



CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC  
Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu  
em Gestão e Tecnologia Industrial

SUÉDIA ROSANE DE LIMA SALES SOUZA

**BARREIRAS PARA A ADOÇÃO DE REALIDADE  
AUMENTADA NO PROCESSO DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM: Uma proposta de categorização**

Salvador  
2020

SUÉDIA ROSANE DE LIMA SALES SOUZA

**BARREIRAS PARA A ADOÇÃO DE REALIDADE  
AUMENTADA NO PROCESSO DE ENSINO-  
APRENDIZAGEM: Uma proposta de categorização**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do Centro Universitário SENAI CIMATEC como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial.

Orientadora: Profa. Dra. Ingrid Winkler

Coorientadora: Profa. Dra. Sayonara Lordelo

Salvador  
2020

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do Centro Universitário SENAI CIMATEC

S719b Souza, Suédia Rosane de Lima Sales

Barreiras para adoção de realidade aumentada no processo de ensino - aprendizagem: uma proposta de categorização / Suédia Rosane de Lima Sales Souza. –Salvador, 2020.

100 f. : il. color.

Orientador a: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ingrid Winkler.

Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Programa de Pós Graduação, Centro Universitário SENAI CIMATEC, Salvador, 2020.

Inclui referências.

1. Realidade aumentada . 2. Processo ensino -aprendizagem . 3. Educação. 4. Barreiras – Realidade aumentada - Educação. I. Centro Universitário SENAI CIMATEC II. Winkler, Ingrid. III. Título.

CDD 372.358

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC****Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia Industrial**

A Banca Examinadora, constituída pelos professores abaixo listados, aprova a Defesa de Mestrado, intitulada "BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE FERRAMENTAS EDUCACIONAIS BASEADAS EM REALIDADE AUMENTADA: UMA PROPOSTA DE CATEGORIZAÇÃO" apresentada no dia 24 de setembro de 2020, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Mestre em Gestão e Tecnologia Industrial

Orientadora:

**Prof.ª Dr.ª Ingrid Winkler**  
SENAI CIMATEC

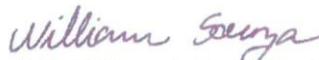
Coorientadora:

**Prof.ª Dr.ª Sayonara Nobre de Brito Lordelo**  
SENAI CIMATEC

Membro Interno:

Lynn Rosalina Gama Alves  
Assinado de forma digital por  
Lynn Rosalina Gama Alves  
Data: 2020.09.25 10:52:26  
+3'00'**Prof.ª Dr.ª Lynn Rosalina Gama Alves**  
SENAI CIMATEC

Membro Externo:

**Prof. Dr. William de Souza Santos**  
IFPB

Dedico este trabalho a minha família.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela grandiosidade de sua presença em nossas vidas.

Aos meus pais, Sueli e Raimundo. A vocês, minha sincera gratidão, pois foi através dos seus ensinamentos que tomei como exemplo para lutar e alcançar os meus objetivos. Amo vocês!

Ao meu esposo, que sempre me acolheu nos momentos mais difíceis. A você, Sivalter, meu obrigada pela paciência, pelo amor e cuidado que sempre teve comigo.

Aos meus lindos irmãos sempre felizes por minhas vitórias. Suelen, irmã querida, companheira durante essa caminhada, sua paciência e conforto me deram forças para continuar. Suelen e Suélio, vocês sempre foram amados e admirados por mim. Obrigada. Vocês moram em meu coração!

À minha tia Adriana pelo incentivo e cuidado. Não posso esquecer de agradecer pelo carinho e amor que sempre teve comigo. Você mora em meu coração!

Aos meus velhos amigos pela parceria e incentivo durante todo o mestrado.

À minha orientadora Profa. Dra. Ingrid Winkler, pelas orientações, obrigada pela confiança, pelas valiosas contribuições e aprendizagens e pelas palavras doces que sempre escutei de você.

À minha coorientadora Profa. Dra. Sayonara Nobre de Brito Lordelo, pelos auxílios e orientações ao longo dessa jornada.

À Profa. Dra. Lynn Rosalina Gama Alves, por ter aceitado o convite para participação na banca.

Ao Prof. William de Souza Santos, por ter aceitado o convite e pela sua disponibilidade para participar da banca.

Ao Grupo de Pesquisa em Realidade Aumentada e Visão Computacional para Inovação na Indústria (CNPQ) por todos os feedbacks que contribuíram para essa investigação.

Aos amigos conquistados da turma do mestrado, quero dizer que vocês serão sempre lembrados com carinho. Sucesso a todos! Gratidão!

*“Somos assim. Sonhamos o voo, mas tememos as alturas. Para voar é preciso amar o vazio. Porque o voo só acontece se houver o vazio. O vazio é o espaço da liberdade, a ausência de certezas. Os homens querem voar, mas temem o vazio. Não podem viver sem certezas. Por isso trocam o voo por gaiolas. As gaiolas são o lugar onde as certezas moram.”*

Fiódor Dostoiévski

## RESUMO

O uso das tecnologias tem proporcionado avanços e aprimorado os métodos tradicionais de ensino, buscando facilitar o aprendizado por parte dos alunos e também alterando a forma como o professor planeja a construção do conhecimento. A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) aplicada à educação traz uma perspectiva de auxiliar na fixação dos conteúdos e proporcionar aos estudantes uma visão mais ampla das diferentes temáticas. Os estudos apresentados no Capítulo 2, mostram algumas contradições sobre as barreiras para adoção da tecnologia RA nos ambientes educacionais, como o fácil acesso dos alunos e professores com a tecnologia RA, podendo interagir por meio de um *smartphone*, *tablete* e computador, não precisando de *hardware* caro e equipamentos sofisticados. Outros relatos ressaltam que é uma tecnologia de difícil acesso, que as tecnologias de qualidade são caras ou difíceis de serem usadas. Neste contexto, este estudo teve como objetivo propor uma categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem. Para alcançá-lo, os procedimentos metodológicos foram realizados em duas etapas. Na primeira etapa, foi feita uma revisão integrativa da literatura atual sobre barreiras, dificuldades e desafios dos professores e alunos para adoção de RA no processo de ensino-aprendizagem, tendo sido identificados 28 trabalhos nas bases de dados Science Direct, Scielo e Scopus no período de 2014 - 2019. Em seguida, estes trabalhos foram analisados e as barreiras observadas foram classificadas em seis categorias: Técnica, Financeira, Conteúdo, Aprendizado, Adesão, Usabilidade e interação com o usuário. A segunda etapa teve finalidade de validar a categorização proposta e foi subdividida em duas fases: análise documental de 18 Teses e Dissertações selecionadas no Portal CAPES para identificar as barreiras mencionadas e entrevista com um grupo focal experts, para observar suas percepções quanto à categorização proposta. Entre os resultados obtidos, confirmou-se a plausibilidade da categorização, bem como foram incorporadas sugestões de aprimoramento que levaram à categorização final: Técnica, Financeira, Pedagógico, Aprendizado, Adesão, Usabilidade e interação com o usuário e Tecnológica, passando de seis para sete categorias. Além disso, a análise das Teses e Dissertações e as percepções do grupo focal, apresentaram que as categorias Técnica, Tecnológica e Pedagógico são as barreiras que mais inibem a adoção da RA no processo ensino aprendizagem.

**Palavras-chave:** Realidade Aumentada. Processo de Ensino-Aprendizagem. Educação. Barreiras.

## ABSTRACT

The use of technologies has provided advances and improved traditional teaching methods, seeking to facilitate learning by students and also changing the way the teacher plans to build knowledge. The technology of Augmented Reality (AR) applied to education brings a perspective to assist in the fixation of contents and to provide students with a broader view of the different themes. The studies presented in Chapter 2, show some contradictions about the barriers to the adoption of AR technology in educational environments, such as the easy access of students and teachers with AR technology, being able to interact through a smartphone, tablet and computer, without needing expensive hardware and sophisticated equipment. Other reports point out that it is a technology that is difficult to access, that quality technologies are expensive or difficult to use. In this context, this study aimed to propose a categorization of barriers to the adoption of Augmented Reality in the teaching-learning process. To achieve this, the methodological procedures were carried out in two stages. In the first stage, an integrative review of the current literature on barriers, difficulties and challenges of teachers and students for the adoption of AR in the teaching-learning process was carried out, having identified 28 works in the Science Direct, Scielo and Scopus databases in the period from 2014 - 2019. Then, these works were analyzed and the observed barriers were classified into six categories: Technical, Financial, Content, Learning, Adhesion, Usability and interaction with the user. The second stage was intended to validate the proposed categorization and was subdivided into two phases: document analysis of 18 Theses and Dissertations selected on the CAPES Portal to identify the barriers mentioned and interview with a focus group of experts, to observe their perceptions regarding the proposed categorization. Among the results obtained, the plausibility of the categorization was confirmed, as well as suggestions for improvement that led to the final categorization were incorporated: Technical, Financial, Pedagogical, Learning, Adhesion, Usability and interaction with the user and Technological, going from six to seven categories. In addition, the analysis of the Theses and Dissertations and the perceptions of the focus group, showed that the Technical, Technological and Pedagogical categories are the barriers that most inhibit the adoption of AR in the teaching-learning process.

**Keywords:** Augmented Reality. Teaching-Learning Process. Education. Barriers.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1:</b>	Atitude do corpo docente em relação ao uso de RA na educação.....	21
<b>Quadro 2:</b>	Categorias teóricas.....	25
<b>Quadro 3:</b>	Relação entre objetivos e metodologia.....	26
<b>Quadro 4:</b>	Protocolo de pesquisa.....	27
<b>Quadro 5:</b>	Atividades e números de documentos recuperados.....	29
<b>Quadro 6:</b>	Protocolo utilizado na pesquisa de teses e dissertações.....	31
<b>Quadro 7:</b>	Trabalhos selecionados.....	39
<b>Quadro 8:</b>	Categoria Técnica de autoria dos estudos da revisão integrativa.....	42
<b>Quadro 9:</b>	Obstáculos ao uso da RA na educação.....	44
<b>Quadro 10:</b>	Categoria Adesão de autoria dos estudos da revisão integrativa.....	45
<b>Quadro 11:</b>	Categoria Usabilidade e interação com o usuário de autoria dos estudos da revisão integrativa.....	48
<b>Quadro 12:</b>	Barreiras e os propulsores quanto ao uso de RA na educação.....	50
<b>Quadro 13:</b>	Categoria Aprendizado de autoria dos estudos da revisão integrativa...	51
<b>Quadro 14:</b>	Categoria Conteúdo de autoria dos estudos da revisão integrativa.....	53
<b>Quadro 15:</b>	Categoria Financeira de autoria dos estudos da revisão integrativa.....	55
<b>Quadro 16:</b>	Modelo de análise.....	57
<b>Quadro 17:</b>	Teses e dissertações da plataforma CAPES.....	58
<b>Quadro 18:</b>	Resultado da plausibilidade da proposta de categorização.....	73
<b>Quadro 19:</b>	Modelo de análise final.....	86

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Exemplo de Realidade Aumentada.....	18
<b>Figura 2:</b> Estudante utilizando aplicativo de Realidade Aumentada- Material SENAI.....	35
<b>Figura 3:</b> Aula com Realidade Aumentada- Material SENAI.....	35
<b>Figura 4:</b> Design do aplicativo RA modelo 3D.....	47
<b>Figura 5:</b> Aplicativo de aprendizado móvel com RA.....	54

## LISTA DE SIGLAS

RA-	Realidade Aumentada
TIC-	Tecnologias de Informação e Comunicação
SSF-	<i>Systematic Search Flow</i>
SENAI-	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
ONU-	Organização das Nações Unidas
OIT-	Organização Internacional do Trabalho
Apps-	<i>Applications</i>
TCLE-	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CAPES-	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
VRML-	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
EAD-	Ensino a Distância

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
1.1 Objetivos .....	15
<b>2. REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO</b> .....	<b>17</b>
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	<b>24</b>
3.1 Identificar na literatura atual os temas sobre barreiras, dificuldades e desafios para adoção de RA no processo de ensino-aprendizagem .....	26
3.2. Classificar as barreiras identificadas em categorias .....	27
3.3. Validar a plausibilidade da categorização proposta .....	30
3.3.1 FASE 1 - Análise documental de teses e dissertações .....	30
3.3.2 FASE 2 - Entrevista com um grupo focal de experts .....	32
3.4 Relevância do caso SENAI para a investigação .....	33
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>38</b>
4.1. Identificação, na literatura atual, das barreiras, dificuldades e desafios para adoção de RA no processo de ensino-aprendizagem.....	38
4.2. Classificação das barreiras identificadas em categorias .....	40
4.2.1. Categoria Técnica.....	42
4.2.2. Categoria Adesão .....	45
4.2.3. Categoria Usabilidade e interação com o usuário.....	48
4.2.4. Categoria Aprendizado .....	51
4.2.5. Categoria Conteúdo .....	53
4.2.6. Categorias Financeira .....	55
4.3. Validação da plausibilidade da categorização proposta .....	56
4.3.1. Aplicação da categorização proposta para identificar barreiras mencionadas em teses e dissertações .....	57
4.3.1.1 Categoria Técnica.....	59
4.3.1.2 Categoria Adesão .....	65
4.3.1.3 Categoria Usabilidade e interação com o usuário.....	67
4.3.1.4 Categoria Aprendizado .....	68
4.3.1.5 Categoria Conteúdo .....	69
4.3.1.6 Categoria Financeira .....	71
4.4.1. Observação das percepções de um conjunto de experts quanto à plausibilidade das categorias propostas .....	74
4.4.2. Categorização final proposta .....	85
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>88</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>90</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>97</b>

## INTRODUÇÃO

A tecnologia avança em uma dimensão acelerada, possibilitando um maior acesso à informação e à comunicação. Nesse contexto, a educação aos poucos se apropria desse avanço e tem buscado inovar seus processos de aprendizagem, com intuito de possibilitar e socializar o acesso ao conhecimento.

A influência das tecnologias digitais na educação tem proporcionado avanços e aprimorado os métodos tradicionais de ensino, buscando facilitar o aprendizado por parte dos alunos e também alterando a forma como o professor planeja a construção do conhecimento. Segundo estudiosos do uso das tecnologias em educação, Mattar (2010), Carvalho e Ivanoff (2010), Kenski (2012), os recursos digitais podem facilitar de várias maneiras os processos de ensino e aprendizagem. Em uma aula, por exemplo, que seria basicamente expositiva, esses recursos são capazes de ajudar professores e alunos a construir conceitos e compartilhar conhecimentos, criando um ambiente mais dinâmico e interativo para todos os envolvidos. A tecnologia inserida no contexto educacional, enquanto ferramenta de aprendizagem, pode proporcionar o desenvolvimento de competências e habilidades durante o aprendizado, inerentes aos futuros profissionais.

Para Schwab (2016), no início do século XXI, começou uma transição de época a quarta Revolução Industrial. Os autores Aires, Kempner e Freire (2017) investigaram as competências requeridas aos profissionais da quarta Revolução Industrial, e constatou que as competências para Indústria 4.0 são: criatividade, inovação, comunicação, solução de problemas e conhecimentos técnicos.

Inserido nesse processo, o mercado está cada vez mais exigente, buscando por profissionais eficientes com diferentes habilidades para lidar com as tecnologias emergentes. A Indústria 4.0, está mudando a forma de trabalhar e se relacionar com o ambiente em que se vive.

Ao introduzir os conceitos-chaves da indústria 4.0, produto inteligente, máquinas inteligentes, Realidade Aumentada, caminha-se para a “*Smart Factory*” em que a realização dos processos apoia-se nas informações recolhidas, tanto no mundo virtual como no mundo físico. (RIBEIRO, 2017, p. 68)

Dessa forma, entende-se que a pesquisa acadêmica contribui para a compreensão sobre os desafios do processo formativo desta nova geração, ao mesmo tempo em que aponta novas diretrizes para a construção de competências em suas diversas configurações. As tecnologias recentes, como *Big Data Analytics*, Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Internet das Coisas, *Cloud Computing* e outros avanços podem ser melhor direcionados para que os alunos aprendam sua aplicação, com intuito de reduzir a lacuna entre acadêmicos e Indústria 4.0, como contribui Ellahi, Khan e Shah (2019). Deste modo, percebe-se a possibilidade de desenvolver para próximas gerações, habilidades relacionadas a capturar, analisar e comunicar dados através dessas infraestruturas de Tecnologias de Informação e Comunicação. A aprendizagem móvel tem a vantagem de poder ser usada dentro e entre contextos, tais experiências podem auxiliar no desenvolvimento de habilidades colaborativas, incentivando os alunos a trabalhar juntos para resolver problemas, perspectivas e cooperativamente encontrar soluções criativas e críticas, de acordo Lee et al. (2016).

Segundo a definição de Azuma (2017), a Realidade Aumentada (RA) proporciona uma vivência imersiva que sobrepõe objetos 3D virtuais, resultando numa experimentação ilusória dos objetos virtuais no ambiente. Nesse sentido, a RA oferece novas possibilidades para os alunos, ampliando a sala de aula, melhorando a experiência de aprendizagem e o nível intelectual dos estudantes, com o intuito de potencializar o percurso norteador do processo de ensino-aprendizagem.

Nesse sentido, Sampaio e Almeida (2016) concluíram que a introdução da RA na sala de aula melhorou a qualidade geral do ensino e da aprendizagem, aumentando a concentração e essencialmente motivando os alunos a superar suas dificuldades. Os resultados mostraram que após a realização dos exercícios os alunos cometeram menos erros e tiveram uma melhoria significativa na compreensão do conteúdo.

Assim, uma das possibilidades que a Realidade Aumentada poderá proporcionar para o usuário é ampliação do conhecimento que possui em relação ao objeto de estudo através das experiências virtuais.

Porém, existem contradições no processo de adoção da RA nos espaços educacionais, como apresentam Alsadoon e Alhussain (2019). Em suas pesquisas,

apontam que as instituições de ensino tem uma atitude positiva em relação ao uso de RA, os professores acreditam e confiam em seu potencial para enriquecer o ambiente de aprendizagem. Porém não o usavam a tecnologias em suas aulas, o corpo docente apontou preocupações sobre algumas barreiras que podem impactar a implementação da RA no ambiente educacional. O estudo focou em investigar a relação e a opinião dos professores e instituição acerca do uso da RA, ainda que os docentes tenham comentado sobre a existência de barreiras para inclusão da tecnologia em suas aulas, esse ponto não foi analisado no estudo.

Entretanto, os autores Akçayir e Akçayir (2017) destacam que uma das razões mais importantes pelas quais essa tecnologia está mais acessível é que ela já não precisa de um *hardware* caro e equipamento sofisticado. Logo, questiona-se o porquê da tecnologia RA não estar incorporada na maioria das configurações de sala de aula, uma vez que, como ressaltam Bacca et al. (2015), ainda poucas instituições de ensino utilizam a tecnologia Realidade Aumentada no processo educacional.

Na mesma linha, Souza, Winkler e Brito (2019) analisaram o conhecimento atual sobre o tema e concluíram que existem poucos estudos que abordam as barreiras para adoção de RA na educação. Nota-se a importância de identificar as barreiras, dificuldades e desafios para adoção da RA no processo de ensino e aprendizagem, com intuito de contribuir para esta área, visto que há uma carência de estudos sobre essa temática. Nessa perspectiva, a categorização proposta poderá auxiliar as instituições de ensino e docentes a conhecerem e identificarem qual ou quais barreiras impossibilitam a adoção da RA no seu contexto educacional.

Considerando o exposto, emerge a questão norteadora desta pesquisa: Como podem ser categorizadas as barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem?

## 1.1 Objetivos

Este trabalho tem como Objetivo Geral propor uma categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem.

Como Objetivos Específicos pretende-se:

- Identificar as barreiras, dificuldades e desafios para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem;
- Classificar as barreiras, dificuldades e desafios em categorias;
- Validar a categorização proposta.

O trabalho está organizado em cinco capítulos, estruturados da seguinte forma:

**Capítulo 1- Introdução:** Apresenta os principais pontos abordados da pesquisa, como também a definição do problema, objetivos e de maneira breve os aspectos metodológicos.

**Capítulo 2- Realidade Aumentada na Educação:** Contextualiza sobre a tecnologia Realidade Aumentada, apresentando algumas áreas que são possíveis de aplicações como: entretenimento, publicidade, engenharias e outros. Caracteriza também a relação da Realidade Aumentada com a educação quanto os seus pontos positivos, as barreiras, dificuldades e desafios.

**Capítulo 3- Metodologia:** apresenta o percurso metodológico para alcançar os objetivos. Quanto ao tipo de pesquisa e aspectos metodológicos, este trabalho caracteriza-se por uma pesquisa exploratória qualitativa, realizada em duas etapas. Na primeira etapa foi feita uma revisão integrativa da literatura atual sobre barreiras, dificuldades e desafios para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem. Em seguida, as barreiras observadas na literatura atual foram agrupadas em categorias. Na segunda etapa, a categorização foi validada em duas fases: análise documental para identificar as barreiras mencionadas em Teses e Dissertações e em entrevista com um grupo focal de experts de uma instituição de ensino profissionalizante, para observar suas percepções quanto às categorias propostas.

**Capítulo 4- Resultados e Discussão:** são apresentados e discutidos os resultados das duas etapas da pesquisa, como as barreiras, dificuldades e desafios identificadas revisão integrativa e a validação da categorização proposta, após análise das Teses e Dissertações e a entrevista com o grupo focal, depois de atendida a sugestão de inclusão de uma categoria adicional.

