



MESTRADO ACADÊMICO EM EDUCAÇÃO

KASSIO MIRANDA ALVES

**TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA
HUMANA: O USO DA REALIDADE VIRTUAL**

INHUMAS – GO

2022

KASSIO MIRANDA ALVES

**TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA
HUMANA: O USO DA REALIDADE VIRTUAL**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, FacMais, como requisito parcial para à obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Dostoiewski Champangnatte

INHUMAS – GO

2022

**TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DE ANATOMIA
HUMANA: O USO DA REALIDADE VIRTUAL**

**Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, da
Faculdade de Inhumas – PPGE/FACMAIS, aprovada em 08 de março de 2022.**

Banca Examinadora

Prof. Dr.(a) Dostoiewski Mariatt de Oliveira Champangnatte

Prof^a. Dr^a. Lucineide Maria de Lima Pessoni

Prof^a. Dr^a. Jacqueline de Cássia Pinheiro Lima

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

BIBLIOTECA CORA CORALINA - FacMais

A474t

ALVES, Kassio Miranda
TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS PARA A APRENDIZAGEM DE
ANATOMIA HUMANA: O USO DA REALIDADE VIRTUAL. Kassio Miranda alves. –
Inhumas: FacMais, 2022.

86 p.: il.

Dissertação (mestrado) - Centro de Educação Superior de Inhumas -
FacMais, Mestrado em Educação, 2022.

“Orientação: Dr. Dostoiowski Champangnatte”.

1. Educação; 2. Anatomia humana; 3. Ensino; 4. Aprendizagem; 5.
Realidade virtual. I. Título.

CDU: 37

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de cursar o mestrado e me aperfeiçoar a cada dia mais. Dele provém todo o conhecimento.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Dostoiowski Champangnatte, por aceitar estar comigo no decorrer deste caminho e pelos ensinamentos dados.

A todos os professores da FacMais, principalmente aos: Daniella Couto Lôbo, Cristyane Batista Leal, Lucineide Maria de Lima Pessoni, Marcelo Máximo Purificação, Maria Luiza Vasconcelos Gomes, Ronaldo Manzi Filho, Elianda Figueiredo Arantes Tiballi e Selma Regina Gomes. Obrigado por cada aprendizado.

Agradeço aos meus pais, Márcio Alves Moreira e Joana Darc Miranda Alves, que me trouxeram ao mundo e sempre me apoiaram. Assim como aos meus irmãos, Marciel Miranda Alves e Vitória Katrine Borges.

À minha esposa, Pollyany Ferreira dos Santos, por todo companheirismo durante todos esses anos e compreensão durante o período do Mestrado.

Aos meus filhos, João Márcio dos Santos Alves, Maria Fernanda dos Santos Alves, Kássia Cristina Santos Alves e Liz Ferreira Miranda, todo constante aperfeiçoamento é por vocês.

A todos os meus amigos pela compreensão e apoio nesta fase tão importante.

A todos os meus alunos, que por causa da troca de conhecimentos veio o despertar da ideia desta pesquisa.

RESUMO

Com os diversos avanços tecnológicos, o uso de novas ferramentas para o ensino de anatomia humana tem se tornando cada vez mais dinâmico e eficiente. Dessa forma, o tema dessa pesquisa envolve a necessidade de criar novas ferramentas que permitam maior precisão no ensino, e também para o uso no diagnóstico dos pacientes, deixando este mais seguro e preciso, tem gerado diversos avanços na criação de novos equipamentos, aplicativos e softwares, entre eles, a realidade virtual. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o uso da realidade virtual no ambiente de aprendizagem de anatomia humana para o curso de Bacharelado em Fisioterapia. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de Periódicos Capes, PubMed, Embase e Medline, utilizando as palavras-chave *realidade virtual*, *ensino de anatomia*, *virtual reality* e *teaching human anatomy*, sendo então realizada uma meta-análise das informações contidas nos trabalhos escolhidos para avaliação. Concluiu-se, com base nos estudos de Conte e Martini (2015) que a realidade virtual é uma ferramenta de grande importância, que traz maior interesse dos estudantes para as aulas, cria um espaço mais produtivo, com informações mais refinadas e atuais sobre o corpo humano, fazendo que não seja necessário o uso constante de cadáveres, agilizando pesquisas e demonstrações práticas. Entretanto, diversos equipamentos e programas possuem custo elevado, fazendo com que diversas instituições de ensino não sejam capazes de adquiri-los. Sugere-se que esta nova estratégia de ensino seja amplamente divulgada, e que pesquisas que busquem diminuir os custos de produção destas novas ferramentas sejam realizadas.

Palavras-chave: Educação; Anatomia humana; Ensino; Aprendizagem; Realidade virtual.

ABSTRACT

With the various technological advances, the use of new tools for teaching human anatomy has become increasingly dynamic and efficient. The need to create new tools that allow greater accuracy in teaching, and also for the use in diagnosing patients, making it safer and more accurate, has generated several advances in the creation of new equipment, applications and software, including virtual reality. Thus, the objective of this study was to evaluate the use of virtual reality in the human anatomy learning environment. To this end, a bibliographic survey was carried out in the Periódicos Capes, PubMed, Embase and Medline journals, using the keywords virtual reality, teaching anatomy, virtual reality and teaching human anatomy. It was concluded that virtual reality is a tool of great importance, that brings more interest from students to classes, creates a more productive space, with more refined and current information about the human body, making it unnecessary the constant use of cadavers, speeding up research and practical demonstrations. However, several pieces of equipment and programs are expensive, and many educational institutions are not able to afford them. It is suggested that this new way of teaching be widely disseminated, and that research that seeks to reduce the production costs of these new tools be carried out.

Keywords: Human anatomy. Teaching. Learning. Virtual reality.

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
PNC	Parâmetros Curriculares Nacionais
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
IA	Inteligência Artificial
MOOCs	Cursos Abertos Massivos Online
HMD	Head-Mounter display
IES	Instituição de Ensino Superior
RV	Realidade Virtual

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
CAPÍTULO 1: TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS	18
1.1 História das tecnologias educacionais	18
1.2 Uma análise da utilização de Tecnologias na Educação: problemas epistemológicos	26
1.3 A tecnologia na educação na sociedade contemporânea	32
CAPÍTULO 2 - REALIDADE VIRTUAL	42
2.1 - Perspectivas Históricas	42
2.2 - Realidade Virtual e sua Relação com a Educação	49
CAPÍTULO 3 – ENSINO DE ANATOMIA HUMANA	56
3.1 Perspectivas históricas	57
3.2 Perspectivas Contemporâneas	63
3.3 O uso da realidade virtual para o ensino de anatomia humana	66
CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS	78

INTRODUÇÃO

Essa pesquisa nasce de um questionamento do autor sobre o uso da realidade virtual nas aulas de anatomia, como forma de potencializar a aprendizagem dessa disciplina que faz parte da grade de vários cursos na área de saúde.

Graduado em Fisioterapia pelo Centro Universitário Montes Belos desde 2012, sou Kássio Miranda Alves, sou e possuo pós-graduação em Osteopatia e Terapias Manuais pela Clínica de Fisioterapia IDOT, em São Paulo e em Fisioterapia Neurofuncional pelo CDCS, em Goiânia, com grande experiência profissional com RPG, quiropraxia e posturologia. Hoje estou cursando o Mestrado em Educação e Formação Humana pela Faculdade de Inhumas, FacMais.

Sou sócio proprietário da Clínica Reabilitar no município de Palmeiras, Goiás. Já fui docente do ensino superior nas instituições FAI, de agosto de 2017 a fevereiro de 2020 e na FACMAIS, de fevereiro a julho de 2020, lecionando as disciplinas de Anatomia, Neuroanatomia e Fisiologia humana. Toda minha trajetória, acadêmica e profissional, levou a escolher cursar o curso de mestrado, com a motivação de aperfeiçoar ainda mais meus conhecimentos, e levar novas ferramentas para sua prática profissional. Para isso, o foco da minha pesquisa foram métodos de ensino de anatomia humana com o uso de realidade virtual.

Os métodos de ensino da anatomia evoluíram à medida que o currículo da graduação em medicina se modernizou. Os considerados métodos tradicionais no aprendizado de dissecação, metodologias de ensino, tutoriais e palestras são agora complementados por modelos anatômicos. Junto a isso, no decorrer desses anos, o ensino da biologia, no geral, integrou-se a uma abordagem mais interativa em que a ciência, a tecnologia e a sociedade se assimilam mais a esse quadro (COSTA, 2020). Dessa maneira, as metodologias de ensino se renovam de uma forma em que alunos possam conseguir enxergar o mundo e a maneira de pensar conforme essas mudanças.

De acordo com a BNCC (2016), a presente diversidade de escalas e níveis na ementa educacional das instituições de ensino precisa ser apurada, pois se encontra nos variados campos das Ciências Biológicas. Dentre esses, podemos citar o estudo da Anatomia, Fisiologia, Genética, Ecologia, Biologia Evolutiva, celular e molecular. Esse documento incentiva a defesa de centralidade e papel de incorporação para um progresso viável nos currículos de ensino médio.

A tecnologia do século XXI, na educação, mudou muito a maneira de trabalhar e pesquisar em nossa vida e também tem uma importante promessa na educação de profissionais de saúde da atualidade e futuro, revolucionando assim a formação médica e novos conceitos na educação dos jovens (COSTA, 2020). Ademais, segundo Costa (2020), a tecnologia digital acrescentou uma nova dimensão ao ensino de anatomia, pois esta é a base da medicina, já que a fisiologia, patologia, semiologia e terapêutica exigem seus conhecimentos e o uso correto da linguagem anatômica.

Por outro lado, apesar do grande número de avanços médicos e do suporte da informática, hoje podem ocorrer erros na prática médica, decorrentes de uma descrição e interpretação inadequadas da anatomia, tanto nos diagnósticos quanto nos procedimentos (COSTA, 2020). Por isso, a tecnologia torna-se cada vez mais essencial para facilitar o trabalho médico e garantir a segurança do paciente.

No âmbito educacional, a temática da Anatomia Humana pode ser capaz de prender a atenção dos alunos com base em discursos e exemplos, como esse citado acima. Além disso, o orientador precisa utilizar recursos tecnológicos que sejam eficazes ao despertar um interesse pela área biológica. Isso poderia ser um ponto central para contextualizar o ensino e ser utilizado como “gatilho” em outros temas de aprendizado (COSTA, 2020).

Trivelato (1995) corrobora com essa visão ao ressaltar que o ensino relacionado aos campos das Ciências Biológicas deve envolver uma reflexão atinente às consequências sociais, culturais e tecnológicas a fim de que proporcionem um firmamento das relações existentes no progresso social e melhoria de qualidade de vida.

Segundo os estudos do PCN (1996), é de suma importância as pesquisas relacionadas aos estudos do ser humano, considerando o corpo como um todo dinâmico. Dessa forma, sua interação com o meio consiste num sentido mais amplo em que se supunha que o corpo está introduzido de alguma maneira para poder modificar ou integrar, tendo o funcionamento de suas partes num estado em que possa afetar a saúde humana e a qualidade de vida. Então, aos estudarmos a biologia do corpo humano, entendemos que ela pode cooperar para a formação da integridade pessoal e autoestima (PCN, 1996).

A compreensão da saúde deve estabelecer um quadro de valor pessoal e social sem preconceitos em seu aprendizado. Para tanto, infere-se que o uso de novas ferramentas advindas dos avanços tecnológicos pode ser incluído em novas

metodologias de ensino, visando intensificar o conhecimento do aluno nos estudos de anatomia humanas e outros num processo significativo e pedagógico.

No mundo digital atual, novas maneiras de envolver os alunos estão cada vez mais difíceis, pois essas tecnologias são muito novas e que seu potencial de mudança é tão grande que ainda não é possível prever como isso vai alterar nossa educação (MACCEDO, 2015). Se usadas corretamente, essas tecnologias aparentam ser capaz de enriquecer significativamente o ensino, a aprendizagem e a gestão escolar. Porém, ainda não sabemos exatamente como fazê-lo e devemos gerar experiências em pequena escala que nos aproximem de respostas satisfatórias, de acordo com Maccedo (2015).

Quando tecnologias domésticas, como telefones celulares, tablets e consoles de jogos são altamente avançados, amplamente disponível e muito popular entre os jovens, encontrando engajamento educacional com tecnologia na sala de aula pode ser ainda mais difícil, especialmente se a tecnologia implantada no ambiente escolar é menos envolvente do que a tecnologia que os jovens usam em casa (MACCEDO, 2015).

A tecnologia de realidade virtual, aumentada e mista está disponível há vários anos, mas apenas recentemente, no final de 2016, que esta tecnologia se desenvolveu a um nível que agora começam a penetrar rapidamente no espaço do consumidor (BACICH & MORAN, 2018).

Um dos maiores problemas que os professores enfrentam é tentar envolver o aluno em sua temática de aula por vezes posta na ementa com uma metodologia que nem sempre consegue garantir que o aluno mantenha sua atenção para o assunto passado durante a aula, uma vez que muitos educadores ainda estão ancorados a velhos paradigmas psicológicos e educacionais como o Behaviorismo e a Escola Clássica que levam a uma interpretação associativa da aprendizagem onde o papel do aluno é ser um sujeito social passivo dedicado ao acúmulo mecânico de dados na forma de respostas e o papel do professor é modelar esse comportamento por meio de reforços e punições, sendo o foco instrucional o método de prática e repetição, deixando muito pouco espaço para melhorar a eficácia do processo acadêmico (GIMENO SACRISTÁN, 2002).

Os ambientes educacionais poderiam olhar para as novas tecnologias para perceber as salas de aula como lugares em que os alunos podem descobrir e experimentar novas tecnologias. (BACICH & MORAN, 2018).

No Brasil, tal tecnologia se sucedeu de forma atrasada, mas não foi diferente quando foram disponibilizados em alguns ambientes educacionais. Sendo assim, avanços como o uso de computadores permitiriam que os alunos pudessem, pela primeira vez, acessar as tecnologias inovadoras e projetar ensino por meio de aplicativos de dispositivos móveis e de ponta em uma sala de aula. Dessa forma, embora sejam avanços, eles demoraram para chegar no Brasil.

Com base no Comitê Gestor da Internet no Brasil (2019), os jovens estudantes podem se envolver de maneiras diversas e servir como meio motivacional para utilizar sua criatividade por meio de atividades produzidas em aplicativos de seus próprios dispositivos móveis e um contato com a realidade virtual, tendo apenas uma tela e teclado para criar gráficos simples e aprender nesse processo fundamentos de computação e codificação iniciais, em dispositivos e tecnologia que eles podem ter em casa.

De acordo com Moura (2012), a evolução das tecnologias móveis pode facilitar o desenvolvimento de projetos e atividades ligadas ao aprendizado do aluno, visto que espaços escolares que sejam ricos em tecnologias podem proporcionar uma estimulação nos estudantes que, por vezes, veem-se desmotivados por conta de ensinamentos pouco motivadores. Então, o referido autor ressalta ainda que a ativação múltipla por parte dos alunos ao simularem realidades virtuais em seus aprendizados pode ser um meio no qual facilite a interação entre todos os envolvidos na dinâmica pedagógica.

Apesar das ponderações citadas, cabe ressaltar que as novas tecnologias podem se tornar uma ferramenta para a requalificação do sistema educacional apenas se forem utilizadas dentro de modelos didáticos especialmente concebidos. A ideia de inserir o uso de aplicativos em sala de aula só seria realmente eficaz se procederem conforme às precisões dos conteúdos programados pelo professor em sala de aula que podem servir de base para o desenvolvimento de tais modelos (MACHADO, 2010). O seguimento dessa orientação na forma de utilizar esses aplicativos, em nossa análise, compreende que o objetivo é garantir que o indivíduo adquira competências em matéria de autonomia, participação consciente na vida social e partilha com os outros.

A realidade virtual, segundo Netto *et al* (1998) se dá em um ambiente produzido pelo computador no qual o usuário possui ao seu dispor controles tridimensionais e interativas, sendo possível manipular e explorar dados em tempo real. Sendo assim, Netto *et al* (1998) ressalta ainda que tal realidade pode entregar

experiências e interações para alunos que não são práticos ou não são possíveis no “mundo real”, pois fornece uma maneira incomparável de imergir e cativar alunos de todas as idades.

Esse meio de aprendizagem ajuda os alunos a se sentirem imersos em uma experiência, prendendo sua imaginação e estimulando o pensamento de maneiras impossíveis com livros, fotos ou vídeos tradicionais e facilita um nível muito mais alto de retenção de conhecimento, principalmente nos estudos relacionados à anatomia humana no qual a visualização dos componentes do corpo humano seria de total eficácia por meios virtuais (MORAN, 2007). Quando se aprimora e amplia o aprendizado, a experiência proporciona aos alunos uma conexão múltipla e intensa na qual o número de possibilidades de pesquisas, comunicações e criatividade aumentam significativamente (MORAN, 2007).

No caso dos estudos relacionados à anatomia humana, que envolvem também um aprendizado prático, as dificuldades e facilidades de cada aluno pode variar no momento de demonstrar como está sua instrução no decorrer de seu processo de ensino, segundo Fornaziero et al (2013). Além disso, os referidos autores frisam as dificuldades que alunos enfrentam quando se deparam com uma mesa operatória, descrevendo que:

Embora a Anatomia seja essencial ao ensino da área de saúde, Gardner alertou que, inúmeras vezes, os estudantes vêm a perceber a devida importância da Anatomia somente quando se encontram ao lado de um leito ou de uma mesa operatória do seu paciente — uma situação tão corriqueira na vida do profissional da área de saúde, quando ele tem a oportunidade de comprovar todo o conhecimento adquirido durante sua vida acadêmica (FORNAZIERO ET AL 2003, p. 142).

Em tais circunstâncias, compreendemos a importância da inserção tecnológica em moldes que possam fornecer ao aluno um espaço prévio à prática de ensino. As instituições de ensino precisam de maneira consciente introduzir meios de ensino e produção científica levando em conta o ambiente social em que ela está inserida (FORNAZIERO ET AL, 2003). Atualmente estamos imersos em mudanças de ordem social, política, tecnológica, econômica e cultural. Nesse contexto, os objetivos atribuídos à educação colocam a inteligência e suas possibilidades de desenvolvimento entre as preocupações fundamentais dos educadores (RESNICK, 2006).

Fornaziero *et al* (2003) ressalta ainda que pesquisas de estudiosos como Siqueira e Ferreira (2001) da Universidade Federal de Goiás concluem que os

estudantes são totalmente a favor da inclusão dos métodos computadorizados de aprendizagem, pois, essas ferramentas tecnológicas conseguem possuir um valor de orientação e compreensão bem plausível para as suas necessidades. O resultado consiste numa adicional motivação ao estudo relacionado à Anatomia Humana (FORNAZIERO ET AL, 2003). Outro fator preponderante citado pelo referido autor concerne na afirmação dos alunos na qual defendem que esses avanços no ensino não ofuscaria o trabalho tradicional dos professores, mas sim agregaria.

Em relação ainda ao ensino de Anatomia Humana, Fornaziero (2010) menciona que, nas últimas décadas, tal aprendizado sofreu algumas mudanças estruturais por conta das reformas curriculares dos cursos ligados à área da saúde, considerados fundamentais para o enquadramento nas novas diretrizes. Contudo, em nosso estudo, compreendemos como é importante que o estudo da Anatomia humana acompanhe a evolução didático-pedagógica, experienciando os fatores ligados aos avanços tecnológicos, incluindo imagens digitais que podem permitir a visualização em estruturas 3D, ainda mais que, segundo Fornaziero (2010), há dificuldade de obtenção de cadáveres para a dissecação por conta de uma fiscalização da procedência dos corpos em maior número. Além disso, as disciplinas de anatomia humana estão tendo um número maior de alunos. Então, introduzir ensinamentos de tecnologia 3D iria colaborar para que houvesse uma redução de tempo no aprendizado, o que facilitaria a consolidação da memória (FORNAZIERO, 2010).

No presente modelo de pesquisa foi encontrado um artigo jornalístico que apresenta um texto sobre os estudantes dos cursos da área de saúde da PUC Goiás que possuíam uma ferramenta interativa e inovadora para o seu aprendizado nas disciplinas de Anatomia e Fisiologia. Então, através de um *software* criado pela *startup* brasileira Medroom, eles conseguiam se orientar de forma livre o corpo humano em três dimensões, explorando cada estrutura, órgãos e sistemas de forma isolada. Portanto, a partir disso, entendemos como ferramentas com as mesmas disposições em aplicativos poderia enriquecer o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, qualificando-os cada vez mais significativamente em sua formação acadêmica.

O presente trabalho, portanto, apresenta um capítulo subdividido em três tópicos. O primeiro aborda a história da tecnologia, pois acreditamos que para entender melhor o papel e a influência da tecnologia no ensino, precisamos de um pouco de história, pois sempre há lições a serem aprendidas com ela.

O segundo tópico se refere a uma análise da utilização de Tecnologias na Educação, visando seus problemas epistemológicos, visto que compreendemos que o desenvolvimento da aprendizagem por meio da tecnologia objetiva essencialmente informatizar o ensino, através da estruturação da informação, da avaliação dos conhecimentos dos alunos e da retroalimentação imediata das respostas dos alunos.

O terceiro tópico disserta sobre a tecnologia na educação na sociedade contemporânea, uma vez que, a partir de nossa vivência percebemos que, no campo da pedagogia, a tecnologia educacional evoluiu rapidamente como um campo de estudo, pesquisa e prática profissional. Essa aceleração é um reflexo da própria evolução da sociedade, pois a tecnologia é hoje uma das forças de mudança mais proeminentes. Consequentemente, as instituições de educação no mundo precisam buscar se adaptar às necessidades do momento e se adequam às consequências das forças da mudança.

O segundo capítulo tem como objetivo trazer o conceito de realidade virtual. O tópico um do segundo capítulo apresenta a história da realidade virtual e o segundo tópico define como a educação pode ser aproveitar dessa tecnologia como prática pedagógica.

O terceiro capítulo discute o ensino e aprendizagem de anatomia humana, discutindo as perspectivas contemporânea e a aplicação da realidade virtual para ensinar esse componente curricular.

Assim, o objetivo deste trabalho foi mostrar como o uso de tecnologias de realidade virtual pode auxiliar no ensino e aprendizagem da disciplina de anatomia humana, levando a uma melhor compreensão de como o corpo humano é estruturado e gerando maior interesse em aprender por parte dos discentes. Além disso, a tecnologia pode ajudar os profissionais da saúde a tornarem sua prática mais assertiva, melhorando a qualidade de seus diagnósticos e, consequentemente, do tratamento que será oferecido ao paciente, trazendo maior segurança para o mesmo.

Tendo isso em vista, este trabalho justifica-se pela necessidade de inserir novas tecnologias, como novos meios de aprendizagem para a disciplina de anatomia humana de modo a tornar seu ensino mais produtivo, interessante, entendível e possível de ser reproduzido por seus profissionais, quando necessário. É necessário mostrar que tecnologias voltadas para a aprendizagem em ambiente escolar podem ser tão interessantes de serem utilizadas, quanto aquelas

encontradas na residência do aluno, acarretando também uma autonomia para o aprendizado do estudante.

