

REALIDADE AUMENTADA

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE SÃO PAULO

JOYCE DANIELE TAVARES
Um estudo da Realidade Aumentada como tecnologia de ensino-
aprendizagem na área de Design

MESTRADO EM TECNOLOGIAS DA INTELIGÊNCIA E DESIGN DIGITAL

SAO PAULO 2021

Um estudo da Realidade Aumentada como tecnologia de ensino-aprendizagem na área de Design

Joye Daniele Tavares

**São Paulo
2021**

Um estudo da Realidade Aumentada como tecnologia de ensino-aprendizagem na área de Design

Dissertação apresentada à Banca Examinadora da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, como exigência parcial para obtenção do título de mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital, na área de concentração de Processos Cognitivos e Ambientes Digitais, na linha de pesquisa Aprendizagem e Semiótica Cognitiva, sob orientação do Prof. Dr. Diogo Cortiz da Silva.

Nome: Joyce Daniele Tavares

Título: Um estudo da Realidade Aumentada como tecnologia de ensino-aprendizagem na área de Design.

Dissertação apresentada ao Programa de Estudos Pós-Graduados em Tecnologias da Inteligência e Design Digital da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Tecnologias da Inteligência e Design Digital.

Aprovado em: ____ / ____ / _____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Diogo Cortiz da Silva

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Thiago Mittemayer

Instituição: _____ Assinatura: _____

Julgamento: _____

Profa. Dra. Carolina Marielle

Instituição: _____ Assinatura: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.

Instituição: _____ Assinatura: _____

Julgamento: _____

Agradecimentos

Muito obrigado a todos que compartilharam dessa jornada comigo, em meio a tantos percalços de uma quarentena que ficará para sempre na história, sempre houve empatia e carinho para que eu conseguisse concluir mais uma etapa, obrigada, familiares, amigos, professores, a banca e a instituição qual me deu oportunidade de realizar essa parte da minha história.

Agradecimento especial ao Alexandre Vieira que me incentivou a começar tudo isso, Diogo Cortiz qual me ajudou a enxergar o propósito de tudo isso e a Fabiana Raulino que me ajudou a entender e finalizar tudo isso, toda história tem começo meio e fim, e vocês foram os meus dessa jornada.

**“Você não veio aqui para fazer a escolha. Suas escolhas já foram feitas.
Você está aqui para tentar entender o porquê das suas escolhas”.**

O Oráculo em Matrix (Lana Wachowski e Lilly Wachowski)

Resumo

Esse estudo teve como objetivo descrever os resultados da aplicação da Realidade Aumentada (RA) como uma estratégia de auxílio ao processo de ensino-aprendizagem em Design. Foi realizado um experimento de design para avaliar se a RA poderia melhorar o aprendizado em aulas introdutórias de desenho, ao gerar uma projeção que facilitasse a identificação de padrões e proporção. Para tanto, utilizamos uma amostra de 60 alunos (N = 60), estudantes do eixo de Produção Cultural e Design de uma escola técnica da zona oeste da Grande São Paulo, em ensino remoto através da plataforma Microsoft Teams. A amostra foi dividida em dois grupos: o grupo controle (usando apenas as ferramentas regulares de desenho), e o grupo experimental (usando AR como ferramenta adicional). Três revisores especialistas foram recrutados para avaliar o desenho final dos participantes e foi aplicado um formulário eletrônico para identificar a percepção dos estudantes sobre a experiência de aprendizagem. Os resultados da avaliação do revisor não mostraram significância estatística em relação à avaliação dos revisores entre os grupos controle e experimental. Entretanto, a pesquisa qualitativa com os mesmos alunos mostrou significância estatística em sua preferência pela aula com o uso da RA. Com base nesses resultados, argumentamos que, embora os resultados não tenham apresentado diferença significativa do ponto de vista dos avaliadores com relação à produção visual, a percepção dos alunos sugere que a RA pode ser uma importante ferramenta auxiliar no processo de aprendizagem.

Palavras-chave: realidade aumentada, educação, metodologias ativas de aprendizagem, tecnologias educacionais, ensino remoto.

ABSTRACT

This study aimed to describe the results of the application of Augmented Reality (AR) as a strategy to aid the teaching-learning process in Design. A design experiment was carried out to assess whether AR could improve learning in introductory drawing lessons by generating a projection that would facilitate the identification of patterns and proportions. For this purpose, we used a sample of 60 students (N = 60) students from the Cultural Production and Design axis at a technical school in the west of Greater São Paulo in remote education through the Microsoft Teams platform. The sample was divided into two groups: the control group (using only regular drawing tools) and the experimental group (using AR as an additional tool). Three expert reviewers were recruited to assess the participants' final design and an electronic form was applied to identify students' perceptions of the learning experience. The reviewer's evaluation results did not show statistical significance in relation to the reviewers' evaluation between the control and experimental groups; however, qualitative research with the same students showed statistical significance in their preference for classes using AR. Based on these results, we argue that although the results did not show a significant difference from the evaluators' point of view regarding visual production, the students' perception suggests that AR can be an important auxiliary tool in the learning process.

Key words: augmented reality, education, active learning methodologies, educational technologies, remote learning.

Lista de Figuras

Figura 01: <i>Hyper Reality</i> - Keiichi Matsuda _____	13
Figura 02: Elemento gráfico em realidade aumentada no Google Maps ____	22
Figura 03: Focals by North smart glasses _____	38
Figura 04: Konzerthaus Berlin – Quarteto Virtual _____	40
Figura 05: Proporção estética facial de Andrew Loomis _____	49
Figura 06: Proporção estética facial para Realidade Aumentada _____	50
Figura 07: Print conversa via Microsoft Teams _____	54
Figura 08: Ilustrações _____	55

Lista de Tabelas

Tabela 1: Avaliação dos revisores (Teste Binomial) _____ 53

Tabela 2: Preferências do aluno (Teste Binomial) _____ 54

Sumário

Introdução	12
1.1 Motivação para a pesquisa	13
1.2 Contexto	14
1.3 O uso de tecnologias na educação para transformação da sociedade	16
1.4 Possibilidades no uso de tecnologias nas experiências de aprendizagem	18
1.5 Justificativa	21
1.6 Hipótese	23
1.7 Objetivo geral	24
1.8 Objetivos específicos	24
1.9 Organização da pesquisa	25
Educação voltada para o futuro	26
Percepção e Cognição na Aprendizagem	31
Contínuo Real-Virtual	35
4.1 Realidade Aumentada e Educação	39
4.2 Estado da Arte	41
Os desafios do ensino remoto em tempos de pandemia	43
Metodologia do Estudo e Resultados	47
Discussão e Conclusão	56
Referências	62

1 INTRODUÇÃO

“Quem percebe não é o cérebro, é o corpo inteiro”.

Sérgio Roclaw Basbaum

1.1 Motivação para a pesquisa

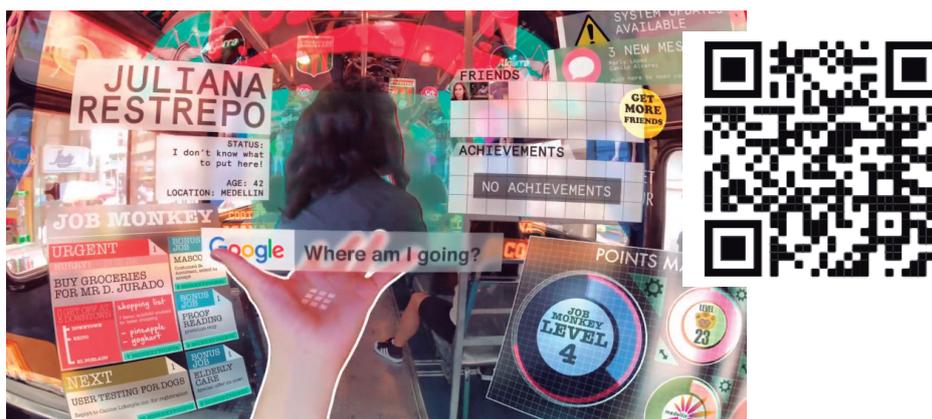
O interesse pelo tema surgiu através de um vídeo de *Hyper Reality* do diretor e cineasta Keiichi Matsuda¹ que aborda em uma série de vídeos do mesmo segmento um vislumbre de vida mista (misturando a realidade com elementos virtuais e interativos espalhados por todos os lugares), onde nosso cotidiano está estreitamente relacionado a realidade aumentada (RA) com seus benefícios e malefícios, além de alguns episódios da série *Black Mirror*, que retrata um mundo futurista com as tecnologias² que já temos em um patamar de maior dependência. O tema começou a criar proporções sólidas ao imaginar as grandes possibilidades de interação com elementos associados à realidade especialmente na educação: imagine poder ver um coração tridimensional em sua frente utilizando o celular ao invés de uma imagem fria e caricata em um livro didático? Ou ainda ver movimentos em máquinas, fluidos e entender as leis da física de maneira visual?

Esses são alguns exemplos de como relacionar a realidade aumentada ao desenvolvimento educacional de cada indivíduo, pensando em como poderia ajudar uma pessoa a ter uma melhor aprendizagem, ou seja, um ensino mais leve e com uma curva de aprendizado possivelmente mais dinâmica e envolvente.

1 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YJgO2ivYzSs>>. Acesso em 18/12/2020.

2 Termo utilizado para se referir as tecnologias da informação e comunicação, seja por dispositivos eletrônicos como computadores, smartphones, óculos VR e tablets. São as tecnologias que interferem e mediam os processos de informação e comunicação facilitando processos em áreas do cotidiano como trabalho, ensino-aprendizagem entre outros.

Figura 01: Hyper Reality - Keiichi Matsuda



1.2 Contexto

Nas últimas décadas e, em especial, após o ano de 2020 (com a pandemia de COVID-19 e a demanda de trabalho e estudo em isolamento social), as tecnologias digitais da informação têm alterado a maneira de nos comunicarmos, nos relacionarmos, a forma de trabalhar e, principalmente, de aprender. Percebemos a crescente necessidade da inclusão e apropriação das tecnologias em nosso cotidiano, para sobreviver às necessidades atuais da sociedade que sofreu diversas transformações e impactos, os quais exigem a criação de novos modelos mentais.

Recentemente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o documento oficial do ensino básico e médio brasileiro, determinou que os conhecimentos essenciais dos alunos precisam se voltar às competências do Século XXI, possibilitando um olhar para diversos contextos que integram diferentes realidades e priorizam, especialmente, o diálogo entre áreas do conhecimento e a apropriação e destaque ao uso das tecnologias (BNCC, 2018).

As alterações na BNCC despertam reflexões para um ensino que estimule o desenvolvimento de competências e habilidades relacionadas ao uso crítico e responsável das tecnologias digitais de forma transversal, possibilitando a apropriação e convívio com as tecnologias de forma a não apenas compreender e saber utilizá-las, mas, especialmente, saber criar e produzir tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (BNCC, 2018).

Isso não acontece apenas na educação básica e no ensino médio. De acordo com Barros (2018), a educação de adultos também passa por um processo de complexificação do campo com propostas para uma aprendizagem que ocorra voltada à realidade dos sujeitos e não a cenários padronizados por conteúdos desconexos ao seu repertório. Aqui, o autor chama atenção para a necessidade de diálogo e estratégias mais ativas de aprendizagem em que o educador atua como mediador crítico humanista na atual modernidade líquida³ em que vivemos.

³ O termo Modernidade Líquida é trazido por Zygmunt Bauman, comparando nossa sociedade atual, sua rapidez, seu desapego e efemeridade às propriedades fluidas de líquidos e gases que, em oposição aos sólidos, não mantêm sua forma com facilidade.

Ainda, de acordo com Tavares e Melo (2019), podemos, também, considerar a aprendizagem que ocorre fora dos ambientes e estruturas formais. Devido a constante interação com o virtual e a dependência da mediação tecnológica para os mais diversos fins, as pessoas atualmente buscam, por meio de palavras-chave, novas aprendizagens através do Youtube ou ainda das redes sociais.

A grande velocidade no surgimento de novas tecnologias emerge a tendência de uma alfabetização e letramento digital para um ensino que faça sentido no contexto atual. A autonomia pela busca e vontade de aprender pode encontrar barreiras pela falta de fluência digital. Cortiz (2015) afirma que o surgimento de novas tecnologias desperta a potencialidade de reorganizar todo o ambiente, abrindo possibilidades sociais e criando oportunidades inéditas para o ser humano. Desta forma, se os ambientes educacionais ensinarem apenas habilidades e conhecimentos básicos não estaremos oferecendo uma oportunidade de um conhecimento abrangente e liberdade de autonomia para cada indivíduo.