**Capítulo 5- Considerações Finais:** Apresenta nas conclusões uma ressalva sobre um momento histórico em que o mundo vivencia com o tema abordado nesta pesquisa. Além de sugerir pesquisas futuras.

## 2. REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO

As tecnologias estão incorporadas no cotidiano da sociedade e a informação está mais acessível, conseqüentemente as TIC's geram impactos no ensino. Tori (2018) traz que a linguagem e cultura da nova geração de aprendizes são diferentes dos métodos e técnicas educacionais que estão sendo utilizadas. As novas gerações se sentem entediadas em ficar horas sem utilizar recursos digitais, esse novo perfil de estudantes exige mudanças nas estratégias de acesso ao conhecimento. As instituições e os professores precisam se preparar para integrar essa realidade em suas práticas pedagógicas.

A educação presencial pode e deve incorporar, aos avanços metodológicos, tecnologias, ferramentas e conteúdos desenvolvidos para o ensino online. [...] Para educar, é necessário quebrar barreiras, reduzir distâncias. Para isso, existem inúmeros meios, tais como sala de aula, lousa, projetores, dinâmica de grupo, laboratórios, bibliotecas, aplicativos, ambientes virtuais, comunidades, fóruns, redes sociais, simuladores, jogos, telepresença e realidade virtual ou aumentada. (TORI, 2018, p. 26)

Neste sentido, a tecnologia pode colaborar no processo de aprendizagem quando adaptada à prática pedagógica dos docentes, assim, a Realidade Aumentada está entre as possibilidades tecnológicas que podem ser aplicadas na educação.

As bases da Realidade Aumentada surgiram na década de 1960, com o pesquisador Ivan Sutherland, que prestou duas contribuições importantes: escreveu um artigo, e realizou a primeira experiência de visualização de objetos 3D no ambiente. A Realidade Aumentada foi introduzida pela primeira vez como uma ferramenta de treinamento para pilotos de linhas aéreas e da Força Aérea durante os anos 90, conforme Caudell e Mizell (1992).

A Realidade Aumentada é uma tecnologia presente há mais de dez anos no mundo e está se tornando cada vez mais comum nos dias atuais. De acordo com a definição clássica de Azuma et al. (2018), a Realidade Aumentada é um sistema que complementa o mundo real com objetos virtuais (gerados por computador) que parecem coexistir no mesmo espaço que o mundo real. Nessa perspectiva, é uma extensão do mundo físico, permitindo que os elementos virtuais sejam vistos em ambientes reais, assim a RA não substitui o mundo físico, complementa e o

expande. Os autores Claudio Kirner e Robson Siscoutto (2007), acrescentam que a Realidade Aumentada é o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, usando algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real.

Tori, Kirner e Siscoutto (2006) explicam que são várias possibilidades de aplicações de Realidade Aumentada, podendo ser usadas em diversas áreas, tais como: entretenimento, publicidade, treinamento militar, engenharias e outros. A área da educação vem aumentando o interesse pela tecnologia, observa-se que são várias possibilidades que a Realidade Aumentada pode proporcionar na aprendizagem, como o aumento da interatividade dos alunos durante as aulas, maior engajamento dos discentes com o conteúdo e possibilidade de melhorar a metodologia de ensino. A Figura 1, expressa a interação do aluno com a tecnologia.

**Figura 1:** Exemplo de realidade aumentada



Fonte: Adaptado de Tang; Au e Leung (2018)

A Realidade Aumentada trata-se de uma das tecnologias habilitadoras da Indústria 4.0, e já está sendo incorporada em alguns processos industriais. No entanto, é uma postura visionária, aproximar da tecnologia RA os futuros profissionais ainda no processo de aprendizagem, podendo contribuir na familiarização e no desenvolvimento de habilidades, reduzindo as dificuldades de adaptação desses profissionais no momento de inserção no mercado. Como Rubmann et al. (2015) ressaltam, a educação também deve se transformar para preparar os alunos para esse novo contexto da indústria e para as novas e incessantes demandas sociais.

O filósofo Pierre Lévy é o criador do termo Tecnologias Inteligentes e precursor da Cibercultura, traz a teoria da inteligência coletiva a partir de diferentes conceitos, pontuando o impacto social que o computador e suas Tecnologias Inteligentes trouxeram para a sociedade. Para Lévy (1993), essas tecnologias podem auxiliar na transmissão do saber e na troca de conhecimento, ou seja, as máquinas inteligentes se comunicam entre elas de maneira eficiente. Poder integrar essas possibilidades tecnológicas as estratégias de ensino, poderá potencializar e aperfeiçoar as competências dos alunos. Assim, aprenderão a tomar decisões com base em informações e conhecimentos disponíveis, ao invés de lembrar soluções predeterminadas, segundo Pauw et al. (2015).

O acesso à tecnologia nas salas de aulas, poderá possibilitar uma aprendizagem mais desafiadora ao trazer para prática o conteúdo exposto em aula, além da interação dos usuários com a ferramenta, os alunos poderão se comunicar entre si e com o docente que estará conduzindo todo o processo.

No final dos anos 2000, os sistemas passaram a explorar intensivamente a Internet e incorporaram mais inteligência, em função dos avanços tecnológicos em todas as áreas. Isso contribuiu para que as interfaces e aplicações baseadas em realidade virtual e realidade aumentada rompam a barreira da dificuldade de acesso e de uso, tornando-se mais populares. Surgem, assim, aplicações de realidade aumentada de baixo custo, com alta disponibilidade (na Internet), de fácil customização (independentes de programação), fáceis de usar (intuitivas) e com execução em plataformas computacionais comuns, que iniciam efetivamente o avanço no uso popular das interfaces, até então estagnadas na era das janelas. (KIRNER E KIRNER, 2011, p. 23)

Visto que houve um crescimento ao acesso à internet, impulsionando os avanços tecnológicos e conseqüentemente aproximando o usuário da RA, em função do aumento da capacidade de processamento dos equipamentos pessoais como *smartphones*, computadores, dispositivos móveis, entre outros. Essa aproximação dos usuários com a tecnologia proporcionou alguns benefícios para educação, os estudos a seguir salientam o potencial da RA no processo ensino aprendido.

No trabalho dos autores Kiryakova, Angelova e Yordanova (2018), foi realizada uma análise sobre ferramentas e tecnologias inovadoras e eficazes que podem contribuir para transformar a educação. O objetivo do trabalho foi revelar o potencial da Realidade Aumentada para transformar a educação tradicional em educação

inteligente. Um dos resultados apresentados no estudo, abordou as contribuições do uso da RA no ambiente e nos processos de aprendizagem. Na análise sobre as vantagens, observou-se melhorias na aprendizagem dos alunos, por meio do estímulo ao sentido de responsabilidade pelo próprio aprendizado; aumento da motivação e satisfação na realização das tarefas atribuídas; melhoria na apreensão de conceitos complexos e abstratos; desenvolvimento de habilidades práticas.

Ainda nos resultados do estudo de Kiryakova, Angelova e Yordanova (2018) apresentaram vantagens no ambiente de aprendizagem, levando à relação do mundo real e virtual que conduz ao ambiente híbrido, no qual foi observado o estímulo a criatividade, curiosidade, consciência contextual, colaboração entre os participantes no processo de aprendizagem, além de facilitar comunicação adaptada às capacidades e necessidades individuais do multissensorial, que consiste na estimulação ativa dos sentidos primários: tato, audição e visão. Os autores ainda, observaram ganhos no processo de aprendizagem por jogos, fazendo gamificação, conectando ao mundo real abordagens de aprendizado interativo, com interação bidirecional, elementos multimídia integrados e interativos, atividades e tarefas dinâmicas, dependendo do contexto, adaptados aos interesses dos alunos.

Belo (2018), identificou em seus estudos que um dos principais objetivos da aplicação da RA em ambientes de aprendizagem, é transformar aprendizagem simples em experiência de aprendizagem motivacional. Quase um terço dos estudos implementou elementos de design de aprendizagem baseada em jogos e simulação, assim os elementos de design como placares ou crachás, pontos e recompensas, são implementados para incentivar o aprendizado dos alunos. A associação de novos equipamentos e tecnologias ao processo de ensino, tem o intuito de complementar a educação presencial e a distância, possibilitando aos docentes elevar a atenção dos estudantes durante as aulas e fora da sala de aula, direcionando a aprendizagem e o interesse dos jovens por esses recursos tecnológicos.

Alsadoon e Alhussain (2019) conduziram um estudo que teve como objetivo analisar a possibilidade de implementar a aplicação de Realidade Aumentada no ensino superior. Os resultados mostraram que a faculdade tem uma atitude positiva em relação ao uso da RA e confia no potencial da tecnologia para enriquecer o

ambiente de aprendizagem. No Quadro 1, apresenta a atitude do corpo docente em relação ao uso da RA na educação superior. Destacando-se que o uso da RA na educação possibilita melhorar a interação do conteúdo com o aluno, estimula a criatividade e engajamento. Levantando algumas possibilidades de melhorias no processo ensino-aprendizagem com a tecnologia RA.

**Quadro 1:** Atitude do corpo docente em relação ao uso de RA na educação (tradução nossa)

Items	Strongly agree	Agree	Neutral	Disagree	Strongly disagree	M	SD
1 Use of Augmented Reality in education enhances student-content interaction	20 30%	36 55%	9 14%	1 1%	0	4.1	0.69
2 Use of Augmented Reality in education enhances students' creativity	22 33%	30 46%	14 21%	0	0	4.1	0.73
3 Use of Augmented Reality in education makes learning more apprehendable	17 26%	33 50%	15 23%	1 1%	0	4	0.74
4 Use of Augmented Reality in education enhances students' engagement	18 27%	36 55%	9 14%	3 4%	0	4.0	0.77
5 Use of Augmented Reality in education motivates students to learn	18 27%	32 49%	15 23%	1 1%	0	4.0	0.75
6 Use of Augmented Reality in education helps grab students' attention	19 29%	29 44%	15 23%	3 4%	0	3.9	0.84
7 Use of Augmented Reality in education increases students' enjoyment	19 29%	33 50%	14 21%	0	0	4.0	0.71
8 Use of Augmented Reality in education increases students' satisfaction	14 21%	31 47%	21 32%	0	0	3.8	0.72
9 Use of Augmented Reality in education facilitates learning abstract concepts	14 21%	41 52%	17 26%	1 1%	0	3.9	0.72
10 Use of Augmented Reality in education provides a safe learning environment rather than conducting dangerous experiences	13 20%	29 44%	20 30%	4 6%	0	3.7	0.83
11 Use of Augmented Reality in education supports authentic learning	12 18%	36 55%	17 26%	1 1%	0	3.8	0.70
12 Use of Augmented Reality in education provides students with learning that matches their learning styles	12 18%	36 55%	17 26%	0	1 1%	3.8	0.75
13 I would like to use Augmented Reality in my teaching	20 30%	28 43%	14 21%	4 6%	0	3.9	0.90
14 In general, Augmented Reality is a useful application in education	18 27%	35 54%	12 18%	1 1%	0	4.0	0.72

Fonte: Alsadoon e Alhussain (2019)

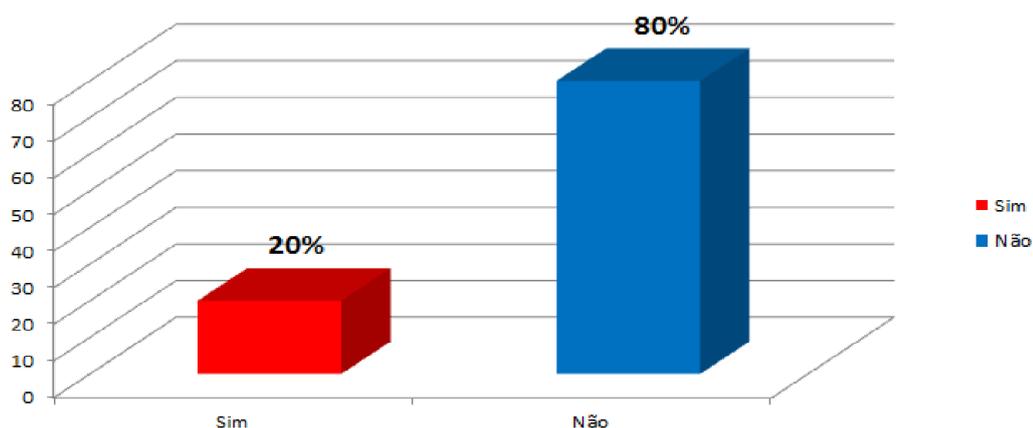
Percebe-se que a tecnologia RA, é promissora, que tem o potencial de incentivar a imaginação dos alunos, estimular pensamento criativo, revelar suas habilidades cognitivas, colaboração e capacidade de resolução de problemas, que compõem as denominadas habilidades necessárias no século XXI, para transformar conhecimento em vez de apenas recebê-los. Porém, há uma contradição no que diz respeito às barreiras para adoção da tecnologia RA no processo de ensino aprendido. Os estudos Akçayir, Akçayir (2017) trazem que a RA está mais acessível, não precisando de equipamentos sofisticados para usar tecnologia. Por

outro lado, Souza (2014) ressalta que os *softwares* de melhor qualidade são pagos, sendo necessário um investimento. Nesse sentido, os estudos a seguir abordarão as barreiras e desafios que dificultam a adoção da tecnologia por parte dos usuários.

Ainda no estudo de Alsadoon e Alhussain (2019), após experiências com RA envolvendo docentes, os autores apontam alguns obstáculos que dificultam a implantação de RA, como *software* com baixa qualidade e a necessidade de melhor infraestrutura. Durante as experiências o aplicativo apresentou erros e travou, acabando por desmotivar os usuários, além de problemas no laboratório que estava sendo usado no momento.

No estudo de Souza (2014), foi desenvolvido um *software* de Realidade Aumentada para contribuir no processo de aprendizagem em uma disciplina de exatas. Antes da experiência, os alunos do curso de engenharia de produção, responderam a um questionário. Na 1ª etapa, antes do uso do *software*, uma das perguntas questionava se os alunos já tinham aprendido algum conteúdo matemático com a utilização de algum *software*. As respostas indicaram que apenas 20% dos alunos já tinham aprendido através de algum aplicativo, conforme apresentado no Gráfico 1.

**Gráfico 1:** Alunos que aprenderam conteúdo matemático utilizando um *software*



Fonte: Souza (2014)

Nota-se que são poucos alunos que conhecem ou já tiveram alguma experiência com tecnologias no processo ensino aprendizagem. Percebe-se que a falta de infraestrutura física e tecnológica nas instituições de ensino é um fator limitador para aproximar docentes e discentes ao uso da tecnologia.

Apesar de todas as áreas do conhecimento devem usufruir dos benefícios da realidade aumentada, ensino, aprendizagem e treinamento, deverão particularmente passar por uma grande evolução com novas formas de relacionamento do estudante com professor, colegas e informação, propiciados pela mistura do real com o virtual. (TORI, KIRNER e SISCOOTTO, 2006, p. 33)

Observa-se mais uma barreira que pode impossibilitar adoção da RA na educação: a falta de planejamento das aulas para integrar a tecnologia. Dessa forma, o professor precisa organizar a aula para utilizar a tecnologia, sendo um intermediador e o aluno se torna mais participativo nesse processo. Os autores Bacca et al. (2015) apontam que, a maioria das configurações de sala de aula do ensino técnico e superior ainda não estão incorporadas às tecnologias de Realidade Aumentada, salienta que uma das barreiras para pouca aderência é o envolvimento dos professores de forma tímida no processo de desenvolvimento da tecnologia.

Percebe-se que mudar a metodologia do ensino tradicional para adoção de novas tecnologias, como a Realidade Aumentada, é um desafio para muitas instituições e professores. Nota-se também uma carência de estudos que analisam as barreiras para adoção da tecnologia RA para fins educacionais. Nessa perspectiva, esta pesquisa busca apresentar uma proposta de categorização das barreiras a fim de auxiliar as instituições e docentes a conhecer melhor as dificuldades, para assim diluírem as barreiras. A partir do Capítulo 4, essas barreiras e desafios serão abordadas, ampliando as discussões sobre o assunto em questão. No Capítulo a seguir serão descritos os procedimentos metodológicos adotados nesta pesquisa.

### 3. METODOLOGIA

Segundo Gil (2007) desenvolve-se uma pesquisa por um processo composto de várias etapas, desde a elaboração do problema até a apresentação dos resultados e discussões. Esses processos da pesquisa resultam na resposta do problema apresentado.

Para Gerhardt e Silveira (2009), os procedimentos metodológicos envolvem as técnicas que serão usadas e os tipos de pesquisa para coleta e análise de dados, além do detalhamento das etapas e procedimentos que serão adotados. A seguir, será detalhado os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa.

Quanto a natureza da pesquisa, segundo Silveira e Córdova (2009) pode ser básica ou aplicada. Pesquisa básica tem como finalidade produzir novos conhecimentos, para contribuir com o progresso da ciência, não sendo necessária aplicação prática. Já a pesquisa aplicada tem como finalidade utilizar os conhecimentos adquiridos em aplicação prática, direcionados a solucionar problemas específicos.

Esta pesquisa corresponde à natureza aplicada, propõe uma categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem, que possa colaborar para esta área, pois são poucos estudos acerca dessa temática, que acabam por impossibilitar a adesão da RA no processo de ensino e aprendizagem.

Quanto à abordagem da pesquisa, é qualitativa. De acordo com Silveira e Córdova (2009), a pesquisa qualitativa aproxima o pesquisador do fenômeno em estudo, podendo utilizar várias fontes de dados, buscando explicações para os questionamentos. Levy (2005) ressalta que os métodos qualitativos possibilitam novas hipóteses a serem investigadas pelos pesquisadores. Essa abordagem possibilitará a criação da proposta de categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada nos processos de ensino-aprendizagem, que servirá como suporte para instituições de ensino e docentes compreenderem e adotarem ações para minimizá-las.

Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, que segundo Silveira e Córdova (2009) proporciona maior familiaridade com o problema, visando melhor compreensão das informações. Esta modalidade possibilita investigar um problema de forma mais complexa, resultando em análises detalhadas dos fatos ou objetos analisados. Portanto, esta pesquisa define-se por identificar as barreiras, dificuldades e desafios para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem e como analisarmos de modo a contribuir para adesão da tecnologia.

O Quadro 2, ilustra as categorias teóricas que apoiam este estudo e seus respectivos autores.

**Quadro 2:** Categorias teóricas

<b>Realidade Aumentada</b>	Azuma et al. (2018) Kirner e Siscoutto (2007)
<b>Educação</b>	Mattar (2010) Carvalho e Ivanoff (2010) Kenski (2012) Kiryakova; Angelova e Yordanova (2018)
<b>Barreiras</b>	Alsadoon e Alhussain (2019) Lopes et al. (2019) Akçayir e Akçayir (2017)

Fonte: Própria

A relação entre os Objetivos Específicos desta pesquisa e os procedimentos metodológicos adotados estão ilustrados no Quadro 3.

**Quadro 3:** Relação entre objetivos e metodologia

Objetivos Específicos	Procedimentos Metodológicos
1) Identificar as barreiras, dificuldades e desafios para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem.	Revisão integrativa da literatura atual.
2) Classificar as barreiras, dificuldades e desafios em categorias.	Agrupamento das barreiras observadas na literatura atual em categorias.
3) Validar a categorização proposta	Análise documental de Teses e Dissertações.
	Entrevista com um grupo focal de experts.

Fonte: Própria

Cada etapa é descrita detalhadamente nas próximas seções.

### **3.1 Identificar na literatura atual os temas sobre barreiras, dificuldades e desafios para adoção de RA no processo de ensino-aprendizagem**

Este primeiro objetivo específico será alcançado através de uma revisão de literatura integrativa. Conforme Fonseca (2002), qualquer pesquisa científica inicia-se por uma pesquisa bibliográfica. A investigação de referenciais teóricos já publicados permite ao pesquisador conhecer os estudos já feitos sobre o tema de interesse. Deste modo, o levantamento bibliográfico auxiliará para desenvolver a proposta de categorização.

O método adotado será o Systematic Search Flow (SSF), criado por Ferenhof e Fernandes (2016). Segundo os autores o SSF refere-se a uma metodologia rigorosa, que garante clareza evitando o viés do pesquisador. O método SSF é composto por quatro fases e oito atividades.

Nesta fase é elaborado o protocolo de pesquisa, contendo cinco atividades, a saber: estratégia de busca, consulta em base de dados, gestão de documentos, padronização e seleção dos documentos, composição do portfólio de documento, conforme detalhado no Quadro 4. Nesse protocolo de pesquisa estará detalhado a primeira etapa da pesquisa bibliográfica, que concentra na busca por artigos.