Para alcançar o objetivo proposto, uma revisão sistemática de literatura foi realizada, com uma posterior meta-análise com os trabalhos escolhidos para serem analisados (Moher et al., 2010; Galvão, Pansani, Harrad, 2015). Os artigos do presente estudo foram obtidos nas bases de dados Periódicos Capes, PubMed, Embase e Medline. As palavras-chave *realidade virtual*, *ensino de anatomia*, *virtual reality* e *teaching human anatomy* foram utilizadas para a busca, e o período de busca foi de 1995 a 2022. Essa metodologia foi proposta visando responder a seguinte pergunta: como a realidade virtual pode auxiliar no ensino e aprendizagem da anatomia humana? Sendo uma revisão sistemática de literatura, não foi necessário a aprovação por um comitê ético para a realização da pesquisa.

CAPÍTULO 1: TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS

1.1 História das tecnologias educacionais

O objetivo desse capítulo é pensar as tecnologias como método e prática pedagógica, que media o acesso do aluno à aprendizagem. Será indicado que cada ferramenta de educação pode ser considerada uma tecnologia e que chegamos ao século XXI com um amplo repertório de tecnologias educacionais, que precisam de uma reflexão epistemológica.

Todo o processo educativo é suportado por uma tecnologia. A história da humanidade se confunde com a história da educação e do uso de tecnologias para sua vinculação. Desta feita, os argumentos sobre o papel da tecnologia na educação datam de pelo menos 2.500 anos. Para entender melhor o papel e a influência da tecnologia no ensino, precisamos voltar um pouco à história (Altoé & Da Silva, 2005).

Tudo começou com a comunicação oral, segundo Lacerda (2001), um dos primeiros meios de ensino formal era oral; a fala humana, embora ao longo do tempo, a tecnologia tenha sido cada vez mais usada para facilitar a comunicação

oral, é inegável que a construção gramatical de uma língua é seu principal suporte tecnológico.

Na antiguidade, para os gregos antigos, a oratória e a fala eram os meios pelos quais as pessoas aprendiam e transmitiam o aprendizado. A *Ilíada* de Homero e a *Odisseia* eram poemas recitativos, destinados à apresentação pública (Manguel, 2004). De acordo com Manguel (2004), para serem aprendidos, eles precisavam ser memorizados sendo ouvidos, não lidos; e transmitidos por recitação, não por escrito. No entanto, por volta do século V a.C., os documentos escritos existiam em número considerável na Grécia antiga. Se acreditarmos como Sócrates, a educação está em uma espiral descendente desde então. Segundo Platão (*apud* Manguel, 2004), Sócrates flagrou um de seus alunos (Fedro) fingindo recitar de memória um discurso que, na verdade, havia aprendido de uma versão escrita. Sócrates então contou a Fedro a história de como o deus Theuth ofereceu ao rei do Egito o dom da escrita, que seria uma "receita para memória e sabedoria". O rei não ficou impressionado, ao que disse o rei em resposta que a escrita ao invés de promover a educação iria instaurar um estado de esquecimento e aparência de sabedoria, pois além do não exercício da memória a escrita se tornaria um fardo. Esta história não se repete hoje em relação às mídias sociais? (Lacerda, 2001).

As lousas utilizadas pelos professores como recurso tecnológico para educação também são bem antigas. Segundo Altoé & Da Silva (2005), quadros de ardósia eram usados na Índia no século XII d.C e os famosos quadros-negros, que em sua maioria eram verdes, passaram a ser usados nas escolas por volta da virada do século XVIII. No final da Segunda Guerra Mundial, o Exército dos começou a usar retroprojetores para treinamento, e seu uso se tornou comum para palestras, até ser amplamente substituído por projetores eletrônicos e *softwares* de apresentação como o *Powerpoint* por volta de 1990 nas escolas (Means *et al.*, 2009). Cabe destacar que a maioria das tecnologias usadas na educação não foi desenvolvida especificamente para este objetivo, mas para outros fins, principalmente, para militares ou negócios.

Embora o telefone seja do final da década de 1870, de acordo Altoé & Da Silva (2005), com o sistema de telefonia padrão nunca se tornou uma ferramenta educacional importante, nem mesmo na educação a distância, devido ao alto custo das ligações analógicas para vários usuários, apesar de que a audioconferência tenha sido usada para complementar outros recursos tecnológicos, desde os anos 1970 (Lacerda, 2001).

A videoconferência usando sistemas de cabo e salas de conferência dedicadas passaram a ser utilizadas por volta da década de 1980. O desenvolvimento da tecnologia de compressão de vídeo de custo relativamente baixo no início dos anos 2000 levou à introdução de sistemas de captura de palestras para gravar e transmiti-las em sala de aula na primeira década do novo milênio. Atualmente, os *webinars* são amplamente usados para fazer palestras pela Internet. Nenhuma dessas tecnologias, entretanto, muda a base oral da comunicação para o ensino (Means *et al.*, 2009).

Já a comunicação escrita pode ser analisada por outra perspectiva. Segundo Lacerda (2001), o papel do texto ou da escrita na educação também tem uma longa história. De acordo com a Bíblia, Moisés usou pedra cinzelada para transmitir os dez mandamentos em uma forma de escrita, provavelmente por volta do século VII a.C. Embora se diga que Sócrates protestou contra o uso da escrita (Manguel, 2004), as formas escritas de comunicação tornam as longas cadeias analíticas de raciocínio e argumentação muito mais acessíveis, reproduzíveis sem distorção e, portanto, mais abertas à análise e crítica do que a natureza transitória da fala.

Segundo Means *et al.* (2009), a invenção da imprensa escrita na Europa no século XV foi uma tecnologia verdadeiramente disruptiva, tornando o conhecimento escrito muito mais disponível gratuitamente, da mesma forma que a Internet o fez hoje. Como resultado da explosão de documentos escritos resultante da mecanização da impressão, muito mais pessoas no governo e nas empresas foram obrigadas a se tornarem alfabetizadas e analíticas, o que levou a uma rápida expansão da educação formal na Europa. Houve muitas razões para o desenvolvimento da Renascença e do Iluminismo, e o triunfo da razão e da ciência sobre a superstição e crenças na Europa, mas a tecnologia da impressão foi um agente chave de mudança (Altoé & Da Silva, 2005).

As melhorias na infraestrutura de transporte no século XIX, e em particular, segundo Means *et al.* (2009), a criação de um sistema postal barato e confiável na década de 1840, levaram ao desenvolvimento da primeira educação formal por correspondência, com a Universidade de Londres oferecendo um programa de graduação externo por correspondência a partir de 1858. Este primeiro programa formal de graduação à distância ainda existe hoje na forma do Programa Internacional da Universidade de Londres. Na década de 1970, a *The Open University*, do Reino Unido, transformou o uso da mídia impressa para o ensino por meio de unidades de curso impressas especialmente projetadas e altamente

ilustradas que integraram atividades de aprendizagem com a mídia impressa, com base em design instrucional avançado (Lacerda, 2001).

Com o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de aprendizagem baseados na *web* em meados da década de 1990, a comunicação textual, embora digitalizada, tornou-se, pelo menos por um breve período, o principal meio de comunicação para o aprendizado baseado na Internet, embora a gravação de vídeos esteja mudando isso agora (ALTOÉ & DA SILVA, 2005).

A British Broadcasting Corporation (BBC) começou a transmitir programas educacionais de rádio para escolas na década de 1920. A primeira transmissão de rádio para educação de adultos da BBC em 1924 foi uma palestra sobre insetos, no mesmo ano, o Diretor de Educação da BBC, difundia a ideia de uma universidade de radiodifusão na revista *Radio Times* (Means *et al.*, 2009). A televisão, por sua vez, foi usada pela primeira vez na educação na década de 1960, para escolas e para a educação geral de adultos.

O uso da televisão para a educação, segundo Altoé & Da Silva (2005), rapidamente se espalhou pelo mundo, sendo visto na década de 1970 por alguns, principalmente em agências internacionais como o Banco Mundial e a UNESCO, como uma panacéia para a educação nos países em desenvolvimento, cujas esperanças rapidamente se desvaneceram quando as realidades de falta de eletricidade, custo, segurança de equipamentos publicamente disponíveis, clima, residência de professores locais e linguagem local e questões culturais tornaram-se aparentes (UNESCO, 2013).

A radiodifusão por satélite, de acordo com Means *et al.* (2009), começou a se tornar disponível na década de 1980, e esperanças semelhantes foram expressas em lecionar aulas das principais universidades do mundo para as massas, mas essas esperanças desapareceram muito rapidamente por razões semelhantes. No entanto, a Índia, que lançou seu próprio satélite, INSAT, em 1983, o usou inicialmente para transmitir programas de televisão educacionais produzidos localmente em todo o país, em várias línguas locais, usando receptores e aparelhos de televisão projetados pelos indianos em centros comunitários locais, bem como escolas (UNESCO, 2013).

Na década de 1990, segundo Means *et al.* (2009), o custo de criação e distribuição de vídeo caiu drasticamente devido à compressão digital e ao acesso de alta velocidade à Internet. Essa redução nos custos de gravação e distribuição de vídeo também levou ao desenvolvimento de sistemas de captação de aulas. A

tecnologia permite que os alunos vejam ou revisem as aulas a qualquer hora e lugar com uma conexão à Internet. O Massachusetts Institute of Technology (MIT) começou a disponibilizar ao público suas palestras gravadas, gratuitamente, por meio de seu projeto *OpenCourseWare*, em 2002. O *YouTube* foi criado em 2005 e comprado pelo Google em 2006. Esta ferramenta está sendo cada vez mais usada para curtas-metragens educacionais, tutoriais que podem ser baixados e integrados em cursos *on-line*. A Apple em 2007 criou o *iTunes* para se tornar um portal ou um *site* onde vídeos e outros materiais digitais sobre ensino universitário podem ser coletados e baixados gratuitamente pelos usuários finais (Bruzzi, 2016).

Segundo Lacerda (2001) as aulas presenciais, todavia, não exigiram mudanças no modelo padrão de ensino aprendizagem difundidas pelo ministério da educação e cultura (MEC) e, de certa forma, a comunicação oral sempre foi a utilizada em maior escala, apoiada por *PowerPoint* ou mesmo escrita em lousa. Assim, a comunicação oral continua tão forte hoje na educação como sempre, mas foi incorporada ou acomodada por novas tecnologias.

A aprendizagem por computador, por sua vez, de acordo com Bruzzi (2016), vem ganhando cada vez mais espaço nos últimos anos e a expectativa é que continue ampliando sua adesão ao ensino nas instituições. Em essência, o desenvolvimento da aprendizagem programada visa informatizar o ensino, estruturando informações, testando o conhecimento dos alunos e fornecendo *feedback* imediato aos alunos, sem intervenção humana que não seja na concepção do *hardware* e *software* e na seleção e carregamento de conteúdo e avaliação questões (LACERDA, 2001).

De acordo com Rodrigues (2014), o precursor da teoria behaviorista, o norte-americano Skinner, começou a experimentar com máquinas de ensino que faziam uso de aprendizagem programada na década de 1950, com base em suas teorias. As máquinas de ensino de Skinner foram uma das primeiras formas de aprendizagem baseada em computador. Recentemente, houve um renascimento das abordagens de aprendizagem programada como resultado dos Cursos Abertos Massivos Online (MOOCs), uma vez que os testes baseados em máquinas são escalonados muito mais facilmente do que a avaliação baseada em humanos (Holanda *et al.*, 2017).

Segundo Valente *et al* (s.d), PLATO era um sistema de instrução assistido por computador generalizado desenvolvido originalmente na Universidade de Illinois e, no final da década de 1970, compreendia vários milhares de terminais em todo o

mundo em quase uma dúzia de computadores mainframe em rede diferentes. PLATO foi um sistema de grande sucesso, com quase 40 anos de duração, e incorporou conceitos-chave *on-line*: fóruns, painéis de mensagens, testes *on-line*, *e-mail*, salas de bate-papo, mensagens instantâneas, compartilhamento remoto de tela e jogos com vários jogadores.

Lacerda (2001) assevera que as tentativas de replicar o processo de ensino por meio da inteligência artificial (IA) começaram em meados da década de 1980, com foco inicialmente no ensino de aritmética. Apesar dos grandes investimentos em pesquisa em IA para o ensino nos últimos 30 anos, os resultados em geral têm sido decepcionantes. Provou-se que é difícil para as máquinas lidar com a extraordinária variedade de maneiras pelas quais os alunos aprendem (ou deixam de aprender). Desenvolvimentos recentes em ciências cognitivas e neurociências estão sendo observados de perto, mas a lacuna ainda é grande entre a Inteligência Artificial (IA) e a análise e projeção de comportamentos de aprendizagem específicos (Valente, s.n).

Mais recentemente, afirma Rodrigues (2014), o desenvolvimento da aprendizagem adaptativa, que analisa as respostas dos alunos e, em seguida, os redireciona para a área de conteúdo mais adequada, com base em seu desempenho. A análise de aprendizagem, que também coleta dados sobre as atividades do aluno e os relaciona a outros dados, como o desempenho do aluno, é um desenvolvimento relacionado.

Já no uso de computadores em rede, a Arpanet nos EUA foi a primeira rede a usar o protocolo da Internet em 1982. No final dos anos 1970, Murray Turoff e Roxanne Hiltz, do New Jersey Institute of Technology, estavam experimentando o aprendizado combinado, usando a rede interna de computadores da NJIT. Eles combinaram o ensino em sala de aula com fóruns de discussão *on-line* e chamaram isso de comunicação mediada por computador ou CMC (Means *et al.*, 2009).

Na Universidade de Guelph, no Canadá, afirma Valente (s.n) um sistema de *software* de prateleira chamado cosy foi desenvolvido na década de 1980 que permitia fóruns de discussão em grupo encadeados *on-line*, um predecessor dos fóruns de hoje contidos em sistemas de gerenciamento de aprendizagem. Em 1988, a Universidade aberta do Reino Unido ofereceu um curso, DT200, que, além da mídia tradicional de textos impressos, programas de televisão e cassetes de áudio, também incluía um componente de discussão *on-line* usando o cosy. Uma vez que este curso tinha 1.200 alunos registrados, foi um dos primeiros cursos online abertos

em massa. Vemos então a divisão emergente entre o uso de computadores para aprendizagem automatizada ou programada e o uso de redes de computadores para permitir que alunos e instrutores se comuniquem entre si.

A *World Wide Web* foi lançada formalmente em 1991. Ela é basicamente, de acordo com Rodrigues (2014), um aplicativo executado na Internet que permite aos usuários finais criar e vincular documentos, vídeos ou outras mídias digitais, sem a necessidade de transcrever tudo em alguma forma de código de computador. O primeiro navegador da *Web*, o Mosaic, foi disponibilizado em 1993. Antes da *Web*, eram necessários métodos longos e demorados para carregar texto e encontrar material na Internet. Vários motores de busca na Internet foram desenvolvidos desde 1993, com o Google, criado em 1999, emergindo como um dos principais motores de busca (Means *et al.*, 2009).

O uso de computadores na educação no Brasil começou com algumas experiências em universidades, no início da década de 1970, motivadas pelo que acontecia em outros países como Estados Unidos e França (Valente, 2017, s.n). Por exemplo, na Universidade Federal do Rio de Janeiro (Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ), em 1973, o Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde (Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde - NUTES) e o Centro Latinoamericano de Tecnologia Educacional (CLATES) utilizaram computadores para ensinar química, fazendo uso de simuladores. Durante este mesmo ano, várias experiências simulando fenômenos da física foram realizadas com estudantes universitários da Universidade Federal do Rio Grande do Sul Grande do Sul - UFRGS). Além disso, o Centro de Processamento de Dados (Centro de Processamento de Dados) desenvolveu o *software* SISCAL para avaliação de alunos de pós-graduação no departamento de Educação (Bruzzi, 2016).

Na Universidade Estadual de Campinas (Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP), em 1974, software como CAI (Computer Aid Instruction) foi desenvolvido para ensinar os principais aspectos do BASIC linguagem de programação. Em 1975, o documento "Introdução à Informática no Ensino Médio Educação "(Introdução de Computadores no Ensino do 2 ° Grau) foi produzida, financiada pelo Programa pela Reformulação da Educação (Programa de Reformulação do Ensino - PREMEN) do Ministério da Educação (MEC) (Lacerda, 2011).

No entanto, segundo Bruzzi (2016), iniciativas voltadas para a inclusão de tecnologias de informação e comunicação (TIC) na educação ocorreram durante o

início da década de 1980, com base na promulgação de políticas públicas de instituições do governo federal, em especial do Ministério da Educação (Ministério da Educação - MEC). A ideia para a elaboração da primeira política pública a nível nacional ocorreu durante o I Seminário Nacional de Informática na Educação na Universidade de Brasília em agosto de 1981. Durante este seminário surgiu a primeira ideia para o estabelecimento de projetos-piloto em universidades, onde investigações seriam de caráter experimental e serviriam de base para uma futura Política Nacional de Informatização da Educação (Moraes, 1997).

Ainda no mesmo ano, segundo Valente *et al.* (s.n), o documento denominado Subsídios para o Estabelecimento do Programa de Informática na Educação foi aprovado para a Implantação do Programa de Informática na Educação, assinado pelo MEC, pela Secretaria Especial de Informática (SEI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico - CNPq). Com o objetivo de fortalecer as ideias de atividades a serem aplicadas nos projetos-piloto, um Segundo Seminário Nacional de Informática na Educação (II Seminário Nacional de Informática em Educação) vaga na Universidade Federal da Bahia (Universidade Federal da Bahia) em agosto de 1982. Portanto, esses seminários serviram de base para o lançamento do documento do Projeto EDUCOM em 1983, que apresenta proposta de projeto para a área de tecnologia em educação (Moraes, 1997).

Com base no Projeto EDUCOM, Valente *et al.* (s.n) afirma que uma série de outros projetos e programas foram propostos como parte das políticas públicas de tecnologia digital na educação no Brasil. Estes incluíam o Programa Nacional de Informática Educativa (PRONINFE) e o Programa Nacional de Informática na Educação (ProInfo). Analisando as propostas dessas políticas públicas, pode-se observar que elas foram implementadas por meio de projetos, planos de ação e programas nacionais que variam em escopo, na logística e apoio financeiro que receberam de diferentes instituições administrativas federais, bem como na disponibilização de recursos para o estabelecimento e manutenção das atividades (Bruzzi, 2016).

Desde a década de 1980, segundo Lacerda (2001), a educação é considerada um dos pilares das políticas voltadas para a inclusão digital da população, que se deu por meio de incentivos financeiros à pesquisa, desenvolvimento profissional, e programas de incorporação de dispositivos tecnológicos, o estabelecimento de infraestrutura nas escolas, conexão à Internet e formação de professores. No entanto, o ímpeto observado no processo de

apropriação das TICs em setores para a produtividade, a telecomunicação e o desenvolvimento científico não encontram o mesmo vigor nos diversos níveis dos sistemas educacionais, nem nas escolas (Valente *et al.*, s.n).

Até hoje, a educação brasileira enfrenta dilemas básicos ao se considerar a apropriação da TICs. Por um lado, na esfera administrativa, as atividades exercidas na educação no que diz respeito ao seu uso são desenvolvidas por meio de sistemas de gestão, logística e distribuição de questões relativas ao uso do tempo e do espaço, alocação de professores e controle acadêmico.

Por outro lado, o uso da tecnologia em sala de aula ainda levanta dilemas sobre se os educadores devem usar as TICs nos processos de ensino e aprendizagem ou não, como pode ser visto em estudos como Valente *et al* (s.n) e Bruzzi (2016). Nos casos em que as TICs foram utilizadas, pode-se observar que as atividades proporcionam resultados significativos (Valente *et al.*, 2017, s.n), dificuldades e desafios de naturezas diversas, muito comuns à realidade enfrentada em outros países (Bruzzi, 2016), mas que se tornam mais decisivos devido à escala continental do Brasil, às desigualdades socioeconômicas e diferenças.

1.2 Uma análise da utilização de Tecnologias na Educação: problemas epistemológicos

De acordo com Fullan (2005), seria uma epistemologia emergente, em desenvolvimento, que depende do exercício crítico nos processos de ensino e aprendizagem, de uma competência filosófica por parte de administradores, professores e estudantes universitários para propor inovações pedagógicas sustentáveis. Segundo Fullan (2005), há, na contemporaneidade, uma crise epistemológica que se define a partir da situação de muitos profissionais da área educacional, em relação ao uso da tecnologia, que não possuem um arcabouço prático próprio da sua realidade atual, apresentando alguns que não são preparados para lidar com essa particularidade nos cursos de formação.

Investigar as questões mais relevantes a respeito das noções, usos e aplicações das tecnologias no processo pedagógico se faz necessário para que se alcancem as finalidades propostas no meio educacional. Compreender estas questões fundamentais sobre a aplicação das tecnologias e seu impacto nas relações culturais e sociais é importantíssimo para que se evite uma utilização superficial e, por vezes, ingênua das tecnologias como um fator que simplesmente

dinamiza a aula e não como uma parte integrada do processo educacional que auxilie na promoção de novas práticas pedagógicas voltadas para a formação cultural, o letramento digital (segundo Ribeiro e Coscarelli (2013), letramento digital refere-se aos mecanismos sociais de leitura e produção de texto em ambientes digitais) e as diversas esferas componentes da racionalidade e cidadania plena

De acordo com Conte e Martini (2015), as primeiras décadas do século XXI tem apresentado a constante e crescente preocupação com o aprendizado que pode ser construído com o uso de tecnologias, paralelamente, a constante inovação destas tecnologias parecem apresentar um leque cada vez mais diverso de possibilidades para o processo pedagógico. Sobre isso, afirmam os autores:

Ao falarmos em tecnologias na educação observamos que a sua institucionalização nos sistemas de educação não é um fenômeno recente e inicialmente previa a flexibilidade pedagógica quanto ao tempo, lugar, ritmo e necessidades dos sujeitos, embora a escola tenha mantido ações empiristas e cognitivistas que não atendiam a essas peculiaridades proclamadas. (CONTE e MARTINI, 2015, p.1195)

Segundo argumentam os autores citados acima, os paradigmas do ensino ainda fracassam em acompanhar a mesma inovação das tecnologias digitais, limitados em manter uma distância inviável entre professores e estudantes, de modo que linguagens estagnadas acabam por anular o potencial reflexivo das tecnologias e todas as possibilidades de intercomunicação e interação que advém desta utilização. Sendo assim, rever as contradições nos fundamentos hegemônicos é essencial para que as possibilidades e efeitos causados pelo aproveitamento efetivo das tecnologias possam se materializar, tal como os potenciais de desterritorialização do conhecimento, interconexão e aproximação entre pessoas e performances em escala global e o direcionamento de uma curiosidade coletiva para a formação de um aprendizado igualmente coletivo, encurtando a distância já mencionada entre Professor e Estudante, de acordo com Conte e Martini (2015).

Atualmente, não se deve trabalhar com a noção de que professores não sabem ou não possuem a capacidade de trabalhar com tecnologias. Há professores mal ou bem formados em sua utilização, esta formação não se limita ao espaço acadêmico de sua formação profissional, como também deve perpassar por seu cotidiano, neste quesito, as gerações provenientes do século XXI podem apresentar uma maior facilidade no aspecto cotidiano do contato e da integração a este universo, o que não implica que saberá automaticamente fazer bom uso das tecnologias em um viés pedagógico (CONTE E MARTINI, 2005). Para Conte e

Martini (2015), para efetivar a formação dessa habilidade digital, cabe ao professor se deixar contagiar e se fazer aberto para as constantes mudanças deste novo mundo tecnológico, tendo em mente que ele está longe de ser estático, com uma inovação seguindo a outra, paralelamente, o professor se adequa a não mais conceber um ensino igualmente estático.