1.3 O uso de tecnologias na educação para transformação da sociedade

Cada pessoa possui um repertório e uma realidade e isso precisa ser valorizado desde sempre (RODRIGUES E ABRAMOWIC, 2013). Utilizar metodologias ativas de aprendizagem que priorizem a criatividade, o senso crítico, a resolução de problemas, o trabalho colaborativo e, acima de tudo, a empatia, é fundamental para que tenhamos cidadãos com atitude global e aptos para conseguirem lidar com qualquer situação e contexto (BACICH E MORAN, 2018). Paulo Freire (1968) já alertava sobre os riscos da educação bancária, que é quando o educador trata os alunos de forma padronizada, com foco na transmissão do conhecimento com verdadeiros depósitos de conteúdo, como se os alunos fossem telas em branco e precisassem apenas memorizar e ser aprovados nas provas. Isso contribui para a formação de indivíduos sem autonomia, presos a regras e com medo de errar, replicando modelos e sendo passivos na transformação da sociedade.

Aprender a pensar se torna mais relevante que aprender a copiar. Saber por que usar determinada ferramenta é mais importante que ter determinada ferramenta. O mundo, cada vez mais, nos prova que ter flexibilidade e cada vez menos apego aos modelos mentais que nos paralisam frente à variabilidade é fundamental para uma vida com sentido e propósito. Edgar Morin (2017) resgata que, pelo pensamento, a inteligência humana é capaz de coisas incríveis, podendo inventar, criar e encontrar soluções e não apenas replicar o que já existe. A consciência é a mais extraordinária emergência da mente humana nesse aspecto, possibilitando ao indivíduo o pleno desenvolvimento do pensamento que comporta a reflexão até sobre si mesmo.

De acordo com Tavares e Melo (2019), especialmente os jovens têm transitado o tempo todo entre ambientes online (com intermédio da internet) e offline no seu dia-a-dia. A conectividade pode se manter por longos períodos do dia, nos fazendo ter no celular uma extensão da nossa capacidade cognitiva. As novas gerações (conhecidas como nativas e falantes de uma linguagem tecnológica digital) versam ainda com maior facilidade entre as tecnologias, sem imaginar como era o mundo antes da internet e adaptando-se à velocidade e às novidades com grande facilidade. O acesso à informação se desenvolve de forma rápida e surpreendente, e se antes

necessitamos, por vezes, recorrer ao auxílio de um *expert* para conhecer algo ou solucionar algum problema, em grande parte hoje encontramos soluções a partir de uma rápida busca pelos ambientes online.

Essa é uma relação que podemos chamar de *embodiment*⁴, quando a tecnologia cria uma relação de extensão de nosso corpo e mente como uma unidade sistêmica da qual, como falado anteriormente, não conseguimos viver sem, alterando nosso comportamento e a relação que enxergamos o ambiente a nossa volta, ampliando nossos sentidos e nossa capacidade de concepção dos signos. Esse tipo de posicionamento nos faz questionar sobre nossa existência e noção da natureza humana (EMMECHE, 2007).

Para Baldassi et al. (2016), os usuários de tecnologia, especificamente RA, conseguem executar o exercício de forma mais rápida e com um esforço mental reduzido, de modo a não o sobrecarregar de informação.

⁴ *embodiment* terminologia usada para falar sobre a encarnação do corpo e sua tecnologia.

1.4 Possibilidades no uso de tecnologias nas experiências de aprendizagem

Podemos, então, pensar sobre o quanto a evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação aumentaram o poder de processamento dos computadores e trazem, cada vez mais, o barateamento dos dispositivos, a velocidade da comunicação e a disponibilidade de aplicativos gratuitos – tanto nos computadores quanto nos dispositivos móveis – promovendo a consolidação de várias tecnologias (TORI et al., 2018).

Dentro desse contexto, as pequenas telas negras dos *smartphones* e tablets, a cada segundo, vão se tornando cada vez mais atrativas e servindo para uma infinidade de utilidades, criando essa extensão virtual de nossos corpos e deixando nossa realidade mais atraente.

Aqui, como uma das inúmeras funcionalidades desses dispositivos, chamamos atenção para a utilização dessas telas nas chamadas realidades mistas (RM), como uma proposta de reunir o melhor do universo real e o melhor do universo virtual. Essas tecnologias permitem adicionar a uma pequena tela um universo real de tempo e espaço recortado dentro do monitor pelas suas métricas e valores, dando assim a possibilidade de um terceiro universo entrelaçado à hiper-realidade, onde o espaço pode ser apenas um ponto de vista diferente correlacionando o digital e o analógico, criando um novo ambiente interativo, a realidade mista (RM) (TORI et al., 2006).

De acordo com Kirner e Siscouto (2007), a hiper-realidade é o próximo passo da evolução das interfaces que irá combinar o universo real e o fictício em um único lugar. Aqui tratamos do contínuo real-virtual, quando temos a realidade virtual (que exclui o ambiente à sua volta e é criado um outro espaço), e a realidade aumentada (em que inserimos um elemento virtual na realidade).

Destacamos que o universo da realidade aumentada vem se expandindo com o tempo. Segundo uma pesquisa do *New Jersey Institute of Technology*, a arrecadação financeira de RA em 2018 foi em torno de 600 milhões de dólares, comparado aos 400 milhões de dólares de RV (realidade virtual). Isso merece destaque, já que mostra o aumento de pessoas utilizando essa tecnologia.

Estudos (YUEN et al., 2011; AYER et al., 2016) abordam que a realidade aumentada pode trazer inúmeros benefícios em aula como ganho de aprendizado, aumento de percepção, imaginação, exploração de ambientes e saberes, interação, motivação e colaboração.

Dessa maneira, podemos utilizar a Realidade Aumentada (RA) aplicada em um ambiente real como ponto de partida, trazendo uma nova condição, pois o corpo e a mente do indivíduo serão estendidos pelas mídias (MCLUHAN, 1964).

É possível imaginar que a multimodalidade e o pensamento tridimensional ampliam a percepção e ajudam a não contar com abstrações para imaginar elementos e histórias trazidos apenas pela linguagem falada ou escrita nas aulas. Aqui, falamos de um aumento da capacidade perceptiva e cognitiva, podendo resgatar elementos e criar cenários que aumentem instantaneamente o repertório do aluno ou, ainda, criem gatilhos que despertem a associação de informações.

Integrando efetivamente *gadgets* ao desenvolvimento educacional das pessoas podemos tornar essa ferramenta em um aliado convidativo nas experiências de aprendizagem, de modo que o aluno sinta que possa ter um determinado protagonismo em seu aprendizado. Com isso, o professor pode ser o mediador ou provocador para instigar o aluno a ser menos passivo e se tornar protagonista dentro de seu próprio aprendizado.

Coelho et al. (2018) traz a reflexão de que embora as tecnologias estejam cada vez mais presentes na educação e em nosso cotidiano, ainda existe exclusão digital no Brasil e ainda não temos homogeneidade no uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) em nosso contexto educacional. Muitos estudantes apresentam dificuldades no ensino da tecnologia e baixo acesso de conexão à internet, o que pode afetar a qualidade do ensino envolvendo essas tecnologias.

Diante do exposto, pergunta-se: a realidade aumentada pode ser utilizada em situações de aprendizagem para ampliar a percepção visual dos alunos, trazendo elementos gráficos que possam aumentar a capacidade

de identificar formas e elementos visuais? Ainda, se isso é possível, quais poderiam ser as estratégias de mediação da aprendizagem que minimizem problemas comuns como conexão e dificuldade em instalar programas e aplicativos adicionais?

O delineamento da pesquisa voltado ao ensino de artes gráficas se dá pela maior fluência e contato com esse mundo pela autora devido à atuação como docente no ensino técnico por 10 anos, podendo, assim, levantar elementos particulares e ter facilidade no acesso ao público para realizar a pesquisa que será detalhada à frente.

1.5 Justificativa

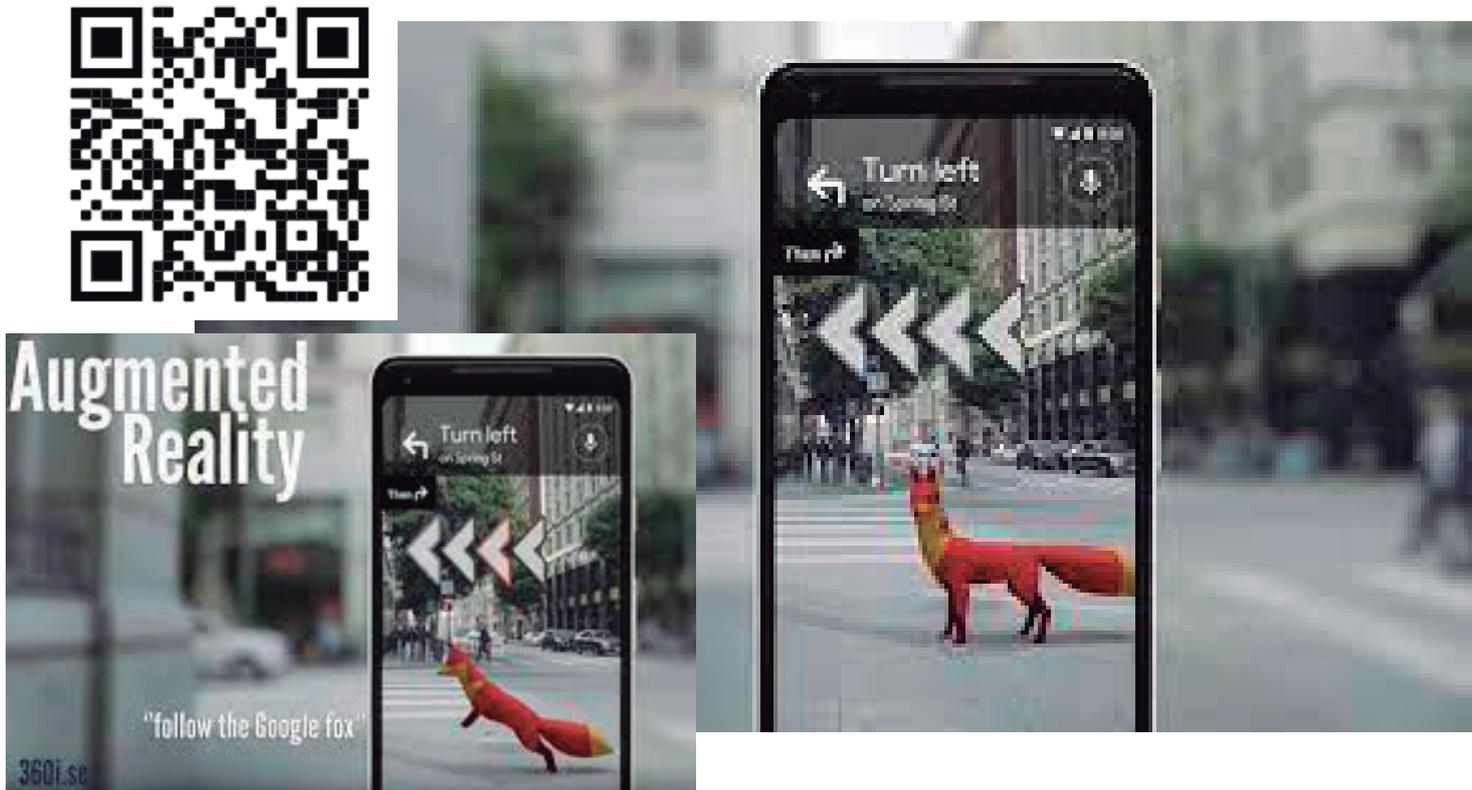
Estudos publicados sobre o uso de RA na educação (YANG et al., 2020; PETROV e ATANASOVA, 2020), destacam seu uso em diversas áreas. Segundo o *New Jersey Institute of Technology* (2018), a RA pode ser utilizada inclusive nas áreas de Ciências Humanas, Naturais, Ensino Tecnológico e Artes, mas é importante ressaltar que não iremos nos apoiar em uma área mais ampla da educação como base de desenvolvimento teórico, mas, sim, recortar para a área de arte e design e analisar suas potencialidades.

Entretanto, boa parte das aplicações disponíveis ainda visam muito a tecnologia pela tecnologia (sendo que em alguns momentos a tecnologia se torna dispensável para o aprendizado) (CAROLEI e TORI, 2014). Um exemplo são representações tridimensionais de fotografias ou ilustrações dentro de um livro de educação infantil. Muitas vezes as aplicações são esteticamente agradáveis e criam uma interação modesta com o usuário, entretanto após o fascínio acabar, dificilmente o aluno irá interagir novamente com a RA ou encontrará informações que supostamente não estariam distribuídas dentro do livro.