**Quadro 4:** Protocolo de pesquisa

<b>Fase 1- Protocolo de Pesquisa</b>	
<b>Atividade 1</b> <b>Definição do Protocolo de Pesquisa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>Definição das palavras de busca em inglês:</b> ("augmented reality" OR "mixed reality" OR "extended reality") AND (education OR learning) AND (barrier OR challenge OR difficulty).</li> <li>•<b>Em português:</b> ("realidade aumentada" OU "realidade mista" OU "realidade ampliada") AND (educação OU aprendizado) AND (barreira OU desafio OU dificuldade).</li> <li>•<b>Aplicação:</b> título, resumo e palavras-chave.</li> <li>•<b>Critérios de inclusão e exclusão.</b></li> </ul>
<b>Atividade 2</b> <b>Consulta em Base de Dados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•<b>As bases de dados escolhidas foram:</b> Science-Direct, Scielo, Scopus.</li> <li>•<b>Filtros para pesquisa nas bases de dados:</b> período entre 2014 a 2019.</li> <li>•<b>Tipo de publicação:</b> revisão ou artigos de pesquisa.</li> </ul>
<b>Atividade 3</b> <b>Gestão de Documentos</b>	Para a organização das bibliografias, foi utilizado o <i>software</i> de gerenciamento de referências o Mendeley ( <a href="http://www.mendeley.com">www.mendeley.com</a> ) devido ao seu visualizador de PDF integrado e o seu citador automático para o <i>Microsoft Word</i> .
<b>Atividade 4</b> <b>Padronização e Seleção dos Artigos</b>	Esta fase compreende a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave de cada artigo, sendo selecionado, apenas os que tiveram aderência com o tema de pesquisa. Uma segunda filtragem será realizada, visando manter documentos aos quais tiverem acesso ao texto integral de maneira gratuita.
<b>Atividade 5</b> <b>Composição do Portfólio</b>	Nessa fase foi feita a leitura de cada artigo, com intuito de realizar um novo filtro, deixando apenas publicações alinhadas ao objetivo da pesquisa, para assim ser feito o portfólio final.

Fonte: Própria

### 3.2. Classificar as barreiras identificadas em categorias

Este segundo objetivo específico será alcançado seguindo-se as Fases 2 a 4 do método SSF:

- Na Fase 2 (atividade seis) é realizada a consolidação dos dados apurados na primeira fase;
- A Fase 3 (atividade sete) destina-se a sintetizar e estruturar os dados obtidos com a análise dos documentos;
- A Fase 4 (atividade oito) se refere à consolidação dos dados, encerrando-se com a redação do trabalho.

Sendo assim, foram feitas as pesquisas nas bases de dados Science-Direct, Scielo, Scopus. Os filtros utilizados foram o período entre 2014 – 2019 e os delimitadores como: palavras-chave, título, resumo, artigos de revisão e artigos de pesquisa. Na base de dados Science-Direct, também foi utilizado o filtro “título de publicação”, que são: computadores e educação, sistemas de computador de geração futura, resultando em cento e quinze artigos encontrados. Na base de dados da Scielo, foram encontrados dois artigos e na Scopus cento e sessenta e três trabalhos, totalizando duzentos e oitenta artigos para serem analisados. Na fase 2 (atividade seis), de análise, é realizado o filtro dos trabalhos após a leitura e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão.

Critério de inclusão:

- trabalhos que tratassem das barreiras para adoção de tecnologias educacionais em RA;
- trabalhos que tivessem foco nas barreiras que inibem a difusão das tecnologias educacionais de RA.

Critérios de exclusão:

- trabalhos que não tivessem metodologia bem clara;
- trabalhos não disponíveis na íntegra;
- trabalhos que não avaliassem as barreiras para a adoção de tecnologias educacionais em RA;
- trabalhos que abordassem RA em educação especial.

O número de documentos selecionados em cada etapa pode ser verificado no Quadro 5. Para organizar os dados das publicações, foi utilizado o *software* de gerenciamento de referências para o formato de planilha, gerando a Matriz do

Conhecimento, conforme Ferenhof e Fernandes (2016). Através dos resultados da Matriz do Conhecimento, foi extraído as principais informações da revisão integrativa.

**Quadro 5:** Atividades e número de documentos recuperados

<b>Fase 2- Análise</b>	
<b>Atividade</b>	<b>Número de Documentos</b>
Busca nas bases (Science-Direct, Scielo, Scopus)	280
Excluindo documentos duplicados	272
Primeiro filtro (Leitura dos títulos, resumos e palavras-chave)	98
Segundo filtro (Acesso ao texto integral de maneira gratuita)	89
Terceiro filtro (Leitura dos textos completos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão)	28
Portfólio final	28

Fonte: Própria

Nos vinte e oito artigos selecionados, foi feito o levantamento das barreiras, dificuldades e desafios para adoção da RA na educação, com intuito de agrupar e organizar as barreiras correlacionadas. Foram criadas seis categorias que serão apresentadas no Capítulo 4, intitulado Resultados e discussão.

### 3.3. Validar a plausibilidade da categorização proposta

O terceiro objetivo específico foi subdividido em duas fases, detalhadas a seguir.

#### 3.3.1 FASE 1 - Análise documental de teses e dissertações

Nesta Fase, foram analisadas as barreiras mencionadas em Teses e Dissertações selecionadas a partir do banco de dados da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Ao iniciar a pesquisa no banco de dados CAPES, em busca de Teses e Dissertações, referente às palavras: “barreira” ou “dificuldade” ou “desafio” e “realidade aumentada” ou “realidade mista” ou “ampliada” e “educação” ou “aprendizado” ou “ensino”, surgiram alguns desafios devido apresentar erro na busca. Logo, as palavras que seriam sinônimos foram colocadas em buscas separadas, por zelo e garantia do resultado. Foi usado a *string* de busca:

Em português:

“realidade aumentada” and “barreira” and “educação”

“realidade mista” and “aprendizado” and “desafio”

“realidade ampliada” and “educação” and “dificuldade”

“realidade aumentada” and “ensino” and “desafio”

Em inglês:

“augmented reality” and “barrier” and “education”

“mixed reality” and “learning” and “challenge”

“extended reality” and “education” and “difficulty”

“augmented reality” and “teaching” and “challenge”

As opções de filtros disponíveis na plataforma CAPES também não auxiliaram muito na seleção dos trabalhos, além do período de 2014 – 2019, alguns filtros foram utilizados como: “área de conhecimento”, no qual foi selecionado a opção educação e no filtro “área de concentração” foi pesquisado o termo educação. Em

seguida foram selecionadas as áreas: aplicação e desenvolvimento de tecnologias digitais e métodos de ensino na educação; ciência, tecnologia e educação (foram selecionadas as duas opções que apareceram nessa área); design, educação e inovação; desenvolvimento profissional e educação; educação científica, matemática e tecnológica; educação e contemporaneidade; educação tecnológica; tecnologia na educação. Foram selecionadas as áreas que tivessem mais associadas com educação e tecnologia para uma análise mais detalhada. No Quadro 6, apresenta as *string* de busca e a quantidade de Teses e Dissertações do banco de dados da CAPES.

**Quadro 6:** Protocolo utilizado na pesquisa de teses e dissertações

<b>Termo Usado na Pesquisa Banco de Dados CAPES</b>	<b>Total de Teses e Dissertações Encontrados</b>
"realidade aumentada" and "barreira" and "educação"	412
"realidade mista" and "aprendizado" and "desafio"	412
"realidade ampliada" and "educação" and "dificuldade"	412
"realidade aumentada" and "ensino" and "desafio"	412
"augmented reality" and "barrier" and "education"	1
"mixed reality" and "learning" and "challenge"	0
"extended reality" and "education" and "difficulty"	0
"augmented reality" and "teaching" and "challenge"	4

Fonte: Própria

Pela incidência dos trabalhos, pode-se notar uniformidade do uso dos termos, porém, essa uniformidade gera um maior volume de trabalhos duplicados. Feitas as oito buscas expostas, o resultado total de Teses e Dissertações foram mil seiscentos e cinquenta e três.

Para organização dos trabalhos foi utilizado o *software* de gerenciamento de referências Mendeley ([www.mendeley.com](http://www.mendeley.com)). No primeiro filtro, foram excluídos mil cento e vinte trabalhos duplicados. O segundo filtro, leitura dos títulos e linhas de pesquisa, foram identificadas trezentos e noventa e cinco pesquisas fora do contexto selecionado. O terceiro filtro, leitura do resumo, foram excluídos noventa e

dois trabalhos. Quarto filtro, leitura completa e aplicação de critérios de inclusão e exclusão, sendo os mesmos utilizados na metodologia apresentada anteriormente.

Nesta etapa, foram excluídos vinte e oito trabalhos devido não corresponderem o objetivo em análise. A pesquisa incluiu os trabalhos que abordaram diferentes níveis e modalidades da educação, deu-se pela importância da realização de um mapeamento dos estudos com o uso de RA no processo de ensino e aprendizagem, com vistas a conhecer o estado da arte e as respectivas barreiras para adoção da tecnologia RA. Uma vez concluída essa etapa da pesquisa, analisou com maior ênfase, os dezoito trabalhos selecionados, sendo três Teses e quinze Dissertações, levantadas na base de dados da CAPES, dos quais, os objetivos de interesse tenham relação com o foco desta pesquisa.

### **3.3.2 FASE 2 - Entrevista com um grupo focal de experts**

Nesta Fase, foi organizado um grupo focal exploratório para identificar as percepções de um conjunto interdisciplinar de quatro experts atuantes na instituição de ensino SENAI, quanto à plausibilidade das categorias propostas. De acordo com Caplan (1990), as entrevistas com grupos focais são compostas de pequenos grupos reunidos para analisar conceitos ou identificar problemas.

Na visão de Vaughn, Schumm e Sinagub (1996), a utilização da entrevista de grupo focal em pesquisas na área educacional, é uma técnica qualitativa usada para investigar as necessidades de usuários e clientes. Essa técnica pode ser usada junto com outros métodos ou sozinha.

Dias apud Johnson (2000), assegura que, usuários dessa técnica partem da intenção de que o volume de informações gerado pelo grupo tem resultados com maior profundidade e heterogeneidade das respostas, isto é, maior detalhamento sobre o tema abordado do que no somatório das respostas em entrevistas individuais. O momento da entrevista com o grupo focal é completamente flexível e não estruturado, dando margem à discussão sobre o assunto proposto. Contudo, sob o ponto de vista do moderador, a técnica tem pouca flexibilidade. É feito um planejamento antes da entrevista, realçando os objetivos específicos da pesquisa,

bem como os pontos que devem ser abordados. O moderador é quem direciona a discussão do grupo, cuidando para não haver dispersão ou desvio do tema proposto. A técnica de entrevista com grupo focal visa a produção de ideias e opiniões, sendo importante todos participarem espontaneamente, sem se sentir coagido.

A primeira etapa do grupo focal é o seu planejamento. Nessa etapa deve ser definido o objetivo da pesquisa, isto é, o que se pretende e quais as metas específicas a serem alcançadas. A partir dos objetivos, é selecionado um moderador e elaborada uma lista de questões para discussão, compondo um guia de entrevista. Convém ressaltar que essa lista não será utilizada como se fosse uma lista de perguntas, típica de entrevistas individuais. Ela realmente deve servir apenas como guia para o moderador. (DIAS, 2000, p. 4)

Entretanto, o formato de perguntas que estão no questionário são apenas uma entrada para toda discussão, mas no decorrer o foco é analisar cada categoria proposta. Essa técnica de entrevistas com grupo focal possibilita um maior aprofundamento com o objetivo da pesquisa. O moderador conduz toda dinâmica do grupo, possibilitando a interação de todos, porém, mantendo-se neutro na discussão. Caplan (1990) propõe que os assuntos tenham um encadeamento natural, partindo dos pontos mais amplos e aos poucos chegar ao foco da pesquisa. Vale salientar que as perguntas elaboradas não serão utilizadas como se fosse uma lista de perguntas e respostas, específicas de entrevistas individuais, o moderador utiliza apenas como apoio para introduzir o assunto e conduzi-lo. As perguntas abordadas no grupo focal constam no APÊNDICE B.

### **3.4 Relevância do caso SENAI para a investigação**

O SENAI foi considerado uma instituição de ensino relevante para investigação deste tema por ser a maior instituição educacional privada da América Latina, especializada em educação profissional e serviços tecnológicos (Portal da Indústria (2018). Além disso, o SENAI apoia a indústria brasileira ampliando sua

competitividade, incentivando projetos de pesquisas, inovações e desenvolvimentos, com alguns trabalhos reconhecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), e Organização Internacional do Trabalho (OIT). Além disso, a ONU apresentou um documento apontando o SENAI entre as três instituições mais relevantes no sentido de proporcionar qualidade na educação entre os participantes da Cooperação Sul-Sul (países emergentes do hemisfério).

Especificamente quanto ao uso da Realidade Aumentada, para preparar seus alunos para as novas demandas da indústria, o SENAI, busca possibilitar um processo de ensino-aprendizagem desafiador e inovador como, por exemplo, através do projeto *Mobile learning*, iniciado em 2009, Boaventura (2016). Inseridas nas pesquisas, estão estudos e construção de objetos e simuladores, na perspectiva de facilitar aprendizagem multimídia por meio da tecnologia RA. Nesse sentido Boaventura (2019), cita a participação da instituição em competições nacionais, como Olimpíada do Conhecimento, promovida a cada dois anos, é a uma competição de grande relevância para educação profissional das Américas.

Um dos programas da instituição é o SENAI Tecnologias Educacionais, com intuito de qualificar os discentes numa perspectiva tecnológica e produtiva, através do desenvolvimento de *softwares* para dispositivos como *tablets* e *smartphones*. Os alunos da instituição dispõem de um aplicativo que permite a interação com alguns de seus conteúdos. O aplicativo permite a visualização em seus celulares e outros dispositivos, a partir de alguns livros de estudos, aplicando a tecnologia RA em diversas disciplinas, podendo ser utilizada em conjunto pelos professores durante as aulas para um melhor entendimento dos conteúdos abordados em aula. Belo (2018), pontua que desde 2014, com o lançamento dos *applications (apps)*, no Apple Store e no Google Play, foram contabilizados aproximadamente 68,9 mil downloads. Tais produtos são resultados do projeto *mobile learning*, associando a tecnologias ao ensino aprendido, buscando contribuir no processo de capacitação presencial e a distância.

Com o aplicativo SENAI RA, pela câmera do celular ou *tablet* direcionada a imagem impressa do livro didático ou até mesmo direcionada para um livro digital aberto em um computador é possível vê-la em três dimensões, com movimento, som e interação. Os cursos que mais acessam os aplicativos de RA, são os de automação industrial, eletroeletrônica, segurança do trabalho, manutenção automotiva e

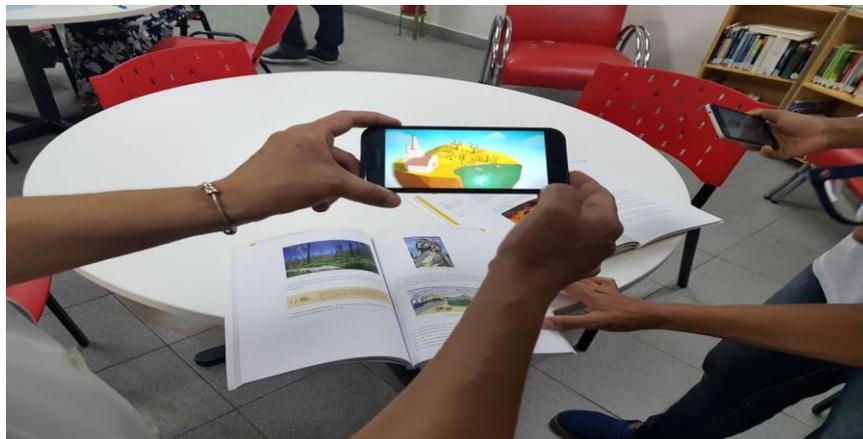
edificações, eles interagem por vídeos com objetos 3D e simuladores. Para tornar o aprendizado mais significativo, dinâmico e participativo, o programa SENAI de Tecnologias Educacionais, utiliza material didático de 17 cursos técnicos dispostos a um aplicativo de RA. As Figuras 2 e 3 ilustram o uso de RA nas aulas.

**Figura 2:** Estudante utilizando aplicativo de Realidade Aumentada- Material SENAI



Fonte: Portal da Indústria (2018)

**Figura 3:** Aula com Realidade Aumentada- Material SENAI



Fonte: Portal da Indústria (2018)

O SENAI, destaca-se por investir em projetos de inovações para aprendizagem, sendo referência em educação profissional no Brasil, preocupando-se em preparar profissionais para o cenário da indústria brasileira. Neste contexto, foram escolhidos quatro “experts” da instituição SENAI para participar da entrevista com o grupo focal. A escolha desses profissionais se deu por sua experiência na área de educação, utilizando recursos de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem.

Neste trabalho, esses “experts” passarão a ser identificados pelos seguintes perfis:

- 1) Docente
- 2) Docente Desenvolvedor
- 3) Pedagogo
- 4) Desenvolvedor de *Software*

O Docente tem vínculo com a instituição SENAI desde 2015. Possui graduação (2009) e mestrado (2013) em física pela UFBA, cursando doutorado em modelagem computacional no SENAI-CIMATEC. Atua nos seguintes temas: semicondutores, materiais e teoria. Dentro das possibilidades utiliza alguns *softwares* de Realidade Aumentada em sala de aula.

O Docente Desenvolvedor, possui especialização em sistema de informação pela FRB (2000), mestre em sistemas e computação pela UNIFACS (2010). É professor de graduação, pós-graduação e pesquisador na linha de Realidade Aumentada e virtual. Algumas experiências como coordenador de projetos de inovação, consultor na área de modelagem e customização de processos utilizando a ferramenta TOTVS ECM, coordenador da célula de Web, RM e ECM e gerente de desenvolvimento de sistemas, experiência na área de Ciência da Computação. Tem vínculo com a instituição SENAI desde 2014. Desenvolve tecnologias de Realidade Aumentada e sempre que possível proporcionar aos alunos experiências durante as aulas.

O Pedagogo, tem experiência de dezessete anos no desenvolvimento de cursos em ensino a distância (EAD) e tecnologias digitais aplicadas à educação. É formado em comunicação social e habilitação em publicidade pela UCSAL (1998), especialização em educação e tecnologias digitais pelo SENAI-CETIND (2002), mestre em educação e contemporaneidade pela UNEB (2011). Faz consultoria e participa de pesquisas do tema gamificação e suas aplicações para espaços de aprendizagem. Há sete anos promove oficinas para capacitar professores na criação de estratégias educacionais gamificadas, além de participar do projeto de inovação acadêmica. Tem vínculo com a instituição SENAI desde 2002. Conhece as possibilidades que a RA pode proporcionar ao processo de aprendizagem,

sempre que oportuno utiliza a tecnologia e incentiva os professores a utilizarem a RA em sala.

O Desenvolvedor de *Software* é formado em Sistemas de Informação (2014) e especialista em Game Design (2016) pela UNEB, mestrado em andamento em modelagem computacional e tecnologia industrial SENAI/DR/BA. Participa de um grupo de pesquisa que atua com uso de inteligência computacional para aplicações de reconhecimento de ações. Algumas de suas experiências foi com desenvolvimento e programação de jogos digitais, aplicativos de Realidade Aumentada, aprendizagem para plataforma EAD e aplicações de realidade virtual, além de professor de curso técnico e programador II. Tem muita vivência com a tecnologia RA, já desenvolveu algumas aplicações para educação.

A entrevista foi registrada por meio de gravação em forma de áudio, com duração de uma hora e meia e permissão dos integrantes. Foram transcritas através do aplicativo *Voice Notepad 1.0.5.6*, um aplicativo gratuito em Português para Android, que grava voz e converte o áudio em texto. Ao fazer a leitura da transcrição, notou-se em alguns trechos que os participantes ao dialogarem de forma rápida algumas palavras não foram transcritas e outras alteradas. Fez-se necessário escutar várias vezes as verbalizações gravadas, para que se mantivesse a fidedignidade do que foi registrado no áudio.

Quanto aos aspectos éticos, os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são maiores de 18 anos e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) registrando sua ciência quanto ao objetivo da pesquisa, como também de todos os detalhes da investigação (APÊNDICE A). É importante ressaltar que esta investigação não implica em nenhum dano moral, físico ou psicológico para seus participantes, resguardando assim as condições éticas exigidas para uma investigação desta natureza.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste Capítulo são relatados os resultados alcançados na pesquisa para cada objetivo específico proposto, visando responder à questão norteadora da pesquisa: Como podem ser categorizadas as barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem?

Esses resultados serão apresentados em duas etapas: a primeira etapa, apresentação da categorização proposta através das barreiras levantadas nos artigos selecionados nas bases Science-Direct, Scielo e Scopus. Na segunda etapa, validar a plausibilidade da categorização proposta, que acontece em duas fases: análise das barreiras mencionadas em Teses e Dissertações, levantadas no banco de dados da CAPES e através das percepções de um conjunto de experts da instituição SENAI. Em seguida será feita a consolidação das análises e apresentação da categorização final proposta.

### **4.1. Identificação, na literatura atual, das barreiras, dificuldades e desafios para adoção de RA no processo de ensino-aprendizagem**

De acordo com a metodologia aplicada, nesta etapa são sintetizados e estruturados os dados obtidos. No Quadro 7, estão listados os vinte e oito artigos selecionados nas bases Science-Direct, Scielo e Scopus. Nessa primeira etapa da revisão integrativa acontece o levantamento de todas barreiras, dificuldades e desafios com a tecnologia RA no processo ensino e aprendizagem, apresentadas nos artigos.