Obviamente, num primeiro momento, o aprendizado soa pouco difícil, porém os próprios autores Conte e Martini (2015) reconhecem que este momento magnífico protagonizado pelas tecnologias igualmente causa uma grave crise epistemológica no que diz respeito sua relação com a esfera pedagógica. De acordo com seus argumentos, Conte e Martini (2015) apontam que esta crise advém do dilema estabelecido pelo conjunto de necessidades e novas performances culturais que emergem deste novo momento histórico.

Diante disso, investiga-se o contexto de institucionalização das tecnologias na educação, surpreendentemente não se tratando de um contexto exatamente recente na história, ou seja, não limitada ao momento atual das primeiras duas décadas do século XXI. A saber, a discussão a respeito do uso de novas tecnologias nos processos de ensino teve início, no Brasil, na década de 60, em uma perspectiva tecnicista, uma reverberação de uma herança positivista no ensino, concepção que acabou resultando em um início de uma utilização desprovida de identidade. Ao longo das décadas, com a evolução dos computadores, os aparelhos começaram a ganhar mais espaço nos laboratórios de informática, contudo, a mesma abordagem empobrecida, determinista e acrítica que iniciou as discussões na década de 60. Somente com o advento da Internet que essas performances começaram um gradativo processo de ressignificação destas abordagens e narrativas educacionais, promovendo um novo e mais diverso leque de percepções e saberes.

Contudo, evidencia-se que o início deste processo ainda é, sobretudo em termos de trajetória histórica, muito recente e seu ritmo de inovação ainda se mostra bastante gradativo, ou seja, ainda há de alcançar os resultados previstos nas reflexões sobre o potencial destes novos instrumentos seja no ambiente escolar, seja no ambiente acadêmico institucional, parte dessa lentidão pode advir justamente da já evidenciada crise epistemológica que se resultou não somente do ritmo superior de inovação das tecnologias digitais como também do posicionamento inicial da discussão no Brasil, que fundamentou boa parte destas dificuldades formativas (CONTE e MARTINI, 2015).

Atualmente, este império tecnológico e multimidiático, por muitas vezes, faz com que as pessoas estejam mais conectadas com um conjunto de informações e representações do mundo concreto do que de fato experienciando os acontecimentos deste mundo concreto (RESNICK, 2006). Transmitindo esta noção para as interações com a técnica na contemporaneidade, destaca-se a presença deste mesmo véu que, tal como a metáfora sugere, obscura as abordagens nestas discussões (MACCEDO, 2015). Nesta dinâmica, parece que a abordagem técnica do uso de tecnologias digitais nas escolas e, claro, no processo educacional, parece estar frequentemente limitado a uma anestesia tecnológica, ou seja, numa certeza infundada de que basta apenas encher as escolas de aparelhos tecnológicos e de informação, limitando-se a reprodução de conteúdo e conhecimentos, sendo inexistente a produção coletiva e interativa do conhecimento, um dos maiores potenciais de uma utilização efetiva de ferramentas tecnológicas (RESNICK, 2006).

Desta forma, o que Conte e Martini (2015) argumentam é que a utilização destas ferramentas é torpe devido a uma teima de não compreender a linguagem digital e seus usos potenciais, preferindo uma tentativa inviável de domesticá-la e integra-la a uma realidade não correspondente, ou seja, busca-se mais ressignificar as tecnologias para adequá-las a uma realidade vigente do que tentar perceber as mudanças da realidade proporcionadas pelas tecnologias digitais e as novas linguagens que dela emergem.

Isto denuncia que a formação docente carece de muito mais amplitude intelectual do que atualmente dispõe, sobretudo no que diz respeito ao uso de tecnologias digitais, o contexto atual demonstra que os professores enfrentam uma profunda crise na medida em que não conseguem compreender de que modo abordar e enfrentar este novo cenário, muitas vezes com essa situação somada a um contexto socioeconômico altamente precário, o que faz com que frequentemente duvidem se estão motivados ou se são capazes de bater tal desafio, nesta dinâmica, Conte e Martini (2015) destacam a urgência de que este assunto seja uma parte fundamental da formação docente, isto é, o entendimento da complexidade da integração tecnológica, online e virtual que passa a fazer parte da atividade profissional do docente.

Um aspecto interessante evidenciado pelos autores Conte e Martini (2015) é o risco de um papel positivo das ciências, métodos e tecnologias materializar resultados e impactos negativos para a construção do conhecimento, um paradoxo que consiste em uma suposta tendência do ser humano de, diante do sucesso da

tecnologia e da ciência, tornar diluído as relações entre o conhecimento e a tecnologia, fator que resulta em uma precarização na qualidade das produções. Na medida em que alguém que depende ultimamente da calculadora ao passo que não é mais capaz de cálculos simples, o mesmo processo de enfraquecimento ou preguiça mental pode ser evidenciado em um professor que somente utiliza tecnologias digitais com o intuito de ter menos trabalho (CONTE & MARTINI, 2015).

Assim, ao analisar estas recentes dinâmicas formadas, este déficit de racionalidade torna evidente que as abordagens com as tecnologias e suas relações entre conhecimento e técnica são profundamente travadas de seu potencial de realmente compreender as transformações dos sujeitos, limitando o processo educacional a uma realidade puramente técnica e administrativa (SANCHO, 2006). O próprio fazer pedagógico, frequentemente, segundo Conte e Martini (2015), sofre com tentativas de se traduzir em um conjunto de técnicas (de leitura, trabalho, trabalho coletivo), diante do advento das tecnologias, este caráter tecnicista ainda mostra seus impactos na atividade docente. A presença da técnica em si não deve ser entendida como um problema, a mesma possui seu valor e seu potencial de contribuição para a eficiência do trabalho docente, contudo, ter a técnica como principal polo de condução dos processos educacionais justamente pelas questões mencionadas acima, acerca da tendência das pessoas se fazerem reféns da tecnologia, perdendo o contato com o concreto e obscurecendo as relações entre a técnica e o conhecimento (SANCRO, 2006).

Sendo assim, ao mesmo tempo em que as tecnologias na educação e suas inovações resultam em uma evidente animação em sua capacidade de pôr em xeque diversas vigências no âmbito pedagógico, paralelamente, essa empolgação e alta taxa de aderência acaba por aumentar o risco da redução destas tecnologias (MACCEDO, 2015). Neste paradoxo, Maccedo (2015) afirma que desmistificar as tecnologias se mostra como uma tática interessante, a saber, no ato de tornar o estranhamento em familiaridade, uma missão pedagógica em essência, é proveitoso por envolver em aspectos menos objetivos e mais interpessoais na compreensão destas novas linguagens para caminhos que evitem essa redução.

Segundo Conte e Martini (2015) é viável que no ato de repensar o uso das tecnologias, deve-se ter em mente seu potencial para além de seu caráter utilitário, direcionando-se para o entendimento das tecnologias como um espaço que amplia as percepções de alteridade em escala global, bem como de atijamento das curiosidades que fomentam um ambiente propício para a criação do conhecimento

nas escolas, bem como na pesquisa acadêmica a respeito do assunto. Sendo assim, no aprofundamento destas alternativas, é proveitoso para o educador este questionamento das racionalidades técnicas e suas contradições presentes em sua formação e no seu trabalho, em uma autoformação pautada em uma reflexão crítica que trará bons resultados em todas as suas abordagens intelectuais e profissionais, inclusive na efetiva utilização das tecnologias no processo pedagógico.

Retomando um argumento já posto nesta seção, não basta apenas a informatização da escola, não basta somente promover um acesso a computadores e um conhecimento básico de uso. O que se faz importante para atingir os potenciais das tecnologias e, ao mesmo tempo, impedir a decorrência do enfraquecimento mental advindo da dependência das tecnologias, cabe ao professor estabelecer entre os alunos a crença de que o conhecimento advém de informação de qualidade e que consumir estas informações se torna necessidade, diante disso, cabe igualmente que se ensinem os caminhos “digitais” mais apropriados para a aquisição destas informações de qualidade. Contudo, tal como apontam Conte e Martini (2015), somente estas dinâmicas não são suficientes para potencializar os fluxos de aprendizagem, visto que outros diversos desafios de cunho epistemológico, antropológico, psicológico, sociológico e ontológico se interpõem, evitando que as coisas sejam assim tão simples.

Uma compreensão das mudanças trazidas pela tecnologia no desenvolvimento da ação pedagógica, tal como apontam Conte e Martini (2015), é importantíssimo para estabelecer a capacidade de diversificar as narrativas a respeito dos processos de interação, cooperação, diálogo e vivência coletiva, desta forma, dando destaque ao aspecto colaborativo na reconstrução de um processo de aprendizagem social, com perspectivas que não se limitam aos fundamentos técnicos, administrativos e econômicos, como também abordagens políticas, filosóficas e sociais.

A variedade das propostas de ação, comunicação, construção e interação que emergem das novas performances proporcionadas pela realidade das tecnologias digitais fazem com que o trabalho docente se sinta mais do que encorajado para amplificar suas abordagens e percepções, na medida em que, ano em ano, as inovações científicas e tecnológicas promovem ao ser humano o ímpeto de perseguir mais, inovar junto e, ao invés de acomodar suas construções intelectuais, aprimorá-las (CONTE E MARTINI, 2015). Ademais, conforme destacam Conte e Martini (2015), buscar sentido no uso das tecnologias na educação consiste no

esforço de problematizar as práticas educacionais e sua trajetória histórica, sobretudo no Brasil, compreendendo as mudanças e os fundamentos que fluíram a discussão para o contexto da atualidade.

1.3A tecnologia na educação na sociedade contemporânea

Alta competência em ciência e tecnologia é um pré-requisito para atender aos principais desafios de hoje e de amanhã. Precisa-se de um número suficiente de pessoas com visão para que possamos entender os desafios e agir da maneira certa. As muitas oportunidades interessantes estão dadas, prontas para serem descobertas por realistas curiosos (BORTOLLINI, 2012).

Essa competência que podemos obter junto aos avanços tecnológicos cria oportunidades interativas e importantes para o meio educacional. A ciência e a tecnologia serão mais importantes com o passar dos tempos, segundo Conte e Martini (2015).

De acordo com Moreira e Kramer (2007), a globalização impacta o modo de estruturar o processo educacional em sala de aula e o desenvolvimento do trabalho do profissional de educação. Os reflexos dos avanços tecnológicos desencadeiam mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem e os desafios em seu entendimento precisam ser seguidos pelos professores para que consigam transpassar seus conteúdos de forma clara e entendível para seus alunos, independentemente de sua área de atuação. Os avanços tecnológicos em nossa modernidade compõem ferramentas que poderão ser utilizadas em diferentes áreas da ciência.

Compreendemos que não temos uma visão geral de como será a futura estrutura empresarial, o mercado de trabalho e as instituições escolares. Segundo Moreira e Kramer (2007), isso depende, entre outras coisas, das escolhas educacionais que são feitas hoje - nós temos a sociedade para a qual temos competência. No entanto, Loureiro (2003) argumenta que não é uma questão de saber se o desenvolvimento da tecnologia vai continuar, mas em que áreas. O crescimento da prosperidade a longo prazo ocorrerá como resultado de inovações tecnológicas. Para garantir que o desenvolvimento esteja na direção certa e que possamos aproveitar as oportunidades oferecidas pelo desenvolvimento tecnológico, devemos ter conhecimentos sólidos na base (LOUREIRO, 2003).

A força de trabalho altamente qualificada tem um papel fundamental a desempenhar no desenvolvimento e no uso de novas tecnologias. Sendo assim, no âmbito escolar, devemos ter todo suporte necessário para acompanharmos esses avanços para termos cidadãos competentes e preparados para o seu futuro profissional (BORTOLINE, 2012).

A pesquisa básica nas disciplinas matemáticas, científicas e tecnológicas desenvolve conhecimentos, métodos e instrumentos que abrem novas oportunidades de negócios. Tal competência é, portanto, de importância fundamental para a inovação e a mudança e para garantir que também no futuro tenhamos uma sociedade baseada no conhecimento que se firma na competição internacional, contudo, precisamos que essa seja justa para todos, partindo do mesmo princípio (MAINART & SANTOS, 2010).

A Competência científica cada vez mais será um pré-requisito para ainda ser infundado no ensino docente (MAINART & SANTOS, 2010). Portanto, depreendemos que, no meio educacional, profissionais de todas as áreas da ciência deverão estar cada vez mais preparados para esses avanços, uma vez que podemos inferir que os conhecimentos tecnológicos serão cada vez mais pré-requisitos para garantir sua vaga em instituições de educação.

Muitos desafios na sociedade atual são e serão cada vez mais, de natureza tecnológica ou científica. Na vida profissional, uma compreensão de matemática e tecnologia é amplamente necessária para ser capaz de resolver as tarefas de trabalho. Em muitas áreas, como o setor de saúde e cuidados, podem ser necessárias novas soluções tecnológicas para atender aos principais desafios futuros.

A vida cotidiana exige cada vez mais que todos tenham conhecimento tecnológico. Como importante é a capacidade de compreender questões sociais, economia e informações-chave sobre o desenvolvimento da sociedade. Compreender números e ser capaz de interpretar representações gráficas pressupõe conhecimento em matemática. O conhecimento científico é, portanto, necessário para poder funcionar na vida profissional e na sociedade modernas, no ensino e aprendizagem e participar na democracia (MAINART & SANTOS, 2010).

Ciência, pesquisa e tecnologia afetam a sociedade moderna em todos os níveis. O surgimento de uma situação tida como certa e a busca por novas formas de trabalhar na educação científica tem sido uma marca do século XXI para a ciência e para a sociedade (MAINART & SANTOS, 2010). No ensino de ciências,

isso começou a aparecer já na segunda metade da década de 1980. Uma boa educação geral foi previamente considerada para incluir conhecimento e conhecimento da língua, história, línguas, arte, música e literatura (MAINART & SANTOS, 2010). O acidente de Chernobyl sempre foi visto como um divisor de águas, depois disso, os fundamentos da pesquisa científica e da tecnologia também tiveram que ser entendidos como parte da educação geral (ROGER, 2017).

De acordo com Roger (2017), o conceito de alfabetização científica também começou a ser usado para significar uma base escolar e objetivos de aprendizagem suficientes para que as pessoas percebam a mudança na pesquisa e na tecnologia ao seu redor. Roger (2017) aponta que os objetivos da educação científica são expressos como erroneamente estreitos. A situação ideal pode ser expressa da seguinte forma: A educação científica não é apenas sobre o avanço da tecnologia ou a necessidade de uma força de trabalho cientificamente estagnada, mas também sobre objetivos sociais. Não visa apenas produzir mais cientistas e técnicos, mas para criar uma geração de pessoas cientificamente alfabetizadas que estão, portanto, mais bem preparadas para operar em um mundo que é cada vez mais influenciado pela ciência e tecnologia (ROGER, 2017).

O mundo está sempre mudando. A interação entre pesquisa básica e pesquisa aplicada, às vezes também confronto, é bem conhecida. Na era da química industrial nas décadas de 1920 e 1930, vários avanços importantes na tecnologia, mas também na pesquisa básica, foram registrados como realizações de empresas ou laboratórios de pesquisa (ROGER, 2017).

O pano de fundo foram, certamente, os grandes resultados teóricos da pesquisa básica. Uma situação semelhante prevaleceu no início dos anos 2000: *patchwork* na pesquisa de células-tronco é apenas um exemplo de como é esse desenvolvimento tecnológico fundamental é baseado fora da comunidade acadêmica. Esta situação tem sido amplamente abordada na filosofia da ciência e cada vez mais também no campo da educação (ROGER, 2017).

A educação escolar e a educação acadêmica moderna também estão mudando. No futuro, a aprendizagem não será baseada no local, e muitas vezes expressa-se a visão de que as escolas só serão digitalizadas para ensino à distância e virtual. Uma percepção mais plausível, correspondente à natureza da escola, é que as instituições educacionais não são mais apenas passivamente orientadas para o mundo digital, mas se tornam nós de aprendizagem física com seus alunos (ROGER, 2017). Muitos pesquisadores já tratam dessa tendência em ascensão.

As diferenças e conexões entre conhecimento e informação costumam se enredar, especialmente, no debate relacionado ao ensino digital. Em sua pesquisa, Maccedo (2009) apresenta crenças epistemológicas e raciocínio científico no ensino médio, bem como uma revisão epistemológica detalhada e pesquisa empírica sobre a manifestação da resiliência científica como parte do estudo de estudantes do ensino médio. Os resultados teóricos obtidos revelaram-se também com inúmeras aplicações práticas, especialmente na formação de professores. Os resultados sugerem que este ângulo de visão também é adequado para a aprendizagem informal e a exploração de ambientes de aprendizagem abertos.

Profissionais da educação devem sempre lidar com os desafios que enfrentamos agora para fazer escolhas sábias na hora de preparar um conteúdo de aprendizagem em sala de aula (RESNICK, 2006). A escolha mais sábia que se fazer é focar no conhecimento e na competência. Os responsáveis pelo sistema de educação devem sempre desenvolver uma escola e um sistema educacional que prepara os alunos para lidar com um mundo que muda rapidamente e, assim, contribuir para o futuro.

Roger (2017) cita que os profissionais da educação precisam ter as habilidades dos conteúdos tecnológicos em um mercado de trabalho. Logo, é preciso certificar-se de que a formação básica está atualizada e futuro orientado. Habilidades digitais e educacionais o uso das TIC é uma parte óbvia desse treinamento. Todavia, também é necessário aprender a lidar e viver com as oportunidades e desafios como uma constante liderança da sociedade digital e tecnológica para estar sempre adequado às mudanças globais.

Roger (2017) menciona ainda que formas de comunicação, compartilhamento de conhecimento e informação, premissas para participação em vida profissional e social mudam de acordo com o desenvolvimento digital e tecnológico. Habilidades digitais e básicas estão se igualando com leitura, escrita, aritmética e habilidades orais, e não pode ser desvinculado das habilidades mencionadas como competências para o século XXI (ROGER 2017).

Resnick (2006) cita que vários objetos coletam dados e se comunicam uns com os outros, independentemente de perguntarmos ativamente cada vez (a internet das coisas) se tornará mais comum. A quantidade de dados e o poder avançado dos computadores está crescendo rapidamente, e as mudanças na sociedade como consequência disso acontece mais rápido do que algum tempo já experimentou antes.

Nessa linha de raciocínio, entendemos que a ação educativa pode ser vista como um conjunto de ações culturais e operacionais que atribuem ao indivíduo as ferramentas úteis para apoiar a mudança necessária. Segundo Bortoline (2002), essa adaptação gradual dos métodos formativos às demandas socioculturais do moderno, entretanto, não é interpretada mecanicamente na abertura integral ao moderno ou na rejeição total da tradição; persiste um aspecto tanto de consideração pela cultura consolidada quanto de prudência para com as propostas modernas diversificadas. A educação, portanto, mantém e pratica principalmente atividades transmissoras de saberes e valores tradicionais para defender a alta cultura contra os riscos de contaminação simbólica e ideológica causados pelos fenômenos da modernização e, portanto, pela mídia (BORTOLINE, 2002).

O mesmo duplo aspecto é evidente no que diz respeito aos meios de comunicação, para os quais a educação tem uma atitude de salvaguarda ou de apoio. A mídia é, de fato, parte da evolução e da modernização; é preciso destacar que, se são aparelhos a serviço do poder, portanto necessários à conservação do *status quo* (GIMENO SACRISTÁN, 2002), ou antes, dispositivos para adaptar o sujeito às mudanças modernas, por outro lado, se expõem como meios desintegradores, na medida em que representam e refletem a variedade e a complexidade do moderno. Gimeno Sacristán (2002) diz que o sistema educacional é induzido a assumir uma atitude de resistência ao universo midiático por ser ele mesmo causador de novos símbolos, ideias e saberes, fatores preocupantes para uma sociedade contemporânea em que muitas informações falsas estão disponíveis na internet.

Logo, o equilíbrio sociocultural é importante para se manter uma sociedade moderna e uma educação básica e superior de qualidade. É competência de o sistema de educação interferir nos meios de comunicação promovendo palestras e oficinas principalmente porque mensagens desses induzem ao consumo, o fantástico, o exterior, enganando o público. Devem introduzir o antídoto para proteger o sujeito da incursão cultural e conceitual incerta das mensagens midiáticas, que são dispositivos capazes de modificar as consciências de um indivíduo em formação (SANCHO, 2006). Ou seja, os meios informáticos e tecnológicos são ferramentas positivas, mas devem sempre ser utilizadas com máxima cautela para o jovem estudantil não ir para a sala de aula já com visões alienantes oriundas das redes midiáticas e sociais.

Durante as leituras para essa assertiva, pudemos refletir que, em nossas casas, a tecnologia agora faz parte do mobiliário. Basta pensar na posição da TV na sala, ao invés da máquina de lavar louça integrada na cozinha ou da máquina de lavar posicionada embaixo da pia do banheiro, quando não há lavanderia de verdade (BORTOLINE, 2002). A própria localização dessas ferramentas tecnológicas foi certamente um tema de discussão e comparação entre pais, avós, tios e amigos. Geralmente em casa também usamos outros dispositivos como computadores, tablets ou smartphones que além dos móveis também mudaram nossos hábitos diários e nossas relações familiares (SANCHO, 2006). Maccedo (2015) diz que não podemos esquecer que a tecnologia também mudou a forma como viajamos e nossa segurança nas cidades, na estrada e no carro. Graças à eletricidade, à Internet, nossos corpos e nossas relações vivem e se comunicam em novos ambientes e com tempos diferentes do passado.

Nessa linha de pensamento, Maccedo (2015) ressalta que se torna difícil pensar que esse processo de mudança não tenha afetado também a escola e, em particular, a escola primária frequentada por nossos jovens. Para Maccedo (2015), é complicado imaginar que as novas formas com que tratamos e compartilhamos informações hoje graças à rede não sejam exploradas também para estudar e promover aprendizagens significativas por meio de um processo pautado pelo profissionalismo que os professores detêm no campo pedagógico.

Maccedo (2015) salienta que a tecnologia pode até representar um terceiro professor, que é um recurso adicional na sala de aula, capaz de apoiar e ajudar nossos jovens no estudo, integrando no projeto educacional e formativo de uma pessoa o que antes era representado pelo espaço simples e pelos materiais usados na escola. Também pensamos apenas em como um computador ou tablet pode ser útil para uma criança com dificuldades de aprendizagem específicas, quando um *software* pode transformar um texto longo para ser lido em uma síntese de fala para ouvir, em vez de uma fala frontal do professor em um mapa conceitual ou infográfico, ou uma imagem evocativa para compartilhar com os alunos, que também podem usá-la em casa para estudar (HOLANDA, 2017).

As novas tecnologias na sala de aula permitem realizar simulações, viajar e orientar-se, encontrar informações de diferentes fontes e compará-las entre si, escrever textos com várias mãos de forma cooperativa, assistir a vídeo-tutoriais e realizar apresentações interativas e exercícios. Ou seja, permitem-nos experimentar tarefas autênticas e dinâmicas, experiências que exigem que os alunos se envolvam

ativamente utilizando ferramentas que lhes são familiares (SILVEIRA & BAZZO, 2009).