Mais do que a experiência tecnológica, é necessário mostrar a necessidade da utilização dela e, principalmente, quando ela é realmente necessária; qual experiência não existiria sem esta tecnologia. Aparna Chennapragada, atual vice-presidente e administradora geral dos produtos Google, que envolve câmeras e realidade aumentada, mostrou em 2018 como o Google Maps (serviço de GPS do Google) poderia ter um elemento de realidade aumentada que indicasse visualmente as direções, facilitando o acesso ao usuário.

A figura abaixo mostra este exemplo, com o elemento gráfico representando uma raposa que se movimenta pelas ruas junto a setas direcionais. Além disso, ao acessar o vídeo que corresponde à captura dessa imagem, podemos ver elementos nas construções indicando detalhes das localidades visualizadas.

Figura 02: Elemento gráfico em realidade aumentada no Google Maps



Fonte: Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=yGQjqNuCg!Y>>. Acesso em 18 de dezembro de 2020.

Esse exemplo dá indícios de que essa tecnologia pode ser um forte aliado no resgate de atenção em sala de aula, para que os estudantes não criem uma válvula de escape pelo *smartphone* para outra realidade, perdendo assim a presencialidade e interação, mas sim, que eles se utilizem dessa tecnologia com maior afinidade, utilizando a internet a seu favor para melhor aprendizagem.

A RA é uma tecnologia que está em crescimento, tendo um investimento financeiro razoavelmente alto no mercado, algo em torno de 124 bilhões de dólares, mostrando assim que não é apenas um interesse acadêmico, mas também mercadológico de desenvolver cada vez mais essa tecnologia a ponto de ampliar as suas possibilidades de aplicação (FORBES, 2021).

Não é de hoje que a academia também expressa seu interesse em aplicar diferentes abordagens e tecnologias como possível método de ensino, assim como mostram algumas teses inclusive (JÚNIOR, 2013; AMORIM, 2015; MENEZES, 2018).

1.6 Hipótese

Dentro do levantamento, a hipótese é que a realidade aumentada irá ajudar a ampliar a percepção do espaço e das imagens durante as experiências de aprendizagem. Em cursos que envolvem artes gráficas, muitas vezes, os alunos precisam ter exemplos visuais para que possam aumentar seu repertório e criar suas próprias representações, para poder ter elementos de sua própria autoria.

A nossa percepção visual está relacionada à nossa habilidade de detecção de luz no ponto de vista estético e lógico, entretanto, não conseguimos detectar o parâmetro de incongruência quando sequer tenhamos visto, logo tornando difícil identificar a falha gráfica na representatividade visual de um determinado objeto.

Os aprendizes treinam seu olhar por exemplos e repetições, mas cada um tem uma forma particular e única de construir as conexões que os levam a identificar imagens, estética, métricas e o aprendizado do próprio corpo e sua apropriação de como criar. Ao desenhar, por exemplo, é possível que haja algum desequilíbrio que é notório, mas a olho nu não sabemos identificar exatamente o que fizemos de errado, mesmo que olhando haja a percepção de que algo não conversa diretamente com o que temos de parâmetro.

Nossa hipótese é que usar a realidade aumentada nessas situações adiciona elementos que geram pistas, sobrepõe exemplos, indicam caminhos e visualmente dão *feedbacks* instantâneos que possam facilitar a aprendizagem.

1.7 Objetivo geral

Partindo da nossa pergunta de pesquisa, o principal objetivo do estudo é compreender como a Realidade Aumentada (RA) pode ser utilizada em um ambiente educacional para ampliar a percepção dos estudantes, facilitando assim, a aprendizagem.

1.8 Objetivos específicos

Dado que buscamos identificar a eficiência na ampliação da percepção dos alunos, buscamos como objetivos específicos:

- Verificar se a Realidade Aumentada facilita a aprendizagem em situações nas quais a visualização de elementos adicionais possam facilitar a associação de ideias na criação imagética e um *feedback* instantâneo na proporção dessa criação.
- Apresentar modelos mais próximos aos reais, ou oferecer conteúdos mais dinâmicos e interativos, ou para apontar links que direcionem a outros materiais. A Realidade Aumentada favorece o desenvolvimento de materiais instrucionais.
- Poder representar digitalmente determinados conteúdos que poderiam ser de difícil compreensão ou custos elevados, já torna a RA um grande aliado à educação, como apresentar uma escultura renascentista de Florença ou mostrar um planeta rico em detalhes, sem precisar fazer um investimento de milhares de dólares em um telescópio. E como proposto anteriormente, esse é um nível já adquirido. Agora vamos ampliar para uma maior usabilidade.

Com essa proposta é esperado que a curva de aprendizagem dos alunos possa ser mais enriquecedora, que eles se tornem protagonistas no próprio aprendizado, podendo escolher a maneira mais eficiente de aprender.

1.9 Organização da pesquisa

Para contextualização da pesquisa e para entendermos o referencial teórico de base, este estudo está organizado da seguinte forma: os capítulos 2, 3, 4 e 5 tratarão do embasamento teórico utilizado na presente pesquisa; os capítulos 6 e 7 trazem a metodologia da dissertação e resultados, discussão e conclusão da parte prática, mostrando o detalhamento do estudo clínico randomizado.

No Capítulo 2, denominado Educação voltada para o Futuro, disserta-se sobre como a tecnologia tem tornado o mundo mais complexo e imprevisível, além das necessidades de uma educação que prepare os indivíduos com competências para esse contexto. Destacamos o importante papel da tecnologia nesse ambiente.

No Capítulo 3, denominado Percepção e Cognição na Aprendizagem, aborda-se sobre nosso poder perceptivo e cognitivo, diminuindo assim a curva de aprendizagem e aumentando instantaneamente nosso repertório.

No Capítulo 4, denominado Contínuo Real-Virtual, discorre-se sobre as realidades mistas, seus conceitos, histórico, diferenças, utilização e possibilidades.

No Capítulo 5, denominado Os desafios do ensino remoto em tempos de pandemia, delimitamos a realidade das aulas realizadas de forma remota em momentos síncronos e assíncronos de produção.

No Capítulo 6, trataremos da Metodologia do Estudo e Resultados, detalhando o presente estudo de caso e os achados da pesquisa.

No Capítulo 7, apresentaremos nossa Discussão e Conclusões, encontrando referenciais na literatura que auxiliam na análise dos resultados e na sua compreensão. Também se discutem as limitações da pesquisa, além de considerações para estudos futuros.

² **EDUCAÇÃO**
³ **VOLTADA PARA**
O FUTURO

Por muitos e muitos anos, a escola trouxe modelos que foram sendo replicados com pouco questionamento por parte de quem estava imerso nesse sistema. Inúmeras pessoas experimentaram em alguma esfera do ensino formal a exigência de disciplina, a divisão dos conteúdos, a baixa convivência, as estruturas institucionais de ensino, as avaliações classificatórias e punitivas e a quantidade de conteúdos desconexos ao contexto das pessoas, tendo como prioridade a memorização e não a ação ativa e protagonista na aprendizagem (FREIRE, 1968; VYGOTSKY, 2001; LUCKESI, 2005; CAROLEI e TORI, 2014).

Diversas pessoas são fruto desse ensino e trazem marcas significativas em sua forma de pensar e agir, buscando padrões e replicando modelos, com baixo questionamento e atitude, competição entre pares, falta de empatia, senso crítico punitivo e medo de tentar outras alternativas para que não haja o erro, este sendo entendido como falha e não como parte natural do processo de aprendizagem (PAVARINI e HOLLANDA SOUZA, 2010; DEJOURS, 2012; RESNICK, 2020).

Segundo Delors (1996), as competências para o século XXI estão centradas em 4 pilares: aprender a fazer, aprender a conhecer, aprender a ser e aprender a conviver. Para isso, o autor destaca ser essencial a maturidade emocional, a empatia, a liderança, a escuta ativa e, sobretudo, solucionar problemas através da experimentação. Precisamos que as metodologias utilizadas no processo de aprendizagem sejam ativas e foquem no protagonismo do aluno (FREIRE, 1996).

Metodologias são grandes diretrizes que orientam os processos de ensino e aprendizagem, organizando estratégias, abordagens, intencionalidades e técnicas. As metodologias ativas de aprendizagem procuram situações onde os aprendizes possam fazer coisas, pensar, decidir, conceituar o que fazem e construir conhecimentos enquanto realizam as atividades, desenvolvendo o senso crítico e ressignificando o erro (BACICH e MORAN, 2018).

Dewey (1995) explora o conceito de *Learn by Doing*, o “aprender fazendo”, que mostra que a educação precisa preparar as pessoas para a vida, buscando a autonomia, o protagonismo, a criatividade e a resolução de problemas.

E, claro, o mundo está repleto de problemas e oportunidades que fazem parte de todos os contextos, por todos os lugares. A Organização das Nações Unidas (ONU), em setembro de 2015, reuniu seus líderes mundiais e traçou um plano de ação para 2030 com 17 objetivos de desenvolvimento sustentável para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade. Em diversos pontos deste mapeamento, notamos que diferentes tecnologias aparecem como parte das soluções, destacando sua grande importância e abrangência nos dias de hoje.

De acordo com Cortiz (2015), para que possamos alcançar um ecossistema efetivo de inovação que possa resolver esses problemas e consiga promover liderança em tecnologia no país, é preciso, em primeiro lugar, fortalecer o fluxo das atividades científicas nacionais, o que traz a grande demanda de um modelo educacional eficiente e inclusivo, o que por si só já é difícil de ser implantado. De acordo com o pesquisador, é também importante aproximar o meio acadêmico do setor empresarial para garantir que qualquer produção científica tenha a possibilidade de se transformar em um produto inovador, explorando assim toda a potencialidade de uma nova descoberta.

Qualquer curso é pautado numa base instrucional, pois temos um plano a ser ensinado, a ser executado e uma intencionalidade. Também não se cria do nada. Precisamos ter acesso ao que a cultura nos traz para ter referência e uma base para a contextualização e a significação. Mas é preciso sair do paradigma da transmissão e melhorar a fase da instrução para que ela não reprima a postura ativa do aluno no processo de aprendizagem (CAROLEI e TORI, 2014).

A Plataforma Porvir realizou uma pesquisa com 132 mil alunos e ex-alunos em todos os estados do Brasil, analisando o que esses jovens esperam do ambiente educacional. Eles relataram que querem uma escola com maior participação, atividades práticas, interação com tecnologia, currículo com percurso flexível, atividades com a mão na massa (ao invés de aulas apenas expositivas); querem espaços mais livres, acolhedores e com menos paredes ou grades, que lhes permita interagir com o entorno.

Os desafios são diversos, porém, ao redor do mundo, iniciativas que buscam um ensino com maior sentido e propósito já estão ocorrendo.

Para Moran (2017), a internet provoca mudanças profundas na educação. As tecnologias permitem um novo encantamento na escola, possibilitam que alunos conversem e pesquisem com outros alunos da mesma cidade, país ou do exterior, no seu próprio ritmo. Em uma sociedade que se desenvolve, de modo tão rápido e não-linear, as possibilidades tecnológicas estão se tornando acessíveis e os alunos da atual geração estão mais “antenados” com essas tecnologias versáteis.

É o que aponta a educadora Bencini (2002), quando se refere à Era da Informação como um fato consumado e que, a cada dia, os alunos estão mais conectados, mas precisam da ajuda do educador para aprender a interpretar, pois adeptos ou não às inovações tecnológicas, os professores devem reconhecer que, graças a ela, a informação não é mais privilégio de poucos. E o que vale não é apenas possuí-las, mas interpretá-las. Em outras palavras, transformar a informação em conhecimento. Não basta possuir uma infraestrutura moderna de comunicação; é preciso capacidade para converter informação em conhecimento.

Bacich e Moran (2018) destacam a urgência de metodologias ativas de aprendizagem que possam estimular a formação de novos modelos mentais para uma transformação positiva na sociedade. Para isso, a forma como aprendemos precisa ser ressignificada, já que estamos falando sobre processos biológicos, sistemas e referências mentais.

De acordo com Lopes et al. (2019), o alto nível de interatividade que pode ser proporcionado pela Realidade Aumentada em situações de aprendizagem permite maior engajamento dos estudantes, principalmente quando envolvidos na criação de seus próprios projetos, utilizando essa estratégia. Além disso, estimula os alunos a interagirem e explorarem os ambientes, aprendendo a trabalhar colaborativamente na resolução de seus problemas, o que estimula a criatividade e a habilidade de resolver situações difíceis por meio do trabalho com projetos.