**Quadro 7: Trabalhos selecionados**

<b>Fase 3</b>		
<b>Nº</b>	<b>AUTOR/ ANO</b>	<b>TÍTULOS</b>
1	CAI; WANG e CHIANG 2014	A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course.
2	JERABEK; RAMBOUSEK e WILDOVÁ 2014	Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education.
3	COIMBRA; CARDOSO e MATEUS 2015	Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning?
4	BACCA et al. 2015	Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training.
5	SAMPAIO e ALMEIDA 2016	Pedagogical strategies for the integration of Augmented Reality in ICT teaching and learning processes.
6	KURNIAWAN et al. 2018	Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application.
7	ELLAHI; KHAN e SHAH 2019	Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0.
8	LEE et al. 2016	Cooperation begins: Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game.
9	FONSECA et al. 2014	Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models.
10	HSU 2017	Learning English with Augmented Reality: Do learning styles matter?
11	AKÇAYIR e AKÇAYIR 2017	Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature.
12	MOTA et al. 2018	Augmented reality mobile app development for all.
13	IBANEZ et al. 2014	Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness.
14	GARZÓN e ACEVEDO 2019	Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains.
15	TURKAN et al. 2017	Mobile augmented reality for teaching structural analysis.
16	LOPES et al. 2019	Inovações educacionais com o uso da Realidade Aumentada: Uma revisão sistmática.
17	ALSADOON e ALHUSSAIN 2019	Faculty at Saudi Electronic University attitudes toward using augmented reality in education.
18	KIRYAKOVA; ANGELOVA e YORDANOVA 2018	The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education.
19	LI; CHEN e VORVOREANU 2015	A Pilot Study Exploring Augmented Reality to Increase Motivation of Chinese College Students Learning English.

20	OKUBO e MIZUNO 2018	Influence of interactive learning support system using augmented reality on 3D object drawing.
21	SUNGKUR; PANCHOO e BHOYROO 2016	Augmented reality, the future of contextual mobile learning.
22	MUÑOZ-CRISTÓBAL et al. 2014	City Ads: Embedding Virtual Worlds and Augmented Reality in Everyday Educational Practice.
23	STRETTON; COCHRANE e NARAYAN 2018	Exploring mobile mixed reality in healthcare higher education: A systematic review.
24	YOON et. al 2017	How Augmented Reality Enables Conceptual Understanding of Challenging Science Content.
25	HSIUNG 2018	The Use of E-Resources and Innovative Technology in Transforming Traditional Teaching in Chemistry and its Impact on Learning Chemistry.
26	MAJID e MAJID 2018	Augmented Reality to Promote Guided Discovery Learning for STEM Learning.
27	YANG; MEI e YUE 2018	Mobile Augmented Reality Assisted Chemical Education: Insights from Elements 4D.
28	COMA-TATAY et al. 2019	FI-AR learning: a web-based platform for augmented reality educational content.

Fonte: Própria

A partir destes vinte e oito estudos identificados, foram propostas seis categorias de classificação temática, onde os artigos ficaram enquadrados para análise e discussão. Na subseção a seguir serão apresentadas as categorias.

#### **4.2. Classificação das barreiras identificadas em categorias**

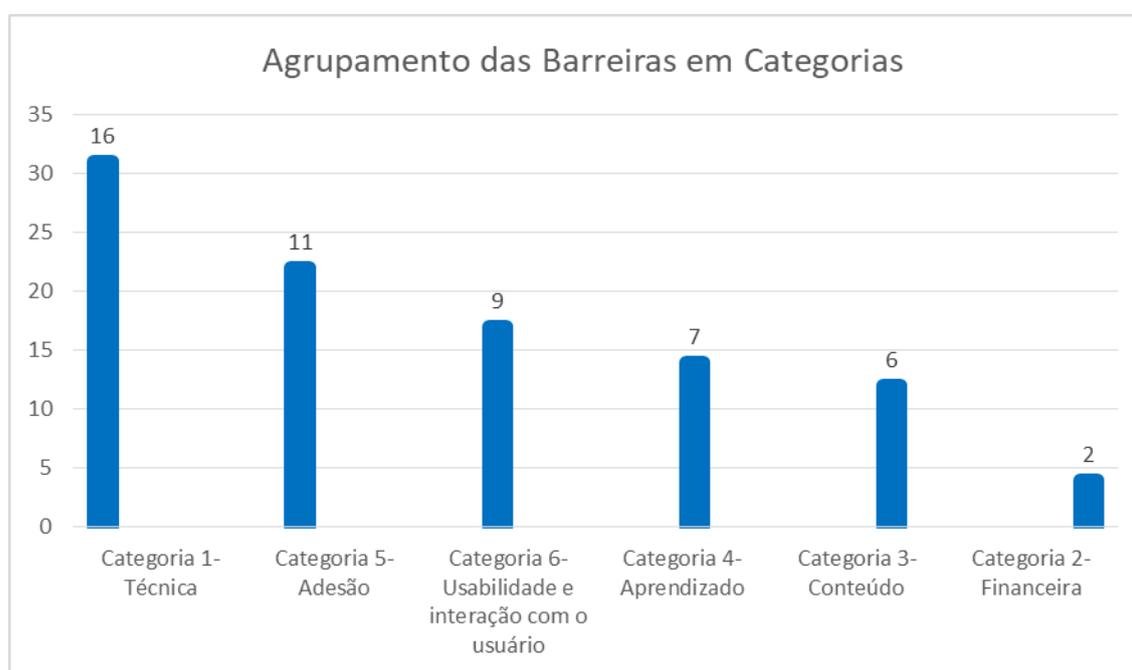
Durante a análise dos artigos, foi feito o levantamento das barreiras, dificuldades e desafios, em seguida essas barreiras foram agrupadas de acordo com suas características similares, logo após, foram criadas seis categorias para representar essas barreiras, dificuldades e desafios, que serão detalhadas a partir do subcapítulo 4.2.1.

As seis categorias propostas foram:

- 1) **Técnica**
- 2) **Financeira**
- 3) **Conteúdo**
- 4) **Aprendizado**
- 5) **Adesão**
- 6) **Usabilidade e interação com o usuário**

Através desta categorização proposta, possibilitará um estudo mais focado das barreiras que inibem adoção da tecnologia RA na aprendizagem. No Gráfico 2, estão descritas a ordem que as categorias se apresentaram nos vinte e oito artigos analisados, das mais citadas para as menos citadas. Importante ressaltar que, durante a análise aparecem nas citações mais de uma categoria por autor, sendo algumas citadas por mais de um autor.

**Gráfico 2:** Ordem de citação das categorias



Fonte: Própria

Nas próximas subseções serão apresentadas individualmente as categorias propostas, e as barreiras, dificuldades e desafios que estão correlacionadas, como também os estudos que abordaram.

### 4.2.1. Categoria Técnica

**Quadro 8:** Categoria Técnica de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
TÉCNICA	BACCA et al. (2015); FONSECA et al. (2014); APUD LOPES et al. (2019); CAI; WANG e CHIANG (2014); AKÇAYIR e AKÇAYIR 2017; GARZÓN e ACEVEDO (2019); ALSADOON e ALHUSSAIN (2019); KIRYAKOVA; ANGELOVA e YORDANOVA (2018); LI; CHEN e VORVOREANU (2015); HSIUNG (2018); YANG; MEI e YUE (2018); COMA-TATAY et al. (2019); JERABEK; RAMBOUSEK e WILDOVÁ (2014); COIMBRA; CARDOSO e MATEUS (2015); MAJID e MAJID (2018); OKUBO e MIZUNO (2018).	Softwares com baixa capacidade; problemas relacionados à conexão entre tecnologias e formatos; problemas técnicos; baixa conexão com a Internet; limitações tecnológicas, dispositivos que não são compatíveis; alto consumo de bateria; limitações de infraestrutura de TI; dificuldade no processamento em imagem dinâmica; baixa qualidade de brilho das tecnologias RA; baixa sensação de profundidade da tecnologia RA; poucos efeitos visuais.

Fonte: Própria

A categoria Técnica está relacionada com a parte estrutural e com *software* para o desenvolvimento da tecnologia. Foi a categoria mais citada, aparecendo em 31% dos artigos analisados. Cai, Wang e Chiang (2014), Fonseca et al. (2014), Li, Chen e Vorvoreanu (2015), Hsiung (2018), Garzon e Acevedo (2019) e Coma-Tatay et al. (2019) destacaram instabilidade da ferramenta RA durante o uso; *softwares* com baixa capacidade e problemas técnicos. De acordo com as experiências feitas pelos autores citados acima, percebe-se que durante o uso da RA, a tecnologia apresentou problemas em sua execução, percebendo que são poucas aplicações de qualidade disponível. Logo, esses problemas relacionados a categoria Técnica só são possíveis de resolver com os feedbacks após as experiências feitas pelos usuários, sendo importante que os desenvolvedores da tecnologia, façam testes e experiências dos aplicativos antes de disponibilizarem nos repositórios digitais.

Outros autores como Bacca et al. (2015), Akçayir e Akçayir (2017) e Kiryakova, Angelova e Yordanova (2018) ressaltam as seguintes barreiras e dificuldades: poucos sistemas concentrados em ensinar como executar as tarefas nos aplicativos de Realidade Aumentada; problemas relacionados à conexão entre tecnologias e formatos; problemas técnicos em aplicações de RA baseadas em localização; baixa conexão com a internet. Lopes et al. apud Chatzopoulos et al. (2019), apontam que

a falta de suporte técnico é uma barreira que impacta na implementação da RA, além de limitações tecnológicas; alto consumo de bateria com o uso das aplicações e dificuldades em algumas aplicações no uso mais amplo em ambientes livres, sem uso de marcadores.

Observa-se que uma das barreiras citadas acima é a falta de tutorial explicando como utilizar o aplicativo, efetivamente a maioria das aplicações de RA na educação não dispõe desse recurso. Um pequeno vídeo ou apenas algumas instruções por escrito antes de iniciar a animação, já resolveria esse problema. Outra barreira também citada é o problema de conexão com a internet, que dificulta o desempenho da tecnologia no momento da aplicação, essa situação está relacionada ao provedor de internet da instituição de ensino, podendo ser resolvido com um aumento na velocidade fornecida. A Falta de suporte técnico também é um problema recorrente, não adianta investir em tecnologias e equipamentos e não dispor de um profissional de TIC para dá suporte, não é preciso ter uma equipe, mas um ou dois profissionais, depende do tamanho da instituição, a quantidade de turmas que utilizam recursos tecnológicos nas aulas, o conhecimento dos professores em informática e programação. A verificação desses fatores é fundamental para direcionar as soluções e diluir as barreiras relacionadas na categoria Técnica.

Majid e Majid (2018), Okubo e Mizuno (2018), identificaram a necessidade de melhorar a sensação de profundidade e condições de brilho de alguns sistemas de aprendizagem com a RA. Os autores Yang, Mei e Yue (2018) também identificaram problemas relacionados à visualização, como dificuldades no processamento de imagem dinâmica e efeitos visuais. Por consequência, os problemas de visualização dificultam a execução dos dispositivos. Uma imagem com baixa qualidade, poucos efeitos visuais e que fica travando, compromete o desempenho do aplicativo como gera também uma desmotivação por parte do usuário, por isso, a importância de testar a tecnologia antes de disponibilizar, para assim ser entregue uma tecnologia mais elaborada e com qualidade.

Alsadoon e Alhussain (2019), tiveram como objetivo em seu estudo analisar a possibilidade de implementação das aplicações de RA no ensino superior, e um dos questionamentos da pesquisa foi buscar os obstáculos com relação ao uso da RA na educação. O Quadro 9, apresenta análise completa e destaca a falta de

infraestrutura, suporte técnico e aplicativos como fatores que poderão impossibilitar o uso da RA na educação e ressalta que são necessárias habilidades técnicas.

**Quadro 9:** Obstáculos ao uso da RA na educação (Tradução nossa)

Items	Strongly agree	Agree	Neutral	Disagree	Strongly disagree	M	SD
1 Lack of IT infrastructure will hinder the use of Augmented Reality in education	20 30%	32 49%	13 20%	1 1%	0	4.0	0.75
2 Lack of technical support will hinder the use of Augmented Reality in education	20 30%	34 52%	10 15%	2 3%	0	4.1	0.76
3 Cost of devices and applications will be an obstacle to the use of Augmented Reality in education	17 26%	30 46%	15 23%	3 5%	1 1%	3.9	0.9
4 Use of Augmented Reality in education requires high technical skills	17 26%	26 39%	20 30%	3 5%	0	3.8	0.85
5 My subject area does not support the use of Augmented Reality	11 17%	16 24%	17 26%	18 27%	4 6%	3.2	1.2
6 I believe that using Augmented Reality in classrooms will distract students.	4 6%	15 23%	24 36%	20 30%	3 5%	2.9	.98
7 I believe that using Augmented Reality in education will increase health risks because of the use of digital devices	7 11%	19 29%	28 42%	11 17%	1 1%	3.3	.92
8 I believe that it is difficult to find quality learning content to be used in Augmented Reality	5 8%	15 23%	23 35%	21 32%	2 3%	3	.99
9 Lack of training programs hinders the use of Augmented Reality in education	13 20%	30 46%	22 33%	0	1 1%	3.8	.80
10 Lack of awareness of programs hinders the use of Augmented Reality in education	15 23%	28 42%	21 32%	2 3%	0	3.8	.80

Fonte: Alsadoon e Alhussain (2019)

Os resultados do estudo apresentado acima, é pertinente a todas barreiras relacionadas à categoria Técnica apresentadas até ao momento. Verifica-se que os problemas técnicos, tecnológicos e de infraestrutura são problemas possíveis de serem resolvidos, com a cooperação entre instituição, docentes e desenvolvedores, assim sendo, todos poderão se beneficiar da tecnologia.

#### 4.2.2. Categoria Adesão

**Quadro 10:** Categoria Adesão de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
<b>ADESÃO</b>	COIMBRA; CARDOSO e MATEUS (2015); BACCA et al. (2015); IBANEZ et al. (2014); TURKAN et al. (2017); FONSECA et al. (2014); APUD LOPES et al. (2019); AKÇAYIR e AKÇAYIR (2017); ELLAHI; KHAN e SHAH (2019); KIRYAKOVA; ANGELOVA e YORDANOVA (2018); SUNGKUR; PANCHOO e BHOYROO (2016); LARA-PRIETO et al. (2015).	Tecnologias de RA em estado embrionário em aplicação na educação; dificuldades na aceitação dos usuários; dificuldade de usar a geração de conteúdo dos dispositivos móveis; necessidade de reestruturar o setor pedagógico; poucos trabalhos foram realizados para fundamentar que a RA é uma tecnologia com grande potencial para impactar os resultados de aprendizagem afetivos e cognitivos; poucos estudos sobre amostras de dados para identificar as causas da eficácia da aprendizagem do aplicativo baseado em RA; pouco tempo de aula para implementar alguns aplicativos de Realidade Aumentada.

Fonte: Própria

Categoria Adesão, refere-se à aceitação da tecnologia RA no processo de ensino e aprendizagem pelos gestores das instituições de ensino, pedagogos, professores e alunos. Foi a segunda categoria mais citada, com 22% dos trabalhos analisados. Coimbra, Cardoso e Mateus (2015) afirmaram que os desafios presentes nos métodos de ensino, na aquisição e posterior consolidação do conhecimento, podem ser atendidos, até certo ponto, pela aplicação de tecnologias.

Ibáñez et al. (2014) e Ellahi, Khan e Shah (2019), também mostram dentre as limitações, que existem poucos estudos de aplicações de Realidade Aumentada na educação, que poucas instituições de ensino estão determinadas a investir e equipar as próximas gerações com as habilidades relacionadas a capturar, analisar e comunicar dados através dessas infraestruturas de TICs. Sungkur, Panchoo e Bhoyroo (2016), Lara-Prieto et al. (2015) também apontaram em seus estudos, barreiras e dificuldades no processo de Adesão da tecnologia, ressaltaram que pouco foi feito em termos de aplicações de Realidade Aumentada, bem como, o seu impacto educacional. Os autores a seguir compartilham em seus estudos os mesmos resultados já apresentados até o momento na categoria Adesão.

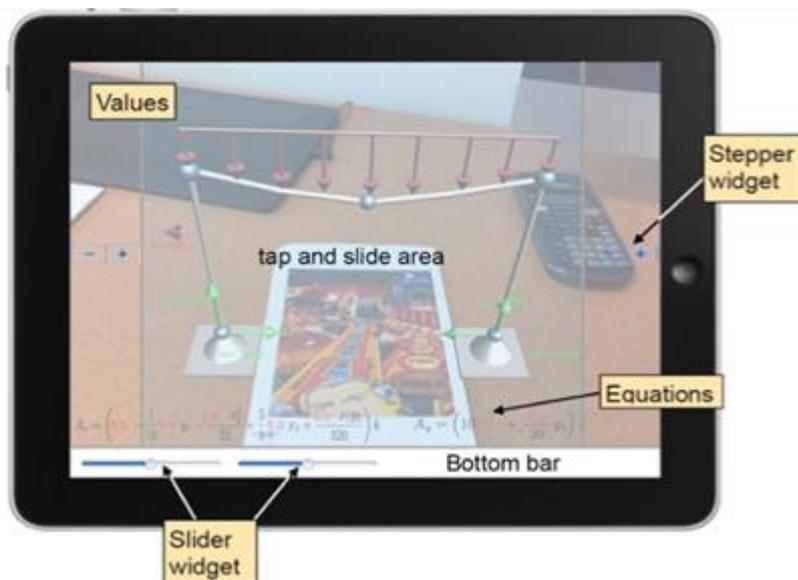
Lopes et al. apud Chatzopoulos et al. (2019), salientam que é preciso aumentar a aceitação social, aproximando as pessoas dessa nova tecnologia, ressalta ainda

que, muitas aplicações são protótipos ou estão em estágios iniciais, destacando o cuidado que os desenvolvedores precisam ter para não ocasionar uma má visão da Realidade Aumentada, por desenvolverem aplicações inadequadas.

Os estudos expostos acima aconteceram entre 2014 a 2019, chegando a cinco anos de diferença. Porém, alguns resultados foram similares, sendo uma das barreiras a carência de trabalhos realizados para fundamentar que a RA é uma tecnologia com grande potencial para melhorar os resultados de aprendizagem. Algumas escolas e faculdades ainda consideram que são poucas experiências com a RA, entendem que é preciso conhecer mais sobre a tecnologia e suas características. Entretanto, isso só é possível com a fomentação por parte dos mesmos. Muitas pesquisas apresentam ganhos no processo ensino aprendizagem com a utilização de RA, então, para conseguir diluir algumas barreiras como dificuldades na aceitação dos usuários, é preciso aproximar docentes e discentes das aplicações com RA.

No estudo de Turkan et al. (2017), os autores se preocuparam em resolver o problema de déficits de compreensão dos alunos, como comportamento de elementos estruturais em um contexto tridimensional (3D), devido às deficiências de abordagens em palestras tradicionais, podendo impossibilitar uma linguagem de fácil compreensão para os usuários. No aplicativo desenvolvido, os autores propuseram uma nova pedagogia para análise estrutural de ensino que incorpora Realidade Aumentada móvel e visualização 3D interativa, bem como, o potencial de usar RA para ensinar análises estruturais foram investigadas, especificamente focando nos desafios de integração de conteúdo e interação, com intuito de avaliar o impacto pedagógico e os conceitos de design empregados pela ferramenta RA. Durante o estudo, grupos de controle e teste são implantados, e o desempenho dos alunos é medido usando pré e pós-testes. Os resultados do estudo piloto indicaram que os conceitos de projeto de RA utilizados têm potencial para contribuir fornecendo recursos interativos e de visualização 3D, que apoiam o engajamento construtivo e retenção de informação nos alunos. Os resultados da experiência apontaram que a Adesão da tecnologia RA busca auxiliar no desenvolvimento da criatividade e no processo de aprendizagem. A Figura 4 apresenta o design do aplicativo RA em 3D.

**Figura 4:** Design do aplicativo RA modelo 3D



Fonte: Proposto por Turkan et al. (2017)

Na análise das barreiras referentes à categoria Adesão são apontadas: dificuldades na aceitação dos usuários; dificuldade na diversidade de dispositivos móveis, esse por sua vez, é um fator complexo, que sugere dificuldade na implementação de modelos; pouco tempo de aula para implementar alguns aplicativos de Realidade Aumentada; necessidade de reestruturação do setor pedagógico, entendendo que não basta simplesmente aplicar a tecnologia RA durante as aulas, mas, saber o melhor momento e método a ser aplicado, para assim, usufruir do potencial da tecnologia.

A Realidade Aumentada ganhou espaço em várias áreas, porém, na educação percebe-se um movimento ainda tímido acerca das aplicações em sala de aula, talvez uma insegurança por parte das instituições e professores, devido pouca quantidade de pesquisas que abordem os benefícios como também as barreiras para implementação da tecnologia RA no processo de aprendizagem. Reforçando a relevância da categorização proposta, em virtude de conhecer as barreiras enfrentadas por outras instituições, poderá potencializar as chances de adoção da RA.

### 4.2.3. Categoria Usabilidade e interação com o usuário

**Quadro 11:** Categoria Usabilidade e interação com o usuário de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
<b>USABILIDADE E INTERAÇÃO COM O USUÁRIO</b>	LEE et al. 2016; BACCA et al. (2015); KURNIAWAN et al. (2018); LOPES et al. (2019); CAI; WANG e CHIANG (2014); AKÇAYIR e AKÇAYIR (2017); JERABEK; RAMBOUSEK e WILDOVÁ (2014); COIMBRA; CARDOSO e MATEUS (2015); OKUBO e MIZUNO (2018).	Dificuldade no processo de familiarização da tecnologia com os usuários; poucos ambientes educacionais usando a tecnologia RA; poucas bases multimídia tem materiais da tecnologia RA; pouca cooperação entre professores e desenvolvedores nas ferramentas de RA; dificuldades na usabilidade dos recursos de RA por alunos e professores.