A tecnologia usada no estudo de algumas disciplinas é, portanto, capaz de integrar a experiência de aprendizagem escolar e oferecer um ponto de partida para chegar a um conhecimento significativo. Quem sabe quantas vezes Thomas Edison terá tentado queimar fios de tungstênio antes de descobrir quais materiais usar para construir uma lâmpada e depois chegar à teorização e ao projeto de uma ferramenta para fazer luz (ROGER, 2017).

Certamente a tecnologia só pode melhorar a aprendizagem se ajudar a estratégias de ensino eficazes, ou seja, quando permite aumentar o tempo dedicado à aprendizagem e ao exercício, quando apoia a colaboração ou quando compensa dificuldades específicas de aprendizagem (ROGER, 2017). Estamos falando, é claro, de uma ferramenta entre muitas e não deve se tornar a única ferramenta para desenvolver habilidades, atitude colaborativa e conhecimento, mas não é necessário acreditar que a escola de ensino básico esteja correndo o risco de se limitar à tecnologia no processo de aprendizagem (HOLANDA, 2017).

De fato, as pesquisas setoriais continuam a descrever a tecnologia como um meio que ocupa uma pequena parte do tempo escolar, tanto que em algumas realidades, ela ainda só entra em campo por uma ou duas horas de trabalho de laboratório por semana. Além disso, muitas vezes na escola primária o uso que se faz ainda é o do estudo da tecnologia da informação como um fim em si mesmo, separado de outras disciplinas (MACCEDO, 2015).

Nesse estudo, compreendemos que críticas são fundamentais. Então, cabe a nós salientar que por muito tempo e ainda continua em muitos espaços educacionais que os métodos tradicionais de ensino foram e ainda são focados na memorização mecânica de informações. Isso não leva em consideração a conveniência de estar na sala de aula. Como resultado, as informações são transmitidas de forma padronizada, sem afetar a multimídia e outras formas de interação com os alunos. A educação e tecnologia da informação estão expandindo as oportunidades de aprendizagem para as pessoas em nossa sociedade contemporânea (GIMENO SACRISTÁN, 2002).

Estudar *on-line* permite que você encontre rapidamente informações relevantes sobre o tópico que está sendo estudado. Se o aprendizado com a ajuda de computadores e outros dispositivos ocorre em uma sala de aula moderna, os

alunos podem adquirir conhecimentos em condições mais confortáveis, dependendo, certamente, da eficácia na metodologia criada pelo educador.

Um banco de dados atualizável é usado em vez de tutoriais desatualizados. Além disso, para o ensino à distância, um ambiente de informação conveniente é criado, incluindo computadores modernos, quadros brancos interativos e assim por diante. Onde o *e-learning* à distância é possível em casa, os alunos podem aprender sem ir para a sala de aula (MAINART & SANTOS, 2010), mas isso depende muito do ambiente social em que vive esse jovem certamente, pois o dever de casa também é ótimo para os alunos com problemas sociais. Contudo, é preciso saber adequar às necessidades de cada um e, nisso, é essencial uma boa observação do educador no processo de aprendizado de seus alunos. Sendo assim, aplicar lições de casa numa sociedade com grandes ferramentas tecnológicas só terá efeito dependendo da condição do aluno, mas não deixa de ser uma medida que logo se tornará cada vez mais presentes em variados espaços educacionais.

Segundo Bacich e Moran (2018), atualmente, existem muitos aplicativos móveis que iniciam alunos com necessidades especiais no ambiente de aprendizagem, capacitando-os e facilitando-os com recursos de educação digital. O aprendizado online e as atividades de tecnologia de computador ajudam enormemente a preencher a lacuna entre os alunos regulares e os com deficiência, tornando o conhecimento facilmente acessível (BACICH & MORAN, 2018). Com a tecnologia, também é possível que alunos com necessidades especiais desfrutem de outras atividades divertidas em uma sociedade que cada vez mais demonstra preocupação com alunos especiais (BACICH & MORAN, 2018).

A educação administrada por tecnologia se ampliou. Muitas instituições de ensino oferecem atualmente cursos online que os alunos podem acessar de qualquer lugar. A videoconferência e aplicativos como o Skype são uma plataforma para alunos e professores compartilharem conhecimento de maneira conveniente (BACICH & MORAN, 2018).

Constatamos também que processo de avaliação, na maioria das instituições de ensino agora, é digitalizado. Os alunos podem fazer testes online e podem avaliar instantaneamente sua base de conhecimento. As avaliações online são imparciais e flexíveis. Os alunos têm a liberdade de fazer as provas quando estiverem prontos e isso é muito útil para quem está cursando por correspondência ou a distância (BACICH & MORAN, 2018). A maioria dos professores está agora utilizando recursos técnicos para permanecer em contato com os alunos. Eles podem usar

serviços como a caixa de depósito, que permite enviar e compartilhar conteúdo com muitos de seus alunos que tenham acesso à internet em casa.

Os videogames que simulam problemas da vida real podem levar a mudanças de comportamento nos alunos. Os jogos oferecem uma grande variedade de informações e fazem com que os alunos se tornem bons solucionadores de problemas. Os jogos podem ser viciantes, mas quando jogados sob uma boa orientação, são uma boa fonte de educação e entretenimento (BACICH & MORAN, 2018).

Algumas ferramentas de aprendizagem, como estímulos visuais ou de áudio, módulos de aprendizagem online e animações, atraem alunos com estilos de aprendizagem diferentes. Existem aqueles que consideram o aprendizado em sala de aula enfadonho e pouco criativo. Esses alunos são efetivamente persuadidos a estudar por meio de recursos digitais que oferecem uma excelente combinação de aprendizado e diversão (BACICH & MORAN, 2018).

A educação é uma parte indispensável de qualquer sociedade moderna, e educação tecnológica pode revelar muitos sonhos "não realizados" de institutos de educação e gestão. O campo da educação está passando por mudanças drásticas devido a diferentes fatores, como inovação tecnológica emergente, mobilidade estudantil e regulamentações governamentais (BORTOLINE, 2012). Os fornecedores desse setor estão enfrentando forte pressão por causa do alto custo dos livros, dos cursos interativos de baixo custo baseados na web e do aumento no uso de dispositivos pessoais.

Segundo Maccedo (2015), com o fácil acesso à Internet, a popularidade do uso de smartphones e as redes sociais, o campo da educação precisa aproveitar as oportunidades de entrega de conteúdo de material educacional na forma de *e-Learning*. As organizações devem perceber a necessidade de faculdades e salas de aula virtuais. A evolução tecnológica sem fim necessita de uma educação baseada na web de fácil acesso e confiável. As empresas precisam realizar o potencial com uma nova escola de pensamento, a melhor tecnologia da classe e a estratégia de crescimento certa (BORTOLINE, 2012).

Empresas de desenvolvimento de *software* com anos de experiência podem fornecer desenvolvimento de *software* personalizado para o setor educacional. Essas empresas têm anos de experiência trabalhando com institutos educacionais e editoras e estão bem-posicionadas para ajudar os clientes em campo a atingir seus objetivos e metas (SANCHO, 2006).

Existem vários motivos pelos quais a tecnologia é um aspecto importante da aprendizagem nas escolas. Para que os alunos sobrevivam na difícil competição de hoje, eles precisam entender a tecnologia. Estas são as razões pelas quais a tecnologia é muito importante na educação: Os alunos exigem isso, assim, hoje, eles estão constantemente se envolvendo com a tecnologia fora da sala de aula. As crianças gostam de ser interativas, e o aprendizado baseado em tecnologia agora se tornou parte de seu estilo de vida (BORTOLINE, 2012).

Novos professores também exigem isso, já que a tecnologia foi implementada no ensino pós-secundário e outras áreas profissionais. Para novos professores, a tecnologia é considerada uma necessidade para o aprendizado. As crianças podem aprender em seu próprio ritmo, mas, às vezes, as salas de aula tradicionais tornam isso difícil. Com a integração da tecnologia na educação, as crianças podem desacelerar e voltar em conceitos e lições, e crianças mais avançadas podem ir em frente. Além disso, a tecnologia permite que os professores ajudem as crianças em um nível mais individual. Sobre isso, Conte e Martini (2015, p. 1192) explicam:

Nessa perspectiva, mais do que ter certezas sobre os conhecimentos, o professor necessita ser contagiado pelo princípio da incerteza e aberto às mudanças tecnológicas e transformações vigentes. Hoje não é mais possível conceber uma educação estática, pois a realidade está em processo de mudança acelerada e interconexão com as tecnologias da informação e comunicação, e com isso além da própria natureza, o ser humano transforma-se, *humaniza-se*, culturaliza-se, já que no mundo contemporâneo vivemos em uma sobrenatureza cultural e multimidiática. Desta forma, jovens e crianças se identificam com os meios tecnológicos, pois estes respondem à sua sensibilidade (são rápidos, dinâmicos, tocam o afetivo e depois a razão) e atraem pela mistura de linguagens, assuntos e conteúdos.

Atualmente, não há limitações com a tecnologia, pois ter acesso a outras informações fora do material escolar oferece aos alunos várias maneiras de aprender um conceito. Os professores podem criar maneiras criativas de ensinar seus alunos, o que os mantém engajados. A tecnologia mudou o espaço de aprendizado, então o aprendizado agora é mais prático (MACCEDO, 2015).

Ademais, as ferramentas disponíveis podem definitivamente ajudar os professores a fazer um trabalho melhor, não os substituir à medida que escolas e professores continuam adotando um número crescente de soluções de tecnologia e ferramentas de desenvolvimento de software, é importante considerar as novas tendências na educação e como os alunos aprendem. Como outros setores da sociedade atual, o campo da educação deve ser atualizado com as tecnologias mais recentes para atender às necessidades dos alunos (BACICH & MORAN, 2018).

Enfim, em nosso processo de estudo neste capítulo, refletimos que quando falamos de modernidade é como falar de tecnologia, pois nós e as crianças de hoje vivemos neste novo mundo diferente da geração 'antiga' por nós denominada. Agora tudo é mais fácil com a tecnologia; pesquisas na internet, sites online para estudar melhor e entender uma aula que não era entendida em sala de aula, agora até os livros foram substituídos por computadores e pela internet porque tudo é mais rápido.

Para um pequeno problema, uma dúvida, basta digitar no *site Google* e tudo estará 'resolvido'. A Internet agora se tornou nossa necessidade. E se um dia não tivermos internet? Aqui está o 'drama fantástico' de todos os jovens, pensa-se que agora sem a internet não podemos viver, mas ao mesmo tempo, todos reclamamos do fato de estarmos a tornar-nos robôs e de estarmos à procura de tudo isto, porque nos tornamos escravos desse vício "ruim", que pode ser bom em certas situações, e ineficaz em outras. Quase ninguém gostaria de voltar aos tempos anteriores, sem um celular, um computador, é o que pensamos, mas graças à ausência deles estávamos mais serenos. Com a tecnologia queremos melhorar tudo, crescendo também nesta nova humanidade, mas obviamente sempre dentro dos limites.

CAPÍTULO 2 - REALIDADE VIRTUAL

2.1 - Perspectivas Históricas

O objetivo desse capítulo é compreender o conceito de realidade virtual e as potencialidades de seu uso em sala de aula, pensando na história da sua criação, até a incorporação como ferramenta educacional. Segundo Barilli, Ebecken e Cunha (2011, p.1247):

Considera-se que a utilização da RV conformará um novo paradigma de aprendizagem das novas gerações, migrando para o conceito de aprender conhecer-sentir-comunicar, em vez de, simplesmente, aprender-conhecer-comunicar, entendendo o termo "sentir" como utilizar os sentidos.

A realidade virtual teve começos que antecederam o tempo em que o conceito foi cunhado e formalizado. Nesta história detalhada da realidade virtual, observamos como a tecnologia evoluiu e como os principais pioneiros abriram o caminho para a realidade virtual como a conhecemos hoje (BUSTAMENTE, 2018).

Se nos concentrarmos mais estritamente no escopo da realidade virtual como um meio de criar a ilusão de que estamos presentes em algum lugar que não

estamos, então a primeira tentativa de realidade virtual são certamente os murais de 360 graus (ou pinturas panorâmicas) do século XIX. Essas pinturas pretendiam preencher todo o campo de visão do observador, fazendo-o sentir-se presente em algum evento ou cena histórica (KIRNER & ROBSON, 2007).

Em 1838, uma pesquisa de Charles Wheatstone, que o cérebro processa como diferentes imagens bidimensionais de cada olho em um único objeto de três dimensões. A visualização de duas imagens ou fotos estereoscópicas lado a lado através de um estereoscópio deu ao usuário uma sensação de profundidade e imersão (STEUER, 2010).

O desenvolvimento posterior do popular estereoscópio View-Master (patenteado em 1939) foi usado para “turismo virtual”. Os princípios de design do estereoscópio são usados hoje para o popular Google Papelão e visores montados na cabeça de VR de baixo orçamento para telefones celulares (STEUER, 2010).

Em 1929, Edward Link criou o “Link trainer” (patenteado em 1931), provavelmente o primeiro exemplo de um simulador de vôo comercial, que era totalmente eletromecânico. Era controlado por motores ligados ao leme e à coluna de direção para modificar o *pitch and roll*. Um pequeno dispositivo motorizado imitou turbulência e distúrbios (TEIXEIRA, 1995).

A necessidade de maneiras mais seguras de treinar pilotos era tamanha que os militares dos EUA compraram seis dispositivos por US \$ 3.500. Em 2015, o dinheiro era tímido de US \$ 50.000. Durante a Segunda Guerra Mundial, mais de 10.000 Link Trainers “caixa azul” foram usados por mais de 500.000 pilotos para treinamento inicial e melhoria de suas habilidades (TEIXEIRA, 1995).

Na década de 1930, uma história do escritor de ficção científica Stanley G. Weinbaum (Pygmalion's Spectacles) contém uma ideia de um par de óculos de proteção que permite ao usuário experimentar um mundo ficcional por meio de holografia, olfato, paladar e tato. Em retrospectiva, a experiência que Weinbaum descreve para aqueles que usam os óculos de proteção é estranhamente parecida com a experiência moderna e emergente da realidade virtual, tornando-o um verdadeiro visionário do campo (BILLINGHURST, 2012).

Em revelação dos anos 1950, o cineasta Morton Heilig desenvolveu o *Sensorama* (patenteado em 1962), que era um gabinete de teatro em estilo *arcade* que estimulava todos os sentidos, não apenas a visão e o som. Ele apresentava

alto-falantes estéreo, uma tela 3D estereoscópica, ventiladores, geradores de cheiro e uma cadeira vibratória (DIAS, 2009).

O *Sensorama* tinha o objetivo de mergulhar totalmente o indivíduo no filme. Ele também criou seis curtas-metragens para sua invenção, todos os quais ele mesmo filmou, produziu e editou. Os filmes do *Sensorama* foram intitulados *Motocicleta*, *Dançarina do Ventre*, *Buggy*, *Helicóptero*, *um encontro com a Sabina* e *eu sou uma garrafa de Coca-Cola* (DIAS, 2009).

Em 1961, dois engenheiros, Comeau e Bryan, da Philco Corporation desenvolveram o primeiro precursor do HMD como o conhecemos hoje, o *Headsight*. Ele incorporou uma tela de vídeo para cada olho e um sistema de rastreamento magnético de movimento, que foi conectado a uma câmera de circuito fechado. O *Headsight* não foi desenvolvido para aplicações de realidade virtual (o termo não existia então), mas para permitir a visualização remota de situações perigosas pelos militares (DIAS, 2009).

Os movimentos da cabeça moviam uma câmera remota, permitindo ao usuário observar naturalmente o ambiente. *Headsight* foi o primeiro passo na evolução da tela tipo *head mounted display* VR, mas faltou a integração de computador e geração de imagem (DIAS, 2009).

Em 1968, Ivan Sutherland e seu aluno Bob Sproull criaram o primeiro visor montado na cabeça VR / AR (*Espada de Dâmocles*) que estava conectado a um computador e não a uma câmera. Era uma engenhoca grande e assustadora que era muito pesada para qualquer usuário usar confortavelmente e estava suspensa no teto, daí seu nome. O usuário também precisa ser preso ao dispositivo. Os gráficos gerados por computador eram salas e objetos de *wireframe* muito primitivos (STEUER, 2010).

Em 1972, a General Electric produz um simulador de voo “computadorizado” que exibe três telas dispostas em uma configuração de 180 graus. As telas circundam a cabine de treinamento simulada para dar aos pilotos em treinamento uma sensação de verdadeira imersão (WENG, 2011).

Já em 1975, o VIDEOPLACE é considerado como o primeiro sistema VR interativo. Usando uma mistura de CG, projeção de luz, câmeras e telas, ele pode medir a posição do usuário. Em termos modernos, é mais como uma projeção AR e não possui nenhum tipo de fone de ouvido (KIRNER, & ROBSON, 2007).

O MIT criou o *Aspec Movie Map* no ano de 1977. Sabe-se que esse sistema permite que as pessoas percorram uma experiência virtual de Aspen, Colorado. Era

quase como um antigo precursor do *Google Street View*. Eles usaram vídeos filmados de um carro em movimento para criar uma impressão de se mover pela cidade. Mais uma vez, nenhum HMD fez parte dessa configuração (KIRNER, & ROBSON, 2007).

O capacete VITAL, em 1979, foi provavelmente o primeiro exemplo adequado de um HMD VR para o laboratório. Usando um rastreador de cabeça, os pilotos podiam observar imagens geradas primitivas por computador (KIRNER, & ROBSON, 2007).

Em 1982, Luvas de rastreamento de dedo para RV chamadas luvas “Sayre” foram inventadas por Daniel Sandin e Thomas DeFanti. As luvas foram conectadas a um sistema de computador e sensores ópticos usados para detectar o movimento dos dedos. Este foi o precursor das “luvas de dados” que seriam uma parte importante do início da RV (AZUMA, 2001).

Os pioneiros de RV Jaron Lanier e Thomas Zimmerman fundaram uma VPL Research em 1986. Esta é a primeira empresa de RV a vender HMDs e luvas. O termo “luva de dados” vem de seu produto DataGlove (AZUMA, 2001).

Ainda em 1986, Tom Furness foi o diretor de um projeto da Força Aérea conhecido como “super cockpit”. Era um simulador projetado para treinamento que apresentava gráficos CG e interatividade em tempo real para os pilotos. Curiosamente, o Super Cockpit apresentava a integração entre o rastreamento de movimento e controle da aeronave (AZUMA, 2001).

No ano de 1987, mesmo depois de todo esse desenvolvimento na realidade virtual, ainda não havia um termo relacionado para o campo. Tudo isso mudou em 1987 quando Jaron Lanier, fundador do laboratório de programação visual (VPL), cunhou (ou alguns segundos popularizou) o termo “realidade virtual”. A área de pesquisa passou a ter um nome (BUSTAMENTE, 2018).

Por meio da pesquisa VPL de sua empresa, Jaron especializada uma variedade de equipamentos de realidade virtual, incluindo o Dataglove (junto com Tom Zimmerman) e o monitor tipo *head-mounted EyePhone*. Eles foram a primeira empresa a vender óculos de realidade virtual (EyePhone 1 \$ 9400; EyePhone HRX \$ 49.000) e luvas (\$ 9.000). Um grande desenvolvimento na área de *haptics* de realidade virtual (BUSTAMENTE, 2018).

Em 1989, A NASA, com a ajuda de um engenheiro de Crystal River, cria o Project VIEW. Um simulador de realidade virtual usado para treinar astronautas. VIEW parece reconhecível como um exemplo moderno de RV e possui

luvas para simulação de toque de toque. Curiosamente, uma tecnologia nessas luvas leva diretamente à criação da Nintendo Power Glove (BUSTAMENTE, 2018).

No ano de 1991, começa-se a ver dispositivos de realidade virtual aos quais o público tinha acesso, embora a propriedade familiar de realidade virtual de ponta ainda esteja muito fora de alcance. O Grupo Virtuality lançou uma gama de jogos e máquinas de *arcade* (WENG, 2011).

Então, os jogadores usariam um conjunto de óculos de realidade virtual e jogariam em máquinas de jogos com visuais 3D estereoscópicos imersivos em tempo real (latência inferior a 50 ms). Algumas unidades também foram conectadas em rede para uma experiência de jogo multijogador (WENG, 2011).

Hoje em dia, estamos bastante acostumados a ver filmagens ao vivo de *rovers* de Marte. Em 1991, este ainda era um sonho futuro e havia muitos problemas a serem resolvidos. Um engenheiro da NASA chamado Antônio Medina criando um sistema de realidade virtual que permite pilotar um *rover* de Marte, mesmo levando em consideração o tempo de atraso. Um sistema apelidado de Tele operação Simulada por Computador (WENG, 2011).

O filme *Lawnmower Man* apresentou o conceito de realidade virtual a um público mais amplo em 1992. Foi em parte baseado no fundador da Realidade Virtual Jaron Lanier e seus primeiros dias de laboratório. Jaron foi interpretado por Pierce Brosnan, um cientista que teria se utilizado dispositivos de realidade virtual em um paciente com deficiência mental. Equipamentos de realidade virtual real dos laboratórios de pesquisa da VPL foram usados no filme e o diretor Brett Leonard, admitiu ter se inspirado em empresas como a VPL (STEUER, 2010).

A Sega anunciou o fone de ouvido Sega VR para o console Sega Genesis em 1993 no Consumer Electronics Show em 1993. Os óculos protótipos envolvidos deviam rastreamento de cabeça, som estéreo e telas de LCD no visor. A Sega pretendia lançar o produto a um preço de cerca de US \$ 200 na época, ou cerca de US \$ 322 em 2015. No entanto, as dificuldades de desenvolvimento técnico fizeram com que o dispositivo permanecesse para sempre na fase de protótipo, apesar de ter desenvolvido 4 jogos para este produto. Este foi um grande fracasso para a Sega (STEUER, 2010).

O Nintendo Virtual Boy (conhecido como VR-32) foi um console de jogos 3D que foi anunciado como o primeiro console portátil que poderia exibir gráficos 3D verdadeiros em 1995. Foi lançado pela primeira vez no Japão e na América do Norte

a um preço de US \$ 180, mas foi um fracasso comercial, apesar das quedas de preço (STEUER, 2010).

Os motivos relatados para esta falha foram a falta de cor nos gráficos (os jogos eram em vermelho e preto), havia falta de suporte de software e era difícil usar o console em uma posição confortável. No ano seguinte, eles interromperam sua produção e venda (STEUER, 2010).

Em 1997, a Georgia Tech e Emory University colaborou para usar um RV para o tratamento de PTSD em veteranos de guerra. Este ainda é um aspecto crucial para o tratamento e a pesquisa de PTSD hoje. A exposição controlada a gatilhos traumáticos é crucial para o tratamento dos sintomas de TEPT. A tecnologia de RV deu aos terapeutas um controle incomparável sobre o que os pacientes veem e experimentam (WENG, 2011).

Em 1999, o filme dos irmãos Wachowski, Matrix, chega aos cinemas. O filme apresenta personagens que vivem em um mundo totalmente simulado, muitos deles completamente inconscientes de que não vivem no mundo real. Embora alguns filmes anteriores tenham se aventurado a retratar a realidade virtual, como Tron em 1982 e Lawnmower Man em 1992, Matrix teve um grande impacto cultural e trouxe o tema da realidade simulada para o *mainstream* (AZUMA, 2001).