Baldassi et al. (2016) apontam para a tecnologia, especificamente RA, como um potencial disruptivo para o aprendizado através de processo, treinamento e orientação de tarefas aos alunos.

A metodologia BYOD (*“Bring your own device”* - Traga seu próprio dispositivo), na qual o aluno utiliza o próprio aparelho, faz sentido quando

pedimos a eles que usem seu próprio celular (o que também é explorado em nosso estudo, já que aproveitamos o próprio dispositivo dos alunos para interagirem com filtros que já podem ter conhecido através de suas próprias redes sociais).

Os autores ainda relatam que a utilização da realidade aumentada em dispositivos móveis pode transformar as atividades de campo tradicionais em atividades interativas com possibilidades de combinações de tecnologias, como Realidade Aumentada e geolocalização, além de poderem identificar diferentes direções para avançar a tecnologia e o design de atividades para ambientes formais e não formais, para aprimorar a aprendizagem combinada. Por meio desta revisão, percebemos que uma das grandes tendências do uso de Realidade Aumentada na educação é a criação e utilização de livros com recursos de Realidade Aumentada, para aprimoramento do ensino em diversas áreas do conhecimento.

³ PERCEPÇÃO E COGNIÇÃO NA APRENDIZAGEM

Como já dizia Merleau-Ponty (1945/1994), os seres humanos interagem com o mundo por meio dos órgãos dos sentidos (sensação), partindo para a representação estruturada da sensação, sua relação com o corpo e com o movimento, permeada por inúmeros fatores como o contexto, a experiência passada e a memória (percepção), para depois, em estruturas cerebrais mais complexas (cognição), fazer correlações, conexões (inclusive afetivas e emocionais), ato qual a consciência apreende uma determinada habilidade, utilizando as sensações como instrumento.

Desse modo, a percepção humana é criada por meio da experiência da mente e do corpo. Com base nisso, temos a transformação do ambiente, as formas e propostas para o desenvolvimento do corpo se reorganizarem, por dele mesmo, e de uma nova apropriação dos elementos e ambientes à sua volta. De acordo com Merleau-Ponty (1945/1994), transformando o movimento e o sentir elementos-chave para nossa percepção.

“A percepção sinestésica é a regra, e, se não percebemos isso, é porque o saber científico desloca a experiência e porque desaprendemos a ver, a ouvir e, em geral, a sentir, para deduzir de nossa organização corporal e do mundo tal como concebe o físico aquilo que devemos ver, ouvir e sentir”. (MERLEAU-PONTY, 1945/1994, p. 308)

Criamos, então, uma reflexão sobre a relação corpo-objeto na qual emerge uma combinação e a sensação de externalização dos órgãos, extensão aprimorada de nossos corpos como sujeitos encarnados. Essas relações que podemos chamar de *embodiment*, mostram em que ponto a tecnologia pode criar uma extensão de nosso físico e mente como uma unidade sistêmica da qual não conseguimos viver sem, alterando nosso comportamento e a relação pela qual enxergamos o ambiente a nossa volta, ampliando nossos sentidos e nossa capacidade de concepção dos signos, reconhecendo o espaço como expressivo e simbólico (EMMECHE, 2007).

Pensar que a tecnologia pode se apropriar desse espaço e reorganizar como um todo o sistema sensório e motor com base na percepção, compreender as sensações como um movimento qual se faz pelo corpo, a partir de diferentes olhares. Segundo Merleau-Ponty (1945/1994)

“A cor, antes de ser vista, anuncia-se então pela experiência de certa atitude

de corpo que só convém a ela e com determinada precisão [...]”.

Nessa visão compreendemos todas as maneiras ao mesmo tempo, logo, todas as visões são verdadeiras sob a condição de que não as isolemos, de que caminhemos até o fundo da história e encontremos o núcleo único de significação existencial que se explicita em cada perspectiva.

Dessa forma, é necessário considerar o corpo e sua extensão, sujeito qual olha, sente e percebe o espaço à sua volta de modo expressivo e simbólico, enfatizando assim o corpo como campo criador dos sentidos, qual nos torna registros de uma experiência corporal constante, mas com o passar do tempo passamos a desaprender ou a julgar quem o faz, privilegiando uma razão sem corpo, existindo a necessidade do resgate do corpo. Segundo Merleau-Ponty (1945/1994), o filósofo afirma que:

“Não é o sujeito epistemológico que efetua a síntese, é o corpo; quando sai de sua dispersão, se ordena, se dirige por todos os meios para um termo único de seu movimento, e quando, pelo fenômeno da sinergia, uma intenção única se concebe nele.”

A experimentação é nossa primeira forma de aprender, pois desde bebês começamos a explorar e experimentar o mundo com nosso corpo e nossos sentidos. Nessa fase decidimos o que aprender e como aprender dependendo do alcance que temos. Mas a experimentação física tem limites espaciais e temporais (CAROLEI e TORI, 2014).

Segundo Basbaum (2018) existe uma transferência de percepção conforme as tecnologias modulam o aparato do nosso perceptivo, logo nosso comportamento e modo de aprendizado tendem a sofrer com essa compreensão do que nos cerca e os sentidos do mesmo, para que de alguma maneira nos faça sentido o mundo ao qual estamos inseridos.

Um mundo qual com sua sintaxe própria pré-linguística antes do acesso à consciência ciente, como um grande playground da razão definida pela cultura digital (BASBAUM, 2017).

Dadas as circunstâncias, essa tecnologia que nos permeia já é o novo normal, transformando-nos em um *cyborgue* menos hi e mais tec em que parte de nossos corpos é substituído por partes biomecânicas e tecnologia

de ponta, trazendo à tona o melhor de nós com o dinheiro e tecnologia que o ser humano pode adquirir, assim pensando em histórias ficcionais, mas mais do que isso, criamos uma relação de envolvimento com o ambiente que nos cerca.

Nós transcendemos nossa forma biológica existente através da cultura, língua e instituições sociais, modos específicos e dinâmicos ou padrões no qual nosso organismo e animação existente percebem. (tradução livre. Emmeche, 2007)

Transformando o aprender em uma experiência perceptiva mais compatível às necessidades de quem estuda é criar um link sincero ao mundo que nos permeia.

No ensaio A dúvida de Cézanne, Merleau-Ponty (1966/2004), faz um cuidadoso estudo sobre o trabalho de Cezanne e como o mover e o sentir afetavam a percepção do artista para com as obras. Em um contexto diferente queremos observar e relatar o conceito de percepção atual nas pessoas e como a tecnologia interfere nesse desenvolvimento e resultado.

⁴ CONTÍNUO REAL-VIRTUAL

A realidade virtual e a realidade aumentada vieram para representar o imaginário através de interfaces mais intuitivas em que a pessoa pode interagir em um ambiente tridimensional. Ao invés de se relacionar com interfaces de botões ou menus, ela atua diretamente nos objetos tridimensionais na sua frente, ampliando sua intensidade no tempo e espaço, e tornando assim o tempo um fragmento que pode ser manipulável de acordo com a sua necessidade, através de recursos de programação e elementos 3D (TORI e KIRNER, 2006).

Neste momento vamos explicar mais sobre algumas definições e o que seriam essas realidades, analisando um gráfico adaptado de Milgran (1994):



Fonte: autoria própria.

O termo é muito difundido e podemos considerar, segundo Tori e Kirner (2006), que a Realidade Aumentada é uma mistura de realidades (ambiente real mais objetos virtuais), sendo que há uma predominância do ambiente real, o qual conseguimos entrar em contato através de dispositivos tecnológicos que possam realizar a integração.

Podemos considerar também um mundo real com objetos virtuais coexistindo no mesmo ambiente, executando ações interativas, adicionando sentidos como audição, tato, força e cheiro, como trazido por Azuma (2001).

*A realidade aumentada (...) enriquece o ambiente físico com objetos virtuais, beneficiou-se desse progresso, tornando viáveis aplicações dessa tecnologia, tanto em plataformas sofisticadas quanto em plataformas populares.
(AZUMA, 2001)*

Já a realidade virtual seria o inverso: ela surge quando o ambiente em sua predominância é virtual e o mesmo inclui pequenos elementos da realidade, capturados em tempo real ou pré-capturados para a interação com o ambiente como partes do corpo ou até mesmo objetos inanimados. Uma interface na qual o usuário consegue executar aplicações complexas,

sendo que o computador reage de maneira quase que instantânea para responder aos comandos de forma objetiva. A vantagem desse método está nos conhecimentos inatos do usuário que são intuitivos e extremamente diretos, estimulando a quem manipula, ao mesmo tempo em que está atuando em um ambiente que não existe (TORI e KIRNER, 2006).

A Realidade Virtual (...) é uma interface avançada para aplicações computacionais, que permite ao usuário a movimentação (navegação) e interação em tempo real, em um ambiente tridimensional, podendo fazer uso de dispositivos multissensoriais, para atuação ou feedback. (TORI e KIRNER, 2006)

Realidade Misturada é um termo utilizado para uma relação mais ampla, na qual a Realidade Aumentada é utilizada para se referir a objetos virtuais integrados ao ambiente real; enquanto virtualidade aumentada se refere a elementos reais aplicados em um ambiente digital. Segundo Tori e Kirner, (2006), o conceito é criar um ambiente no qual o usuário entenda que o mesmo é tão real que a pessoa não possa perceber as diferenças e, sim, entender que as duas coisas são apenas uma, criando um único mundo.

Quanto maior o uso de *gadgets* para interação através de tecnologias vestíveis, como luvas ou *smart glasses*, mais tornam essa interação mais fluida, entretanto, ainda existem restrições quanto aos aspectos econômicos para esse tipo de tecnologia (TORI e KIRNER, 2006).

Alguns periféricos de entrada (*gadgets* e dispositivos como óculos) podem criar esse ambiente para otimizar a atenção visual de modo que você não se sinta limitado por ter de segurar um *smartphone* enquanto tenta usar suas duas mãos para fazer algo, por exemplo como o North (BALDASSI et al., 2016).

A Google adquiriu a empresa canadense North, de óculos inteligentes, que começou como *startup* de hardware de interface humana Thalmic Labs em 2012. A Google tem um trabalho na construção de “computação ambiente”, ou seja, computação que passa para segundo plano na vida do usuário. Com a aquisição, reduziram o suporte para o produto Focals 1.0, a primeira geração que a North lançou em 2019 e cancelaram o Focals 2.0, a versão de segunda geração que a empresa vinha provocando e se preparando para lançar nos últimos meses. O Focals recebeu atenção significativa da mídia

após seu lançamento e forneceu a interface de computação de óculos vestível mais amigável já lançada. Eles se assemelhavam muito a óculos ópticos regulares, embora com braços maiores para abrigar os componentes de computação ativos. Além disso, projetavam uma sobreposição de tela transparente em uma moldura que mostrava coisas como mensagens e direções de navegação.

Figura 03: Focals by North smart glasses



Fonte: Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5eO-Y36_t08>. Acesso em 18 de dezembro de 2020.

No mesmo segmento ainda temos Hololens da Microsoft, Oculus do Facebook e o tão aguardado e especulado óculos de realidade aumentada da Apple. Este último promete criar uma interface voltada ao consumidor final, diferente da estratégia abordada pela Microsoft, que no momento foca seus esforços e investimentos para um desenvolvimento para a indústria.

4.1 Realidade Aumentada e Educação

Quando falamos sobre o mercado da educação, as expectativas são promissoras, já que a tecnologia se mostra cada vez mais acessível e os professores mais aptos para defender o uso da RA nas aulas como parte da experiência digital.

A aplicação mais bem sucedida na área da educação realizada pela Google, o Google Expedições, qual usando essa tecnologia é possível recriar um contexto em sua frente seja uma vista mais detalhada de um vulcão ou visualizar constelações na sua frente.