Fonte: Própria

Categoria Usabilidade e interação com o usuário, é a relação das pessoas (pedagogos, professores e alunos) envolvidas no processo de ensino e aprendizagem com a ferramenta, a fim de, realizar uma tarefa específica, proposta no plano de ensino de determinada disciplina. Através da usabilidade podem mensurar a eficiência ou ineficiência percebida na tecnologia. A categoria Usabilidade e interação com o usuário foi a terceira mais citada pelos artigos, com 17%. Os autores LEE et al. (2016) e CAI; WANG e CHIANG (2014) citam que são necessários mais estudos que abordem sobre o efeito do método cognitivo que a ferramenta RA fornece durante a experiência do usuário. Enfatizam a falta de bases de visualização com mais opções em plataformas multimídia usando som ou vídeo. Outro ponto observado pelos autores Bacca et al. (2015), é a necessidade de estimular, mais ambientes de interação entre alunos e professores com uso da tecnologia RA. Reforçam também a importância da cooperação entre professores e desenvolvedores para especificar a quantidade e tipo de informações que devem ser colocadas nas ferramentas de RA. A tecnologia carece de mecanismos para estabelecer efetivamente a cooperação, para assim, resolver possíveis dificuldades na usabilidade dos recursos da tecnologia Realidade Aumentada por alunos e professores.

Jerabek, Rambousek e Wildová (2014), Kurniawan et al. (2018), apresentaram em seus estudos dificuldades cognitivas de processamento das informações apresentadas ao usuário, sua decodificação, processamento, propriedades dos sistemas de RA e suas possíveis aplicações na educação. Observa-se que a maioria das tecnologias são desenvolvidas por programadores, pois poucos professores têm essa habilidade. Com intuito de ter uma tecnologia satisfatória para aprendizagem, o interessante é o professor ter participação no desenvolvimento da ferramenta, assim se sentirá familiarizado na hora de aplicar em sala de aula e mais confiante para tirar as dúvidas dos alunos. No estudo a seguir, os autores investigaram as áreas da educação que utilizam a RA, e em seus resultados apresentaram algumas barreiras relacionadas a categoria Usabilidade e interação com o usuário.

Lopes et al. (2019) desenvolveram um estudo com quarenta e quatro artigos, no qual identificaram que as principais práticas de uso da RA na educação estão atreladas às seguintes temáticas: Realidade Aumentada por meio de dispositivos móveis; aprendizagem por meio de jogos com Realidade Aumentada; livros com Realidade Aumentada embutida; Realidade Aumentada no ensino das ciências da saúde; ensino de engenharia, arquitetura e design por meio da Realidade Aumentada; além de propostas de uso da Realidade Aumentada aplicáveis à diversas áreas do conhecimento. Os autores propuseram um quadro informacional com as respostas frequentes sobre as questões que conduziram a pesquisa, conforme mostra o Quadro 12.

**Quadro 12:** Barreiras e os propulsores quanto ao uso de RA na educação

Questão	Descobertas
(a) Quais as práticas consideradas inovadoras de uso de tecnologias de realidade aumentada estão sendo aplicadas à educação?	<p>Realidade aumentada por meio de dispositivos móveis;</p> <p>Aprendizagem por meio de jogos com realidade aumentada;</p> <p>Livros com realidade aumentada embutida;</p> <p>Realidade aumentada no ensino das Ciências da Saúde;</p> <p>Ensino de Engenharia, Arquitetura e Design por meio da realidade aumentada;</p> <p>Propostas de uso da realidade aumentada aplicáveis a diversas áreas do conhecimento.</p>
(b) Quais as principais barreiras e quais os impulsionadores para utilização da RA na educação?	<p>Barreiras: principalmente dificuldade no desenvolvimento das atividades utilizando RA, por parte dos professores.</p> <p>Impulsionadores: aumento na motivação e compreensão dos conteúdos por parte dos alunos.</p>
(c) Em quais áreas do conhecimento existem mais aplicações?	Engenharia Civil, Arquitetura, Design e Ciências da Saúde.
(d) Que tipo de resultados têm sido observados com a utilização da RA na educação?	Aumento da compreensão e da motivação para a aprendizagem na interação com a RA e disposição dos professores em utilizar a RA em sala de aula.

Fonte: Lopes et al. (2019)

Os autores Lopes et al. (2019) concluem que a dificuldade por parte dos professores que não dominam o uso dos *softwares* e dos equipamentos para o desenvolvimento das aplicações, é uma barreira para aplicação de RA, dificultando o desenvolvimento das atividades que precisam utilizar Realidade Aumentada. Para minimizar esta dificuldade, é necessário que os professores tenham treinamentos para uso da RA.

#### 4.2.4. Categoria Aprendizado

**Quadro 13:** Categoria Aprendizado de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
<b>APRENDIZADO</b>	HSU (2017); SAMPAIO e ALMEIDA (2016); AKÇAYIR e AKÇAYIR (2017); KIRYAKOVA; ANGELOVA e YORDANOVA (2018); SUNGKUR; PANCHOO e BHOYROO (2016); YOON et. al (2017); LI; CHEN e VORVOREANU (2015).	Poucas experiências no processo de aprendizagem com a tecnologia Realidade Aumentada; poucos estudos sobre as opiniões dos professores para verificar a sua percepção do valor que a RA pode ter no processo de ensino e aprendizagem; poucos estudos abordam, sobrecarga cognitiva que a RA pode gerar em um ambiente de aprendizagem; a RA pode gerar possibilidades de distrair e desviar a atenção dos alunos dos materiais de aprendizagem; dificuldade de integrar a RA com os tradicionais métodos de aprendizagem.

Fonte: Própria

Categoria Aprendizado, refere-se ao processo de aprendizagem, à aplicação da ferramenta RA em sala de aula e a interação dos alunos com o conteúdo. Esta categoria corresponde a 14% dos estudos analisados. Sampaio e Almeida (2016) trazem que as expectativas referidas as estratégias mais adequadas para o uso da tecnologia no ambiente de aprendizado, precisam ser validadas e mais exploradas, o desafio não é apenas a introdução de tecnologia na sala de aula, mas principalmente, como usá-la para melhorar o aprendizado do aluno, as experiências ainda estão em seus estágios iniciais, os alunos não têm experiência prévia com sistemas de RA e a maioria deles nem sequer conhecem este tipo de tecnologia. Os autores ainda acrescentam que são poucos os estudos sobre as opiniões dos professores para verificar a sua percepção do valor que a RA pode ter no processo de ensino e aprendizagem.

Nota-se que o papel do docente é fundamental na categoria Aprendizado, escolher os recursos adequados para essa transposição didática, mediar a interação e o aprendizado dos alunos são umas das soluções para minimizar algumas dessas barreiras apresentadas na categoria. Os estudos a seguir apontam barreiras direcionadas ao comportamento dos alunos com o uso da RA.

Sungkur, Panchoo e Bhoyroo (2016), Akçayir e Akçayir (2017), Hsu (2017), Yoon et. al (2017), apontaram outras barreiras como efeitos colaterais da RA, tais como: esforço mental ou ansiedade de aprendizagem, dificuldade dos alunos no uso da

RA e sobrecarga cognitiva dos estudantes. Já no estudo Kiryakova, Angelova e Yordanova (2018), chamam atenção para o uso da tecnologia RA, podendo distrair e desviar a atenção dos alunos para materiais de aprendizagem. Ressaltam também que:

O desenvolvimento de aplicativos educacionais de Realidade Aumentada apropriados é um processo difícil e demorado. Requer que os professores tenham uma abordagem inovadora tanto para a apresentação do conteúdo quanto para os meios e abordagens para acessar e interagir com ele. (KIRYAKOVA, ANGELOVA e YORDANOVA, 2018, p. 556)

Diante disso, é importante o professor estar seguro da didática que será utilizada na implementação da tecnologia, para assim conseguir atingir os benefícios que a RA pode proporcionar, caso a didática não seja eficaz pode acontecer distração dos alunos durante a aula e até desmotivá-los a querer usar novamente a tecnologia.

Cupitra-García e Duque-Bedoya (2018) destacam que na literatura recente sobre Realidade Aumentada e educação, aparece uma dificuldade relevante, no sentido de orientar a deixar como ponto de partida um apoio pedagógico contínuo, claro e forte, que garante que os processos beneficiem os alunos e que isso não pareça, apenas, mais uma novidade. Para isso, é necessário que tenha uma estrutura sólida, a respeito das competências e aprendizagem a serem construídas. Desta forma, a RA estará sendo utilizada dentro de uma proposta pedagógica onde o potencial desta tecnologia poderá ser bem explorada e contribuir efetivamente para a aprendizagem.

Da Silva et al. (2019) salientam que os professores têm um papel importante na adoção de tecnologia na educação. Em vista disso, incorporar uso da ferramenta aos tradicionais métodos de ensino, pode proporcionar um aprendizado aprimorado e mais atrativo para os estudantes se usada apropriadamente.

#### 4.2.5. Categoria Conteúdo

**Quadro 14:** Categoria Conteúdo de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
CONTEÚDO	MOTA et al. (2018); APUD LOPES et al. (2019); KIRYAKOVA; ANGELOVA e YORDANOVA (2018); MUÑOZ-CRISTÓBAL et al. (2014); STRETTON; STRETTON; COCHRANE e NARAYAN (2018); YANG; MEI e YUE (2018).	Falta de habilidades de programação; dificuldade de desenvolvimento das atividades utilizando Realidade Aumentada; dificuldades dos professores, tanto para apresentação do conteúdo quanto para os meios e abordagens para acessar; aplicativos com conteúdo não profissionais.

Fonte: Própria

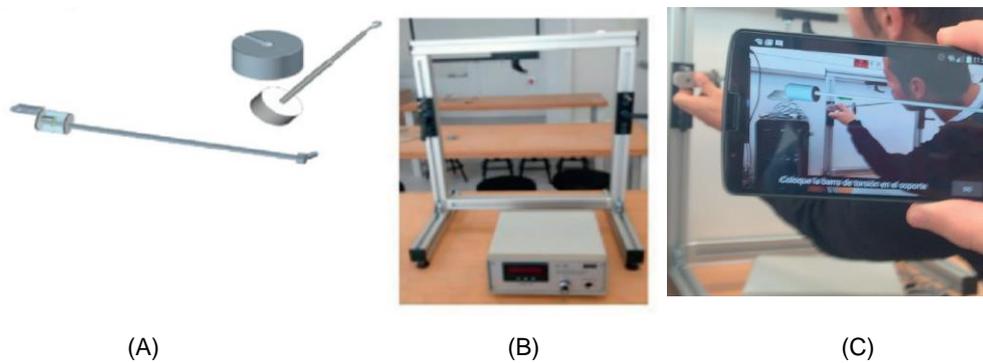
Categoria Conteúdo, refere-se às programações dos assuntos abordados nas tecnologias de RA, foi identificada em 12% dos artigos. Mota et al. (2018) destacam a falta de habilidades de programação como sendo uma barreira e dificuldade para o engajamento dos professores no desenvolvimento e customização de suas próprias aplicações. Os estudos a seguir compartilharam das mesmas barreiras nos resultados de suas experiências.

Muñoz-Cristóbal et al. (2014), Lopes et al. apud Chatzopoulos et al. (2019) ressaltam também a dificuldade de desenvolvimento das atividades utilizando RA, principalmente por parte dos professores, que não dominam o uso dos *softwares* e dos equipamentos para o desenvolvimento das aplicações. Stretton, Cochrane e Narayan (2018) acrescentam que, os impactos de dispositivos móveis habilitados para Realidade Aumentada permanecem pouco explorados. Algumas barreiras relacionadas a categoria Conteúdo, estão ligadas a formação dos docentes, muitos não aprenderam sobre programação. Por isso, é importante uma formação continuada com os professores para garantir uma ação efetiva que proporcione aprendizagens significativas. Os autores a seguir retratam as mesmas barreiras nos resultados de suas experiências.

Mota et al. (2018) conduziram um estudo com quarenta e sete educadores, no qual abordou a falta de habilidades de programação dos professores. Os autores desenvolveram um aplicativo de aprendizado móvel com RA. A experiência foi implementada em sala de aula com aplicativos móveis de Realidade Aumentada.

Se concentrou nos componentes de RA das ferramentas de criação, que permitem que os usuários criem seus próprios aplicativos de aprendizado para dispositivos móveis. Os resultados demonstraram a adequação do *framework* e da ferramenta de autoria, para apoiar usuários sem conhecimentos de programação no desenvolvimento de seus próprios aplicativos. Na Figura 5, ilustra o aplicativo desenvolvido.

**Figura 5:** Aplicativo de aprendizado móvel com RA



Fonte: Proposto por Mota et al. (2018)

Na Figura (A) indica os elementos necessários, a Figura (B) mostra como posicionar o transformador e a Figura (C) mostra um aluno usando o aplicativo. Os autores concluíram que a linguagem de programação baseada em blocos, como usada na ferramenta de criação do aplicativo proposto, podem ajudar os professores a superar sua falta de habilidades de programação, permitindo que desenvolvam suas próprias aplicações móveis.

Observa-se que existem algumas possibilidades para os professores que não dispõem de habilidades de programação, além de aplicações disponíveis nos repositórios digitais que ajudam os professores a construírem seus próprios conteúdos, tem aplicações prontas disponíveis para baixar e usar.

#### 4.2.6. Categorias Financeira

**Quadro 15:** Categoria Financeira de autoria dos estudos da revisão integrativa

CATEGORIA	AUTOR/ ANO	BARREIRAS
FINANCEIRA	SUNGKUR; PANCHOO e BHOYROO (2016); AKÇAYIR e AKÇAYIR (2017).	Dificuldades relacionadas a alto custo de aquisição ou desenvolvimento de ferramentas

Fonte: Própria

A Categoria Financeira está relacionada aos investimentos para aquisições de tecnologias, estruturas de TIC e capacitações. Tendo em vista os resultados obtidos, a categoria menos abordada, foi Financeira com 4% dos artigos analisados. Sungkur, Panchoo e Bhoyroo (2016), Akçayir e Akçayir (2017) apresentaram dificuldades no uso da tecnologia RA com grandes grupos, quanto mais usuários, maior a estrutura para aplicação, elevando os custos de aquisição e aplicação da ferramenta. Em seus estudos, os autores também ressaltam a falta de investimento do governo para o desenvolvimento e manutenção dos aplicativos de Realidade Aumentada.

De fato, aplicar a RA com grandes grupos, precisará de uma maior estrutura, elevando o investimento para aplicação da tecnologia. As escolas e faculdades podem aplicar em pequenas turmas inicialmente, até para facilitar o processo de familiarização entre professores e alunos com a ferramenta e assim poder avaliar o desempenho do aprendizado de forma mais atenciosa e aos poucos fazer investimentos. Entretanto, é preciso incentivo por parte do governo para ajudar as instituições na capacitação dos professores e na infraestrutura.

Observa-se que as seis categorias propostas se relacionam, dessa maneira as instituições de ensino ao diluir as barreiras e desafios que fazem parte de uma determinada categoria, por exemplo, vão minimizar as dificuldades relacionadas a outra, potencializando adoção de tecnologias educacionais baseadas em RA.

Vale ressaltar a relevância das barreiras apresentadas nas seis categorias propostas, contribuindo para instituições e docentes terem uma visão ampla das barreiras, dificuldades e desafios levantados neste estudo. Com intuito de auxiliar

as instituições e docentes a identificarem qual ou quais barreiras estão inseridas no seu contexto educacional e assim, se engajarem para diluí-las. Deste modo, proporcionar novas possibilidades para os alunos, ampliando a sala de aula, melhorando a experiência de aprendizagem e o nível intelectual dos estudantes.

#### **4.3. Validação da plausibilidade da categorização proposta**

Após propor categorias para classificação das barreiras a adoção da RA em processos de ensino-aprendizagem, nas próximas subseções será testada a plausibilidade desta categorização, em duas fases: análise das barreiras mencionadas nas Teses e Dissertações e através das percepções de um grupo focal de quatro profissionais da instituição SENAI.

O modelo de análise apresentado no Quadro 16, descreve os indicadores referentes à cada categoria, que servirá como base para analisar se as barreiras encontradas nas Teses e Dissertações e nos discursos dos integrantes do grupo focal estão relacionadas com as categorias propostas nesta pesquisa.

Quadro 16: Modelo de análise

Conceito	Dimensões	Indicadores
Barreiras	Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poucos <i>softwares</i>;</li> <li>-Problemas técnicos.</li> <li>-Limitações tecnológicas;</li> <li>-Limitações de infraestrutura de TI.</li> </ul>
	Financeira	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Custo de aquisição ou desenvolvimento de ferramentas.</li> </ul>
	Conteúdo	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Falta de habilidades em programação;</li> <li>-Dificuldade para desenvolver e apresentar atividades com RA.</li> </ul>
	Aprendizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Poucos estudos sobre o uso da RA no processo de aprendizagem;</li> <li>-Dificuldade de integrar a RA com os tradicionais métodos de ensino.</li> </ul>
	Adesão	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificuldades na aceitação dos usuários;</li> <li>-Necessidade de reestruturar o setor pedagógico.</li> </ul>
	Usabilidade e interação com o usuário	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dificuldade na familiarização da tecnologia com os usuários;</li> <li>-Pouca cooperação entre docentes e desenvolvedores.</li> </ul>

Fonte: Própria

#### 4.3.1. Aplicação da categorização proposta para identificar barreiras mencionadas em teses e dissertações

O Quadro 17, lista a amostra final das Teses e Dissertações selecionadas, após aplicados os critérios mencionados no Capítulo 3. Esses 18 trabalhos identificados serão analisados com a finalidade de identificar as barreiras, dificuldades e desafios presentes em outras experiências com RA no processo ensino aprendido. Esse levantamento das barreiras nas Teses e Dissertações, serão apresentados nos resultados a seguir como citações, servirá para validar se a proposta de categorização é plausível.

**Quadro 17:** Teses e dissertações da plataforma CAPES

<b>Síntese dos estudos localizados na revisão sistemática</b>			
<b>Nº</b>	<b>AUTOR/ ANO</b>	<b>TÍTULOS</b>	<b>Tipo de trabalho</b>
1	GOMES (2015)	Possibilidades do uso da Realidade Aumentada na visualização de elementos matemáticos.	Dissertação
2	MENDONÇA (2016)	Letramentos digitais e formação educacional na educação básica: Investigação de práticas.	Tese
3	FORTE (2015)	Identificação de pontos robustos em marcadores naturais e aplicação de metodologia baseada em aprendizagem situada no desenvolvimento de sistemas de realidade aumentada.	Tese
4	CHISTÉ (2017)	O uso da realidade aumentada como ferramenta de apoio ao ensino do conceito de força.	Dissertação
5	KELLING (2015)	Produção Textual e Multimodalidade: uma proposta com Realidade Aumentada.	Dissertação
6	RIOS (2017)	GDR: Um aplicativo para dispositivo móvel na aprendizagem de geometria descritiva.	Dissertação
7	SOUZA (2014)	VETORRA – software para o cálculo de operações vetoriais com realidade aumentada.	Dissertação
8	MARQUES (2014)	Letramento Digital na Ciberinfância: diálogos com práticas pedagógicas no ensino fundamental.	Dissertação
9	OLIVEIRA (2016)	Procedimentos pedagógicos para o processo ensino aprendizagem de matemática no ensino médio: intervenção pela Realidade Aumentada.	Dissertação
10	SOTILI (2014)	Um aplicativo de realidade aumentada contribuindo para o ensino de geometria descritiva: um estudo de seções cônicas.	Dissertação
11	ALMEIDA (2017)	Estudo da contribuição da realidade aumentada para o ensino de química nos cursos técnicos integrados ao ensino médio no ifg câmpus jataí.	Dissertação
12	ANDRADE (2017)	O desenvolvimento do aplicativo RA.GEO: contribuições da realidade aumentada para o ensino de geometria espacial.	Dissertação
13	SOUSA (2015)	O uso da realidade aumentada no ensino de física.	Tese
14	SILVA (2017)	Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade Aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de platão.	Dissertação
15	ABREU (2015)	A realidade aumentada como recurso didático alternativo para o ensino de astronomia: uma sequência didática para o estudo do sistema solar.	Dissertação
16	SANTOS (2015)	Realidade aumentada aplicada ao ensino de geometria espacial: um desafio para a educação matemática.	Dissertação
17	VALENTIM (2017)	Uso da realidade aumentada no ensino da geometria espacial.	Dissertação
18	FRANÇA (2015)	Uma proposta didática da realidade aumentada no ensino da geometria espacial.	Dissertação

Fonte: Própria

As teses e dissertações foram organizadas por numeração, como está representado no Quadro 17. Os trabalhos serão apresentados no decorrer das análises das categorias por um número que corresponde ao autor, conforme a tabela, algumas categorias estarão presentes no estudo de vários autores.

### 4.3.1.1 Categoria Técnica

Nas Teses 3 e 13 e as dissertações de 4 a 12, 15, 17 e 18, foram identificadas barreiras relacionadas à categoria Técnica. Através do método proposto na tese 3, que visa a determinação de pontos de interesse robustos à variação de iluminação, pretendendo diminuir o tempo necessário para a correspondência entre imagens em alta definição. Forte (2015) destaca que quanto maior a qualidade das imagens captadas pelos dispositivos móveis, preocupa o fato de que, mais pontos de interesse tendem a ser detectados para o reconhecimento dos marcadores naturais, o que, em última instância, dificulta ou mesmo impede que a técnica seja utilizada em aplicações que exijam funcionamento em tempo real.