A empresa Google aprimorou seu serviço Mapas com imagens de 360 graus no nível da rua, capturadas por carros especiais equipados com câmeras personalizadas a partir de 2007. A Immersive Media fez o trabalho usando uma câmera dodecaédrica de seu próprio projeto. Hoje você pode “ficar” em praticamente qualquer parte do mundo e olhar ao redor, graças a esta tecnologia (WENG, 2011).

Poucos anos depois, o Street View ganha um modo 3D, mas uma novidade muito maior na história da RV é o trabalho feito por um jovem conhecido como Palmer Lucky. Ele criou um kit de fone de ouvido de realidade virtual que qualquer um pode fazer, mas um encontro fatídico com a lenda de John Carmack o coloca no caminho para tornar seu “Oculus Rift” maior do que ele poderia ter imaginado (WENG, 2011).

Em 2012, surge o Oculus Kickstarter, e a Palmer Lucky lança um Kickstarter para financiar o produto e o desenvolvimento de seu protótipo de fone de ouvido, o Rift. A campanha arrecada quase 2,5 milhões de dólares e uma linha divisória clara entre os fracassos comerciais do RV para o consumidor no passado e a revolução moderna da RV (BUSTAMANTE, 2018).

Em 2014, a empresa Facebook comprou esse oculus e a Sony anunciou seu projeto de realidade virtual. A gigante da mídia social vê potencial na tecnologia Oculus, comprando a empresa e tornando Lucky incrivelmente rico. Este é um ano excelente, vendo também o lançamento do Google Cardboard, PSVR e do Samsung Gear VR. A realidade virtual é de repente um tema muito quente (BUSTAMANTE, 2018).

Este também é o ano em que a Sony anunciou que está trabalhando em um complemento VR para o popular console PS4. O PS4 é muito menos poderoso do que os computadores com capacidade de RV da época, então todos estão muito curiosos para ver como eles conseguirão isso (BUSTAMANTE, 2018).

Entre os anos de 2016 e 2017, todos lançaram produtos de RV prontos para o horário nobre. O Rift e o HTC Vive lideram o caminho, mas as comportas realmente se abriram. Você pode ver os resultados desse boom visitando nosso banco de dados de HMD (BUSTAMANTE, 2018).

Agora temos o Oculus Go e o Oculus Quest produzidos em 2018. Dois exemplos de RV autônomo, que não precisa de computador ou telefone para funcionar. A RV móvel está diminuindo rapidamente e os sistemas autônomos como o Go são muito devolvidos. Oculus mostra um novo protótipo de HMD conhecido como “meia cúpula”. Este *headset* avançado usa lentes varifocais e um campo de visão extremamente amplo, a 140 graus (BERTRAND, 2021).

Já em 2019, constata-se que sistemas de realidade mista e tecnologias sofisticadas agora fazem parte dos *headsets* VR independentes. O Oculus Quest recebe uma promessa de capacidade de *tethering* e projetos de RV baseados em smartphones incluídos a serem encerrados (BERTRAND, 2021).

O custo dos fones de ouvido de realidade virtual caiu drasticamente e o hardware de computador capaz de fazer esses fones de ouvido é virtualmente popular. Muitos fones de ouvido avançados estão no horizonte. Tecnologia varifocal, campos de visão extremamente amplos, varredura manual e rastreamento ocular são apenas alguns dos principais desenvolvimentos (BERTRAND, 2021).

Segundo Bertrand (2021), existem rumores de que grandes empresas como a Apple estão trabalhando em projetos de realidade mista e, neste momento, parece que a realidade virtual e a realidade serão inseparáveis no futuro.

2.2 - Realidade Virtual e sua Relação com a Educação

Alta competência em ciência e tecnologia é um pré-requisito para atender aos principais desafios de hoje e de amanhã. Precisamos de um número suficiente de pessoas com visão para que possamos entender os desafios e agir da maneira certa. As muitas oportunidades interessantes estão lá, prontas para serem descobertas por realistas curiosos (BORTOLINE, 2012).

Em nosso próprio país, o conhecimento científico e tecnológico fornece grande parte da base para a criação de valor, bem-estar e facilidade nos atributos profissionais e educacionais (BRAGA, 2010).

Essa competência que podemos obter junto aos avanços tecnológicos cria oportunidades interativas e importantes para o meio educacional. A ciência e a tecnologia serão mais importantes com o passar dos tempos. Uma população mundial em crescimento terá acesso a novas fontes que facilitarão o acesso de todos aos meios tecnológicos em sala de aula (BORTOLINE, 2012).

De acordo com Moura (2012), a globalização impacta o modo de estruturar o processo educacional em sala de aula e o desenvolvimento do trabalho do profissional de educação.

Os reflexos dos avanços tecnológicos desencadeiam mudanças significativas no processo de ensino e aprendizagem e os desafios em seu entendimento precisam ser seguidos pelos professores para que consigam transpassar seus conteúdos de forma clara e entendível para seus alunos, independentemente de sua área de atuação. Os avanços tecnológicos em nossa modernidade compõem ferramentas que poderão ser utilizadas em diferentes áreas da ciência (BACICH, 2018).

A realidade virtual, segundo Moran (2007) se dá em um ambiente produzido pelo computador no qual o usuário possui ao seu dispor controles tridimensionais e interativas, sendo possível manipular e explorar dados em tempo real. Sendo assim, Moran (2007) ressalta ainda que tal realidade pode entregar experiências e interações para alunos que não são práticos ou não são possíveis no “mundo real”, pois fornece uma maneira incomparável de imergir e cativar alunos de todas as idades.

Esse meio de aprendizagem ajuda os alunos a se sentirem imersos em uma experiência, prendendo sua imaginação e estimulando o pensamento de maneiras impossíveis com livros, fotos ou vídeos tradicionais e facilita um nível muito mais alto

de retenção de conhecimento, principalmente nos estudos relacionados à anatomia humana no qual a visualização dos componentes do corpo humano seria de total eficácia por meios virtuais (MORAN, 2007).

Quando se aprimora e amplia o aprendizado, a experiência proporciona aos alunos uma conexão múltipla e intensa na qual o número de possibilidades de pesquisas, comunicações e criatividade aumentam significativamente (MORAN, 2007).

No caso dos estudos relacionados à medicina, por exemplo, a realidade virtual pode envolver também um aprendizado prático, visto que as dificuldades e facilidades de cada aluno variam no momento de demonstrar como está sua instrução no decorrer de seu processo de ensino, segundo Fornaziero et al (2013). Além disso, os referidos autores frisam as dificuldades que alunos enfrentam quando se deparam com uma mesa operatória, descrevendo que

Em tais circunstâncias, compreendemos a importância da inserção tecnológica em moldes que possam fornecer ao aluno um espaço prévio à prática de ensino. As instituições de ensino precisam de maneira consciente introduzir meios de ensino e produção científica levando em conta o ambiente social em que ela está inserida (FORNAZIERO ET AL, 2003).

Atualmente estamos imersos em mudanças de ordem social, política, tecnológica, econômica e cultural. Nesse contexto, os objetivos atribuídos à educação colocam a inteligência e suas possibilidades de desenvolvimento entre as preocupações fundamentais dos educadores (CGI-Br, 2018).

Em nosso processo de pesquisa, encontramos um artigo jornalístico¹ que apresenta um texto sobre os estudantes dos cursos da área de saúde da PUC Goiás que possuíam uma ferramenta interativa e inovadora de realidade virtual para o seu aprendizado nas disciplinas de Anatomia e Fisiologia.

Então, através de um *software* criado pela *startup* brasileira Medroom, eles conseguiam se orientar de forma livre o corpo humano em três dimensões, explorando cada estrutura, órgãos e sistemas de forma isolada. Portanto, a partir disso, entendemos como ferramentas com as mesmas disposições em aplicativos poderiam enriquecer o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes, qualificando-os cada vez mais significativamente em sua formação acadêmica.

¹ Disponível em : <https://www.pucgoias.edu.br/noticias/academicos-estudam-anatomia-em-realidade-virtual>. Acesso em 20\10\2021.

Em relação ainda ao ensino de Anatomia Humana, Fornaziero (2010) menciona que, nas últimas décadas, tal aprendizado sofreu algumas mudanças estruturais por conta das reformas curriculares dos cursos ligados à área da saúde, considerados fundamentais para o enquadramento nas novas diretrizes.

Contudo, em nosso estudo, compreendemos como é importante que o estudo de outras disciplinas acompanhe a evolução didático-pedagógica, experienciando os fatores ligados aos avanços tecnológicos, incluindo imagens digitais que podem permitir a visualização em estruturas 3D. No caso dos estudos da área médica, ainda há dificuldade de obtenção de cadáveres para a dissecação por conta de uma fiscalização da procedência dos corpos em maior número, segundo Fornaziero (2010).

Além disso, as disciplinas de anatomia humana estão tendo um número maior de alunos. Então, introduzir ensinamentos de tecnologia 3D iria colaborar para que houvesse uma redução de tempo no aprendizado, o que facilitaria a consolidação da memória.

Fornaziero *et al* (2003) ressalta ainda que pesquisas de estudiosos como Siqueira e Ferreira da Universidade Federal de Goiás concluem que os estudantes são totalmente a favor da inclusão dos métodos computadorizados de aprendizagem, pois, essas ferramentas tecnológicas conseguem possuir um valor de orientação e compreensão bem plausível para as suas necessidades. O resultado consiste numa adicional motivação aos estudos de diferentes disciplinas (FORNAZIERO ET AL, 2003). Outro fator preponderante citado pelo referido autor concerne na afirmação dos alunos na qual defendem que esses avanços no ensino não ofuscaria o trabalho tradicional dos professores, mas sim agregaria.

De acordo com Bacich e Moran (2018), os ambientes educacionais poderiam olhar para as novas tecnologias para tentar retornar às atividades de um passado no qual as salas de aula eram lugares nos quais os alunos podiam descobrir e experimentar novas tecnologias para o primeiro tempo, tal como nos anos 80, quando os primeiros PCs estavam sendo implantados nas escolas em diversos lugares do mundo.

Um dos maiores problemas que os professores enfrentam é tentar envolver o aluno em sua temática de aula por vezes posta na ementa com uma metodologia estipulada por sua instituição (BORTOLINE, 2012). As escolas poderiam olhar para isso nova tecnologia para reacender o passado no qual as salas de aula eram lugares que os alunos podiam descobrir e experimentar novas tecnologias para o

primeiro Tempo? Pense nos anos 80, quando os primeiros PCs estavam sendo implantados nas escolas em diversos lugares do mundo (BACICH & MORAN, 2018).

No Brasil, isso se sucedeu de forma atrasada, mas não foi diferente quando foram disponibilizados em algumas escolas. Sendo assim, esses avanços permitiriam que os alunos pudessem, pela primeira vez, acessar as tecnologias inovadoras e projetar ensinamentos por meio de aplicativos de dispositivos móveis e de ponta em uma sala de aula com realidade virtual (CGI-Br, 2019).

Os jovens estudantes podem se envolver de maneiras inovadoras e motivação para utilizar sua criatividade por meio de atividades produzidas em aplicativos de seus próprios dispositivos móveis e um contato com a realidade virtual, tendo apenas uma tela e teclado para criar gráficos simples e aprender nesse processo fundamentos de computação e codificação iniciais, em dispositivos e tecnologia que eles podem ter em casa (CGI-Br, 2019).

A realidade virtual (VR), portanto, significa uma representação completa de uma realidade baseada em computador, propriedades físicas e sua perceptibilidade que seriam muito úteis em sala de aula. Uma simulação o mais realista possível deve ser gerada. Para vivenciar (imersão) essa realidade, o usuário hoje precisa de óculos, fones de ouvido e drivers especiais (KIRNER, 2008).

O que à primeira vista parece ser a cena de entretenimento e do jogo, oferece uma ampla gama de possibilidades de uso no setor educacional (GALVAO & ZORZAL, 2013). De acordo com Billingham (2012), desde que existam conceitos sensatos de aprendizagem e ensino, seu uso pode ter um grande impacto no desempenho de aprendizagem de crianças em idade escolar, alunos e estagiários. Uma vez que a Realidade Virtual está ligada a um desenvolvimento constante, o número de estudos sobre os efeitos positivos e negativos ainda é muito pequeno.

Como sempre, quando um novo meio entra em cena, uma sociedade em geral se pergunta: “Para que isso é serve ou para que isso é bom?” - Na educação para a mídia, essa pergunta poderia ser útil como “O que a Realidade Virtual poderia ser útil na escola?” (DIAS, 2009). Segundo Bertrand (2021), existem algumas abordagens educacionais de mídia interessantes para isso: uma poderia ser uma teoria da flexibilidade cognitiva não regulamentado.

A fim de alcançar a maior flexibilidade cognitiva possível, o conteúdo deve ser iluminado de tantas perspectivas diferentes e em contextos diferentes, para que mais tarde a transferência de conhecimento para situações e contextos novos e ainda familiares se torne mais fácil, segundo Dias (2009). Os ambientes de

Realidade Virtual podem ser adequados para isso, pois já são uma infinidade de perspectivas arbitrárias - que também podem ser selecionados pelo aluno (SILVEIRA, 2009).

O uso da Realidade Virtual também corresponde a alguns princípios didáticos básicos, por exemplo a da clareza: Uma imagem vale mais que mil palavras - quem vivencia um mundo subaquático virtual, por exemplo, pode ganhar mais experiência após que após alguns minutos livro sobre o assunto (KIRNER, 2008).

Além disso, os novos sistemas de Realidade Virtual se aproximam surpreendentemente do princípio original (e serão capazes de fazê-lo ainda melhor no futuro): Melhor do que texto, imagem e filme, eles eliminam o aluno a obter uma impressão original do conteúdo de aprendizagem (SOUZA, 2011).

Acima de tudo, a "educação imersiva" possibilitada pela Realidade Virtual rompe os limites do ensino tradicional. Crianças em idade escolar e os alunos têm a oportunidade de vivenciar de forma direta e conteúdo de aprendizagem muito distantes, muito perigosos, além da percepção sensual ou histórica - sem sair da sala de aula (KIRNER, 2008).

A tecnologia permite que professores e palestrantes apresentem o conteúdo de aprendizagem abrangente e de difícil acesso de uma forma muito clara (BRAGA, 2010).

As salas de aula de Realidade Virtual, por outro lado, podem oferecer aos alunos a oportunidade de levantar a mão, fazer perguntas de maneira orgânica e, em geral, sentir-se mais investidos diretamente (BILLINGHURST, 2012).

Além de transpor distâncias, o ambiente virtual oferece outra vantagem e oferece mais experiências de ensino para alunos distantes: o semianonimato tranquilizador que os avatares oferecem. Existem inúmeras pesquisas sobre o chamado efeito Proteus ou sobre como o comportamento de um usuário de realidade virtual pode ser sutilmente influenciado pelas propriedades de seu avatar (BERTRAND, 2021).

As excursões de Realidade Virtual são uma tarefa difícil de construir de maneira adequada, escreve Jeremy Bailenson, diretor fundador do Laboratório de Interação Humana Virtual da Universidade de Stanford, em seu livro de 2018 sobre Experiência de Realidade Virtual sob Demanda (BERTRAND, 2021). A boa notícia é que, uma vez construídos, eles podem ser amplamente distribuídos.

Na verdade, a Discovery Education alcançou milhões de alunos por meio de suas excursões virtuais, com foco no aeroespacial (um tour virtual pelos bastidores

do Centro Espacial Johnson), saúde (um olhar baseado em RV sobre a ciência por trás do vício em opioides) e foco em tecnologia (uma série de várias partes na Agtech) e muito mais. Junto com o Google Expeditions - um aplicativo de Realidade Virtual com mais de mil passeios educacionais - é um dos principais distribuidores de excursões de RV no setor educacional (BERTRAND, 2021).

E embora a ciência ainda não tenha certeza se a Realidade Virtual é mais eficaz do que outras ferramentas de aprendizagem de mídia imersiva, parece haver uma promessa educacional real. Um estudo recente realizado por pesquisadores de Stanford, incluindo Bailenson, analisou as excursões de RV sobre as mudanças climáticas e descobriu que os participantes que exploraram mais o espaço virtual fizeram associações cognitivas mais profundas com o conteúdo de ciências e as causas e efeitos de aprenderem a si próprios (BERTRAND, 2021).

Apesar do grande entusiasmo da grande maioria das cobaias, uma coisa é: não haverá triunfo da realidade virtual na educação tão rapidamente, segundo Bustamante (2018). Tecnicamente, deve-se ainda estar no segundo dia da era do cinema mudo- e quando se trata de aplicativos de Realidade Virtual pedagogicamente valiosos, para ficar nesta foto, mesmo 5 minutos após o nascimento do novo gênero em si. Ainda assim, é difícil imaginar que um novo meio tão poderoso poderia ser usado na educação se em alguns anos os custos principais menores e houver experiência educacional suficiente com o novo meio (CGI-Br, 2019).

Tori (2006) indagou se seria preciso esperar tanto tempo por um número significativo de estudos cientificamente sólidos sobre a força do efeito da nova tecnologia até que a tecnologia em sua variante técnica atual se torne mais difundida. As análises sobre o tema “realidade virtual” só foram disponibilizadas em casos concedidos até o momento. Em qualquer caso, está claro que a RV é capaz de criar ambientes complexos de aprendizagem e trabalho nos quais se pode interagir, operar, comunicar e colaborar; e que assumir os papéis de outras pessoas (com despersonalização simultânea) pode colocar um papel importante (BRAGA, 2010).

Apesar de todos os benefícios que pode trazer para a educação, Galvão e Zorzal (2013) salientam que a realidade virtual como um novo meio não está livre de problemas e até mesmo perigos. Não obstante todo o entusiasmo pela RV, também existe o risco de que a impressão avassaladora de imersão coloque os objetivos de aprendizagem reais completamente em segundo plano. Afinal, o professor (que

difícilmente haja mundos virtuais em que a comunicação virtual ocorra) também geralmente está completamente escondido: como ele pode seguir todas as realidades de seus alunos, muitas vezes ele tem que deixar seus substantivos VR (BILLINGHURST, 2012).

Perder-se em Realidade Virtual também pode se tornar um problema se, por exemplo, o "fluxo" experimentado é definido como um estado de concentração máxima e imersão completa em uma atividade. É isso que alguém fará com os óculos de RV, já que na cabeça alcança muito rapidamente. Em princípio, é claro, o aluno pode remover os óculos de realidade virtual a qualquer momento e assim restabelecer o contato com o mundo real (KIRNER, 2008). No entanto, é de se ver que a imersão que agora se tornou possível, especialmente na esfera privada, arraste jovens alguns predispostos ainda mais sob seu feitiço do que os clássicos jogos de RPG de computador (em pseudo-3D no monitor) - tanto que vai entender suas necessidades no mundo real (fome, sede, movimento) ou "afundar" nele a ponto de romper seus contatos sociais reais, questiona Dias (2009).

Como acontece com todos os avanços tecnológicos, tudo se resume ao nível correto de uso. Os efeitos previamente reconhecidos podem ser identificados a cinetose ou enjoo, incluindo tonturas, náuseas, dores de cabeça e mal-estar geral. O fator de estresse também pode aumentar em decorrência das simulações (DIAS, 2009).

A perigo muito maior, no entanto, é o potencial de dependência e vício que vem com a realidade virtual. O cenário de jogos de hoje já teve problemas aqui no passado. O que acontece quando você se identifica ainda mais com seu avatar, ou seja, seu personagem virtual, e mergulha ainda mais fundo em um mundo ilusório, não foi esclarecido (BERTRAND, 2021).

E essa tecnologia também pode ser usada mal. Se uma consciência moralmente responsável não é mais apoiada em seu desenvolvimento, mas um radicalismo de qualquer tipo é formado, como vantagens se transformam no oposto. Uma inserção em um contexto educacional é elementar (BILLINGHURST, 2012).

Se o uso da realidade virtual é baseado em uma imagem responsável do homem, que é uma base do educacional ideal, os aspectos positivos superam claramente como desvantagens. Habilidades práticas e técnicas podem ser transmitidas individualmente (BILLINGHURST, 2012).

O professor pode verificar o progresso do aprendizado imediatamente. Apesar disso, um Realidade Virtual substitui as aulas regulares, mas pode contribuir para uma revitalização significativamente (BRAGA, 2010).

A Realidade Virtual oferece grandes oportunidades para a educação e tem um impacto significativo na educação de muitas maneiras que podemos imaginar hoje (BILLINGHURST, 2012). Portanto, é apropriado na mídia e na política também, pensar mais sobre as oportunidades e os limites da Realidade Virtual em um estágio inicial e submetê-los a novos estudos científicos

CAPÍTULO 3 – ENSINO DE ANATOMIA HUMANA

Dentre todas as matérias que compõem o plano de curso das Instituições de Ensino Superior, o ensino de anatomia desponta com uma enorme importância no concernente a proporcionar uma maior percepção do aluno acerca das funções do seu próprio organismo.

Tamanho importância sucede porque, diferente de outras matérias que se ocupam do mundo exterior do aluno, como a História, Geografia, Matemática, Física ou Língua Portuguesa; o estudo de anatomia permite compreender o aspecto interno do organismo educando, abordando a forma e as estruturas que constituem cada elemento do corpo humano. O que significa afirmar que se constitui em uma ciência capaz de explicar a própria funcionalidade do organismo, suas mudanças, eficiências, carências e deficiências (CHAGAS, 2018).

Em todos os aspectos o ensino de anatomia nas Instituições de Ensino Superior é crucial para o crescimento intelectual do educando que, doravante, será capaz de perceber as funcionalidades do seu próprio corpo. Resta ainda a importância de se plasmar uma metodologia eficiente para a transmissão do conteúdo, comentando uma maior percepção acerca do ensino de anatomia, como também despertando o interesse do educando acerca deste importante tema a ser abordado. Sendo neste momento que o estudo da anatomia se aproxima das estratégias da pedagogia, a fim de plasmar uma forma efetiva de transmitir o conteúdo de anatomia para o educando. De tal sorte que se faz necessário plasmar uma reflexão acerca da maneira com que o estudo e ensino de anatomia se colocou ao longo da história do Brasil e as perspectivas atuais sobre a maneira com que esta disciplina é abordada nas salas de aula das Instituições de Ensino Superior.

Sendo este o objetivo principal do presente capítulo, promover uma reflexão acerca dos processos experimentados pelo estudo de anatomia ao longo da história, assim como as estratégias e reflexões pedagógicas aplicadas para o seu ensino nas Instituições de Ensino Superior do país.

3.1 Perspectivas históricas

A sociedade sempre logrou conhecer o funcionamento do organismo humano como forma de compreender melhor sua funcionalidade e assim garantir a saúde do indivíduo e da população. Contudo, o estudo e ensino de anatomia sempre se fez envolto pelo olhar réprobo da credence popular que o relegou a alcunha da profanação do cadáver ou um ato de feitiçaria. Um estigma que contribuiu para um certo retardo no avanço deste importante disciplina quando comparado a outras áreas da biologia. Assim, a trajetória da anatomia ao longo do tempo não se faz livre de perseguições religiosas que, por vezes, obrigou os anatomistas a promoverem seus estudos em completo segredo, distantes dos grandes centros urbanos e intelectuais (TALAMONI, 2014).