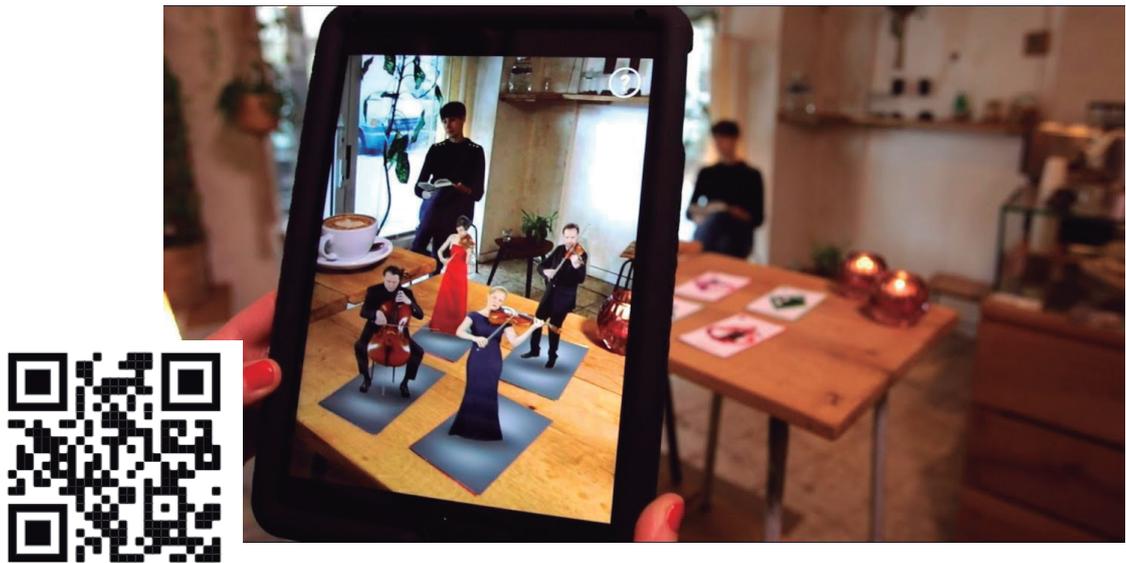
Também existem uma demanda de livros inteligentes (qual fazem usos de Realidade Aumentada), a empresa Tenda Digital voltada para desenvolvimento educacional desenvolveu o livro Craftbox Code, para introduzir conceitos de programação de maneira simples a crianças, estimulando o aprendizado de maneira interativa através de RA (TENDA DIGITAL, 2021).

Dessa forma a RA nos coloca em outro patamar dando assim a oportunidade de desenvolver uma educação personalizada a cada indivíduo, contribuindo para percepção e motivação (AYER et al., 2016)

Outro exemplo são os jogos educacionais utilizando RA como o Quarteto Konzerthaus que são transformados em músicos virtuais. Ao escanear várias cartas para jogar com o aplicativo, os respectivos músicos aparecem na tela do *smartphone*. Os usuários podem então decidir se querem ouvir os músicos juntos ou se concentrar em um único instrumento – uma vez que uma carta de jogo é tirada do foco da câmera, não apenas o músico virtual, mas também seu instrumento individual desaparece.

O Quarteto Virtual é particularmente adequado para aulas de música em escolas, bem como para o ensino de música em geral. Os usuários aprendem divertidamente como um quarteto de cordas é estruturado e como os instrumentos individuais são chamados, e como soam – e podem decidir por si próprios como gostariam de explorar o trabalho que está sendo tocado, como pode ser visto na figura abaixo.

Figura 04: Konzerthaus Berlin – Quarteto Virtual



Fonte: Disponível em <<https://youtu.be/LHBZECVJKIY>>. Acesso em 18 de dezembro de 2020.

Segundo Fort et al.(2018), existem várias vantagens ao se utilizar da realidade aumentada, abaixo listamos as vantagens como as desvantagens mencionadas pelo autor:

Vantagens:

A) Baixo custo de desenvolvimento; B) Índice satisfatório de representação de aplicações; C) Facilidade de interação; D) Sem necessita de hardwares específico.

Desvantagens:

A)) Menor índice de imersão.

No contexto pandêmico é uma tecnologia da qual é muito bem-vinda e sem números exatos do quanto foi e está sendo investido, mas com um avanço educacional que seria bem vindo seja em aulas remotas como aulas presenciais.

4.2 Estado da Arte

Realidade Aumentada é mencionada em descrições desde 1901, entretanto sem exatamente ter esse nome, apenas em 1990 o pesquisador Tom Caudell, cunha o termo realidade aumentada para descrever a fusão de gráficos virtuais em um monitor físico. Em 1993 temos os que pode ser considerado como o primeiro exemplo de realidade aumentada segundo (ADSReality,2020), quando uma equipe de estudantes da universidade de Columbia junto a Steve Feiner, especialista em RA usou o KARMA, um sistema baseado em realidade aumentada para fornecer instruções para procedimentos de reparo.

Em 1996 foi criado o CyberCode, o primeiro sistema de RA usando marcadores 2D o que se tornaria modelo para futuras aplicações baseadas nessa tecnologia até os dias de hoje. No próximo ano será feito maiores investimentos de pesquisa tanto no Japão como nos Estados Unidos.

Em 1999, a Nasa utilizou RA para criar um pequeno painel de navegação em seu foguete, enquanto Steve Mann, conhecido como o pai da computação vestível, criou o Eye Tap, dispositivo que funcionava como uma câmera e uma tela de computador.

Em 2000 foi disponibilizada por Hirokazuka Kato a primeira biblioteca de software de código aberto e o primeiro jogo ao ar livre: o ARQuake é lançado.

Em 2003 Wagner e Schmalstieg apresentaram o primeiro sistema de RA portátil em um assistente digital pessoal, o que abriria caminhos para novas possibilidade quanto a dispositivos inteligentes baseados em RA.

Em 2008, temos as primeiras propostas comerciais de RA para revistas. No ano seguinte foi distribuído o FlarToolKit, aplicativo que permite exibir conteúdo em navegadores da web, e em 2012 a Google lançou o Goggle Glass dentro do segmento de tecnologia vestível.

Mas é em 2016 que a RA alcançou novo patamar de visibilidade com uma aplicação comercial: o Pokemon Go, que inspirou a respeito do potencial da tecnologia alcançando o topo da lista de aplicativos mais baixados na AppStore da Apple. Pokemon Go bateu um novo recorde como o aplicativo

com mais downloads em sua primeira semana, com uma estimativa de 15 milhões de downloads.

Em 2018, a estimativa segundo o *New Jersey Institute of Technology* (2018) era que o mercado investisse uma verba de \$659.98 milhões até 2018, um número substancial se comparado com os \$407.51 milhões de investimento em tecnologia VA.

E o mais aguardado para os próximos anos é o possível lançamento do *smart glasses* da Apple que promete mudar a maneira de como usamos a tecnologia.

5 OS DESAFIOS DO ENSINO REMOTO EM TEMPOS DE PANDEMIA

O presente capítulo visa trazer um olhar sobre como foi conduzido nosso estudo em ambiente virtual com aulas remotas, mesmo tendo sido inicialmente idealizado para ser conduzido presencialmente.

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), a pandemia causada pela COVID-19 levou instituições educacionais do mundo inteiro a encerrarem suas aulas, tanto em escolas como em universidades, afetando mais de 90% dos estudantes do mundo todo (UNESCO, 2021).

De acordo com o estudo da UNESCO intitulado *“When schools shut: gendered impacts of COVID-19 school closures”* (Quando as escolas se fecham: impactos de gênero no fechamento de escolas COVID-19), o fechamento das instituições de ensino para evitar a disseminação da COVID-19 interrompeu a continuidade educacional dos alunos em uma escala sem precedentes. Em agosto de 2020, o fechamento das escolas havia ocorrido em pelo menos 194 países, afetando quase 1,6 bilhão de alunos ou mais de 90 por cento da população global de alunos.

As modalidades de aprendizagem remota proliferaram em um ritmo surpreendente, independente do preparo dos professores e limitações de sistema, conectividade ou metodologia. Embora tenham surgido constantes inovações e refinamentos, eles representaram (e ainda representam) obstáculos para os alunos e suas famílias.

Apesar dos esforços dos governos e de seus parceiros na sociedade civil, quase 500 milhões de alunos do pré-primário ao ensino médio não tiveram acesso a qualquer aprendizagem remota, três quartos dos quais viviam nas famílias mais pobres ou em áreas rurais de acordo com o mesmo estudo da UNESCO. Muitos mais tiveram dificuldade em participar de forma consistente em oportunidades de aprendizagem remota.

As modalidades de aprendizagem remota podem ser de “alta tecnologia digital” (como plataformas online ou portais que requerem acesso digital); ‘Baixa tecnologia digital’ (como transmissões de rádio e televisão); ou “sem tecnologia digital” (como livros didáticos para levar para casa).

No Brasil, especificamente, o movimento de invenção de modos alternativos para sustentar a educação vem acontecendo com diversas

controvérsias, pois, desde o início da pandemia no país, não houve uma posição unânime quanto ao protocolo a seguir, seja por parte dos governos municipais, estaduais ou federal (CHARCZUK, 2020).

De acordo com a autora supracitada, uma estratégia muito utilizada no país foi a adoção de recursos remotos com o uso da internet, para possibilitar aos professores dos diversos níveis de ensino o envio e compartilhamento de materiais didáticos e atividades com os alunos. Em meio à ausência de modelos que atendessem a grande variabilidade e complexidade dos fatores que podem afetar a qualidade da interação e do processo de ensino-aprendizagem, muitas críticas e resistência por parte de todos os atores (professores, estudantes, familiares, gestores) surgiram, especialmente, se pudermos delimitar, em relação a dois grandes problemas: a estranguladora desigualdade socioeconômica dos brasileiros (com ausência de recursos necessários para o acompanhamento de aulas remotas); a contraposição entre ensino presencial e educação a distância (EaD), ou ensino remoto, e a pretensa qualidade daquele em detrimento destes.

Na modalidade de ensino remoto, o estudante precisa acessar uma plataforma de estudos no mesmo dia e horário da grade curricular proposta no ensino presencial. As aulas ocorrem com interação com os professores de forma síncrona, ou seja, os estudantes entram na plataforma junto ao professor e seus colegas por um dado período de tempo, planejado e desenhado para propor estratégias de ensino-aprendizagem que garantam a formação das competências dos alunos. Isso traz uma profunda diferença do Ensino a Distância (EaD), que é uma modalidade com um ambiente preparado para ser autoinstrucional, com interações assíncronas na qual o estudante tem material didático (como livros virtuais, videoaulas gravadas, fóruns de discussão) e interajam com flexibilidade de horário.

Os *feedbacks* e relações no ambiente digital são diferentes do presencial, gerando uma série de pontos a serem tratados com cuidado, especialmente em aulas práticas que exigem o compartilhamento de ideias, a mão na massa, os *feedbacks* instantâneos, a colaboração e o convívio. A impossibilidade de compartilhamento que ocorre no espaço físico tradicional exige que a sustentação do laço das relações possa se dar de outras maneiras e tendo que contar com o intermédio das tecnologias digitais (LUNARDI et al., 2021).

A educação transformadora parte das relações verdadeiras e não somente da transmissão de conteúdos. A docência se trata de uma mediação que exige que os professores se ocupem das relações estabelecidas com essas pessoas e não somente conhecer o conteúdo a ser ensinado (FREIRE, 1996).

De acordo com Lunardi et al. (2021), é preciso destacar que as pessoas se dirigem à nova informação e a representam buscando seus esquemas cognitivos anteriores, no intuito de manter seu mundo estável e seguro. Nossas representações sociais possuem funções e aplicabilidades cognitivas, o que permite a compreensão e a explicação da realidade, protegendo nossos significados identitários, situando grupos na cultura específica, as práticas sociais, os comportamentos e condutas.

Desta forma, o planejamento e a criatividade na escolha das estratégias de ensino-aprendizagem são essenciais para garantir uma experiência em que ocorra a troca e o protagonismo dos estudantes. Nosso estudo ocorreu aproximadamente treze meses após o início declarado da pandemia e os estudantes já realizavam suas aulas remotas via plataforma Microsoft Teams desde o início da crise sanitária.

Passadas as dificuldades iniciais, os alunos desenvolveram as habilidades de realizar suas entregas de forma visível através de galerias colaborativas; a plataforma melhorou seus recursos, possibilitando a ocultação do plano de fundo do cenário, reações, recurso de levantar a mão e a criação de salas virtuais para trabalho em grupo; os alunos conseguiram se adaptar, especialmente graças à colaboração e organização da nova rotina no ambiente digital.

6 METODOLOGIA DO ESTUDO E RESULTADOS

Para responder nossa pergunta de pesquisa e atingir os objetivos propostos, este estudo é um teste controlado aleatório, um tipo de ensaio que em suma é muito utilizado na área da saúde, mas tem como objetivo diminuir as fontes de viés testando a eficácia de novos tratamentos.

Foi realizado um experimento de design para avaliar se a RA poderia melhorar o aprendizado em aulas introdutórias de desenho, ao gerar uma projeção que facilitasse a identificação de padrões e proporção. Para tanto, utilizamos uma amostra de 60 alunos (N = 60), estudantes do eixo de Produção Cultural e Design em uma escola técnica da zona oeste da Grande São Paulo, em ensino remoto através da plataforma Microsoft Teams.