Diante do exposto, para resolver problemas de iluminação e imagem relacionado à categoria Técnica se faz necessário o desenvolvimento de técnicas mais sofisticadas para uma melhor resolução dos aplicativos. Caso ocorra variação de iluminação, rotação da imagem ou quaisquer outras alterações que possam resultar em variabilidade nas tonalidades de cor dos pixels, o resultado seria um melhor reconhecimento de imagens.

A dissertação 4, fez um estudo com sessenta alunos, dividindo em duas turmas, utilizando um aplicativo nas disciplinas de exatas. A pesquisa mostra as dificuldades encontradas pelos alunos na aplicação da Realidade Aumentada durante uma tarefa em sala de aula. Chisté (2017, p. 56) traz um resultado da experiência em que “6% dos entrevistados não gostariam de ter mais aulas desse tipo”. As entrevistas mostraram que essa resposta tinha sido reflexo de dificuldades técnicas de instalação do aplicativo, alterando as funcionalidades do mesmo. A justificativa se relaciona com a categoria Técnica. Quando o usuário tem algum tipo de dificuldade técnica, acarreta em uma má funcionalidade da tecnologia, gerando uma desmotivação para usá-la. Por isso, é interessante organizar toda estrutura para aplicação de RA, principalmente quando for o primeiro contato dos usuários com a tecnologia, naturalmente algumas pessoas terão dificuldades por ser algo novo, então, é necessário minimizar os problemas técnicos que possam surgir.

Na Dissertação 5, o autor ressalta que:

Percebeu alguma fragilidade na construção do livro no que se refere aos objetos 3D existentes nos repositórios desses elementos na internet, considerando que os estudantes tiveram dificuldade em encontrar imagens 3D que representassem algumas passagens e personagens do texto que construíram. [...]. Os quais estes estudantes substituíram por outros objetos semelhantes, mas que não representam exatamente o que eles gostariam que compuseram o livro produzido. (KELLING, 2015, p. 53)

Os resultados referentes à dissertação 5, revelaram dificuldades no desenvolvimento da tecnologia, pois os *softwares* disponíveis não atendiam o objetivo proposto para aula, tendo que fazer algumas alterações durante a atividade. Já na dissertação 6, foi desenvolvido um aplicativo para dispositivos móveis capaz de auxiliar na absorção do conteúdo da disciplina de geometria descritiva. Rios (2017) identificou que após apresentação do aplicativo, uma dificuldade encontrada pelos professores e alunos, foi a má visualização dos objetos, por falta da função “zoom”, para aproximar e distanciar os objetos. Esses estudos corroboram com a relevância da categoria Técnica, pois apresentaram barreiras pertinentes à aplicação da RA nos ambientes educacionais, confirmando a plausibilidade da categoria Técnica.

Vale salientar, a importância de ter uma boa qualidade em imagem de RA, pois através da imagem é possível observar os efeitos visuais e usufruir dos benefícios que a tecnologia pode proporcionar. Uma imagem com baixa qualidade de visualização vai comprometer o bom desempenho do aplicativo, podendo provocar desmotivação por parte de alguns usuários.

Logo, na dissertação 7, é desenvolvido um *software* para o cálculo de operações vetoriais com Realidade Aumentada. Souza (2014) pontua que, ao iniciar o processo de criação da tecnologia se deparou com a falta de *software* nessa linguagem, apesar de encontrar muitos materiais, a maioria das plataformas e bibliotecas encontradas eram pagas, sendo necessário um investimento para elaborar o desenvolvimento e a aplicação do *software* nas escolas e/ou universidades, devido ao licenciamento do *software*. Ressaltando que, o autor teve dificuldades no processo inicial do desenvolvimento do *software*, levando a compreender que as barreiras relacionadas a categoria Técnica, podem aparecer em várias etapas do processo de desenvolvimento da tecnologia. Nesse contexto,

esse estudo se relaciona com a categoria Técnica proposta nesta pesquisa, que apresenta algumas dificuldades como limitações tecnológicas, por exemplo.

Porém, na dissertação 8, Marques (2014) relata outras barreiras inerentes à categoria Técnica. Através dos depoimentos dos professores que participaram das experiências, o autor salienta que alguns professores não conseguem utilizar a tecnologia em sala, por falta de materiais disponíveis na escola e pela ausência de uma infraestrutura adequada. Portanto, eles incluem em seus planejamentos didático a utilização de links para serem usados em casa e debatidos em sala. Observa-se que a categoria Técnica aparece nas limitações da instituição de ensino, fazendo com que o professor incentive os alunos a usar a tecnologia como apoio na aprendizagem nas atividades para casa, como mostra a seguir.

Trabalho com os alunos alguns *softwares*, algumas atividades que eles realizem em casa, muito mais do que na escola, porque na escola não temos material disponível, uma estrutura. Então eu trabalho no meu planejamento a atividade em casa, a gente dá uns links para eles acessarem, porque em casa a facilidade é maior, pois tem *tablets*, computador, internet boa. Na verdade, na sala de aula é tudo mais limitado. (MARQUES, 2014, p.110)

Observa-se que as barreiras encontradas pelos docentes se repetem na dissertação 9. Oliveira (2016) identifica em seu estudo que os professores não utilizam os equipamentos de informática da instituição, alegando que estão obsoletos e que a conexão da internet é ruim, sempre tendo problemas quando vai utilizar. Logo, as barreiras e dificuldades estão presentes no cotidiano das instituições de ensino e na atuação dos docentes, como apontam algumas barreiras na análise dos resultados da dissertação 10:

Dificuldades de instalar e configurar o ARToolKit por parte de usuários leigos de computação que queriam desenvolver suas aplicações de Realidade Aumentada. [...]. Outra desvantagem é que a ferramenta só tem versão para Windows e somente pode ser executada localmente na máquina. (SOTILI, 2014, p. 40)

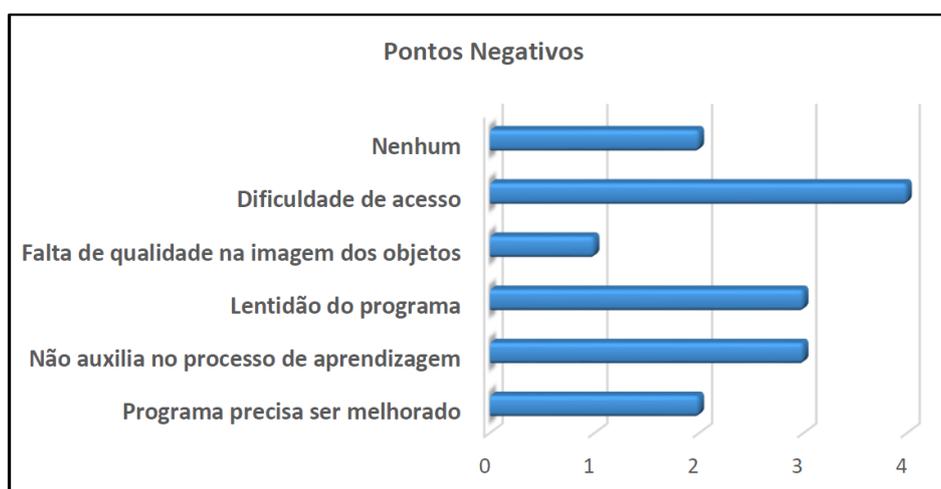
Percebe-se nos estudos que falta de infraestrutura e ausência de um profissional de TI para dar suporte aos docentes são algumas das barreiras, como também o

desenvolvimento de *software* para um programa específico, ratificando a plausibilidade da categoria Técnica. Para conseguir diluir essas barreiras é preciso um maior suporte por parte dos gestores das instituições, proporcionando melhores condições para os docentes, alguns problemas como conexão com a internet, são questões simples de serem resolvidas, além disso, é preciso um maior envolvimento dos desenvolvedores, no sentido de disponibilizar para escolas e faculdades, tecnologias com maior variedades de programas compatíveis para ser baixado e executado, possibilitando uma maior adesão por parte dos usuários.

Ainda analisando as barreiras relacionadas à categoria Técnica. Na dissertação 11, Almeida (2017) fez perguntas aos alunos e com as respostas obtidas foi feita uma categorização dos pontos negativos, como está representado a seguir:

Categoria que foi citada é a lentidão do programa que ocorreu em virtude de problemas com a rede interna do laboratório utilizado no dia da realização da pesquisa com os alunos. Três alunos afirmaram que a utilização da Realidade Aumentada não auxilia no processo de aprendizagem e dois que o programa precisa ser melhorado. [...]. Apenas um dos alunos destacou a baixa qualidade nas imagens dos objetos virtuais modelados. (ALMEIDA, 2017, p. 48)

**Gráfico 3-** Pontos negativos em relação ao uso de RA no ensino de Química



Fonte: Almeida (2017)

Através da análise do Gráfico 3, observa-se, que a dificuldade de acesso à tecnologia teve o maior índice entre a opinião dos alunos, que dentro dessa proposta de pesquisa, será abordada mais à frente na categoria Usabilidade e interação com o usuário. Em segundo lugar, duas dificuldades apontadas pelos

alunos em utilizar a RA são: lentidão do programa e não auxilia no processo de aprendizagem. Esses resultados podem estar relacionados à dificuldade que os alunos tiveram para manusear o aplicativo, conseqüentemente os resultados no aprendizado não serão satisfatórios. Já o problema referente a lentidão do programa pode estar relacionado com a qualidade da internet, em que o autor também salientou que teve problemas na rede interna do laboratório utilizado no dia da experiência. Ainda nos *feedbacks* dos alunos aparecem as barreiras: falta de qualidade na imagem dos objetos e programas com baixa qualidade, demonstrando que precisa ser feito alguns ajustes na tecnologia. Evidenciando a relação entre as categorias Técnica e Usabilidade e interação com o usuário, propostas nesta pesquisa.

Uma vez que o usuário, após utilizar a tecnologia, aponta problemas como *software* com baixa qualidade, possibilita que a categoria Técnica resolva esse problema e conseqüentemente aumente as chances de adoção da RA. Vale ressaltar, que a categorização feita por Almeida (2017) na dissertação 11, não tem o mesmo propósito com a proposta de categorização desta pesquisa, pois, o autor fez uma categorização com os pontos negativos, a partir de uma única experiência, usando uma ferramenta de sua autoria em uma disciplina de química, o mesmo identificou as melhorias para seu dispositivo. Porém, os resultados do estudo 11, agrega para uma melhor análise das barreiras de RA na educação.

A experiência feita na dissertação 12, apresenta barreira semelhante ao estudo anterior, como cita Andrade (2017), que durante a aplicação da tecnologia RA com os alunos, o *software* teve baixo desempenho com resoluções simples, levando à desmotivação dos usuários. Uma das sugestões feitas pelos alunos, após a experiência, foi a melhoria do aplicativo com novas animações e projeções. Comprovando a autenticidade da categoria Técnica.

A tese 13 e a dissertação 15 fazem relação com a categoria Técnica. Na tese 13, elucida: [...] “mesmo algumas limitações como a dificuldade do uso individualizado de computadores, não impedem o uso efetivo dessa tecnologia aos alunos.” (SOUSA, 2015, p. 45). O autor ainda ressalta: [...] “pelo fato da RA ser uma tecnologia relativamente nova ainda é difícil encontrar simulações em formato compatível nos repositórios virtuais, assim a alternativa mais viável será recorrer a programadores.” (SOUSA, 2015, p. 114). Já na dissertação 15, Abreu (2015)

evidencia que o *software* trouxe os conteúdos finalizados, ou seja, prontos, impossibilitando os alunos de se sentirem desafiados a solucionar problemas, ficando restritos apenas em assistir vídeos. O autor também mencionou problemas no acesso no momento da aplicação com os alunos, no qual, somente um técnico de informática conseguiria resolver.

Contudo, é interessante que o primeiro contato dos alunos com RA, ocorra após a familiarização dos docentes com a tecnologia e, se possível, com a presença de um profissional capacitado para auxiliar o professor caso o mesmo não tenha conhecimento em informática, nesse sentido, os resultados serão satisfatórios para a aprendizagem.

Na dissertação 17 apresenta os resultados do experimento do uso da RA no ensino de geometria espacial, apontando problemas referentes à visualização da imagem projetada. Valentim (2017) comenta que os alunos possuem dificuldades em visualizar a figura projetada. Mesmo os alunos identificando problemas de visualização na tecnologia, o autor acrescenta: “não vamos nos aprofundar na causa dos problemas de visualização, pois a finalidade deste trabalho é indicar possíveis soluções com o uso da RA no ensino da geometria espacial.” (VALENTIM 2017, p. 38).

Na dissertação 18, relata dificuldades encontradas no sistema de visão por vídeo de tecnologia RA.

A grande desvantagem desse sistema está no fato de em função dos monitores estarem parados sempre em algum lugar, o sistema tem baixo grau de imersão, pois o usuário só terá realmente interação com os objetos 3D, quando estiver olhando diretamente para a tela (monitor) onde o objeto real, captado por uma webcam, é visto “aumentado” por objetos virtuais. Assim, se o usuário olhar para o lado não verá mais o objeto real “aumentado”, perdendo a imersão. (FRANÇA, 2015, p. 33 e 34)

A partir desses relatos, é possível perceber as barreiras encontradas nas instituições de ensino, relacionadas com a categoria Técnica, algumas dificuldades são: baixa conexão com a internet, limitações de infraestrutura de TI e aplicativos com problemas de visualização entre outros. Validando a plausibilidade da categoria Técnica.

#### 4.3.1.2 Categoria Adesão

A tese 2, buscou entender como tornar acessível às tecnologias aos professores e como trazer essas ferramentas em ações pedagógicas, nesse sentido, a proposta foi desenvolver um espaço de criação digital na instituição, o autor Mendonça (2016) relata algumas barreiras encontradas no processo:

Desde o início, esta ação foi bastante questionada pelos professores, como algo que exigiria um tempo de trabalho com os alunos, além do que, já havia sido planejado, essa questão teve desdobramentos no sentido de se repensar o tempo dedicado a determinadas atividades, ou seja, algumas decisões curriculares seriam impactadas pelo uso de tal plataforma. (MENDONÇA, 2016, p. 83)

A categoria Adesão proposta nesta pesquisa, se relaciona com a experiência desenvolvida por Mendonça (2016), percebe-se uma resistência de alguns professores em utilizar a tecnologia, outra barreira apresentada são os aplicativos de multimídias, a maioria não dispõe de tutorias para uma aprendizagem autodidata, comprometendo o tempo de aula, dificultando a implementação de alguns aplicativos de RA. Dessa forma, a carga horária não é utilizada de maneira adequada, demandando aos professores fazer uso do tempo explicando sobre o processo de usabilidade do aplicativo. Observa-se novamente a correlação da categoria Usabilidade e interação com o usuário, que através das experiências com os aplicativos, existe a possibilidade de solucionar barreiras relacionadas a outras categorias. Nesse sentido, os desenvolvedores podem integrar nos *softwares* opção para acessar tutorial, antes de utilizar o aplicativo, possibilitando uma melhor familiarização dos docentes que não tem habilidades em programação, como também facilitar a ambientação dos alunos com a tecnologia.

A categoria Adesão, também é validada pelas dissertações 4, 8 a 10 e 16. A dissertação 4, apresenta o resultado das entrevistas feita com alunos após experiência com a tecnologia RA em uma disciplina de exatas:

A questão 8 perguntava se o uso da ferramenta teria mudado resultados em testes anteriores. Uma grande parte afirmou não ter certeza disso, levando a crer que ainda não confiam plenamente neste tipo de abordagem

metodológica. Talvez, se o uso desse tipo de metodologia fosse aplicada mais frequentemente, essa confiança pode aumentar. (CHISTÉ, 2017, p. 56)

Na dissertação 8, a categoria Adesão, aparece na fala do autor quando ele relata que:

Isso aconteceu também na aula de nº 03, quando o professor tentou incluir as TIC em sua aula, que não foi concluída por dificuldades que o professor sentiu ao utilizar os aparatos tecnológicos. [...]. Dificuldades nos processos de transposição didática, no sentido de articular teoria e prática. (MARQUES, 2014, p.147 e 164)

A análise apresentada na dissertação 9, traz contribuições para as inquietações do relato da Dissertação 8, no qual: “os professores necessitam receber um suporte pedagógico para integrar essa tecnologia nas suas aulas, de modo a colaborar na melhoria do desempenho do aluno durante a construção de sua aprendizagem.” (OLIVEIRA, 2016, p. 133)

Percebe-se nos depoimentos, que a maioria dos docentes não se sentem seguros para aplicar a tecnologia RA durante as aulas e que alguns alunos têm resistência em utilizar as mídias. Os professores precisam estar familiarizados com a ferramenta, pois eles serão os intermediadores durante todo o processo de ensino e aprendizado dos discentes com a ferramenta. Nesse sentido, é importante escolher uma metodologia adequada para enriquecer o processo de aprendizagem. Nos estudos apresentados a seguir destacam outras barreiras pertinentes à categoria Adesão.

Na dissertação 10, destaca que:

O ser humano sente temor pelo novo e mesmo sabendo que essas ferramentas vêm facilitar a forma do trabalho dentro e fora das escolas, o que não quer dizer que essa facilidade seja vista por todos com bons olhos, pois, há uma grande quantidade de profissionais da educação, principalmente professores, que não aceitam as novidades tecnológicas como instrumento transformador na sua prática pedagógica. Tal rejeição, muitas vezes, se dá devido à falta de conhecimento, por parte dos professores, sobre a forma como utilizá-las para adquirir praticidade no processo de ensino e de aprendizagem. (SOTILI, 2014, p.77)

Observa-se também nos resultados da dissertação 16 o comportamento dos professores com uso da RA quando Santos (2015) evidência que a interação com a tecnologia durante as aulas é considerada uma ferramenta nova para alguns professores, gerando receio para utilizar.

Diante das dificuldades expostas nos estudos acima, fica perceptível a validação da categoria Adesão proposta nesta pesquisa. No sentido de instituições e professores buscarem estratégias para diluírem as barreiras pertencentes a esta categoria, percebe-se a necessidade de inserir a tecnologia com mais frequência nas aulas, reforçando a importância da familiarização com a tecnologia para aumentar a aceitação por parte dos professores e, conseqüentemente, dos alunos. Nota-se a necessidade das instituições definir a metodologia a ser aplicada, como também, capacitar seus professores. Partindo do princípio de que os professores precisam conhecer a tecnologia e saber como aplicar em sala de aula, tendo assim, mais segurança para utilizá-las.

#### **4.3.1.3 Categoria Usabilidade e interação com o usuário**

Após algumas experiências feitas com professores e alunos utilizando RA, Almeida (2017), fez um levantamento das opiniões dos usuários. Entre as respostas dos alunos, uma das barreiras “destacada foi: dificuldade de acesso, que pode ser atribuída em virtude do pouco contato que os alunos tiveram com a ferramenta utilizada.” (ALMEIDA, 2017, p. 48). Percebe-se que a categoria proposta, Usabilidade e interação com o usuário, está presente na experiência dos alunos com o uso da RA. Nota-se que a dificuldade mais apontada pelos alunos foi no momento de acessar o aplicativo de RA, sendo uma barreira possível de ser resolvida. É preciso fazer a familiarização dos usuários com a tecnologia antes do manuseio, um tutorial explicando o passo a passo de como funciona, poderia possibilitar resultados mais satisfatórios.

Já na Tese 2, Mendonça (2016) traz que o desafio do professor é quebrar paradigmas, superar as inseguranças com relação ao uso das tecnologias, para

poder dominar as ferramentas e conduzir os alunos para melhor usufruir das atividades em sala. O autor pontua as percepções e ideias que surgiam de professores durante o estudo:

O papel do professor irá mudar e este, colocado fora da sua zona de conforto, deverá buscar redefinir seu papel, e se colocar disponível e disposto a aprender sobre novas ferramentas e aprender com seus alunos, que muitas vezes já saberão mais do que imaginamos. (MENDONÇA, 2016, p. 97)

Mendonça (2016, p. 96) destaca ainda que, é pertinente “vencer inseguranças quanto ao controle que o professor terá sobre a aprendizagem dos alunos.” Nesse contexto, a tese 2 também valida a categoria Usabilidade e interação com o usuário, quando apresenta as barreiras: falta de habilidades dos professores para utilizar a tecnologia, dificuldades na aplicação em sala de aula, insegurança para conduzir os alunos nesse processo de familiarização com a tecnologia, como argumenta Cope & Kalantzis (2000), o professor sempre foi visto como o detentor do conhecimento, esse tipo de visão, pode se tornar responsável pelas expressões de insegurança dos professores, quando estes se percebem numa situação em que o conhecimento tecnológico é demandado e eles entendem ter conhecimento insuficiente sobre a área. Diante das dificuldades expostas, umas das principais formas de resolver ou diminuir essas barreiras, é a qualificação dos professores. Sendo preciso o letramento digital, que para Mercado (2014), implica em saber como buscar a informação necessária em ambientes virtuais/digitais e como organizar as informações para utilizá-la. Assim, os professores têm uma maior segurança para usar a RA com os alunos e usufruir do potencial da ferramenta.

#### **4.3.1.4 Categoria Aprendizado**

Na dissertação 1 Gomes (2015) destaca algumas dificuldades quando se trata de ensino e aprendizagem com matemática, então, propôs usar RA na visualização de elementos matemáticos, o estudo focou na visualização de objetos matemáticos tridimensionais. O autor menciona barreiras relacionadas à categoria Aprendizado

proposta nesta pesquisa, quando se refere a dificuldade de adequar a metodologia tradicional com o uso de tecnologias, pontua ainda, que são poucas experiências com *softwares* educacionais em visualização tridimensional que auxiliem na condução do ensino e da aprendizagem.

