsevier, 2011. 667 p.

HENRIQUE, Larissa. **Confecção de modelos vertebrais por impressão 3D para uso didático em aulas de anatomia.** 2018. Disponível em: <sites.ifscflorianopolis.edu.br/radiologia>. Acesso em: 12 out. 2018.

LAKATOS, Maria e; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos da metodologia científica:** técnicas de pesquisa. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

LOSCO, C. Dominique et al. Effective methods of teaching and learning in anatomy as a basic science:: A BEME systematic review: BEME guide no. 44. **Medical Teacher**. Perth, p. 234-243. 27 jan. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0142159X.2016.1271944>. Acesso em: 20 maio 2019.

MARRO, Alessandro; BANDUKWALA, Taha; MAK, Walter. **Three-Dimensional Printing and Medical Imaging::** A Review of the Methods and Applications. 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26298798>. Acesso em: 21 nov. 2018.

MATOZINHOS, Isabela Penido et**. 3D Impressão 3D:** inovações no campo da medicina. 2017. Disponível em: <http://revista.fcmmg.br/ojs/index.php/ricm/article/view/14>. Acesso em: 27 out. 2018.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal Aprendizagem Significativa? 2010. Disponível em <www.if.ufrgs.br>. Acesso em 23 jan 2019.

NETTER, Frank H. **Atlas de anatomia humana.** 6. ed. São Paulo: Elsevier, 2015.

NISHIMURA, Paula Lumi Goulart et al. **Prototipagem rápida:** um comparativo entre uma tecnologia aditiva e uma subtrativa. 2016. Disponível em: <http://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/prototipagem-rpida-um-comparativo-entre-uma-tecnologia-aditiva-e-uma-subtrativa-24622>. Acesso em: 14 out. 2018.

PAIVA, Lilian R Mendes et al. **Aplicação para dispositivos móveis utilizando tecnologias interativas::** a Realidade Virtual e Aumentada aplicada ao estudo da anatomia humana. 2013. Disponível em: <http://www.enacomp.com.br/2013/anais/pdf/21.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2018.

REIS, Daniela de Alcântara Leite dos et al. **Biomodelos Ósseos Produzidos por Intermédio da Impressão 3D::** Uma Alternativa Metodológica no Ensino da Anatomia Veterinária. 2017. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/gradmais/article/view/133789>. Acesso em: 30 out. 2018.

SALBEGO, Cléton et al. **Percepções acadêmicas sobre o ensino e a aprendizagem em anatomia humana.** 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbem/v39n1/1981- 5271-rbem-39-1-0023.pdf>. Acesso em: 29 set. 2018.

SANTOS, Júlio César Furtado dos. **Aprendizagem significativa:** modalidades de aprendizagem e o papel do professor. 5. ed. Porto Alegre: Mediação, 2013.

SCHLEMMER, Eliane. Laboratórios Digitais Virtuais em: 3D: Anatomia Humana em Metaverso, Uma Proposta em Immersive Learning. **Revista E-curriculum**, São Paulo, v. 12, n. 3, p.2119-2157, 01 dez. 2014. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum>. Acesso em: 20 abr. 19.

SILVA, Joab Júlio de Souza; MALAGÓN, Luiz Arturo Gómes. **Fabricação de modelos anatômicos utilizando prototipagem rápida.** 2016. Disponível em: <http://revistas.poli.br/index.php/repa/article/view/523>. Acesso em: 21 out. 2018.

SHEN, Zhen et al.**The role of three-dimensional printed models of skull in anatomy education:** a randomized controlled trail. Sci Rep. 2017 Apr 3;7(1):575. doi: 10.1038/s41598-017-00647-1. Acesso em 13 out. 2018.

SOUSA, Alana Tamar Oliveira de et al. A utilização da teoria da aprendizagem significativa no ensino da Enfermagem. **Rev. Bras. Enferm.** Brasília, v. 68, n. 4, p. 713-722, Aug. 2015. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-71672015000400713&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 nov. 2018.

TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini; BERTOLLI FILHO, Claudio. A

Anatomia e o ensino de anatomia no Brasil: a Escola Boveriana**. História, Ciências e Saúde**- Manguinhos, Rio de Janeiro, v.21, n. 4, out-dez, 2014, p.1301-1322.

TORTORA, Gerard J; DERRICKSON, Bryan. **Princípios de anatomia e fisiologia.** 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. 1216 p.

TROTTA,Tatiana de; SPINILLO, Carla Galvão. **Tecnologias no aprendizado da Anatomia Humana:** possíveis contribuições para o ensino da medicina. 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/user/Downloads/214-725-1-PB.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

VANPUTTE, Cinnamon L et al. **Anatomia e Fisiologia de Seeley**. 10. ed. São Paulo: Amgh, 2016. 1267 p

YAMMINE, Kaissar; VIOLATO, Claudio. A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization Technologies in teaching anatomy. **Anatomical Sciences Education**. Nova Jersey, p. 525-538. 4 dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/ase.1510>. Acesso em: 21 maio 2019.