A amostra foi dividida em dois grupos: o grupo controle (usando apenas ferramentas regulares de desenho) e o grupo experimental (usando AR como ferramenta adicional). Dessa maneira, o teste funcionou da seguinte forma: um grupo teve a intervenção experimental aplicada, e um outro grupo subsequente, não.

Posteriormente, comparamos cegamente os resultados em cada um deles (ou seja, quem avalia os resultados não sabe quem faz parte de cada grupo). Três revisores especialistas foram recrutados para avaliar o desenho final dos participantes e foi aplicado um formulário eletrônico para identificar a percepção dos estudantes sobre a experiência de aprendizagem.

Na área da saúde é muito comum que um segundo grupo acabe fazendo uso de placebo, quando ocorre teste de medicamentos, analisando cuidadosamente o comportamento biológico do ser humano, então os dois grupos serão monitorados sob as condições estudadas para determinar a eficácia da intervenção experimental comparada ao grupo que não fez a utilização do mesmo.

O ensaio clínico randomizado também é muito utilizado nas áreas de ciências sociais pelo caráter experimental, conseguindo determinar um objeto de estudo selecionando variáveis capazes de influenciá-lo, definindo a forma de controle e de observação dos efeitos que cada variável produz no objeto de estudo.

Sendo assim, a variável primária a ser realizada será qualitativa de ECR (ensaio clínico randomizado), buscando o estudo de aspectos específicos,

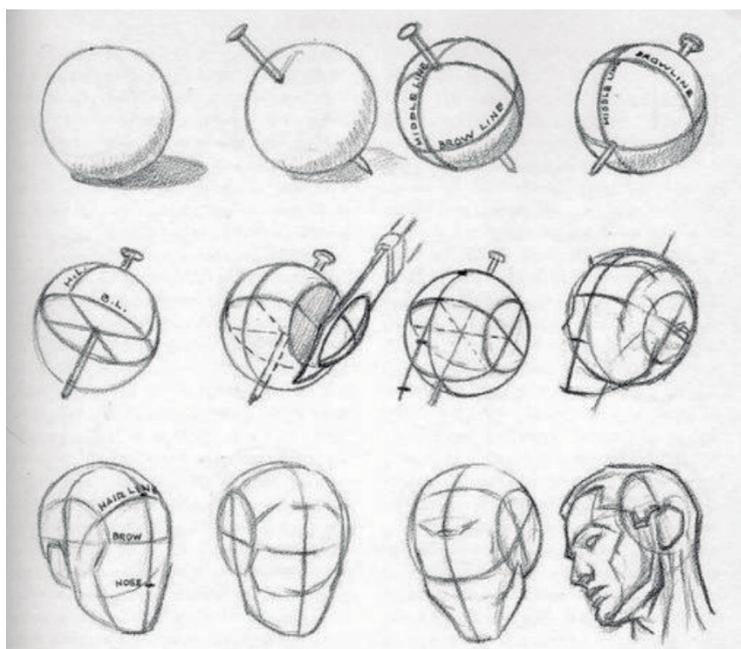
particulares, para saber como as pessoas aprendem e veem quando estão diante da situação estudada.

Desta forma, nosso estudo trata-se de um ensaio clínico duplo-cego, randomizado e controlado, com duração de uma semana, com amostra de 60 estudantes.

Como critério de inclusão para a amostra, temos os seguintes parâmetros: a) estudantes da rede pública de ensino na região de Carapicuíba que estejam iniciando os estudos em cursos de Produção Cultural e Design de Nível Técnico; b) ter acima de 16 anos. Como critério de exclusão da amostra, temos: a) não participar da experiência em totalidade; b) aceite de formulário de uso de dados com nome do responsável e documento (RG); c) ter alguma deficiência visual que impeça a visualização dos elementos gráficos.

Este estudo foi realizado de forma remota, de maneira a diminuirmos a variabilidade e a quantidade de variáveis referentes ao modelo de curso, estrutura e repertório dos estudantes. Aplicamos a Realidade Aumentada aleatoriamente em uma atividade de treino de desenho em que nos baseamos na proporção estética facial de Andrew Loomis (1956), como podemos ver na Figura 02.

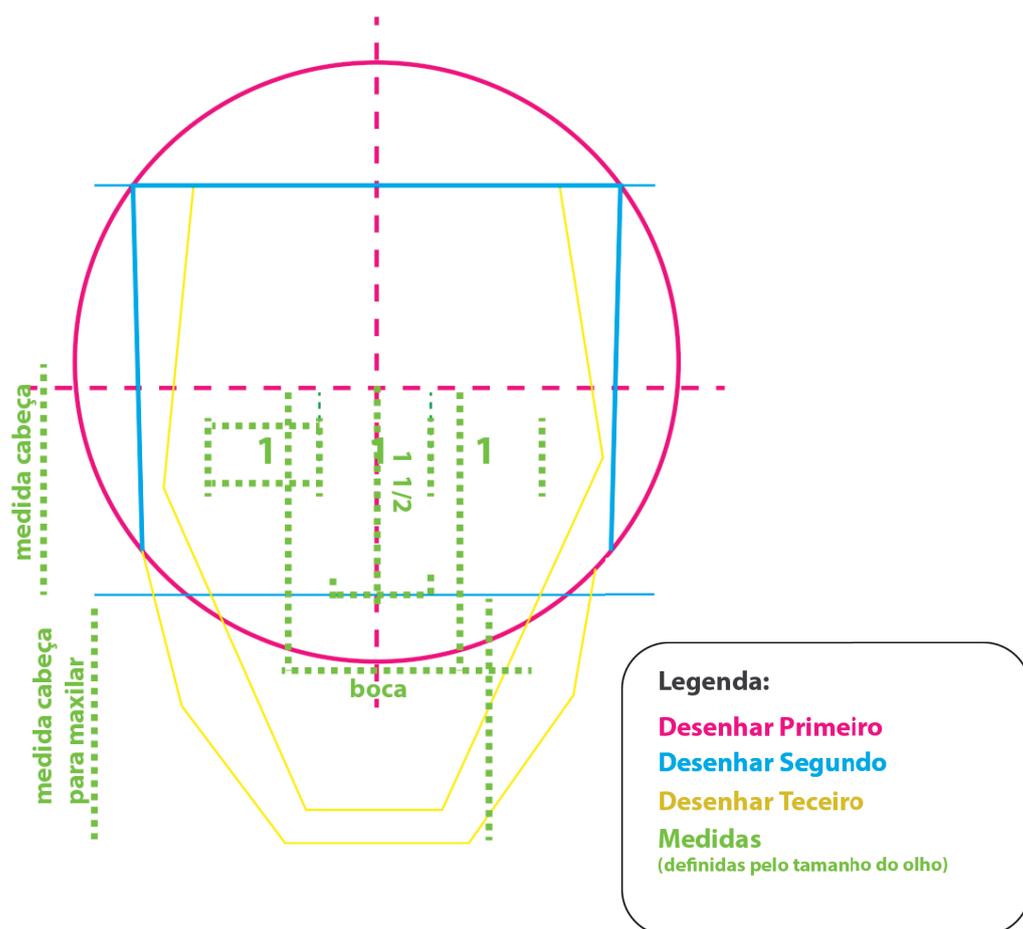
Figura 05: Proporção estética facial de Andrew Loomis



Fonte: LOOMIS (1956)

O grupo controle apenas utiliza a imagem de Andrew Loomis (1956) em alguma imagem sem Realidade Aumentada. Os demais utilizaram um filtro (como utilizados nas redes sociais), criado através da ferramenta SPARK do Facebook na qual se podia projetar a proporção estética de Andrew Loomis sobre seu desenho, recebendo um *feedback* instantâneo das proporções e dos ajustes a serem realizados. A Realidade Aumentada criada no SPARK foi de autoria própria para os fins deste estudo (Figura 03).

Figura 06: Proporção estética facial para Realidade Aumentada



Fonte: autoria própria.

A tecnologia de realidade aumentada é aplicada para um grupo, enquanto o segundo grupo continuará com ensino tradicional. O mesmo professor conduz a aula tradicional sem o uso dessa tecnologia e com o uso dessa tecnologia em outro grupo.

O processo aconteceu em duas etapas: um grupo desenvolveu todo o processo em realidade aumentada e o outro grupo realizou sem a tecnologia no período de 10 minutos dentro de dois blocos de aula com duração de 45 minutos, com intervalo de 20 minutos entre eles (totalizando 1 hora e 40 minutos). Ao final da atividade, foram recolhidas as amostras e enviadas para três diferentes avaliadores.

O segundo processo foi seguido no mesmo dia, momento em que os alunos responderam um pequeno formulário (através da plataforma Google Forms), para avaliar se a tecnologia utilizada ajudou ou atrapalhou efetivamente seus estudos.

Três avaliadores sem contato prévio das ilustrações receberam as produções sem identificação nominal. De acordo com a *expertise* de sua área, verificaram as proporções mais próximas do ideal. Para isso será considerado da seguinte maneira: cada avaliador receberá por rodada dois desenhos de rostos, um utilizando RA e outro não, e dentro das proporções e padrões indicados no livro *“Drawing the hands and head”* de Andrew Loomis, eles irão selecionar o que mais se aproxima à proporção idealizada e assim os mesmos fazem uma segunda rodada com mais dois novos desenhos. E assim por diante até escolher dentre os cinquenta desenhos, os 25 melhores desenvolvidos, os quais iremos compilar os dados para saber quantos deles são em RA. Para que não ocorresse um viés de seleção que interferisse dentro do processo, foi realizado o teste duplo-cego, ou seja, tanto os avaliados como os avaliadores não possuíam contato dentro do experimento com a intenção de reduzir ao máximo o viés de seleção ou alocação de determinado grupo.

As pessoas selecionadas para analisar o material coletado estão relacionadas com a área de design e/ou comunicação visual, sendo três docentes, dois da instituição de ensino na qual conduzimos o estudo e outro de uma instituição diferente, a qual não possui nem contato indireto com os avaliados. Os desenhos criados pelos alunos foram digitalizados ou fotografados e entregues aos avaliadores, sem identificação dos envolvidos.

É importante lembrar que as três pessoas selecionadas não terão contato na aplicação do teste, além de serem mestres ou doutores na área relacionada, tendo assim uma enorme percepção e conhecimento do conteúdo e do método avaliativo.

A avaliação inicial consistiu no preenchimento da ficha de identificação e um desenho prévio que seja de temática igual a todos os participantes que ficam retidos a fim de análise técnica até o fim do ensaio. Em seguida, os estudantes realizaram o mesmo desenho, utilizando como base a tecnologia de Realidade Aumentada e os mesmos entregaram esse segundo lote de ilustrações que levou em conta os seguintes tópicos:

- Curva de aprendizado da ferramenta: quanto tempo levou para aprender a manusear a tecnologia;
- Curva de aprendizado do conteúdo disponibilizado: o tempo para desenvolver a proposta já utilizando a tecnologia;
- Efeito adverso sobre a tecnologia apresentada: se algum aluno não realizou a atividade por algum tipo de distração com a tecnologia ou o suporte utilizado para ela;
- Estrutura física do ambiente no qual o estudante obteve o acesso: por fim, se a pessoa tinha estrutura mínima para utilizar a ferramenta. Caso não, o que impediu que a mesma conseguisse utilizá-la.

Aqui, consideramos a opinião dos estudantes por meio de uma autoavaliação feita através da ferramenta Google Forms. Nela, os estudantes utilizaram a Escala Likert para atribuir maior ou menor dificuldade em cada um desses quatro parâmetros. A escala do tipo Likert objetiva verificar o nível de concordância do indivíduo com uma proposição que expressa uma determinada ideia ou sentimento. Os estudantes possuem uma escala de cinco pontos com afirmações de concordo totalmente; concordo parcialmente; indiferente; discordo parcialmente e discordo totalmente (SANTOS, 2015).

Dessa maneira, a avaliação dos dados levantados acontecerá de duas formas. A primeira é levantando os números de aluno que se sentiram melhor utilizando a tecnologia para seu aprendizado, e uma segunda avaliação é a percepção técnica das três pessoas selecionadas que escolheram qual ilustração possui um padrão estético mais parecido com a referência do autor base, além de verificar qual dentre os escolhidos foi feito utilizando RA.

Os materiais utilizados foram os próprios celulares dos estudantes. Eles puderam acessar a galeria de filtros aplicados em Realidade Aumentada do próprio Facebook e selecionar uma opção previamente identificada que irá escanear e aplicar as medidas técnicas da figura humana em um rosto real.