Na categoria Aprendizado, outra barreira relacionada a RA na educação é a possibilidade de distrair e desviar atenção dos alunos com relação aos materiais de aprendizagem, mesmo Gomes (2015) pontuando que as aulas podem ser mais atrativas e interativas com o uso da RA, isso não deixa claro que existe uma maior concentração do aluno na hora da atividade. Dessa forma, adequar a metodologia para integrar a RA com os tradicionais métodos de ensino poderá auxiliar na transmissão do conhecimento e diversificar o aprendizado dos alunos.

Identifica-se a plausibilidade da categoria Aprendizado nas barreiras apresentadas no estudo acima. Mesmo sendo poucos estudos que apontam essa categoria, ela se valida no sentido que esse estudo propõe um levantamento de todas as barreiras para adoção de tecnologias educacionais em RA e não apenas das principais. Vale salientar, que uma das barreiras apontadas na categoria são as poucas experiências com a tecnologia Realidade Aumentada na educação, demonstrando que a tecnologia está em seu estágio inicial quanto à aplicação nesta área. Logo são poucas as pesquisas que focam nessas dificuldades.

#### **4.3.1.5 Categoria Conteúdo**

Diante das barreiras apresentadas na tese 2 e 13 e nas dissertações 10, 14, 16 e 18, serão apresentadas as análises dos estudos para verificar a plausibilidade da categoria Conteúdo. Na tese 2, Mendonça (2016) traz um questionamento que busca a percepção dos docentes sobre descobrir o desafio para o uso das tecnologias na sala de aula. Um dos depoimentos traz que o professor tem dificuldades para usar as tecnologias no planejamento e na criação de conteúdo. Nos estudos a seguir outras barreiras serão apresentadas.

Nos resultados da dissertação 10, o autor apresentou as barreiras encontradas no uso de aplicativo de RA durante a experiência. Sotili (2014) retratou que um dos docentes respondeu que é necessário para os mesmos um maior entendimento a acerca de informática, para melhorar o desempenho no uso da ferramenta. Outro docente disse, que o uso de tal ferramenta requer do professor uma habilidade em programação que ele não recebe na sua formação acadêmica. O depoimento do terceiro docente, ressaltou como desvantagem a necessidade de um conhecimento específico de informática para formulação de aula. O estudo a seguir também compartilha dos desafios dos professores no uso da tecnologia.

A tese 13, apresenta algumas dificuldades dos professores e alunos a respeito da linguagem de programação. Sousa (2015) ressalta que, um professor de física, por exemplo, que não tenha tido acesso a alguma disciplina de programação em sua graduação enfrentaria grande dificuldade. Pontua ainda:

Os altos percentuais de alunos que apresentam “nada” ou “pouco” conhecimento sobre essas ferramentas tecnológicas pode, a princípio, refletir em dificuldades para construção de aplicações em RA, principalmente no que tange a linguagem de programação. (SOUSA, 2015, p. 79)

Ainda contribui dizendo que:

As dificuldades para criar ou customizar simulações de RA podem levar o professor sem conhecimento em programação a duas alternativas: buscá-las em repositórios virtuais na Internet, como objetos de aprendizagem, ou recorrer a programadores profissionais. (SOUSA, 2015, p.114)

Nota-se que, que a categoria Conteúdo é plausível, quando os relatos acima trazem a falta de habilidade dos professores com informática e programação, dificultando na criação e execução dos conteúdos nos aplicativos de RA. Na intenção de minimizar essas barreiras, os professores podem optar em criar seus conteúdos em plataformas gratuitas, que ensinam passo a passo ou baixarem as tecnologias prontas que ficam disponíveis em repositórios virtuais, outra solução é a formação continuada dos docentes, com o propósito de garantir um ensino de qualidade.

Ainda na análise da dissertação 14, Silva (2017) compreende que os professores consideraram médio ou baixo seu conhecimento para utilizar TICs como recurso para o ensino/aprendizagem, o que possivelmente pode desmotivá-los quando pensam em inserir essas tecnologias no planejamento de suas aulas. E completa dizendo: “este resultado é também um reflexo das poucas políticas de incentivo à formação continuada, em especial cursos que visem formação para a utilização de tecnologias nas salas de aula.” (SILVA, 2017, p. 58).

Na Dissertação 16, Santos (2015) evidencia, que alguns professores são inexperientes quando o assunto é programação. Por ser uma inovação, faz-se necessário que os docentes adquiram essa habilidade na formação continuada, para que possam aprimorar os conhecimentos de informática aplicada à educação. Já na Dissertação 18: “Percebeu-se também que os professores necessitam de uma maior capacitação para utilizar as TIC em sala de aula e, que o papel do docente vem mudando ao longo dos tempos, tendo que se adaptar a esse novo cenário educacional.” (FRANÇA, 2015, p.51). Observa-se nos depoimentos a mesma necessidade da formação continuada de professores, assim se sentiram mais seguros diante das novas possibilidades de ensino com recursos tecnológicos, o professor é o mediador, precisa acompanhar, monitorar e viabilizar a troca de ideias, discussões e experiências para obtenção do conhecimento. A partir dos resultados também apresentados nas dissertações 14, 16 e 18, é percebido a validação da categoria proposta através dos relatos.

#### **4.3.1.6 Categoria Financeira**

Na dissertação 8, Marques (2014) buscou analisar a visão dos educadores sobre o uso das tecnologias, através de um questionário aplicado aos professores que fizeram parte do estudo, uma das perguntas eram se existiam problemas relacionados às atividades pedagógicas mediadas pelas TICs. Uma das respostas recorrentes foram: falta de instrumentos necessários para usar nas aulas e falta de investimento em infraestrutura para atender a demanda. Na dissertação 8, Marques (2014) ainda destaca:

É preciso haver uma intervenção governamental mais contundente, com mais investimentos em políticas públicas e ações que atendam às demandas de qualificação profissional do docente, além do incremento na infraestrutura física e tecnológica das escolas. (MARQUES, 2014, p. 63)

Na dissertação 9, o autor compartilha de um pensamento similar: “percebeu-se a necessidade imediata de políticas públicas em relação à oferta de cursos de capacitação/atualização sobre as novas tecnologias para os professores das diversas áreas do ensino.” (OLIVEIRA, 2016, p. 133). Para utilização das tecnologias nos ambientes educacionais, se faz necessário alguns investimentos em estrutura física, capacitação dos professores e desenvolvimento de ferramentas para educação.

Verifica-se nos resultados apresentados das dissertações 8 e 9, a validação da categoria Financeira, no momento em que, são apontadas limitações de recursos por parte das instituições de ensino e a falta de incentivos por meio de políticas públicas para oferecer assistência às instituições e qualificação aos docentes, sendo barreiras pertinentes da categoria Financeira.

É confirmada a plausibilidade da proposta de categorização, todas as categorias foram identificadas nos estudos, como mostra a seguir no Quadro 18. Vale ressaltar que a categoria Técnica estava presente na maioria dos estudos analisados, indicando que os problemas técnicos e de infraestruturas são barreiras pertinentes para adoção da tecnologia RA no processo de aprendizagem. Como existem problemas a serem superados tecnologicamente, afeta as categorias Adesão e Conteúdo que apareceram em segundo lugar nos estudos. Em seguida as categorias Financeira e Usabilidade e interação com o usuário, que está relacionado com investimentos para capacitação de professores e condições de infraestrutura nesse processo de adoção da RA. Mesmo a categoria Aprendizado não aparecendo de forma tão expressiva nas teses e dissertações, isso não impede de validar a categoria proposta, pois, um dos objetivos desta pesquisa é identificar todas as barreiras, dificuldades e desafios para adoção de tecnologias educacionais em RA e não apenas apontar as barreiras mais relevantes.

**Quadro 18:** Resultado da plausibilidade da proposta de categorização

Categorias	Teses e Dissertações
<b>TÉCNICA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Augmented Reality: an Enhancer for Higher Education Students in Math's learning?</li> <li>•Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness.</li> <li>•Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training.</li> <li>•Pedagogical strategies for the integration of Augmented Reality in ICT teaching and learning processes.</li> <li>•Human Anatomy Learning Systems Using Augmented Reality on Mobile Application.</li> <li>•Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0.Cooperation begins: Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game.</li> <li>•Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models.</li> <li>•Learning English with Augmented Reality: Do learning styles matter?</li> <li>•Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature.</li> <li>•Augmented reality mobile app development for all.</li> <li>•Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness.</li> <li>•Mobile augmented reality for teaching structural analysis.</li> <li>•Faculty at Saudi Electronic University attitudes toward using augmented reality in education.</li> <li>•The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education.</li> </ul>
<b>FINANCEIRA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperation begins: Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game.</li> <li>•Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models.</li> </ul>
<b>CONTEÚDO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education.</li> <li>•Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness.</li> <li>•Learning English with Augmented Reality: Do learning styles matter?</li> <li>•Meta-analysis of the impact of Augmented Reality on students' learning gains.</li> <li>•Inovações educacionais com o uso da Realidade Aumentada: Uma revisão sistrmática.</li> <li>•The Potential of Augmented Reality to Transform Education into Smart Education.</li> </ul>
<b>APRENDIZADO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•A case study of Augmented Reality simulation system application in a chemistry course.</li> </ul>
<b>ADESÃO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education.</li> <li>•Mobile Augmented Reality in Vocational Education and Training.</li> <li>•Cooperation begins: Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game.</li> <li>•Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models.</li> <li>•Learning English with Augmented Reality: Do learning styles matter?</li> <li>•Inovações educacionais com o uso da Realidade Aumentada: Uma revisão sistrmática.</li> </ul>
<b>USABILIDADE E INTERAÇÃO COM O USUÁRIO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Specifics of Visual Perception of The Augmented Reality in The Context of Education.</li> <li>•Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature.</li> </ul>

Fonte: Própria

Após reconhecer a validação da categorização proposta através da análise de Teses e Dissertações, a segunda fase será validar a plausibilidade da proposta de categorização pela percepção de um grupo focal da instituição SENAI.

#### **4.4.1. Observação das percepções de um conjunto de experts quanto à plausibilidade das categorias propostas**

Como mencionado no Capítulo 3, o grupo focal foi composto por um conjunto interdisciplinar de quatro experts: Docente, Docente Desenvolvedor, Pedagogo e Desenvolvedor de *Software*.

No início da entrevista foi feita uma breve explicação sobre a categorização proposta, com intuito de familiarizar o grupo com a temática da pesquisa, deixando os entrevistados à vontade para expressar suas percepções. A dinâmica de perguntas e respostas, usadas com o grupo focal, foi detalhado no Capítulo 3.

Os docentes que participaram da entrevista, já tinham familiaridade com a RA nos processos educacionais, a própria instituição onde os mesmos atuam promove oficinas para incentivar e aproximar o uso das tecnologias digitais.

A pergunta inicial foi: **Na opinião de vocês as barreiras relacionadas em cada categoria, tem relevância?**

O Docente pontuou que:

“Talvez a categoria Técnica tivesse que ser tecnológica, pelo que eu li as descrições das barreiras, aparentemente são problemas de tecnologia e não problemas técnicos, quando diz categoria Técnica, está relacionada às habilidades do usuário. Está faltando algo de tecnologia ou infraestrutura”. (DOCENTE, informação verbal)

O Desenvolvedor de *Software* ainda acrescentou que:

“Faz sentido, não a troca, mas a inclusão de uma nova categoria tecnológica. A Técnica existe e é diferente. A Técnica seria mão de obra

para preparação das atividades. A parte de infraestrutura seria a tecnológica, como Realidade Aumentada e Realidade Virtual”. (DESENVOLVEDOR DE SOFTWARE, informação verbal)

Nota-se que os problemas de tecnologia e infraestrutura são relevantes para grupo focal. O Docente sugere trocar o nome da categoria Técnica por Tecnológica, o Desenvolvedor de *Software* propõe, continuar com a categoria Técnica e criar uma nova categoria Tecnológica, explicando que seria interessante separar as barreiras tecnológicas das barreiras de infraestrutura. Nesse sentido, o Docente reconhece a existência das dificuldades relacionadas à categoria Técnica, e ratifica exemplificando que:

“O SENAI tem a tecnologia *Microsoft HoloLens*<sup>1</sup>, é um dispositivo de RA. O saber usar é a parte Técnica e o acesso a essas tecnologias e funcionamento da mesma seria uma categoria Tecnológica. Outro exemplo: HP tinha criado um aplicativo de RA para celular, quando fomos usar em sala de aula o aplicativo foi descontinuado, aí seria justamente uma barreira tecnológica, descontinuidade de *softwares*”. (DOCENTE, informação verbal).

Na categorização original proposta as dificuldades e desafios relacionados à infraestrutura e tecnologia foram atribuídas à categoria Técnica. A partir da percepção do grupo focal *expert* na área de Realidade Aumentada e educação, torna-se apropriado separar essas barreiras em categorias diferentes, criando assim, a categoria Tecnológica. Não alterando os resultados da validação feita através das teses e dissertações pois, as barreiras relacionadas a categoria Técnica foram analisadas e confirmadas, em ambas etapas, após as percepções dos integrantes do grupo focal, elas serão apenas separadas.

Na validação da categoria Técnica por meio das Teses e Dissertações, foram destacadas barreiras como *software* não compatíveis com alguns dispositivos e de baixa qualidade. No entanto, no grupo focal, alguns depoimentos dos integrantes mostravam dificuldades com experiências em RA no processo de aprendizagem, como aparece na fala do Docente Desenvolvedor:

---

<sup>1</sup>Óculos holográficos

“Existe uma falta de padronização ou formatos de *softwares* de RA. Por exemplo, se fosse montar um AVA<sup>2</sup>, para disponibilizar para os estudantes no formato x, não seria possível devido à falta de padronização, já que a RA é uma tecnologia nova, nesse sentido, eles não podem apenas baixar e instalar. Com a RA, o estudante precisa ter outros instrumentos para poder usar em casa como um material complementar. Talvez, a falta de padronização se configure no futuro, como um problema e uma barreira. Não temos um *software* com um formato específico para gerar conteúdo didático de RA”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal).

O Desenvolvedor de *Software* salientou:

“Existe um aplicativo do Google que ele é gratuito, Expedições, ele pode ser utilizado para RA e RV. Como funciona: a comunidade tem que fazer os objetos nas opções dos módulos disponíveis, ficando público, qualquer pessoa pode baixar esses objetos e utilizar em sala de aula. É justamente o que o colega comentou, uma padronização e uma boa interface para utilizar em sala de aula, porque é um *software* muito bem feito”. (DESENVOLVEDOR DE SOFTWARE, INFORMAÇÃO VERBAL)

Observa-se que algumas tecnologias de qualidade e disponíveis para ser baixadas não era de conhecimento de alguns professores, como mostra o relato do Docente Desenvolvedor: “certo, não conheço, vou olhar.” E o Docente: “muito bom, vamos explorar o *app*.” No entanto, os docentes que não tem habilidades em programação, poderá buscar por *software* disponíveis para criar ou baixar os conteúdos sendo um meio de aproximar os profissionais da área de educação com a RA.

Na análise das barreiras da categoria Adesão, feita nas Teses e Dissertações, notou-se dificuldades dos docentes em utilizar os dispositivos móveis e a necessidade de reestruturar o setor pedagógico. A percepção do grupo focal sobre as barreiras da categoria Adesão compartilham das mesmas dificuldades no discurso apresentado pelo Docente:

“Uma das maiores barreiras é o interesse do aluno em aprender, a RA vai facilitar nesse processo. Para isso, precisa diluir as barreiras, as pessoas passarem por treinamentos, planejamento das aulas pensando na didática que será utilizada em sala de aula e escolher bem o método pedagógico. [...] Vai levar um tempo para acontecer em larga escala, eu acredito que vai levar alguns anos. A ideia é continuar insistindo que um dia acontece.” (DOCENTE, informação verbal).

---

<sup>2</sup>Ambiente virtual de aprendizagem

Observa-se que na percepção do Docente a adoção da RA na educação acontecerá de forma gradativa, diluir as barreiras e buscar por soluções, pode ser uma alternativa para aproximar a tecnologia das salas de aulas.

Na revisão integrativa da literatura, os problemas de Usabilidade e interação com o usuário, identificados nos artigos analisados, não focaram na parte social, mas sim, nos problemas de manuseio dos usuários com as tecnologias. Nas Teses e Dissertações, foram levantadas dificuldades de professores e alunos para utilizar a RA. A categoria também foi avaliada pelo grupo focal, na percepção do Docente Desenvolvedor:

“A categoria Usabilidade e interação com o usuário, tem a ver o quanto familiarizado estaria um professor que vem de uma escola pública ou uma universidade com menos recursos, também os estudantes com poucos recursos, para fazer a familiarização da tecnologia”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal).

Observa-se que o Docente Desenvolvedor focou nas dificuldades de acesso à tecnologia no sentido financeiro, que nesta pesquisa não encaixa na proposta da categoria, uma vez que, essa não está centrada nas questões de cunhos sociais, mas, no processo de familiarização da tecnologia com os usuários.

O Desenvolvedor de *Software* e o Pedagogo apresentaram percepções distintas do Docente Desenvolvedor, referente às barreiras relacionadas a categoria Usabilidade interação com o usuário. O Desenvolvedor de *Software* ressaltou:

“Usabilidade e interação com o usuário aproxima-se da parte técnica, porque pode utilizar princípios da Usabilidade interação com o usuário para melhorar os *softwares*. A experiência com RA pode ajudar na preparação da tecnologia, quanto mais os alunos e professores utilizam menos dificuldades”. (DESENVOLVEDOR DE SOFTWARE, informação verbal)

O Pedagogo ainda acrescentou: “o professor tem dificuldade em usar RA, o desenvolvedor já tem habilidade em programação, precisa dessa união para ajudar na familiarização dos professores.” Percebe-se que, uma das formas de minimizar as barreiras da categoria Usabilidade e interação com o usuário, é estreitar a comunicação entre professores e desenvolvedores no processo de desenvolvimento da tecnologia, poder conciliar quais conteúdos teriam maior

relevância para ser aplicado em sala de aula e como colocar isso em prática por meio de um *software*, seria um ótimo resultado, além de proporcionar maior segurança ao professor na aplicação durante as aulas. Outro relato do grupo focal que também foi evidenciado nas análises das Teses e Dissertações é a relação entre as categorias. As barreiras relacionadas ao uso estão inseridas na categoria Usabilidade e interação com o usuário, porém, durante o manuseio é possível identificar problemas com o *software*, e assim, fazer devidas melhorias, diluindo barreiras relacionadas a categoria Técnica.

Seguindo o contexto de validar plausibilidade das categorias propostas pelo grupo focal, a entrevista foi direcionada para o segundo questionamento: **Na percepção de vocês existem barreiras que não estão representadas nessas categorias propostas?** O Docente pontuou: “uma barreira, voltada a acessibilidade da tecnologia, hoje as ferramentas gratuitas que fazem uso de RA ou são de difícil acesso ou são bem complicadas de usar.” O Pedagogo discorre:

“Tenho uma observação para fazer sobre as barreiras que estão na categoria Aprendizado. Não concordo que a RA pode gerar possibilidades de distrair e desviar a atenção dos alunos dos materiais de aprendizagem. Penso que a RA é o próprio material de aprendizagem, então se o aluno está interagindo, ele está aprendendo”. (PEDAGOGO, informação verbal)

O Desenvolvedor de *Software* complementou: “uma ambientação para distração acontecer teria que desenvolver algo muito lúdico, a ponto de o aluno não querer fazer outra coisa, assim causaria uma distração. Mas é difícil isso acontecer.” O Docente evidencia: “caso a aula não tenha sido bem planejada o uso da RA pode gerar uma distração ou desvio de atenção.” O Docente Desenvolvedor ratificou:

“Isso tem a ver com o próprio planejamento do professor, ele pode planejar algo que distraia os alunos, está relacionado com o pedagógico. O professor planeja a aula para utilizar a tecnologia, no momento da prática a metodologia aplicada poderá não trazer o resultado esperado”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal)

O Pedagogo ainda contribui dizendo:

“A dificuldade de integrar a RA nos tradicionais métodos de aprendizagem, está no planejamento das aulas para integração da tecnologia. O que precisa ser feito é pensar em métodos para aumentar a interação com os alunos e diminuir a rotina tradicional de passar conteúdo, elaborar a aula considerando a interação. Planejando essa nova perspectiva da construção do conhecimento”. (PEDAGOGO, informação verbal).

Observa-se que dois integrantes do grupo focal, o Pedagogo e o Desenvolvedor de *Software*, iniciaram falando que não concordavam que a RA poderia distrair e desviar atenção dos alunos durante o uso, logo, as opiniões do Docente e do Docente Desenvolvedor divergiram dos outros integrantes, que acreditavam na possibilidade da RA desviar o foco dos alunos do objetivo proposto, caso o professor não tivesse uma metodologia muito clara para aplicar a tecnologia.

Nas buscas das barreiras para adoção da RA no processo de ensino e aprendizado, a barreira mais pertinente na categoria Aprendizado, foram as dificuldades de integrar a RA com os tradicionais métodos de ensino. Nota-se que, as análises feitas nas Teses e Dissertações e através das percepções do grupo focal, apresentaram as mesmas dificuldades em utilizar a RA com os métodos tradicionais de ensino e a falta de planejamento metodológico para receber tecnologias que possam contribuir e auxiliar o professor no processo de ensino-aprendizagem, facilitando e diversificando o aprendizado dos alunos. Percebe-se a necessidade de um planejamento pedagógico, tanto no desenvolvimento da tecnologia como na utilização, antes de inserir em salas de aulas.