Desde a antiguidade existem relatos acerca de estudos de anatomia, alguns dos quais creditados a autores como Aristóteles (TALAMONI, 2014). Contudo, não se pode negar a importância da escola de Alexandria em seu pioneirismo na realização de dissecações de animais e corpos humanos em locais públicos para fins de estudo. (TALAMONI e BERTOLLI, 2015). Sendo que durante os séculos que mergulharam o mundo na chamada Idade Média europeia, a ciência conhecida como anatomia foi ainda mais estigmatizada. A anatomia se tornou alvo de enorme polêmica ao ser confundida com prática de necromancia, o que por sua vez fomentou sua perseguição por parte das autoridades da época, sobretudo pelo fanatismo religioso fomentado pela Igreja católica avessa aquilo que era considerado profanação dos corpos (TALAMONI, 2014).

No Ocidente, a anatomia só começa a ser dissociada de práticas mágicas na Europa do século XIV. Sendo seu pioneirismo creditado a Universidade de Bolonha, onde as dissecações para fins de estudo se tornaram parte integrante do ensino de medicina (PONTINHA e SOEIRO, 2014). Embora neste primeiro momento os estudos de anatomia fossem divulgados principalmente pelo traço dos artistas na tela dos seus quadros, essas contribuições para a anatomia teriam surgido no século XVI durante o movimento renascentista com as obras de Michelangelo e Da

Vinci (TALAMONI e BERTOLLI, 2015). Neste momento, haveria ainda uma falta de rigor científico posto que o artista, por mais realista que seu traço fosse, não se ocupa exatamente de relatar a realidade, outrossim, busca interpretá-la em nome da beleza ou do grotesco (TALAMONI, 2014).

Já no século XIV, os estudos de anatomia passaram a ser efetuados por toda a Europa, sendo a aprovação da igreja fundamental para que a prática da dissecação de cadáveres para estudos fosse expandida por todo o continente. A anatomia finalmente obteve sua consolidação. Assim, a dissecação conseguiu ser aprovada pela igreja católica, como podemos ver a seguir:

No começo do século XVI, os estudos anatômicos na Espanha eram tidos como sério e destacados, pois lá a prática da Anatomia e Cirurgia era em cadáveres humanos de todas as classes e condições sociais. Por este motivo, foi construído, na província de Cáceres, um hospital, onde mais tarde foi a dissecação em seres humanos, autorizada pelo Papa” (CHAGAS, 2018, p. 34)

Havendo a igreja deixado de perseguir a prática de dissecação, a anatomia se torna uma matéria a ser estudada. O rigor científico nos estudos de anatomia teria surgido em meio a esta efervescência cultural do Renascimento, sendo que o mais notório destaque recai sobre o belga Andreas Vesalius que atuou no início do século XVI em um trabalho capaz de separar a arte da anatomia, sendo neste sentido considerado o pai da anatomia moderna (KICKOFEL, 2008). Desta forma, podemos entender sobre os estudos de anatomia:

A dissecação de animais realizada por Vesalius não objetivava a compreensão da anatomia humana e sim a sua paulatina distinção, permitindo-lhe identificar e corrigir inúmeros equívocos presentes nas obras de Galeno. Assim, o desenvolvimento da Anatomia Descritiva teve na figura e na obra de Vesalius um momento de renovação a partir do qual novas estruturas corporais foram sendo identificadas e/ou nomeadas (TALAMONI, 2014, p. 30).

Ao estudar a dissecação de animais sem promover um paralelo de igualdade com a anatomia humana, Andreas Vesalius foi capaz de identificar os pontos divergentes e assim promover uma grande mudança na maneira com que se estudava o corpo humano em sua época. Sendo seus estudos considerados precursores daquilo que hoje entendemos como anatomia descritiva. Uma profunda mudança nas estruturas que compõem o estudo de anatomia, capaz de inaugurar aquilo que ainda hoje entendemos como anatomia (KICKOFEL, 2008).

Em Portugal o ensino de anatomia foi deferido pelo fato de que o governo Português, de tempos em tempos, sucumbia a credices remotas para proibir a

dissecação de cadáveres para fins de estudo. Fazendo com que muitos dos melhores anatomistas que ensinavam no país não fossem portugueses, mas estrangeiros, sobretudo italianos, contratados para ensinar em solo lusitano (PONTINHA e SOEIRO, 2014). Essa proibição retardou o ensino e aprendizagem de anatomia do país e fez com que muitos procurassem lugares distantes dos desmandos governamentais para efetuar seus estudos de anatomia descritiva, livres da proibição que se colocava em sua época (TALAMONI e BERTOLLI, 2015). Demonstrando o quanto esta imensa confusão entre estudar um cadáver e profanar seu corpo contribuiu para a lentidão acerca do conhecimento do organismo humano e uma série de entraves no ensino e estudo de anatomia no país.

A situação começa a mudar no século XVII, durante a regência do Marquês de Pombal, como ficou conhecido Sebastião José de Carvalho e Melo, Secretário de Estado do rei D. José, rei de Portugal. Sendo um homem ilustrado, Pombal simpatizava com os ideais iluministas, o que por sua vez contribuiu muito para o reaparecimento da anatomia em seu país.

Sendo assim:

Em 1546, o rei D. João III (reinado, 1521- 1557) autorizou o corregedor da Comarca de Coimbra a ceder os cadáveres a D. Rodrigo de Reinoso, Lente de Prima da Universidade, para realizar estudos anatómicos. Os Estatutos Pombalinos da Universidade de Coimbra (1563) dispunham que, para uso da Anatomia, “servirão os cadáveres dos que morrerem nos Hospitais e dos condenados e, na falta de ambos, servirão os cadáveres de quaisquer pessoas que faleceram na cidade de Coimbra (PONTINHA e SOEIRO, 2014, p.167).

Inspirado pelo pensamento iluminista da sua época, o Marquês de Pombal foi responsável por incentivar o estudo de anatomia pela primeira vez na história de Portugal. Paulatinamente, a anatomia deixaria de ser demonizada no país para ser considerada uma prática científica e o acesso aos cadáveres para os estudos, antes tão dificultado, passou a ser facilitado na tentativa de ampliar o conhecimento acerca das formas e funções do corpo humano.

As estratégias vanguardistas que o Marquês de Pombal instituiu sobre o reino de Portugal deve-se principalmente ao fato de ser um homem ilustrado o suficiente para reconhecer todo “o atraso intelectual da sociedade portuguesa e quis modernizá-la segundo os princípios do Iluminismo, promovendo, para isso, importantes reformas no ensino, em particular da Ciência, rompendo com a tradição escolástica medieval” (TALAMONI, 2014, p. 39)

Ainda assim, foi apenas com Henrique de Vilhena (1879-1958), já no século XX, que Portugal testemunhou a fundação do Instituto de Anatomia da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa, que já buscava debater sobre a importância de se dissecar cadáveres como forma de ensino e investigação (PONTINHA e SOEIRO, 2014). A fundação do instituto decretou o fim tardio da demonização desta disciplina e a ratificação definitiva dos portugueses no ensino e estudo da anatomia humana. Um grande avanço para um país tradicionalmente avesso a estes estudos.

Tendo parte importante da sua cultura e história influenciada por Portugal, o Brasil não teria uma relação tão diferente com os estudos de anatomia. Sofrendo das mesmas crendices e atrasos que por séculos afetaram a medicina sua antiga metrópole Europeia (CHAGAS, 2018). Sendo o estudo de anatomia desencorajado devido às crendices relacionadas a prática de dissecação dos cadáveres para estudos comparativos (PONTINHA e SOEIRO, 2014).

Uma vez mais, a regência do secretário de estado português, Sebastião José de Carvalho e Melo, mais conhecido como Marquês de Pombal, foi o maior contribuinte para a prática de anatomia no Brasil do século XVII. Sempre buscando efetivar os ideais iluministas em suas práticas, o Marquês logrou a primeira tentativa de aplicar os estudos de anatomia na colônia. Contudo, se pode notar que os primeiros estudos de anatomia na colônia foram reduzidos a teoria, sem a dissecação prática dos cadáveres para estudos comparativos. Notavelmente esta postura não encontra base nas crendices populares, mas em um viés predominantemente político. Sucede que “de acordo com as políticas da época, criar uma escola de Medicina nas colônias portuguesas poderia promover sentimentos de independência. Por isso, o Reino optou por ensinar apenas os princípios teóricos” (PONTINHA e SOEIRO, 2014, p.167). Se por anos o estudo de anatomia nos países europeus foi obrigado a lidar com problemas como crendices populares e medo de profanação, no território atualmente conhecido como Brasil a anatomia também foi obrigada a lidar com questões de política, tendo em vista o temor constante de uma independência da colônia.

Como a chegada da coroa portuguesa para o Brasil em 1808. O temor de uma independência do Brasil tornava-se pretérito. Com a presença do Rei Dom João sexto o Brasil se levava ao nível de nação e como tal poderia ter seus ensinamentos de medicina, o que conseqüentemente favorece a prática de dissecação dos cadáveres para estudos tão importantes para a anatomia (CHAGAS, 2018).

Dentre as inúmeras inaugurações comentadas pela presença da coroa portuguesa no Brasil, a mais importante para o estudo de anatomia consiste na criação das escolas de Cirurgia do Hospital Militar e da escola médica do Hospital Militar do Morro do Castelo, a primeira edificada na Bahia e a segunda no Rio de Janeiro; sendo ambas as escolas pioneiras em nosso país e inspiradas nas práticas da medicina que se fazia na França (TALAMONI, 2014).

De toda a sorte, o Brasil agora era sede do império Português e como tal teria direito a faculdades de medicina, o que conseqüentemente impõe a necessidade do estudo de anatomia. Ainda que neste primeiro momento a anatomia estivesse ainda subordinada a outras áreas de estudo, sendo elas a patologia e a medicina cirúrgica. Em outras palavras, seria correto propor que “a anatomia, quer a descritiva quer a patológica, só era reconhecida no contexto da formação do médico em termos restritos, isto é, como uma disciplina ponte, portanto subordinada a outros setores do saber médico” (TALAMONI e BERTOLLI, 2015, p.1306).

Por conta disso, ainda na segunda metade do século XIX, uma série de estudantes de medicina passaram a reivindicar o ensino de anatomia para todas as áreas da faculdade de medicina. O que seria atendido, após inúmeras reivindicações, com a presença do anatomista Alfonso Bovero (CHAGAS, 2018).

Foi somente com a chegada do médico e anatomista italiano Alfonso Bovero que chegou ao Brasil ainda no ano de 1914, atendendo ao convite de Arnaldo Vieira de Carvalho, como resultado da fundação da Faculdade de Medicina de São Paulo que o estudo de anatomia finalmente recebeu a devida importância acadêmica. Sendo correto propor que a presença do anatomista Alfonso Bovero serviu para fomentar um novo, importante e determinante momento para a prática de ensino e estudo de anatomia em nosso país (TALAMONI, 2014).

Ainda assim a presença de Bovero no Brasil, mais especificamente na recém formada faculdade de medicina de São Paulo não se fez livre de estratégias políticas, como se pode imaginar ser:

Parte de um projeto maior que pretendia levar para São Paulo médicos e cientistas europeus, sobretudo italianos, com o objetivo de impulsionar novas áreas de pesquisa. (...) a vinda de pesquisadores estrangeiros contribuiria para fazer da “Casa de Arnaldo” e do cenário acadêmico paulistano um local de produção de conhecimentos consoante com os propósitos da capital paulista de se modernizar (TALAMONI e BERTOLLI, 2015, p.1309).

A presença do estudo de anatomia na escola de medicina de São Paulo garantiria, desta forma, um caráter modernizador que fazia parte da própria concepção de identidade do Estado, servindo para “empreender esforços para a constituição de um corpus diferenciado que permitisse a construção de um saber médico que se queria originalmente paulista, pelo menos em relação aos demais estados brasileiros” (TALAMONI e BERTOLLI, 2015, p.1309). Sendo assim a presença de um anatomista internacional e famoso, como Bovero, que foi educada em países como França e Alemanha (CHAGAS, 2018) era crucial tanto para a emancipação do estudo de anatomia no Brasil quanto para as estratégias de modernização de São Paulo.

Tendo sua competência imediatamente reconhecida pelos intelectuais da sua época, principalmente dada a sua biografia estrangeira, o anatomista Bovero não encontrou dificuldades significativas para se consolidar como um especialista no Brasil e assim fundar uma nova era para o ensino e estudo de anatomia entre os doutores brasileiros (CHAGAS, 2018).

Sendo assim, o trabalho do anatomista Alfonso Bovero em São Paulo apresentou a “missão não só de lecionar sua especialidade, mas também de organizar o departamento de anatomia da jovem escola médica, inaugurou um novo período do ensino e da pesquisa em anatomia, o qual tem sido denominado fase boveriana da anatomia brasileira” (TALAMONI e BERTOLLI, 2015, p.1310).

Dentre suas inúmeras contribuições para a medicina e anatomia brasileira se faz notar as obras clássicas que o anatomista trouxe consigo, além do seu vasto capital cultural versado em técnicas de conservação aprendidas na Itália e Alemanha, evoluindo determinantemente o conhecimento e as práticas efetuadas pelos doutos brasileiros (TALAMONI, 2014). Com a criação da Universidade de São Paulo (USP), em 1934, os antigos discípulos da escola boveriana conseguiram assumir algumas das mais importantes posições de destaque em diversos departamentos dos cursos de ciências biológicas e biomédicas da recém-formada universidade. O que permitiu um palco ideal para promover os ensinamentos e práticas de Bovero estava consolidado o ensino de anatomia no Brasil (CHAGAS, 2018).

Assim se percebe que em meio a credices e inúmeras questões políticas, o estudo de anatomia conseguiu ganhar espaço em solo pátrio graças à importância, credibilidade e capacidade deste ilustre anatomista italiano e seus discípulos que não se renderam diante da difícil tarefa de programar este curso tão caro para a

medicina do nosso país. Sendo assim, “no âmbito brasileiro, e mais especificamente paulista, foi criada e mantida uma escola anatômica pretensamente tradicional, pautada por rituais e homenagens ao seu fundador, o anatomista italiano Alfonso Bovero” (TALAMONI e BERTOLLI, 2015, p.1320). Uma inauguração do estudo de anatomia moderna que, apesar do seu caráter ainda tradicionalista e focado nas propostas políticas de São Paulo, foi crucial para o ensino de anatomia em nosso país.

3.2 Perspectivas Contemporâneas

Até aqui acompanhamos a história da anatomia em sua trajetória desde que foi considerada uma prática necromântica até sua consolidação como uma disciplina indispensável para os estudos acadêmicos.

Faz-se necessário a compreensão de que tal estudo acerca da anatomia se manteve limitado ao âmbito acadêmico das disciplinas ligadas a área de medicina. Desta forma, o ensino de anatomia encontra-se muito mais focado em disciplinas acadêmicas ou cursos profissionalizantes que abarcam o âmbito da biologia e saúde, como a educação física, biologia, medicina, enfermagem, radiologia, entre tantos outros.

Naturalmente, ocorreram muitas transformações quanto ao ensino de anatomia nas Instituições de Ensino Superior desde as últimas décadas. Embora seja ponto pacífico que se trata de uma disciplina importante na formação dos profissionais da saúde, ocorre que, nos últimos anos, o ensino desta disciplina tem sofrido transformações constantes por influência da tecnologia e, também, pela dificuldade em se obter cadáveres para o ensino por dissecação.

Ora, autores como Fornaziero et al. (2010), informam que, não raro, esta disciplina tem sido deixada de lado em algumas universidades, inclusive as dos Estados Unidos, por se tratar de um componente curricular dispendioso, uma vez que a manutenção de cadáveres requer um ambiente peculiar que, por sua vez, exige muito dinheiro em sua preparação.

Calazans (2013) aponta que não se pode imaginar, por exemplo, a formação de um médico sem que este tenha tido contato direto com a morte ou concebido questões éticas no trato com os cadáveres, uma vez que estas são indispensáveis em sua formação como profissional da saúde e cidadão. A mesma autora informa que a prossecção tem sido uma alternativa cada vez mais adotada no Ensino

Superior quando se trata da prática da anatomia. Esta, por se tratar do estudo de peças cadavéricas previamente dissecadas, demanda um gasto inferior ao da manutenção de cadáveres para que sejam posteriormente dissecados. Todavia, aponta a autora, esta prática faz com que o educando perca o contato com o todo, uma vez que se experiencia apenas uma ou duas peças cadavéricas desconectadas do corpo às quais pertenciam.

Calazans (2013), ainda, enfatiza o fato preocupante de que o formaldeído, o composto químico através do qual os cadáveres são preservados para o estudo, é tóxico e, também, carcinogênico. Assim, defende a abolição da dissecação nas Universidades, propondo que o ensino de anatomia tome outras direções através de modelos educacionais diferenciados, uma vez que a substituição do formaldeído esteja fora de questão dado ao elevado preço de outros compostos químicos disponíveis.

Inzunza et al. (2011) pretende que as Instituições de Ensino Superior adotem os modelos anatômicos artificiais, produzidos a partir de material sintético como a resina, ou a partir de substâncias naturais como a madeira ou a cera. Infelizmente, problematiza o autor, as variações anatômicas não são levadas em conta nestes modelos que são incapazes, também, de reproduzir a textura que têm os cadáveres. Desta forma, pode ocorrer aos educandos a ideia incorreta de que a anatomia é simplicíssima e não apresenta as variações que um corpo real pode ter. Além disso, os modelos anatômicos artificiais criam a ilusão de que são dispensados cuidados na sua manipulação, bem como a de que os corpos reais são “limpos” e “inodoros”. O mesmo autor defende que os tais modelos podem servir para a democratização do ensino de anatomia, uma vez que, em muitas universidades, apenas os estudantes dos cursos de medicina têm acesso aos cadáveres, cuja manipulação e manutenção são excessivamente dispendiosos.

Com respeito aos modelos anatômicos artificiais, Calazans informa que:

a experiência da autora no uso de tais peças permite atentar para o fato de que as mesmas não são maleáveis, não sendo adequada a plastinação para o estudo de articulações, por exemplo. Outra desvantagem seria o alto custo inicial das peças, visto que a montagem do laboratório com equipamentos para plastinação é muito caro. Entretanto, o custo-benefício é imensamente maior que o de qualquer outra técnica de conservação cadavérica. (CALAZANS, 2013, p. 52)

A mesma autora informa que, embora tais modelos artificiais não reproduzam com fidelidade o corpo humano real, são uma alternativa ao ensino da disciplina de anatomia em nosso país, uma vez que, no Brasil, não há uma legislação que regule a doação de corpos para o estudo em nossas universidades, sendo que estes são cada vez mais difíceis de se conseguir. Tal rareamento quanto aos cadáveres acontece, também, em muitos países africanos, conforme afirma a autora, como é o caso da Nigéria em que apenas os corpos dos condenados são disponibilizados para o estudo médico nas universidades.

Desta feita, a mesma autora sugere ainda uma outra alternativa ao estudo com cadáveres ou modelos artificiais plastinados, a saber: a utilização de modelos vivos. De acordo com a autora, estes apresentam benefícios, descritos a seguir:

a vantagem de trabalhar em parceria com os tutores e serem ativamente envolvidos no processo de aprendizado dos alunos. Além disso, ajudam a promover a humanidade sobre o corpo, a desinibição em lidar com o corpo nu, e a consideração de que pacientes também são pessoas (CALAZANS, 2013, p. 24)

Por fim, para além de se considerar estas importantes alternativas ao estudo com cadáveres apenas no que diz respeito aos motivos econômicos, deve-se pensar, propriamente, nos impactos que elas têm no aprendizado dos educandos. Assim Fornaziero et al. (2010) defende que, uma vez que os alunos dos cursos de graduação na área da saúde têm perfis e origens complementemente distintas, a forma como aprendem acaba sendo, também, muito variada. Desta feita, é preciso que se adotem os mais diversos meios para o ensino de anatomia, inclusive o de se alternar métodos diferentes.

Por isso, de acordo com Fornaziero *et al.* (2010), o ensino de anatomia que combine tanto a dissecação, como a prossecção ou, ainda, o trabalho e a pesquisa com modelos plastinados, acaba sendo o caminho ideal para contemplar a diversidade do aprendizado e da recepção de informação dos educandos.

Recursos como pôsteres, programas de computador, documentários, aplicativos, maquetes, jogos e réplicas de esqueletos se tornam extremamente importantes para o educando dispor de uma percepção clara do conteúdo demandado, se fazendo sempre necessário abordar curiosidade e atividades dinâmicas que tenham por objetivo estimular o aprendizado:

Levar esse conhecimento às escolas proporcionam um grande desenvolvimento pessoal a cada estudante, fazendo-os conhecer o quão impressionante é o corpo humano, respeitando, conhecendo seus limites, em busca de uma vida saudável e livre de possíveis doenças (SANTANA *et al*, 2019, p. 276).

Muitos educadores se utilizam por exemplos de réplicas ou fotos para promover seus estudos de anatomia. No caso das fotos sempre se busca promover aquela com a melhor qualidade possível. Sendo que a “vantagem das réplicas é estar em três dimensões e, por isso, fornece uma visão mais aproximada da realidade das estruturas do corpo (...) o ideal é levar uma variedade de materiais, como vídeos, livros e reportagens, que ajudem a turma a entender o conteúdo” (SCAPATICIO, 2016, p.1). Contudo, muitos destes recursos, em especial o uso de réplicas, apresentam um custo demasiadamente alto que nem toda instituição de ensino ou professor tem condições de arcar, o que torna inviável, por exemplo, o uso de uma réplica plastinada de corpo humano durante uma aula de biologia (SCAPATICIO, 2016, p.1).

Fornaziero et al. (2010) acredita que a reconstrução dos currículos dos cursos de graduação que têm relação com a saúde, esbarra na falsa ideia de que a dissecação pura e simples teria uma posição natural de evidência. Isto porque, acredita o autor, deve-se assumir que a própria abordagem do processo de dissecação precisa de transformação. Ora, pretende o autor que uma das possíveis aproximações a esta metodologia de ensino da anatomia, deveria levar em consideração a famosa técnica de Aprendizagem Baseada em Problemas. Esta pretende, entre outras diretrizes, que o educando venha à sala de aula com os conteúdos previamente estudados e, a partir deles, sejam formulados problemas que estimulem à aproximação do cadáver de forma intencionada e construtiva.

3.3 O uso da realidade virtual para o ensino de anatomia humana

O surgimento das primeiras tecnologias de realidade virtual levantou a discussão sobre seu uso em diversos segmentos, mas por ainda ser uma nova tecnologia e pouco difundida, o custo para sua produção eram altos. Com os recentes avanços e as possibilidades de aplicação em diversas áreas, o custo de sua produção baixaram, possibilitando que estivesse ao alcance de diversas instituições (WEISS et al., 2021), entretanto, mesmo com o valor mais reduzido,

várias universidades ainda não possuem condições financeiras para adquirir tais equipamentos. Para Pareek et al.:

Simuladores de realidade virtual dão aptidão essencial para a preparação em domínio controlado, operando pacientes sem pressão e sem supervisão. Essas habilidades adquiridas podem então ser utilizadas na sala de treinamento. Em aplicações médicas, a realidade virtual pode ser utilizada para melhor controle de imagem, melhor compreensão da imagem, melhores correlações quantitativas e melhor planejamento da cirurgia. Não só o ambiente virtual proporcionado na realidade virtual ajudou os pacientes a lidar com o estresse associado antes da cirurgia, mas também ajudou na redução da dor (2018, p. 2091).