Destacamos um ponto importante: quando falamos de Realidade Aumentada, muitas vezes nossas referências buscam elementos e aplicativos específicos ou equipamentos mais completos como um computador, mas, para uma condução mais simples e fluída iremos utilizar filtros das redes sociais com realidade aumentada, imaginando que seja uma nova categoria de tecnologia devido à sua facilidade e não ter necessidade de fazer download (TORI et al., 2006).

A ideia principal foi analisar se de fato a tecnologia da Realidade Aumentada aumentou a curva de aprendizado de todos os envolvidos usando reconhecimento de imagem para detectar e colocar conteúdo em lugares contextualmente relevantes, aumentando mais o foco no trabalho desenvolvido.

O procedimento citado acima foi relatado e submetido à Plataforma Brasil pelo número de inscrição CAAE: 44190121.6.0000.5482 em: 20/02/2021.

Como resultados, tanto o Revisor A quanto ao Revisor C escolheram 55,2% dos desenhos por grupo experimental (usando RA), enquanto o Revisor B escolheu 48,3% dos desenhos por grupo experimental. Realizamos um teste de proporção de uma amostra $=n$ (teste binomial) nos dados. Os resultados não apresentaram significância estatística ($p > 0.05$), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1: Avaliação dos revisores (Teste Binomial)

Binomial Test					
	Level	Count	Total	Proportion	p
Grupo	Controle	41	87	0.471	0.668
	Experimental (RA)	46	87	0.529	0.668

Note. H_0 is proportion $\neq 0.5$

Também foi aplicado um formulário para avaliar a percepção dos alunos

sobre o uso da Realidade Aumentada no processo de aprendizagem. Esta pesquisa foi aplicada depois que cada aluno teve a oportunidade de usá-la. Do total de alunos participantes do experimento (N=60), um total de 52 alunos responderam ao nosso formulário de pesquisa. Obtivemos respostas positivas, com 73% dos alunos explicando sua preferência de uso da AR durante os exercícios. Foi realizado o Teste de Proporção da Amostra (Teste Binomial) nos dados. Os resultados mostraram significância estatística ($p < 0,05$), conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2: Preferências do aluno (Teste Binomial)

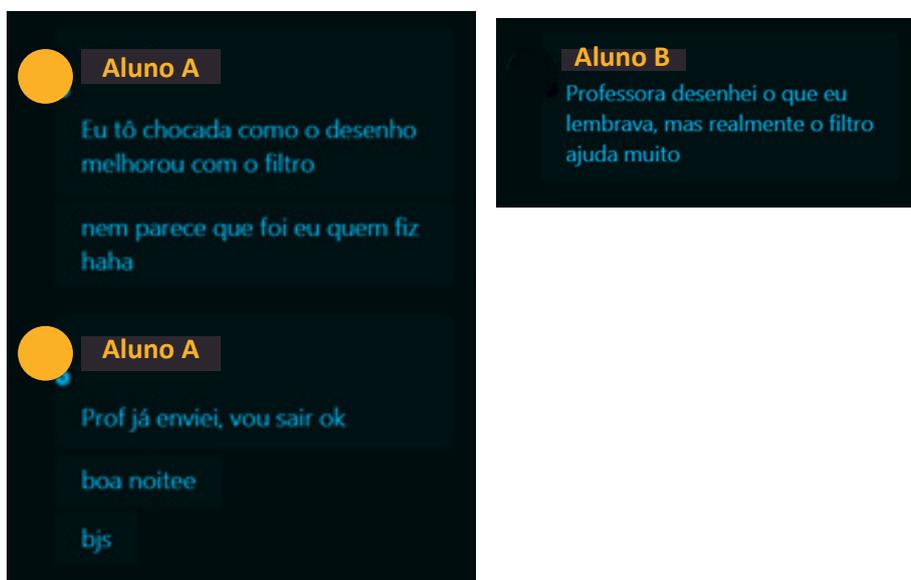
Binomial Test					
	Level	Count	Total	Proportion	p
Preference	With RA	38	52	0.731	0.001
	Without RA	14	52	0.269	0.001

Note. H_a is proportion \neq 0.5

As falas dos alunos foram positivas quanto ao uso da tecnologia, além de demonstrar maior confiança para exercer a atividade, afetando positivamente até mesmo sua autoestima.

Em anexo envio dois comentários de diferentes alunos, os quais chamaremos de aluno a e aluno b.

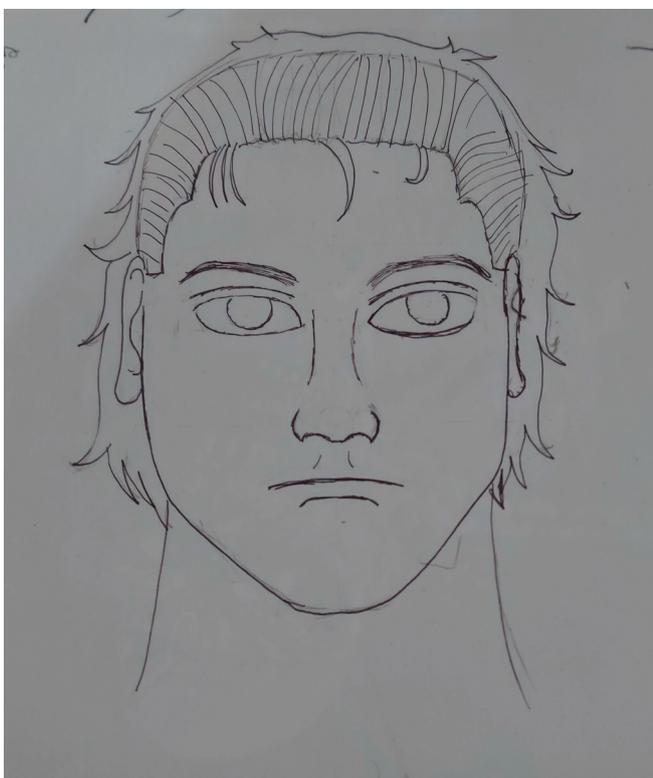
Figura 07: Print conversa via Microsoft Teams



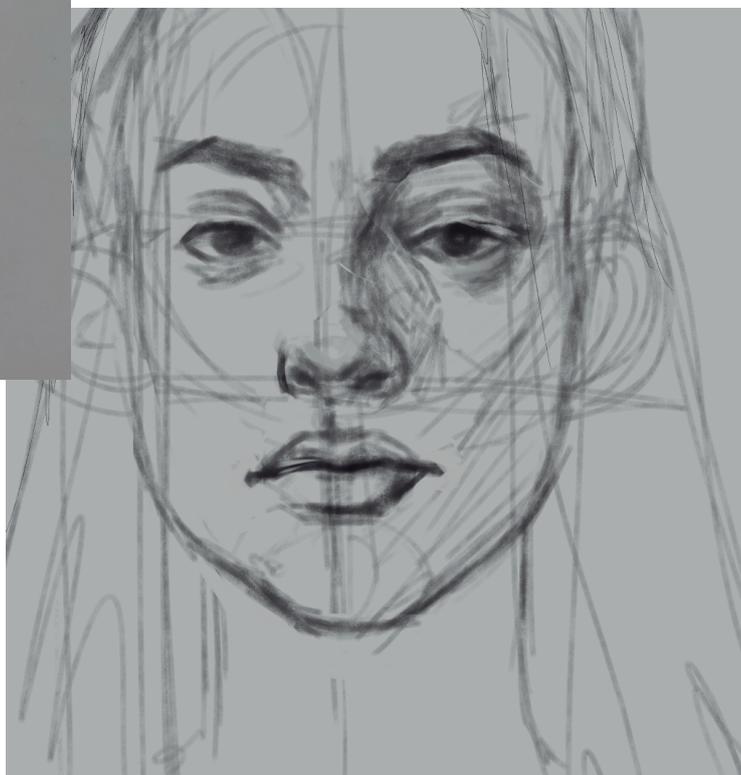
Como podemos ver nos comentários de dois alunos, a tecnologia (mesmo que simples), aumentou a confiança, o que em si só promove significativamente a qualidade do aprendizado e estimula a continuidade do mesmo.

Abaixo também uso dois exemplos de ilustrações em comparativo: um do aluno C e outro de um aluno que mostrava um desempenho e repertório prévio, qual iremos chamar de aluno D.

Figura 08: Ilustrações



Aluno C



Aluno D

7 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os resultados em relação à análise técnica dos avaliadores não mostraram impacto significativo da aplicação da Realidade Aumentada na qualidade das entregas, mas, nesse momento, após aplicar o teste, acredita-se não ser o ponto mais importante para ser o foco da pesquisa. Após a aplicação da atividade percebemos alguns pontos dos quais é importante salientar, tais como:

- A variabilidade de fatores que interferem na qualidade de uma produção gráfica: utilizamos como parâmetro a avaliação de dois alunos de cada vez e estes estavam em um processo próximo de aprendizado. Notamos que, mesmo que os participantes A e B tivessem a mesma idade e estivessem na mesma sala, isso não equivalia a todas as variáveis que influenciam na qualidade do desenho, não impedindo que um deles já tivesse, por exemplo, um maior conhecimento prévio do assunto, facilitando assim o processo. Dessa maneira, não teríamos um processo equivalente para fins analíticos e a melhor maneira identificada para comparar a produção de cada estudante seria verificar as produções dele com ele mesmo; e neste caso, o mesmo processo realizado por ele antes sem RA e depois com RA. O que nos leva ao segundo ponto.

- A reprodução sucessiva de um mesmo desenho: assim como abordado anteriormente, a reprodução sucessiva de determinados temas ajuda o estudante a desenvolver a habilidade de desenho e o treino também influencia nessa habilidade. Dessa maneira, caso fosse solicitada a realização de um desenho sem RA para depois fazer com a tecnologia descrita, isso o beneficiaria, o que poderia gerar um ruído na informação.

- Realização da atividade remota: o fato de estarmos passando por uma pandemia mundial afetou diretamente o experimento. A entrega da atividade levou um tempo maior do que o esperado, e acreditamos que a atividade não ocorreu fielmente conforme o planejado, já que houve algumas interrupções externas de força maior (queda de conexão, chuva, problemas técnicos).

- Avaliadores externos: ao conhecer o histórico dos alunos e possuir um direto interesse nos resultados, não foi realizada a avaliação pelos condutores do presente estudo, para evitar que isso afetasse de alguma maneira os dados e resultados. Entretanto, após o final da experiência, acredita-se que a imersão e o conhecimento prévio do processo possam enriquecer o

parecer final, já que permitem a avaliação formativa do processo de ensino-aprendizagem e não apenas a entrega do produto final de uma atividade específica. Desta forma, analisando os desenhos realizados, foi possível perceber na produção de cada indivíduo uma evolução usando RA, notada por meio de traços com maior firmeza ou confiança para progredir um pouco mais no processo. Em nenhum momento era esperado um desenho com técnica perfeita, mas que dentro de seu processo, cada estudante conseguisse realizar um pouco mais. Isso pode não ser perceptível para alguém que não desenha, mas são nessas sutilezas da ilustração que essa evolução fica nítida. Além disso, ainda temos o fator novidade: o fato de ser algo novo ainda estimula pela curiosidade de conhecer.

Em suma, os resultados experimentais não mostraram significância estatística em relação à avaliação dos revisores. No entanto, uma pesquisa com alunos mostrou significância estatística na preferência pelo uso de RA. Uma pesquisa qualitativa com participantes também mostrou preferência pelo uso de RA. Com base nesses resultados, argumentamos que embora os resultados não tenham apresentado diferença significativa do ponto de vista dos avaliadores, a percepção dos alunos demonstra que a RA pode ser uma importante ferramenta para auxiliar no processo de aprendizagem.

Argumentamos que esses resultados abrem novas possibilidades para futuras pesquisas, para estudar em cada aspecto e a AR pode melhorar a experiência de aprendizagem, concentrando os esforços de pesquisa para investigar a percepção dos alunos e a preferência pela tecnologia. Esses são alguns pontos que pretendemos discutir na dissertação.

Por fim, é importante ressaltar que o estudo foi realizado durante a pandemia e isso pode ter afetado os resultados, já que o teste foi aplicado remotamente. Em outro momento pós pandemia seria interessante aplicar o mesmo teste pessoalmente e não remotamente para analisar a eficácia do método.

7.1 Limitações do estudo

A condução do estudo em ensino remoto apresentou algumas limitações na visibilidade de diversos fatores que podem ter afetado a experiência de aprendizagem. No ensino presencial é possível verificar as condições dos aparelhos e da conexão da internet, o processo de produção ocorre com *feedbacks* instantâneos e há um maior controle sobre interrupções e condições de condução do estudo.