YUSUF, Bulent. **14 Most Important 3D Printing Terms:** (Glossary of Terminology) 2016. Disponível em: <https://all3dp.com/3d-printing-terms-terminology-glossary/> Acesso em 24 mar 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO SOBRE OS ACIDENTES ÓSSEOS DA VÉRTEBRA LOMBAR

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇOS - DASS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

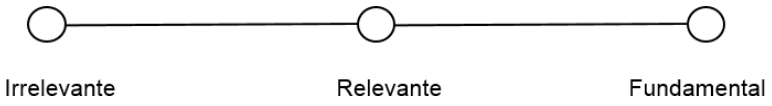
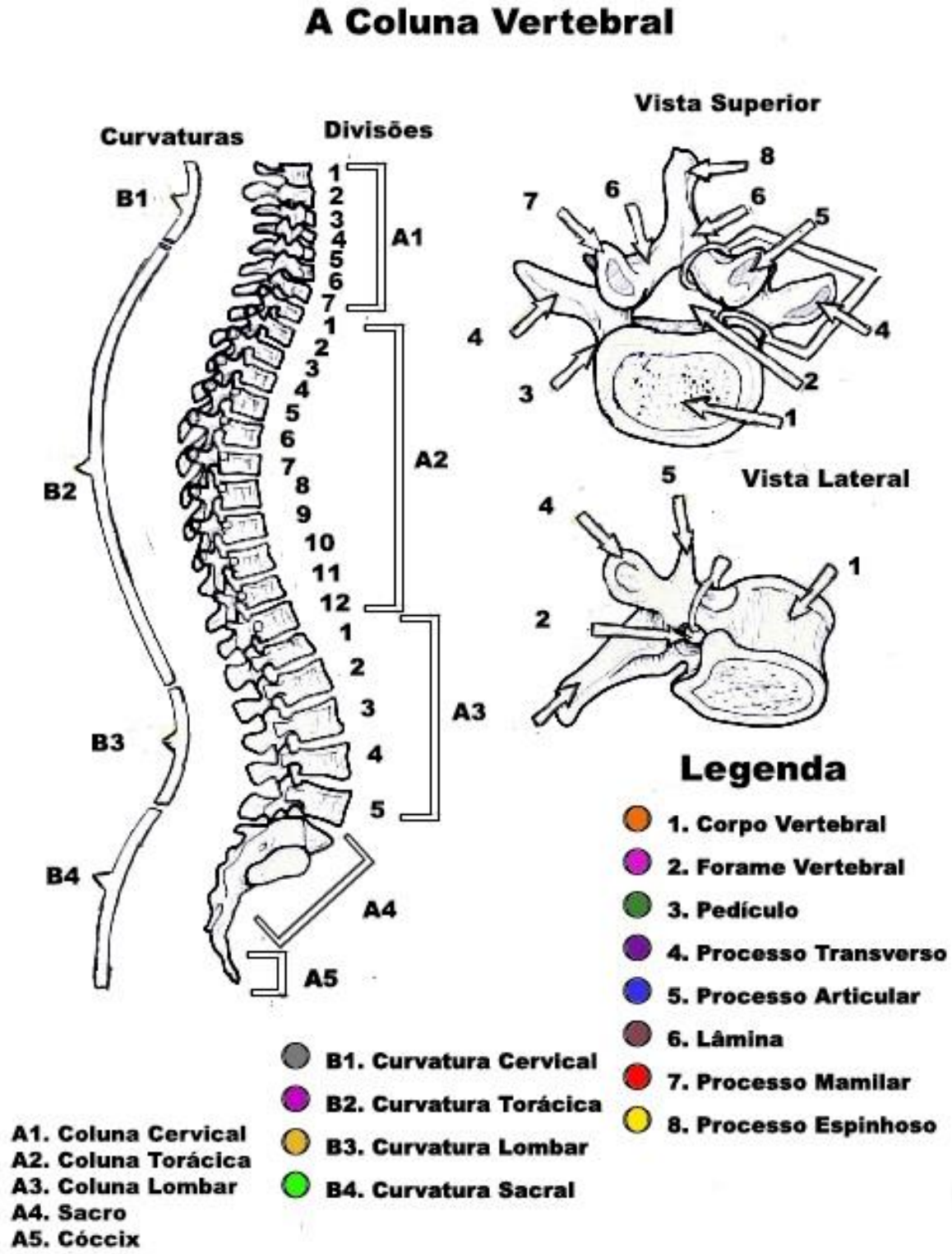
QUESTIONÁRIO - ACIDENTES ÓSSEOS DA VÉRTEBRA LOMBAR

Nome: Data:

Com base na atividade realizada no exercício de fixação, responda qual é o nome do acidente ósseo **indicado** em cada vértebra lombar.

Acidente ósseo 1A:
Acidente ósseo 1B:
Acidente ósseo 1C:
Acidente ósseo 1D:
Acidente ósseo 1E:
Acidente ósseo 1F:
Acidente ósseo 1G:
Acidente ósseo 1H:

Na escala a seguir, atribua o nível de importância do modelo utilizado no exercício de fixação, no seu aprendizado das estruturas da vértebra lombar.



APÊNDICE B – RECURSO DIDÁTICO 2D