Segundo Kulkov et al.:

As novas tecnologias estão no centro da transformação da indústria. As empresas de realidade virtual e aumentada fornecem formas fundamentalmente novas de comunicação, tratamento, educação e treinamento especializado no setor médico. No entanto, os modelos de negócios para novos empreendimentos voltados para a indústria médica têm recebido pouca atenção na pesquisa acadêmica (2021, *online*).

Um ponto importante sobre as tecnologias de realidade virtual é saber manusear os equipamentos. Com os avanços cada vez mais rápido, mão-de-obra qualificada para manipular as novas tecnologias também devem ser produzidas. Ao passo que um novo maquinário é criado, também deve-se criar um curso, ou manual de instruções, para que os profissionais que farão uso dele consigam manuseá-los da forma correta (ELMQVIST, TUDOREANU, TSIGAS, 2006).

LaViola (2000) mostrou que um dos problemas que os usuários da tecnologia de realidade virtual para o estudo da anatomia humana podem desenvolver são enjoos. Mesmo estando parados durante a execução dos programas, em sua mente, o programa está gerando imagens e movimentos, que pode desencadear uma resposta indesejada do organismo do paciente ou profissional da saúde. É necessário realizar uma investigação do que pode estar causando a chamada cyber doença ao usuário da realidade virtual e, assim, buscar maneiras de amenizá-las (LaVIOLA, 2000).

Medeiros et al. (2017) propõe uma técnica que ajude o usuário da realidade virtual a se movimentar dentro do ambiente. Neste ambiente, é possível a pessoa que está fazendo uso do equipamento, “voar” de um local para outro, agilizando a movimentação e visualização das imagens desejadas. Entretanto, o “voo” pode

causar desconforto, sendo que a sensação de estar no “chão” traz mais segurança para o usuário. Para isso, a técnica denominada *Magic Carpet* (tapete mágico na tradução literal), permite voar pelo ambiente virtual, mas ainda possuindo um piso para a pessoa se sentir mais segura. Isso ajuda a evitar efeitos colaterais, como desequilíbrio e doença cibernética.

Também objetivando melhorar a navegação dentro do ambiente virtual, Noser, Stern e Stucji (2003) propuseram o uso de “guias” dentro do ambiente virtual. Sendo um local de grandes proporções, alguns usuários podem desenvolver cyber doenças, como labirintite e enjoos. Visando acabar, ou pelo menos diminuir sua incidência, os “guias” ajudariam a conduzir o usuário dentro da realidade virtual, indicando o caminho correto, tirando dúvidas sobre onde e como encontrar a informação de que necessitam. Está técnica, em conjunto com o *fly-through* de proposto por Haignon et al. (2004) e o *Magic Carpet* de Medeiros et al. (2017), tornariam a experiência para o usuário da realidade virtual mais proveitosa.

A carga horária no estudo da anatomia humana no ensino superior tem sido reduzida para dar lugar a novos conteúdos que tragam novas técnicas para os futuros profissionais. Entretanto, mesmo com uma carga horária menor, ainda é necessário manter o grau de aprendizagem do conteúdo anatômico devido a sua grande importância para a área da saúde humana. Isso tem levado ao uso de tecnologias já disponíveis, como tablets e smartphones, ao desenvolvimento de novas abordagens, como programas 3D e softwares de realidade aumentada (ABOUHASHEM et al., 2015; GAVALI et al., 2017).

A utilização de tecnologias em sala de aula ajudará a ampliar as ferramentas que os futuros profissionais serão capazes de utilizar em seu dia-a-dia no local de trabalho (COSTA, LINS, 2012). Segundo AbouHashem et al. (2015), o recurso financeiro para a compra de novos recursos para o ensino de anatomia humana pode ser um dos empecilhos para o uso da realidade virtual na educação superior em diversas instituições de ensino, seja pública ou privada, devido ao alto custo que alguns equipamentos possuem. Como a utilização em determinados locais do mundo envolve não apenas questões éticas, mas também religiosas e culturais, as tecnologias de ensino virtual se mostram como uma alternativa viável a substituição de cadáveres.

Entre os benefícios da realidade virtual aplicada ao ensino de anatomia, temos a facilidade de acesso ao material pelos alunos, a capacidade de manipulação de aplicativos e equipamentos de forma simples, o uso de conteúdos

sempre atuais, facilmente disponíveis pela rede de internet, adaptabilidade das interfaces de acordo com a necessidade dos alunos e professores, imersão direta no conteúdo através de projeções, perfeição dos modelos produzidos no ambiente virtual, dentre outros (MELO et al., 2007; LO et al., 2020).

A aplicação do uso de novas tecnologias para o ensino da disciplina de anatomia humana já está ocorrendo. Isaacson et al. (2017) utilizou recursos midiáticos para uma aula de laparoscopia em alunos que ainda não haviam tido contato com um cadáver, de forma a avaliar o impacto da nova metodologia sobre o ensino. A utilização de realidade aumentada com o uso de óculos estereoscópicos em conjunto com áudios explicativos, textos e smartphones também foram aplicados por IZARD, Méndez e Palomera (2017) e Lo et al. (2020).

Além disso, a nova realidade trazida pela pandemia do SARS-CoV-2 levou a mudanças drásticas em como o ensino é oferecido aos alunos, em todos os níveis da educação. A necessidade do afastamento social para diminuir o risco de contágio e aumento dos casos de COVID levou ao desenvolvimento acelerado de tecnologias que ajudem na educação, não deixando perder a eficiência da sala de aula e o contato direto com o professor. O uso de modelos dimensionais tem sido uma destas novas ferramentas, utilizadas não apenas para o ensino de anatomia humana, mas em diversas disciplinas, como geografia, biologia celular, física e química (DHARAMSI et al., 2022).

Székely e Satava traz que:

O principal objetivo da tecnologia de realidade virtual é apresentar objetos virtuais ou cenas completas a todos os sentidos humanos de uma maneira idêntica à sua contraparte natural. A reconstrução tridimensional simulada de órgãos a partir de cortes transversais radiológicos é uma importante ferramenta de diagnóstico, fornecendo aos médicos uma visão mais naturalista da anatomia de um paciente. O planejamento pré-operatório com o uso de um computador, incluindo a previsão realista do resultado, tornou-se parte integrante da intervenção em certas disciplinas, como radioterapia, cirurgia craniofacial ou neurocirurgia. Vários sistemas de realidade virtual foram desenvolvidos e testados para a reabilitação física ou mental de pacientes e para apoiar a terapia de saúde mental. A tecnologia de realidade virtual desempenha um papel importante na telemedicina, desde o diagnóstico remoto até as teleintervenções complexas (1999, p.1).

Com esta nova modalidade de ensino causada pela pandemia, Omdall et al. propõe que:

Para superar os desafios de ensinar conceitos espaciais remotamente, propomos o *Virtual Demonstrator*, um software de apresentação de realidade virtual (VR) para educadores. O *Virtual Demonstrator* fornece um conjunto de ferramentas para criar apresentações espaciais em VR, análogas ao software de apresentação baseado em slides 2D. Dentro do nosso software, os Elementos Visuais são combinados em um espaço espaço-temporal, com estados discretos semelhantes a slides de apresentação. Este recurso educacional foi projetado para atender a uma necessidade crescente de aprender sem presença física e aproveitar espaços 3D para aprender conceitos espaciais complexos. Uma linha do tempo expande um ambiente 3D para outra dimensão, permitindo um espaço de design expandido (2021, p. 681).

Mogali et al. (2018) utilizou modelos anatômicos multicolorido construídos em impressão 3D produzidos com diversos materiais em comparação com modelos plastinados, enquanto Mitrousias et al. (2018) usou um modelo digital 3D disponível no software BioDigital Human, realizando o mesmo tipo de comparação. Todos concluíram que ferramentas que são novas, mostraram ser mais atrativas e despertaram mais interesse nos alunos em utiliza-las para seu aprendizado (GUIMARÃES et al., 2019).

A aprendizagem assistida por computador (CAL) provê os dados necessários para avaliar o conhecimento e técnicas adquiridos com esta metodologia de ensino. Assim, Guimarães et al. (2019) avaliou em seu estudo 671 estudantes do curso de medicina submetidos ao CAL, com a avaliação do desenvolvimento das habilidades sendo feito pelo Teste de Rotações Mentais (MRT), que varia de 0 a 24, e uma regressão linear múltipla para as análises. O estudo concluiu que ocorre uma relação positiva do uso da tecnologia CAL com a melhoria das habilidades do estudante.

A realidade virtual traz inúmeros benefícios, entre eles, melhoria na análise de imagens, tornando-a mais precisa para o diagnóstico. Sousa et al. avaliando a qualidade do local de verificação dos exames e inferindo sobre o uso da tecnologia de realidade virtual, trouxe que:

As condições da sala de leitura, como iluminação, luz ambiente, fatores humanos e luminância da tela, desempenham um papel importante na forma como os radiologistas analisam e interpretam as imagens. De fato, sérios erros de diagnóstico podem aparecer ao observar imagens através de monitores diários. Normalmente, ocorrem sempre que os profissionais estão mal posicionados em relação à tela ou visualizam imagens em condições inadequadas de luz e luminância. Neste trabalho, mostramos que a realidade virtual pode auxiliar o radiodiagnóstico, diminuindo ou anulando

consideravelmente os efeitos de condições ambientais inadequadas. Nossa abordagem combina monitores imersivos montados na cabeça com superfícies interativas para apoiar radiologistas profissionais na análise de imagens médicas e na formulação de diagnósticos. Avaliamos nosso protótipo com dois médicos seniores e quatro bolsistas experientes em radiologia. Os resultados indicam que nossa abordagem constitui uma opção viável, flexível, portátil e econômica para salas de leitura de radiologia tradicionais (2017, p. 4057).

Entre os equipamentos disponíveis, temos o *Visible Dataset Human*, que consegue construir o corpo humano com as proporções volumétricas corretas, fazendo deste aparelho um recurso que pode ser utilizado tanto para o ensino da disciplina de anatomia humana quanto para pesquisas. Este é um ponto importante, pois com a utilização de modelos 3D para pesquisa, diversas questões éticas, culturais e religiosas deixam de existir, facilitando a execução e andamento das pesquisas (SPITZER, WHITLOCK, 1998).

Mesmo com todo avanço tecnológico, ainda é importante que estudantes continuem a ter contato em suas aulas com cadáveres, de modo a aperfeiçoar sua técnica cirúrgica, métodos de dissecação, trabalho em grupo, mentalidade criativa diante de problemas inesperados em uma mesa de cirurgia ou atendendo determinado paciente, fortalecimento da consciência e empatia para com os futuros pacientes, dentre outros (AZIS et al., 2002).

AbouHashem et al. (2015) mostrou que na *Macquarie University* e na *Western Sydney University*, ossos feitos em impressora 3D estão sendo utilizados como parte das ferramentas de ensino de anatomia humana, mas também já abrindo possibilidades para uso de estruturas anatômicas em pacientes que necessitem de transplantes.

Gavali et al. (2017) avaliou a utilização de smartphones como ferramenta educacional na área da saúde, e quais os principais aplicativos que os estudantes utilizam para seus estudos. Nos países em desenvolvimento, grande parte dos estudantes possuem algum tipo de celular que pode ser utilizado como ferramenta complementar ao método de aprendizagem. O estudo concluiu que entre o grupo estudado, 96% possuía um smartphone, e que 90% relataram possuir as habilidades necessárias para o uso correto desta ferramenta. Entre os aplicativos utilizados mais comuns foram Anatomia e Dicionário Médico, Dicionário Médico, Medscape, Google/Wikipedia e Prognosis/Diagnosis.

Zinchenko et al. (2020) avaliou a eficiência do uso de Realidade Virtual imersiva (URA). Para isso, ele selecionou três grupos aleatórios de estudantes que não possuíam disciplinas de biologia e/ou anatomia em sua grade curricular, sendo um submetido a uma metodologia diferente: texto e imagens, modelo interativo de coração 3D em computador e um modelo de coração humano em realidade virtual imersiva. Antes dos estudos, os estudantes realizaram um teste com 28 questões discursivas. Após cada grupo realizar suas ponderações, o teste foi novamente aplicado, sendo que o grupo de realidade virtual apresentou aumento no número de acertos, demonstrando maior entendimento do assunto.

Em uma análise semelhante, Mitrousias et al. (2018) avaliou qual método de ensino, aula expositiva em laboratório com uso de cadáveres e modelos anatômicos 3D, possui os melhores resultados na aprendizagem do aluno. O estudo separou dois grupos aleatórios que não possuíam conhecimentos de anatomia, para fazerem estudos durante 4 horas. Após o período, um teste foi aplicado aos dois grupos. Os alunos pertencentes ao grupo que utilizou modelos anatômicos em 3D apresentaram melhor desempenho.

A utilização da realidade virtual em sala de aula fornece um ambiente atrativo para o aprendizado, permitindo que estruturas complexas e, muitas vezes, não possíveis de serem representadas tanto com modelos anatômicos quanto retiradas de cadáveres, possam ser analisadas pelos estudantes. Além disso, na realidade virtual é possível realizar um estudo a nível celular da estrutura analisada, verificando componentes moleculares e bioquímicos (HOFFMAN, VU, 1997).

Por meio da realidade virtual, também é possível simular e ensaiar diversos processos cirúrgicos, garantindo maior e melhor precisão na execução deste, aumentando as chances de sucesso da cirurgia e recuperação do paciente. Está nova modalidade de treinamento não traz risco para os estudantes da área de saúde e para os pacientes, pois não estão trabalhando diretamente com um corpo real. Assim, o erro é permitido, verificando quais são as falhas e pontos fracos que o discente possui, permitindo melhorar antes de realizarem um procedimento cirúrgico em uma pessoa, ganhando confiança e técnica (HOFFMAN, VU, 1997).

Haigron et al. (2004) propôs como modelo de navegação a abordagem *fly-through* (voar através em tradução literal) para as estruturas vasculares do organismo humano. Está técnica não necessita que seja realizada uma pré-modelagem do organismo que será analisado, sendo realizado os devidos cálculos

em tempo real durante o procedimento, definindo automaticamente o caminho do sensor 3D.

Nakamatsu et al. (2021) avaliou o uso de tecnologia XR (realidade virtual, aumentada e/ou mista) em conjunto com a ressonância magnética de cadáveres, avaliação radiológica, patológica e anatômica para o ensino de anatomia radiológica com os aparelhos visualizador DICOM e zSpace, visando melhorar a compreensão e participação dos estudantes. Ao fim do estudo, os estudantes mostraram estar muito mais interessados na disciplina, com aumento de quase 44% no aproveitamento dos estudos, mostrando maior facilidade em assimilar o conteúdo passado pelo professor, sendo que apenas 23% demonstraram pouca aptidão com o novo método, mas estando dispostos a desenvolver as habilidades necessárias para sua manipulação.

A tecnologia do *Oculus Rift* (ORVC), que é um equipamento de realidade virtual aumentada da empresa Meta, em formato semelhante a óculos, teve início em 2013, com o primeiro lançamento do equipamento em 2016. Primeiramente voltado para *gamers*, este produto acabou ganhando espaço em outras áreas, como engenharia e medicina, devido a sua facilidade de uso e alto avanço de percepção e uso de imagens em ambiente virtual. Randall et al. (2016) propôs uma nova utilização para este aparelho, a colonoscopia virtual. Criou-se um mecanismo eficiente para avaliar este tipo de exame dentro do mundo virtual criado pelo ORVC, sendo testados e aprovados por profissionais da área, pois ajuda a melhorar e tornar mais preciso o diagnóstico do paciente submetido ao exame de colonoscopia.

Codd e Choudhury (2011) avaliou o uso do modelo computacional tridimensional interativo da anatomia musculoesquelética do compartimento anterior do antebraço humano gerado pelo software de imagem 3D de código aberto "Blender" comparado com os métodos tradicionais de ensino de anatomia, em três grupos (1 - sem conhecimento prévio de anatomia do antebraço, 2 - emprego de dissecação e livros didáticos para o ensino e 3 - utilização modelo com uso de modelos computacionais) de alunos da disciplina Módulo de Habilidades de Pesquisa em Anatomia Humana do segundo ano da Universidade de Manchester. Após os estudos, foi aplicado um teste. Os resultados da avaliação mostraram que os estudantes submetidos ao método computacional tiveram maior aproveitamento, demonstrando que aprendizado de anatomia de realidade virtual pode ser usado para complementar os métodos tradicionais de ensino de forma eficaz.

Em estudos separados, Miraal et al. (2022) e Dharamsi et al. (2022) avaliaram o uso do modelo muscular baseado em vídeo (VBMM) focado no antebraço projetado por um grupo de alunos combinado com o uso de laboratórios, seco e úmido, de anatomia da instituição de ensino *Paul L. Foster School of Medicine*. Esse trabalho conjunto mostrou maior eficiência no aprendizado e entendimento do conteúdo proposto, sendo bem recebido pelos estudantes. Além disso, quando avaliado de forma isolada, o VBMM mostrou-se mais eficiente na aprendizagem que os demais métodos de ensino.

A anatomia digital através dos modelos tridimensionais possibilita o ensino e aprendizagem de estruturas e espaços complexos do corpo humano, muitas vezes não disponíveis como uma estrutura em perfeito estado nos cadáveres de estudo. Entre elas, o mediastino, que foi criado digitalmente para o ensino de anatomia pelo trabalho de Chickness et al. (2022), com a utilização de renderização combinada semiautomática, gerando exemplares digitais de forma eficiente. Paulo, Medeiros e Lopes (2022) mostraram que a colonografia imersiva, ou colonoscopia virtual, permite que o profissional da saúde consiga analisar de forma mais precisa o cólon do paciente, através do uso de projeção de realidade virtual.

Uma das grandes perspectivas da realidade virtual é promover o ensino para os futuros cirurgiões e demais profissionais da saúde de forma mais precisa, mas não trazendo riscos aos pacientes que se submetem a profissionais que realizaram um treinamento e prática defasado. Além disso, o investimento a longo prazo trará redução de custos para as instituições. A realidade virtual para ser eficiente deve fornecer meios para estes estudantes desenvolverem suas habilidades, levando-o mais próximo da realidade de um paciente vivo (DE VISSER et al., 2011).

No entanto, a análise de Labranche et al. sobre os modelos anatômicos digitais tridimensionais (3D) mostra:

Potencial para demonstrar relações anatômicas complexas; no entanto, a literatura é inconsistente quanto à sua eficácia na melhoria do desempenho anatômico, principalmente para alunos com baixa capacidade de visualização espacial (Vz). [...] Os participantes de baixo Vz podem estar sobrecarregados cognitivamente pelas pistas espaciais complexas do modelo estereoscópico 3D. Os resultados deste estudo devem informar a seleção de recursos e o desenho do currículo para estudantes profissionais de saúde, com atenção ao impacto do Vz na aprendizagem (2021, *online*).

O estudo de Little et al. (2021) utilizando realidade aumentada para análise cardíaca em estudos veterinários, avaliou o equipamento (RA) IVALA® de realidade aumentada. O estudo cadavérico foi conduzido por 60 minutos com dois grupos, um que utilizaram livros tradicionais e outro com métodos de realidade aumentada para seus estudos, com posterior avaliação do conteúdo estudado. Houve um aumento de 24,5% na melhora dos conhecimentos adquiridos para o grupo que utilizou o (RA) IVALA®, além de trazer maior entusiasmo e vontade de aprender por parte dos estudantes. Com estes resultados, pode-se extrapolar seu uso para além do campo veterinário, pode ser aplicado no ensino de anatomia humana, e também no diagnóstico e tratamento de pessoas, realizando as adaptações necessárias para aplicação em humanos.

King et al. reflete que:

Um ambiente de realidade virtual criado usando um display *headmounted* de realidade virtual de nível de consumidor com a finalidade de auxiliar a radiologia diagnóstica tem casos de uso em potencial que justificam mais pesquisas a serem seguidas por testes de usabilidade. O ímpeto proporcionado por dispositivos de realidade virtual generalizados no nível do consumidor expande o uso de aplicativos que anteriormente só estavam disponíveis na prática para uma base de usuários limitada e continuamos a explorar novas técnicas de visualização e ferramentas de colaboração remota em potencial enquanto avaliamos sua utilidade clínica (2016, p. 1640003-8).

Assim, é possível notar que diversas tecnologias têm sido empregadas para o ensino de anatomia humana ao longo dos anos, mas apenas recentemente iniciou o uso da realidade virtual. Isso advém do fato de diversas empresas de tecnologia, como Google, Apple e Meta estarem investindo no desenvolvimento de novos equipamentos e tecnologias. Além disso, a adoção por parte da comunidade docente e o interesse dos discentes pelos novos métodos de ensino tem contribuído para avanços cada vez mais rápidos nesta área.

CONCLUSÃO

A utilização de novas tecnologias estimula o desejo de aprender, fazendo com que os discentes tenham maior interesse na vida acadêmica, buscando sempre mais conhecimento e novas ferramentas e maneiras de aprender algo. O perfil dos

novos estudantes, que vem de uma geração mergulhada em tecnologia, faz com que sejam mais abertas as novas tecnologias que deixem seus estudos mais dinâmicos, interativos e divertidos. Contudo, não podemos deixar de perceber que durante toda a história da educação forma desenvolvidas tecnologias e que os atores educacionais se adaptaram a ela à sua maneira.

O uso da realidade virtual para o ensino da disciplina de anatomia humana é algo que está sendo cada vez mais difundido e aceito em diversas instituições por todo mundo. O avanço rápido das tecnologias de realidade virtual, imersiva, hologramas, realidade aumentada, tem sido abraçada por diversas áreas, como engenharia, geografia, física, odontologia, dentre outras, tem sido vista com bons olhos, devido a sua facilidade de uso e realidade e precisão ao serem executadas. É possível ver uma casa pronta antes mesmo de sua fundação ser feita, ou analisar todo o relevo de uma área sem sair de casa.

Para o ensino na área da saúde, com foco principal na anatomia humana, podemos listar diversas vantagens como uma maior visibilidade do conteúdo exposto pelo professor durante as aulas; não haver mais necessidade da aquisição de cadáveres para os ensinamentos e, conseqüentemente, não haverá mais necessidade de preparação e conservação dos mesmos para que sejam utilizados por décadas, assim, gerando uma economia financeira na compra, preparação e manutenção do corpo e dos equipamentos necessários para preservá-los; melhor qualidade e precisão ao avaliar o corpo humano através da realidade aumentada e modelos digitalizados, permitindo manipulação das imagens projetadas, possibilidade de analisar estruturas específicas de forma mais eficiente e em maior detalhes; as atualizações das informações e dados são constantes sobre diversos conteúdos relacionados a anatomia, ocorrendo atualização constantes que fazem os alunos sempre estarem acompanhado o que há de mais novo em seu ramo; despertar o interesse e curiosidade dos estudantes e dos próprios docentes, fazendo-os ter mais interesse e serem mais motivados, tanto no ensinar quanto no aprender, passando a ter uma aula interativa, em que todos desejem estar ali.