Além disso, embora o presente estudo não tenha sido avaliativo com relação ao desenvolvimento das competências (conhecimentos, habilidades e atitudes) dos estudantes em questão, e tenha sido uma avaliação pontual de uma produção fruto de uma atividade específica com uso de uma tecnologia digital, a análise realizada por diferentes avaliadores, com diferentes repertórios e olhares acerca dos desenhos, pode ter afetado parte dos resultados.

7.2 Considerações para estudos futuros

Nossa percepção visual está relacionada à nossa capacidade de detecção da luz do ponto de vista estético e lógico, porém não fomos capazes de detectar o parâmetro de incongruência quando ainda não a vimos, tornando difícil identificar a falha gráfica na representação visual de um determinado objeto.

A questão de pesquisa inicial foi centrada na possibilidade de a AR ser capaz de melhorar o aprendizado na área de design. A hipótese era que a realidade aumentada poderia ajudar a expandir a percepção de espaço e imagens durante experiências de aprendizagem em cursos envolvendo artes gráficas. Muitas vezes, os alunos precisam ter exemplos visuais para criar suas próprias representações e ser capazes de ter elementos de sua própria autoria. É importante que sejam realizados novos estudos em diferentes áreas do conhecimento e em diferentes contextos para fomentar o uso dessa tecnologia.

Argumentamos que esses resultados abrem novas possibilidades para futuras pesquisas, para estudar em cada aspecto que a AR pode melhorar a experiência de aprendizagem, concentrando os esforços de pesquisa para

investigar a percepção e as preferências dos alunos sobre a tecnologia. Esses são alguns pontos que pretendemos discutir na dissertação.

Por fim, é importante frisar, como mencionado anteriormente, que o estudo foi realizado durante a pandemia e, inevitavelmente, isso pode ter afetado os resultados, já que o teste foi aplicado remotamente. Futuramente, pós-pandemia, seria interessante aplicar o mesmo teste pessoalmente e não remotamente, a fim de analisar a eficácia do método.

Referências

ABRAMOWICZ, Anete; RODRIGUES, Tatiane Cosentino; CRUZ. **O debate contemporâneo sobre a diversidade e a diferença nas políticas e pesquisas em educação**, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/WskqTPrZgtc8k56XHvr8XBz/?lang=pt> . Acesso em: 25 de setembro de 2020.

ADSREALITY. **A brief history of Augmented Reality (infographic)**. Disponível em: <http://adsreality.com/history-of-augmented-reality-infographic/>. Acesso em: 18 de julho de 2020.

AMORIM, Andrea Gabriela do Prado. **Tecnologias digitais em educação: uma reflexão sobre processos de formação continuada de professores**. 2015. 126 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2015.

AYER, S. K.; MESSNER, J. I.; ANUMBA, C.J. **Augmented Reality Gaming in Sustainable Design Education**. *Journal of Architectural Engineering*, 2016, v. 22, n. 1, p. 1-9. Disponível em: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29AE.1943-5568.0000195> Acesso em: 18 de julho de 2020.

AZUMA, Ronald; BAILLOT, Yohan; BEHRINGER, Reinhold; FEINER, Steven; JULIER, Simon; MACINTYRE, Blair. **Recent advances in augmented reality**. *IEEE Comput Graphics Appl*. Computer Graphics and Applications, 2001. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/3208983_Recent_advances_in_augmented_reality_IEEE_Comput_Graphics_Appl Acesso em: 18 de julho de 2020.

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

BALDASSI, Stefano; CHENG, Grace; CHAN, Jonathan; TIAN, Moqian; CHRISTIE, Tim; SHORT, Matthew. **Exploring Immersive AR Instructions for Procedural Tasks: The Role of Depth, Motion, and Volumetric Representations**, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7836522> Acesso em: 18 de julho de 2020.

BARROS, R. **As Políticas educativas para o sector da educacao de adultos em Portugal:** as novas instituicoes e processos educativos emergentes entre 1996-2006. Lisboa: Chiado Editora, 2013b.

BASBAUM, Sérgio. **Do ponto de vista ao ponto de experiência. Trama: Indústria Cri-ativa em Revista. Dossiê:** Paisagens sono-ras midiáticas, ano 3, v. 5, p. 220-7, 2017.

BASBAUM, Sérgio. **Tudo isso é do baralho:** tecnoestese e infocognição (da ordem e dos predicados dos acoplamentos na circunstância contemporânea), 2018 Texto Digital. 14. 6-25.

Base Nacional Comum. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br> Acesso em: 01 de dezembro de 2021.

BENCINI, R. **Da informação ao conhecimento.** Revista Nova Escola, jun/jul, 2002.

CAROLEI, P.; TORI, R. **Gamificação aumentada:** explorando a realidade aumentada em atividades lúdicas de aprendizagem, 2014, Teccogs, 9, 14-35.

CHARCZUK, Simone. **Sustentar a Transferência no Ensino Remoto:** docência em tempos de pandemia. Educação; Realidade, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edreal/a/S7dGKjBx7Ch4FxCwVc93pVg/?format=pdf&lang=pt> Acesso: 14 de março de 2021

COELHO, Patrícia; COSTA, Marcos; MATTAR, Joao. **Saber Digital e suas Urgências:** reflexões sobre imigrantes e nativos digitais. Educação; Realidade, 2018.

CORTIZ, Diogo. **Conhecimento, tecnologia e futuro:** Análise do cenário de inovação dos países emergentes. Tese (Doutorado em Tecnologias da Inteligência e Design Digital)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior;

Orientador: Maria Lucia Santaella Braga, 2015.

CRUZ, Junior; FONTELES, José Antonio. **Novas tecnologias na educação: uma análise do Moodle do Nuteia**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado em Mídias Digitais)- Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2013.

DEJOURS, C. **A psicologia das massas sob a perspectiva da clínica do trabalho**. In Dejours, C. Trabalho vivo. Trabalho e emancipação. Brasília. Paralelo 15, 2012

DELORS, Jacques. **Los cuatro pilares de la educación, en La Educación encierra un tesoro**. México: El Correo de la UNESCO, 1994, p. 91-103.

DEWEY, John. **Democracia e educação**; Uma Introdução à Filosofia da Educação , New York: Macmillan, 1995.

EMMECHE, C. **On the biosemiotics of embodiment and our human cyborg nature**. In T. Ziemke, J. Zlatev; R. Frank (Ed.), Volume 1 Embodiment. Berlin, New York: De Gruyter Mouton, 2008, (pp. 379-410).

Forbes Tech. **Mercado de RA deve atingir US\$ 124,4 bi em 2023, Mercedes-Benz, Amazon**; Muito Mais. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/03/mercado-de-ra-deve-atingir-us-1244-bi-em-2023-mercedes-benz-amazon-muito-mais/> Acesso em: 05 de julho de 2021.

FORTE, C., OLIVEIRA, F. C., SANTIN, R., KIRNER, C. **Implementação de Laboratórios Virtuais em Realidade Aumentada para Educação à Distância**. In: 5º WORKSHOP DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA – WRVA, São Paulo, 2008. p. 1 – 8.

FREIRE, Paulo – **Pedagogia do Oprimido**. São Paulo: Paz e Terra Pp.57-76. 1996.

HUANG, Kuo-Ting; BALL, Christopher; FRANCIS, Jessica; RATAN, Rabindra; BOUMIS, Josephine; FORDHAM, Joseph. **Augmented Versus Virtual Reality in Education: An Exploratory Study Examining Science Knowledge Retention When Using Augmented, Reality/Virtual Reality Mobile Applications**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/330490113_Augmented_Versus_Virtual_Reality_in_Education_An_Exploratory_Study_Examining_Science_Knowledge_Retention_When_Using_Augmented_RealityVirtual_Reality_Mobile_Applications/citation/download Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Fundamentos de Realidade Virtual e Aumentada**, 2007.

LOOMIS, Andrew. **Drawing the Head and Hands** (1st. ed.). Titan Books (UK), 1956.

LOPES, Luana; VIDOTTO, Kajiana; POZZEBON, Eliane; FERENHOF, Helio. **INOVAÇÕES EDUCACIONAIS COM O USO DA REALIDADE AUMENTADA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**. Educação em Revista, 2019.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem: componente do ato pedagógico**. São Paulo: Cortez, 2011.

LUNARDI, Nataly; NASCIMENTO, Andrea; SOUSA, Jeff; SILVA, Núbia; PEREIRA, Teresa; FERNANDES, Janaína. **Aulas Remotas Durante a Pandemia: dificuldades e estratégias utilizadas por pais**. Educação; Realidade, 2021.

MCLUHAN, Marshall. **Os Meios de Comunicação como Extensões do Homem**, São Paulo: Cultrix, 1964

MENEZES, Maria Eduarda de Lima. **As percepções de educadores sobre a utilização do espaço maker na Educação Básica**. 2020. 212 f. Tese (Doutorado em Educação: Currículo)- Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de

São Paulo, São Paulo, 2020.

MERLEAU-PONTY, M. **A dúvida de Cézanne** (P. Neves; M. Pereira, Trad.). São Paulo: Cosac;Naify, 2004 (Texto original publicado em 1966)

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da percepção** (C. Moura, Trad.). São Paulo: Martins Fontes, 1994 (Texto original publicado em 1945)

MERLEAU-PONTY, M. **O visível e o invisível** (A. Gianotti,; A. Mora, Trad.). São Paulo: Perspectiva, 1992, (Texto original publicado em 1964).

MILGRAM, Paul; KISHINO, Fumio. **A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays**. IEICE Trans. Information Systems. vol. E77-D, no. 12, 1994, p. 1321-1329.

MORAN J. **Como transformar nossas escolas: Novas formas de ensinar a alunos sempre conectados**. 2017. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/wpcontent/uploads/2017/08/transformar_escolas.pdf>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.

MORAN, José. (2017). **OS NOVOS ESPAÇOS DE ATUAÇÃO DO PROFESSOR COM AS TECNOLOGIAS**. Revista Diálogo Educacional, 2017.

New Jersey Institute of Technology's Online Masters in Computer Science program (2017) **Why Augmented Reality Will Transform Education Infographic**. Disponível em: <http://graduatedegrees.online.njit.edu/resources/mscs/mscs-infographics/augmented-reality-in-education/> Acesso em: 20 de junho de 2020.

PAVARINI, Gabriela e SOUZA, Débora de Hollanda. **Teoria da mente, empatia e motivação pró-social em crianças pré-escolares**. Psicologia em Estudo. 2010, v. 15, n. 3, pp. 613-622.

PETROV, Plamen; ATANASOVA, Tatiana. **The Effect of Augmented Reality on Students' Learning Performance in Stem Education**. Information

(Switzerland), 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/340646969_The_Effect_of_Augmented_Reality_on_Students%27_Learning_Performance_in_Stem_Education Acesso em: 20 de junho de 2020.

RESNICK, M. **Jardim de infância para a vida toda: por uma aprendizagem criativa, mão na massa e relevante para todos [recurso eletrônico]**. Penso, Porto Alegre, 2020.

TAVARES, Vinicius; MELO, Rosane. **Possibilidades de aprendizagem formal e informal na era digital: o que pensam os jovens nativos digitais?** Psicologia Escolar e Educacional, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/334949644_Possibilidades_de_aprendizagem_formal_e_informal_na_era_digital_o_que_pensam_os_jovens_nativos_digitais Acesso em: 20 de junho de 2020.

Tenda Digital, 2021 Disponível em: < <https://tenda.digital> > Acesso em: 01 de dezembro de 2021.

TORI, Romero; HOUNSELL, Marcelo da Silva, KIRNER, Claudio. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. p13 Porto Alegre: Editora SBC, 2018.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. [S.l: s.n.], 2006. Disponível em: https://pcs.usp.br/interlab/wp-content/uploads/sites/21/2018/01/Fundamentos_e_Tecnologia_de_Realidade_Virtual_e_Aumentada-v22-11-06.pdf 01 de julho de 2020.

UNESCO. **When schools shut: gendered impacts of COVID-19 school closures**. Publicado em 2021 pela United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 7, França, Paris. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379270> Acesso em: 24 de outubro de 2020.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1998a.

YANG et al. XR-Ed Framework: **Designing Instruction-driven and Learner-centered Extended Reality Systems for Education.** University of Rochester, USA IULIAN RADU, Harvard University, USA; 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2010.13779.pdf> Acesso em: 21 de janeiro de 2021.

YUEN, S.; YAOYUNYONG, G.; JOHNSON, E. **Augmented reality: An overview and five directions for AR in education.** Journal of Educational Technology Development and Exchange, 4(1), 119-140. Volume 4, No. 1, October, 20. Disponível em: <Augmented reality: An overview and five directions for AR in education.> Acesso em: 21 de janeiro de 2021.