Em contrapartida, temos algumas desvantagens: a falta de contato com os cadáveres para serem manipulados e dessecados durante as aulas não permite que os estudantes desenvolvam e aperfeiçoem suas técnicas cirúrgicas e de dissecação dos estudantes; a maioria dos equipamentos, mesmo trazendo economia para a instituição, possuem custos elevados, como exemplo, um único *oculus rift* pode chegar a custar entre 3 e 8 mil reais, isso faz com que diversas instituições que não

possuem os recursos financeiros necessários para suas aquisições, deixem de investir nestas novas tecnologias; é necessária a contratação ou treinamento para criar mão-de-obra qualificada para cuidar e manipular os equipamentos, além de haver a necessidade de ensinarem os estudantes a manusearem estas novas tecnologia de forma correta e cuidadosa; diversos profissionais mais conservadores, ainda veem está substituição do real pelo virtual como algo que não deveria estar avançando, que o ensinamento de anatomia humana, ou qualquer outra disciplina, deveria se manter nos métodos tradicionais de ensino, como quadro negro, giz, livros, provas longas e cadáveres (SCHUHMACHER, SCHUHMACHER E ALVES FILHO, 2017)

A realidade virtual é uma ferramenta que deve ser amplamente difundida, visando melhorar a qualidade da aprendizagem em anatomia em todas as instituições de ensino, de todos os níveis, seja pública ou privada. Assim, propõe-se que seja criado uma rede de divulgação específica para este fim, levando o conhecimento e importância do uso da realidade virtual no ensino de anatomia humana para inúmeras instituições de ensino que ainda prevalecem no modelo tradicional; que mais pesquisas na área sejam desenvolvidas, visando criar tecnologias de ponta, mas que possuam um preço de aquisição mais acessível para as instituições de ensino superior que não possuam disponibilidade financeira para tal investimento; que aja mais envolvimento dos alunos, professores e demais profissionais que trabalham com anatomia humana a ajudar a gerar novas ideias e criar novas tecnologias, que serão utilizadas por eles mesmo, através da coleta de dados, informações, divulgação de ideias e pesquisas; que aja uma avaliação mais precisa do impacto e eficiência do uso destas ferramentas tecnológicas sobre o ensino, aprendizagem e aplicação destes novos conhecimentos, tanto pelos docentes, discentes e demais profissionais que fizerem uso da mesma.

Assim, este estudo mostra que a utilização da realidade virtual para o ensino da disciplina de anatomia humana é algo que está em constante evolução, estando já implantada em diversas instituições pelo mundo, mostrando cada vez mais as infinitas possibilidades que está ferramenta possui no ensino. Além disso, seu uso vai além das salas de aula, pode ser aplicada está tecnologia em consultórios médicos, odontológicos, em uma consulta para mostrar o paciente o que está acontecendo em seu organismo, no diagnostico, facilitando a visualização da doença, e o como o corpo está respondendo a ela, trazendo maior precisão e certeza; durante uma cirurgia, gerando maior precisão dos profissionais envolvidos

no procedimento; em pesquisas de novos medicamentos e tratamentos para diversas doenças, dentre tantos outros.

Com isto, conclui-se que o objetivo proposto neste estudo foi alcançado, pois fica claro as diferentes maneiras e caminhos que os diversos avanços tecnológicos na área de realidade virtual para o ensino de anatomia humana têm feito, trazendo melhoria ao ensino. Entretanto, mesmo a justificativa do estudo sendo a necessidade de trazer novas tecnologias para o meio acadêmico, é necessário levar em consideração os recursos financeiros disponíveis nas instituições de ensino.

Ainda, é preciso levar em consideração a própria formação de professores e as políticas educacionais de educação superior, que poucos compromissos demonstram com tecnologias educacionais de vanguarda. Ainda, é necessário avaliar se a infraestrutura das IES facilitam o acesso a essas tecnologias e se as mesmas são distribuídas igualmente no sistema superior de ensino, ou apenas nas universidades de elite.

REFERÊNCIAS

ABOUHASHEM, Y. et al. **The application of 3D printing in anatomy education.** Medical education online. n., 20, v. 1, 2015.

ALTOÉ, A.; DA SILVA, H. **O Desenvolvimento Histórico das Novas Tecnologias e seu Emprego na Educação.** In: ALTO..., Anair; COSTA, Maria Luiza Furlan; TERUYA, Teresa Kazuko. Educação e Novas Tecnologias. Maringá: Eduem, 2005. Disponível em: <http://files.pedagogiahorizonte.webnode.com/200000156-87d9d88dbc/O%20Desenvolvimento%20Hist%C3%B3rico%20das%20Novas%20Tecnologias%20na%20Educa%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acessado em 09 jun 2021.

AZIZ, M.A. et al. **The human adáver in the age of biomedical informatics.** The Anatomical Record: Na Official Publication of the American Association of Anatomists. V. 269, n. 1, 2002

AZUMA, R. et al. **Recent advances in augmented reality.** Computer graphics and applications, IEEE, v. 21, n. 6, 2001.

BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação: uma abordagem teórico-prática.** Porto Alegre: Penso, 2018.

BARILLI, E. C. V. C.; EBECKEN, N. F. F.; CUNHA, G. G.. A tecnologia de realidade virtual como recurso para formação em saúde pública à distância: uma aplicação para a aprendizagem dos procedimentos antropométricos, v. 16, p. 1247–1256, 2011.

BERTRAND, P. et al, **Learning Empathy Through Virtual Reality: Multiple Strategies for Training Empathy-Related Abilities Using Body Ownership Illusions in Embodied Virtual Reality**, *Frontiers in Robotics and AI*, 2021.

BILLINGHURST, M. **Augmented reality in the classroom**. *Computer*, v. 45, n. 7, p. 56–63, 2012.

BORTOLINE et al. **Reflexões sobre o uso das tecnologias digitais das informações e da comunicação no processo educativo**. *Rev. Destaques Acadêmicos, CCH/UNIVATES*, v. 4, n. 2, 2012.

BRAGA, M. Realidade virtual e educação. **Revista de biologia e ciências da terra**, v. 1, n. 1, 2010.

BRASIL. (BNCC) **Base Nacional Comum Curricular 2ª ed.:** Ciências Naturais. – Brasília: MEC/SEF, 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. (PCN) **Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências Naturais. – Brasília: MEC/SEF, 1996.

BRUZZI, D.G. **Uso da tecnologia na educação, da história à realidade atual**. *Polyphonia*, v. 27/1, jan./ jun. 2016. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br>. Acesso em 09.06.2021.

BUSTAMENTE, A. **Realidade Virtual e Aumentada**. 1ª ed. São Paulo: Saraiva, 2018.

CALAZANS. N. **O ensino e o aprendizado práticos da anatomia**. Faculdade de Medicina da Bahia. Universidade Federal da Bahia. Salvador: 2013.

CGI-Br. **Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nas escolas brasileiras:** TIC educação 2018. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2019

CHAGAS, J. **História da anatomia:** através da dessecação do corpo humano. Jundiaí: Paco, 2018

CHICKNESS, J.P. et al. **Novel development of a 3D digital mediastinum model for anatomy education**. *Translational Research in Anatomy*, n. 26, 2022.

CODD, A.M.; CHOUDHURY, B. **Virtual reality anatomy: Is it comparable with traditional methods in the teaching of human forearm musculoskeletal anatomy?** Anat Sci Educ, v. 4, n. 3, p.119-125, 2011.

CONTE, E; MARTINI, R. M. F. **As Tecnologias na Educação: uma questão somente técnica?** Educação & Realidade, Porto Alegre, v. 40, n. 4, p. 1191-1207, out./dez. 2015.

COSTA, M. L. O. et alii. **Perspectivas no ensino de anatomia humana no ensino médio.** 2020.

COSTA, G.B.F.D.; LINS, C.C.D.S.A. **O cadáver no ensino da anatomia humana: uma visão metodológica e bioética.** Revista Brasileira de Educação Médica. n. 36, v. 3, p. 369-373, 2012.

DAOLIO, J. **Da Cultura do Corpo.** Editora Pápiro. São Paulo: 1995.

DE VISSER, H. 2011. **Progress in virtual reality simulators for surgical training and certification.** Med J Aust, n. 194, 2011.

DHARAMSI, M.S. et al. **Efficacy of Video-Based Forearm Anatomy Model Instruction for a Virtual Education Environment.** J Med Educ Curric Dev., n. 8, v. 9, 2022. doi: 10.1177/23821205211063287.

DIAS, A. **Technology enhanced learning and augmented reality: an application on multimedia interactive books.** International Business & Economics Review, v. 1, n. 1, 2009.

ELMQVIST, N.; TUDOREANU, M.E.; TSIGAS, P. **Tour generation for exploration of 3d virtual environments.** In: Proceedings of the 2007 ACM symposium on virtual reality software and technology, VRST '07. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, p.207–210, 2007. <https://doi.org/10.1145/1315184.1315224>

FORNAZIERO, C. C. et al. **Integração do corpo humano e meio ambiente.** Rev. Brasileira de Educação Médica, Rio de Janeiro, v. 34, n. 2, p. 290-297, 2010.

FORNAZIERO, C. C. et al. **Novas Tecnologias Aplicadas ao Ensino da Anatomia Humana.** Rev. Brasileira de Educação Médica, Rio de Janeiro, v. 27, n. 2, p. 141-146, 2003.

FORNAZIERO, C. GORDAN, P. CARVALHO, M. AQUINO, C. **O Ensino da Anatomia: Integração do Corpo Humano e Meio Ambiente.** Revista Brasileira de Educação Médica. Londrina; 2010. DOI: <https://www.scielo.br/j/rbem/a/G3mJkS5WGGFML5n7qhr3XWq/?lang=pt#>. Acessado em 04 jan 2021.

FRAGOSO, M. **O aprendizado sobre o corpo humano por meio da teoria das inteligências múltiplas de Gardner**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira. Medianeira, 2014.

GALVÃO, T.F.; PANSANI, T.A.; HARRAD, D. **Principais itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA**. In: Epidemiol. Serv. Saúde, n. 24, v. 2, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ress/a/TL99XM6YPx3Z4rxn5WmCNCF/?lang=pt>. Acessado em 18 fev 2022.

GALVAO, M. A.; ZORZAL, E. R. **Augmented Reality Applied to Health Education**. In: Virtual and Augmented Reality (SVR), XV Symposium on, Anais...2013.

GIMENO SACRISTÁN, J. **Educar e conviver na cultura global: as exigências da cidadania**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GAVALI, M.Y. et al. **Smartphone, the new learning aid amongst medical students**. Journal of clinical and diagnostic research: JCDR., v. 15, n. 5, 2017.

GUIMARÃES, B. et al. **The role of anatomy computer-assisted learning on spatial abilities of medical students**. Anatomical sciences education. n. 12, v. 2, p.138-153, 2019.

HAIGRON, P. et al. **Depth-map-based scene analysis for active navigation in virtual angiography**. IEEE Trans Med Imaging. n. 23, v. 11, p.1380-1390, 2004. doi:10.1109/TMI.2004.836869

HOFFMAN, H.; VU, D. **Virtual reality: teaching tool of the twenty-first century?** Academic Medicine : Journal of the Association of American Medical Colleges, n. 72, v. 12, p.1076-1081, 1997. DOI: 10.1097/00001888-199712000-00018.

HOLANDA, A.C et al. MOOCs e Colaboração: definição, desafios, tendências e perspectivas. **VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, 2017. Disponível em: DOI: 10.5753/cbie.sbie.2017.243. Acessado em 09 jun 2021.

INZUNZA HO et al. **Evaluaciones prácticas objetivadas en anatomía: diferencias de rendimiento en preguntas realizadas en modelos, preparaciones anatómicas y cadáveres**. Int. J. Morphol. 2011; 29 (2):490-495. DOI: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022011000200031&lng=pt&nrm=iso&tlng=es. Acessado em 02 fev 2021.

ISAACSON, D. et al. **Guided laparoscopic video tutorials for medical student instruction in abdominal anatomy**. MedEdPORTAL: the journal of teaching and learning resources, n. 13, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6342516/>.

IZARD, S.G.; MÉNDEZ, J.A.; PALOMERA, P.R. **Virtual reality educational tool for human anatomy**. Journal of medical systems. n. 41, v. 5, 2017.

KICKOFEL, E. **A lição de anatomia de Andreas Vesalius e a ciência moderna.** Scientile Estude, V.1.N.3. 2008. DOI: <https://www.scielo.br/j/ss/a/FgbXVBSnVnMzLKmb6nTNwgh/?lang=pt&format=pdf>. Acessado em 04 jan 2021.

KING, F. et al. **An immersive virtual reality environment for diagnostic imaging.** J Med Robot Res., v.1, n. 01, 2016. doi.org/10.1142/S2424905X16400031

KIRNER, C. Evolução da realidade virtual no Brasil. In: **Proceedings of the 10th Symposium on Virtual and Augmented Reality**, 2008. Porto Alegre: SBC; 2008.

KIRNER, C.; ROBSON, S. **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto.** Petrópolis- RJ: Copyright, 2007.

KULKOV, I. et al. **Navigating uncharted waters: Designing business models for virtual and augmented reality companies in the medical industry,** Journal of Engineering and Technology Management, v. 59, 2021.

LABRANCHE, L. et al. **Learning in Stereo: The Relationship Between Spatial Ability and 3D Digital Anatomy Models,** Anatomical Sciences Education, 2021. <https://doi.org/10.1002/ase.2057>

LACERDA, A.C. A história da tecnologia na educação: do quadro de giz à realidade virtual. Universidade Federal De Santa Catarina. **Dissertação de Mestrado.** Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/81464>. Acessado em 09 jun 2021.

LaVIOLA, J.J.Jr. **A discussion of cybersickness in virtual environments.** ACM SIGCHI Bull, n. 32, v. 1, p.47–56, 2000.

LITTLE, B.W. et al, **Is Augmented Reality the New Way for Teaching and Learning Veterinary Cardiac Anatomy?**, Medical Science Educator, n. 31, p.723-732, 2021. doi.org/10.1007/s40670-021-01260-8.

LO, S. et al. **Use of a virtual 3D anterolateral thigh model in medical education: Augmentation and not replacement of traditional teaching?** Journal of Plastic, Reconstructive & Aesthetic Surgery. n. 73, v. 2, p.269-275, 2020.

LOPEZ, M. et al. **Virtual reality vs traditional education: Is there any advantage in human neuroanatomy teaching?**, Computers & Electrical Engineering, v. 93, 2021,

LOUREIRO, R.; FONTE, S.S.D. **Indústria cultural e a educação em “tempos pós-modernos”.** São Paulo: Papirus, 2003.

MACCEDO, J. **A integração das tecnologias no ensino básico.** 2015.

MACHADO, J. L. de A. **Celular na sala de aula: O que fazer?** 2010.

MAINART, D. A.; SANTOS, C. M. A importância da tecnologia no processo ensino-aprendizagem. In: **CONGRESSO VIRTUAL BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO**, 7, 2010. Anais, 2010.

MANGUEL, A. **Uma história da leitura**. Companhia das Letras, 2004. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5650216/mod_resource/content/1/manguel-a-uma-histc3b3ria-da-leitura.pdf. Acesso em 09 jun 2021.

MEANS, B. et al. **Evaluation of Evidence-Based Practices in Online Learning: AMeta-Analysis and Review of Online Learning Studies** Washington, 257 Educar na era Digital DC: US Department of Education, 2009. Disponível em: <http://www.ed.gov/rschstat/eval/tech/evidence-based-practices/finalreport.pdf>. Acesso em 09.06.2021.

MELO, J.S.S. et al. **Uso da Realidade Virtual em Sistemas Tutores Inteligentes Destinados ao Ensino de Anatomia Humana**. Workshop em Informática na Educação (sbie) 2007 XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE - Mackenzie – 2007.

MIRAAL, S. et al. **Efficacy of Video-Based Forearm Anatomy Model Instruction for a Virtual Education Environment**, Journal of Medical Education and Curricular Development, 2022.

MITROUSIAS, V. et al. **Anatomy learning from prosected cadaveric specimens versus three-dimensional software: A comparative study of upper limb anatomy**. Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger. n. 218, p. 156-164, 2018.

MOGALI, S.R, et al. **Evaluation by medical students of the educational value of multi-material and multi-colored three-dimensional printed models of the upper limb for anatomical education**. Anatomical sciences education. n. 11, v. 1, p.54-64, 2018.

MOHER, D. et al. **Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement**. International Journal of Surgery n. 8, 2010.

MORAES, M.C. **Informática educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas**. PUC. São Paulo, 1997. Disponível em: <https://edumidiascomunidadesurda.files.wordpress.com/2016/05/maria-candida-moraes-historia-da-informatica-educativa-no-brasil.pdf>. Acessado em 09 jun 2021.

MORAN, J. M. **A educação que desejamos: Novos desafios e como chegar lá**. 4.ed. Campinas: Papyrus, 2007.

MOURA, A. **Mobile learning: tendências tecnológicas emergentes**. In: CARVALHO, A. A. A. Aprender na era digital: jogos e mobile-learning. Santo Tirso: De Facto, p. 127-147, 2012.

NAKAMATSU, N.A. et al. **Case-based radiological anatomy instruction using cadaveric MRI imaging and delivered with extended reality web technology**, European Journal of Radiology, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2021.110043>

NETTO, V.; TAHARA, C.S.; PORTO, A.J.V.; FILHO, E.V.G. **Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/Brbwf88KLgqyn977t97JNtf/?lang=pt>. Acessado em 11 jun 2021.

NOSER, H.; STERN, C.; STUCJI, P. **Automatic path searching for interactive navigation support within virtual medical 3d objects**. In: International congress series. Elsevier, v. 1256, p.29–34, 2003.

OMDALL, M. et al. **Virtual Demonstrator for Spatial Presentations**. IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW), p. 681-682, 2021.

PAULO, S.F.; MEDEIROS, D.; LOPES, D. **Controlling camera movement in VR colonography**. Virtual Reality, 2022. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00620-4>

PAREEK, T.G. et al. **A survey: virtual reality model for medical diagnosis**. Biomed Pharmacol J, v. 11, n. 4, p.2091–2100, 2018.

PONTINHA, C. SOEIRO, C. **A dissecação como ferramenta pedagógica no ensino da Anatomia em Portugal**. Portugal. Interface (Botucatu). 2014. doi: <https://www.scielo.org/article/icse/2014.v18n48/165-176/#ModalDownloads>. Acessado em 4 jan 2021.

PUC. GOIAS. 2021. Disponível em: <https://www.pucgoias.edu.br/noticias/academicos-estudam-anatomia-em-realidade-virtual>. Acesso em 20 mai 2021.

PUC. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. **Acadêmicos estudam anatomia em realidade virtual 2021**. Disponível em: <https://www.pucgoias.edu.br/noticias/academicos-estudam-anatomia-em-realidade-virtual>. Acesso em 20 out 2021.

RESNICK, M. **Repensando o Aprendizado na Era Digital**. In: Workshop: Scratch e Cricket: Novos ambientes de aprendizagem e de criatividade Bradesco Instituto de Tecnologia – Campinas: 2006

RIBEIRO, A. E.; NOVAIS, A. E. (Orgs.). **Letramento digital em 15 cliques**. Belo Horizonte: RHJ, 2013.

RODRIGUES, J.P. **O modelo didático do ensino programado**, segundo B. F. Skinner. Portal Galego da Língua, 2014. Disponível em: <https://pgl.gal/o-modelo-didatico-do-ensino-programado-segundo-b-f-skinner/>. Acesso em 09 jun 2021.

ROGER, R. R. **A história da tecnologia e sua função na educação moderna**. 1. ed. Lisboa: 2017.

SANCHO, J. De tecnologias da informação e comunicação a recursos educativos. In: **Tecnologias para transformar a educação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SANTANA, D.; et al. **A Importância do Estudo do Corpo Humano na Educação Básica**. Arquivos do MUDI, v 23, n 3, p. 263-277, 2019. DOI: <https://www.ceen.com.br/entenda-agora-a-real-importancia-de-estudar-a-anatomia-humana/>. Acessado em 4 de jan 2021.

SCAPATICIO, M. **Como ensinar sobre o corpo humano? Nova Escola**, 27 de Agosto de 2016, DOI: <https://novaescola.org.br/conteudo/76/como-ensinar-o-funcionamento-do-corpo-humano>. Acessado em 4 de jan 2021.

SCHUHMACHER, V. R. N.; ALVES, J. DE P.; SCHUHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 23, n. 3, p. 563–576, jul. 2017.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. **Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica**. *Ciência & Educação*, v. 15, n.3, p. 681-694, 2009.

SOUSA, M. et al. **VRRRRoom: virtual reality for radiologists in the reading room**. In: Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems. ACM, p.4057–4062, 2017.

SOUZA, R. C. **Ensino e Aprendizagem de Eletromagnetismo usando Recursos de Realidade Aumentada**. RENOTE, v. 9, n. 1, 2011.

SPITZER, V.M.; WHITLOCK, D.G. The **Visible Human Dataset**: the anatomical platform for human simulation. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*. n. 253, v. 2, p.49-57, 1998.

STEUER, J. **Defining virtual reality**: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, v. 42, n. 4, p. 73–93, 2010.

SZÉKELY, G.; SATAVA, R.M. **Virtual reality in medicine**. Interview by Judy Jones. *BMJ.*, 1999. doi:10.1136/bmj.319.7220.1305.

TALAMONI, A. **Anatomia, ensino e entretenimento**. In: Os nervos e os ossos do ofício: uma análise etnológica da aula de Anatomia [online]. São Paulo: Editora

UNESP, 2014. DOI: <https://books.scielo.org/id/2s7y9/pdf/talamoni-9788568334430-03.pdf>. Acessado em 4 jan 2021.

TALAMONI, A; BERTOLLI, C. **A anatomia e o ensino de anatomia no Brasil: a escola boveriana**. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.21, n.4, 2015. DOI: <https://www.scielo.br/j/hcsm/a/VQ7BzLwXSrbcjpsCyzKmb9L/?format=pdf&lang=pt> Acessado em 4 jan 2021.

TEIXEIRA, K. **Virtual reality: through the new looking glass**. 2a ed. New York: McGraw-Hill; 1995.

TORI, R. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Belém-PA: Copyright, 2006.

TRIVELATO, S. L. F. **Ensino de ciências e o movimento CTS** (ciência/ tecnologia/ sociedade). Coletânea da 3ª Escola de Verão para professores de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia. P 122-130, 1995.

UNESCO. **Uso de TICs en Educación en América Latina y el Caribe: Análisis Regional de la Integración de las TICs en la Educación y de la Aptitud Digital (e-readiness)**. Montreal: UNESCO Institute for Statistics, 2013. Disponível em: <https://virtualeduca.org/documentos/centrodocumentacion/2013/219369s.pdf>. Acesso em 09.06.2021.

VALENTE, J.A. et al. **O computador na sociedade do conhecimento. Coleção informática para a mudança na Educação**. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>. Acessado em 09 jun 2021.

WEISS, T.L. et al. **Chapter 17 - Reality, from virtual to augmented**, In.: Alan Godfrey, Sam Stuart, Digital Health, Academic Press, 2021,

WENG, D. et al. **Display Systems and Registration Methods for Augmented Reality Applications**. In: Optik - International Journal for Light and Electron Optics. 2011.

ZINCHENKO. Y.P. et al. **Virtual reality is more efficient in learning human heart anatomy especially for subjects with low baseline knowledge**. New Ideas in Psychology. n. 59, 2020.