Outra pergunta feita ao grupo focal para validar a plausibilidade das categorias propostas foi: **Na opinião de vocês o que poderia ser melhorado nessas categorias?**

O Pedagogo pontuou:

“Deveria separar as barreiras em duas colunas: o papel do docente enquanto o uso e enquanto desenvolvedor. São barreiras diferentes que vai encontrar, porque de fato existem essas duas possibilidades. O colega, por exemplo: é um professor que desenvolve, porque ele tem essa expertise, mas outros professores utilizam o que já está pronto, não tem o domínio de desenvolver a própria ferramenta”. (PEDAGOGO, informação verbal)

A categoria Conteúdo agrupa as barreiras e dificuldades dos docentes enquanto desenvolvedor como na apresentação dos conteúdos com a RA. Entende-se que o docente pode ocupar os dois papéis. Nesse contexto, a categoria Conteúdo foi validada pelo grupo focal e pelas Teses e Dissertações. Algumas das barreiras levantadas foram falta de habilidade dos professores com programações e consequentemente não tinham um bom desempenho na hora de desenvolver e aplicar os conteúdos com RA.

Sobre a categoria Conteúdo o Pedagogo pontuou ainda:

“A categoria Conteúdo poderia ser substituída pelo nome Pedagógico. Já que os professores têm dois tipos de dificuldades: a primeira o professor conseguir utilizar todo potencial da mídia como desenvolvedor. A segunda, é a questão pedagógica, como desenvolver um aplicativo e como inserir nas aulas de uma forma que facilite o aprendizado”. (PEDAGOGO, informação verbal).

O Docente Desenvolvedor complementou que:

“Pensar em coisas mirabolantes, vai levar mais tempo, recursos e investimentos para desenvolver. Pensar em algo mais simples também resolve, como espalhar QR Codes numa sala de aula com alunos, com celular, pedir para eles fazerem um tour pela sala. Além disso, o professor também pode ficar perdido nessas possibilidades que a RA traz, precisa do apoio pedagógico para o planejamento, e se possível, o apoio da TI para conseguir planejar uma boa aula”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal).

Pedagogo discorre:

“É oportuno essa solução de usar práticas, mas simples. [...]. Na experiência do SENAI Nacional utilizando RA, tinha livros com aplicações muito simples, justamente por essa dificuldade de conceber uma aplicação coerente com o potencial dessa tecnologia. Na minha concepção, a maior potencialidade da RA na educação é essa facilidade de fazer transposição didática, pegar um conteúdo e fazer com que o aluno interaja com ele e visualize de uma forma que as letras não consigam”. (PEDAGOGO, informação verbal).

Entretanto, o Pedagogo sugeriu mudar o nome da categoria Conteúdo para Pedagógico, o Docente Desenvolvedor concordou falando: “quando você lê na categoria as dificuldades dos professores para apresentar o conteúdo eu incluiria

para planejar também. Acrescentaria o planejamento como barreiras, além de trocar o nome da categoria para Pedagógico.” É plausível a sugestão de mudar o nome da categoria Conteúdo para Pedagógico, já que as características que fazem parte da categoria Conteúdo, refere-se à relação do professor com a tecnologia, no sentido do desenvolvimento como na aplicação da mídia em sala de aula. O Pedagogo acrescentou:

“Os professores não sabem como planejar uma aula com RA, não tem essa clareza, falando no ponto de vista da educação. O pessoal que desenvolve sabe do potencial da tecnologia. Precisa ser um trabalho conjunto, para conseguir fazer um material que atenda aos requisitos”.( PEDAGOGO, informação verbal)

Percebe-se que os integrantes do grupo focal reconhecem as barreiras pertinentes a categoria Conteúdo. Pontuando a necessidade de um apoio pedagógico na preparação das aulas para introdução da tecnologia, a fim de usufruir do potencial tecnológico da melhor forma possível no processo ensino-aprendizado.

Assim, a entrevista foi conduzida para o quarto questionamento: **Na percepção de vocês as categorias apresentadas têm pesos diferentes no que se refere à resistência na adoção da tecnologia RA no processo ensino-aprendizagem?**

O Docente pontuou:

“A questão tecnológica, junto com essa padronização e a parte Financeira talvez seja uma das maiores barreiras no uso da RA. Os dispositivos que fazem o uso de RA de qualidade são extremamente caros, inacessíveis para um docente comprar. [...]. Se para ter o material necessário para usar é caro, não faz sentido aprender usar RA. A maior barreira é a parte tecnológica que envolve também a financeira. Imagine uma sala com vinte alunos usando *HoloLens*, vai precisar de vinte óculos para interagir. Assim a barreira Financeira torna inviável”.( DOCENTE, informação verbal).

Sobre a categoria Financeira, o Docente Desenvolvedor ressaltou:

“Sobre a parte financeira em relação ao custo, entendo que a barreira do nosso país ela é social, muito mais que financeira. Talvez eu trocasse para uma categoria social em termo de Brasil ou fazer uma nova categoria para essa barreira social, penso que a categoria Financeira seja mais para o social”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal).

Observa-se que o Docente Desenvolvedor retoma à análise das categorias com um olhar voltado para a perspectiva social. Faz-se necessário ressaltar que esta pesquisa não tem esse enfoque. Dentro da realidade do nosso país, entende-se que, as instituições de ensino da rede pública terão mais dificuldades para aderir essa tecnologia, muitas vezes, as prioridades são outras. Vale evidenciar que nenhum dos outros integrantes do grupo focal se pronunciou concordando ou discordando de criar ou alterar a categoria Financeira para social.

O Pedagogo ressaltou:

“A categoria Financeira tem a ver, com a questão de um objeto de RA mais elaborado, você precisa de um programador, design, especialista, um pedagogo, isso vai aumentando o custo de desenvolvimento, existe uma gradação em termo de complexidade, tem as tecnologias mais simples que você pega na internet e existem as mais elaboradas”.(PEDAGOGO, informação verbal).

O Desenvolvedor de *Software* acrescentou que:

“Como expliquei a pouco o Google *expeditions* é gratuito, pode fazer objetos que seriam muito surreais mostrar em sala de aula para todos os alunos, sem estar se locomovendo. Os modelos desenvolvidos da tecnologia ficam públicos para qualquer outro usuário poder baixar. [...]. O *software* é muito bom”. (DESENVOLVEDOR DE SOFTWARE, informação verbal).

Nota-se que é possível encontrar nos repositórios digitais alguns *softwares* gratuitos e eficazes de Realidade Aumentada, uns mais interativos e outros simples. Podendo ser uma opção para os docentes que dispõem de poucos recursos ou não possuem habilidades em programação. Buscar por soluções mais acessíveis para usar em sala de aula, é uma forma de diluir as barreiras da categoria Financeira.

Ainda no contexto do quarto questionamento feito ao grupo focal, o Docente salientou: “tem coisas que ensinamos em sala de aula, que o aluno não vai vivenciar tão cedo, ou seja, por barreiras financeira, barreira tecnológica ou estrutural da instituição que o aluno pertence.” O Docente Desenvolvedor acrescentou:

“Tem o custo de adquirir um *software* de visualização de imagens. Os professores, estudantes e instituições acadêmicas carecem de *software* acadêmico. Tinha um *software* da HP que era gratuito, iríamos começar a usar, eles fecharam o projeto. Faltam ideias como *software free*, *Open*

*Source.* [...]. Algumas barreiras podem ser um agravante que aumenta o impacto na categoria Financeira. Se não tem ferramentas gratuitas para comunidade acadêmica, é necessário adquirir essas ferramentas. Não basta adquirir um *software* para desenvolver, se não adquirir outros equipamentos necessários para usar a tecnologia”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal)

Deste modo, verifica-se que as barreiras relacionadas ao custo de aquisição ou desenvolvimento de *software*, apareceram nas duas fases da validação da plausibilidade da categoria Financeira, no levantamento das barreiras realizadas nas dissertações, como também, nos depoimentos dos integrantes do grupo focal.

Observa-se que os participantes do grupo focal compreenderam a relação entre as categorias propostas, quando o Docente Desenvolvedor pontuou: “há interseções entre essas categorias.” O Desenvolvedor de *Software* acrescentou:

“Em relação às categorias, elas se interconectam relativamente. A categoria Técnica está relativamente dentro da Financeira. Precisa de investimento para ter um dispositivo adequado, porém, é necessário saber as especificações técnicas. [...]. Outras categorias também se relacionam. [...]. As categorias Aprendizado e Conteúdo seguindo bons princípios de Usabilidade e interação com o usuário, podem tornar mais fácil o Aprendizado e a criação do Conteúdo”.(Desenvolvedor de Software, informação verbal).

As categorias estão relacionadas. Cada vez que uma barreira ou dificuldade for superada pelas instituições, docentes, desenvolvedores e alunos, viabilizará para diluir as barreiras relacionadas às outras categorias. Acelerando a adoção da tecnologia RA no processo ensino-aprendizado.

A última pergunta feita ao grupo focal foi: **Na opinião de vocês a tecnologia da RA pode trazer algum resultado no processo de ensino-aprendizagem.** O Docente Desenvolvedor respondeu:

“Trazer a RA para sala de aula como proposta de uma experiência mais rica para os estudantes, a partir de um planejamento das entradas dos recursos de RA na sala de aula no momento da aprendizagem. Tem tudo para ser um bom complemento aos nossos recursos didáticos e trazer excelentes resultados”. (DOCENTE DESENVOLVEDOR, informação verbal)

O Desenvolvedor de *Software* acrescentou:

“O principal objetivo da RA é engajamento e motivação, fazer o aluno despertar o interesse por algo, podendo utilizar equipamentos de difícil acesso e ver detalhes de um equipamento, por exemplo, sem estar perto dele. É muito interessante. O desenvolvimento de um aplicativo de RA tem que estar atrelado a uma boa aplicação”. (DESENVOLVEDOR DE SOFTWARE, informação verbal).

O Pedagogo ressaltou:

“O principal objetivo da RA é o potencial de transposição didática. Pegar um conteúdo e transformar ele numa experiência para o aluno, uma experiência com interação, favorecendo o engajamento. A RA serve para todos os cursos, uns tem mais potencial que outros, porque todos os cursos têm essa necessidade de pegar conteúdos e dá vida a eles. Isso precisa ser muito bem feito no ponto de vista do planejamento que envolve muitos profissionais e talvez por isso que a gente não tenha decolado ainda como deveria”. (PEDAGOGO, informação verbal).

O Docente ainda acrescentou:

“A RA pode ser aplicada em todas as áreas do conhecimento. Uma vez essas barreiras sendo diluídas a educação no contexto geral vai melhorar muito. A RA é como se fosse um meio de transição entre a teoria e a prática. Seria muito interessante o aluno puder visualizar aplicações de RA do que é ensinado na sala de aula, iria facilitar e melhorar a visão e o entendimento do aluno. Da vida ao lúdico. A RA vai trazer essa possibilidade para que o aluno possa vivenciar melhor, gostar de estudar e se divertir mais aprendendo”. (DOCENTE, informação verbal)

Observa-se que os participantes do grupo focal, reconhecem e acreditam no potencial da tecnologia Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem. Sendo pertinente a validação da categorização proposta nesta pesquisa, uma vez que, as instituições e docentes identificando as barreiras inseridas no seu ambiente educacional, vai possibilitar solucioná-las, acelerando adoção da RA. Atendendo assim ao terceiro objetivo específico: validar a categorização proposta. No subcapítulo 4.4.2, encontra-se a definição da categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem.

#### 4.4.2. Categorização final proposta

Ao analisar os resultados das Teses e Dissertações, presentes no Quadro 18, configurou-se a seguinte ordem: em 1º lugar categoria Técnica, 2º Adesão e Conteúdo, 3º Financeira e Usabilidade e interação com o usuário, 4º Aprendizado.

No levantamento das percepções do conjunto de *experts*, as categorias têm pesos diferentes, ou seja, as que apresentam mais resistência na adoção da tecnologia RA no processo ensino-aprendizagem são: Financeira, Conteúdo e a categoria sugerida por eles, Tecnológica, que até então, as barreiras referentes a essa categoria foram agrupadas na categoria Técnica, sugeriram também alterar o nome da categoria Conteúdo para Pedagógico.

Algumas alterações foram realizadas após acolhidas sugestões do grupo focal, as quais foram: separar as barreiras da categoria Técnica, criando uma nova categoria, Tecnológica, mudança do nome categoria Conteúdo para Pedagógico, resultando em sete categorias ao invés de seis. Não alterando o resultado das análises feitas, já que as barreiras permaneceram as mesmas.

As categorias foram validadas pelas Teses e Dissertações extraídas do banco de dados da CAPES e através das percepções de um conjunto de *experts* da instituição SENAI. Porém na análise três delas apresentam um maior número de barreiras para adoção da tecnologia RA no processo de ensino-aprendizado. São: Técnica, Tecnológica e Pedagógico, indicando que as barreiras de infraestrutura, tecnologia e capacitação são problemas pertinentes.

Voltando à questão norteadora da pesquisa: Como podem ser categorizadas as barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem?

Segundo a análise realizada nesta dissertação, segue a categorização final, com as barreiras relacionadas a cada categoria, apresentada no Quadro 19.

Quadro 19: Modelo de análise final

Conceito	Dimensões	Indicadores
<b>Barreiras</b>	Técnica	-Limitações de infraestrutura de TI; -Problemas técnicos.
	Adesão	-Dificuldades na aceitação dos usuários; -Necessidade de reestruturar o setor pedagógico.
	Usabilidade e interação com o usuário	-Dificuldade na familiarização da tecnologia com os usuários; -Pouca cooperação entre docentes e desenvolvedores.
	Aprendizado	-Poucos estudos sobre o uso da RA no processo de aprendizagem; -Dificuldade de integrar a RA com os tradicionais métodos de ensino.
	Pedagógico	-Falta de habilidades em programação; -Dificuldade para desenvolver e apresentar atividades com RA.
	Financeira	-Custo de aquisição ou desenvolvimento de ferramentas.
	Tecnológica	-Poucos <i>Softwares</i> ; -Limitações tecnológicas.

Fonte: Própria

A classificação dessas sete categorias são parâmetros para que instituições e docentes, que não fazem uso da tecnologia RA no processo de ensino aprendido, possam conhecer barreiras relacionadas ao processo de Adesão da tecnologia, como problemas na parte Técnica na utilização da RA, dificuldades relacionadas a Usabilidade e interação com o usuário e alguns desafios Pedagógicos para integrar a RA no Aprendizado, como também algumas dificuldades na área Financeira e Tecnológica.

Como já mencionado nos resultados e discussões, as sete categorias e suas respectivas barreiras se relacionam, as instituições, docentes e desenvolvedores precisam diluir cada barreira. Nesse processo, uma vai impactar na outra, acelerando a adoção da RA na educação. Diante disso, se faz necessário um maior engajamento por parte dos docentes e das instituições de ensino em familiarizar o aluno com a tecnologia. O professor precisa se capacitar para se sentir seguro e fazer um planejamento pedagógico para aplicar a RA durante as aulas. Torna-se relevante buscar conhecer as mídias disponíveis no mercado, avaliar a infraestrutura disponível na instituição, e aos poucos inserir a tecnologia RA na sala de aula. Contudo, essa adoção da RA possibilita a transposição entre a teoria e a prática, conseqüentemente, aumenta o engajamento e motivação dos alunos, facilitando o processo ensino-aprendizagem.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo propor uma categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem.

Após a validação, a categorização ficou composta por sete categorias: Técnica, Adesão, Usabilidade e interação com o usuário, Aprendizado, Pedagógico, Financeira e Tecnológica. Verificou-se que instituições e professores conseguem promover algumas ações ao conhecer as barreiras presentes em cada categoria. Um professor que tem dificuldade de criar seus próprios aplicativos de RA, podem buscar por repositórios na internet. Algumas das barreiras destacadas na categoria Financeira foi o custo para o desenvolvimento de *software*. Contudo, as instituições de ensino podem utilizar outras formas para desenvolver alguns aplicativos de RA, existem *softwares* gratuito no mercado, vai depender do tipo de tecnologia que o professor pretende trabalhar, ou seja, quanto mais efeitos e dispositivos colocar, será necessário uma linguagem e ferramenta mais robusta.

A RA é uma tecnologia relativamente nova no contexto educacional, então muitos professores ainda se sentem inseguros ao utilizarem, por isso a importância de usar a RA com mais frequência, assim aumenta a familiarização com a tecnologia. É importante que o professor esteja seguro e confortável no processo de implementação. Nesse sentido, as categorias contribuem para que instituições de ensino e docentes possam compreender melhor e identificarem qual ou quais barreiras impossibilitam adoção da RA dentro do contexto educacional e assim, promover ações para minimizá-las, potencializando as chances de aderência da Realidade Aumentada em salas de aulas.

Esta pesquisa se conclui em um momento histórico em que o mundo vivencia a pandemia do COVID-19, causada pelo coronavírus, que afetou diretamente a saúde pública e outros setores como: entretenimento, educação e economia. Nesse novo cenário, onde as pessoas não podem ter contato físico, a tecnologia está sendo fundamental para manutenção de algumas atividades que foram adaptadas para home office, muitas organizações aderiram a venda de produtos e serviços on-line, além de fomentar a comunicação através dos meios digitais, nesse momento de distanciamento social. Dessa forma, instituições, docentes e discentes do ensino

presencial tiveram que interagir e se adaptar em curto prazo com diferentes tecnologias para dar continuidade às atividades acadêmicas para o processo de educação remota. Nesse contexto atual, a possibilidade dos docentes poderem usufruir desses ambientes com a RA traria contribuições bastante interativas, dinâmicas e motivadoras para os alunos, enriquecendo as experiências de aprendizagem. Nesse sentido, a tecnologia RA pode contribuir em práticas de ensino remoto e à distância, tornando-a mais significativa e participativa.

A educação não será mais a mesma pós-pandemia, a tecnologia tornou-se uma ferramenta importante para auxiliar a aprendizagem. Contudo, é inerente pontuar a importância do letramento digital para docentes, para que possam desenvolver habilidades e criar novas metodologias para utilizar plataformas digitais em aulas presenciais. Perceberemos que fazer investimentos em recursos tecnológicos nas instituições de ensino nos dias atuais é necessário.

É fato a existência das dificuldades para integrar a RA com os tradicionais métodos de aprendizagem, observar essas barreiras antes de implementar uma nova tecnologia, pode minimizar as dificuldades. Sugere-se que as futuras pesquisas aumentem o tamanho da amostra de análise do modelo de categorização, com intuito de ratificar os resultados; avaliar as percepções de mais profissionais da área de educação acerca das barreiras; prover simulação em ambiente educacional com professores e alunos, de forma a compreender as barreiras existentes, a fim de perceber se os resultados realmente contribuem para aumentar adoção da Realidade Aumentada na educação.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Renato Oliveira. **A realidade aumentada como recurso didático alternativo para o ensino de astronomia: uma sequência didática para o estudo do sistema solar**. 2015. Dissertação. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás Câmpus Jataí.

AIRES, Regina Wundrack do Amaral; KEMPNER-MOREIRA, F. K.; FREIRE, Patrícia de Sá. **Indústria 4.0: competências requeridas aos profissionais da quarta revolução industrial**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CONHECIMENTO E INOVAÇÃO (CIKI). 2017.

AKÇAYIR, Murat; AKÇAYIR, Gökçe. **Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature**. Educational Research Review, v. 20, p. 1-11, 2017.

ALMEIDA, Sergio Henrique. **Estudo da contribuição da realidade aumentada para o ensino de química nos cursos técnicos integrados ao ensino médio no IFG Câmpus Jataí**. 2017. Dissertação. Instituto Federal de educação, ciência e tecnologia de goiás Câmpus Jataí.

ALSADOON, Hamadah; ALHUSSAIN, Thamer. **Faculty at saudi electronic university attitudes toward using augmented reality in education**. Education and Information Technologies, v. 24, n. 3, p. 1961-1972, 2019.

ANDRADE, Vinicius Gouveia. **O desenvolvimento do aplicativo RA.GEO: contribuições da realidade aumentada para o ensino de geometria espacial**. 2017. Dissertação. Instituto federal de educação, ciência e tecnologia de goiás Câmpus jataí.

AZUMA, Ronald T. Making augmented reality a reality. In: **Applied Industrial Optics: Spectroscopy, Imaging and Metrology**. Optical Society of America, 2017. p. JTU1F. 1.

AZUMA, Ronald et al. **Recent advances in augmented reality**. IEEE computer graphics and applications, V. 21, N. 6, P. 34-47, 2018.

BACCA, Jorge et al. **Mobile augmented reality in vocational education and training**. Procedia Computer Science, v. 75, p. 49-58, 2015.

BELO, Cláudia. **Realidade Aumentada transforma ensino do SENAI**. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/realidade-aumentada-transforma-ensino-do-senai/>> 5 de junho de 2018. Acesso em 02 de março 2020.

BOAVENTURA, Helayne. Agência CNI de Notícias. **Alunos do SENAI usam aplicativos de realidade aumentada para aprender de forma divertida e inovadora**. Disponível em: <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/inovacao-e-tecnologia/alunos-do->

senai-usam-aplicativos-de-realidade-aumentada-para-aprender-de-forma-divertida-e-inovadora/> 4 de agosto de 2016. Acesso em: 22 novembro 2019.

BOAVENTURA, Helayne. Agência CNI de Notícias: **Brasil conquista o 3º lugar geral na worldskills 2019, mundial de profissões técnica.** <<https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/educacao/brasil-conquista-o-3o-lugar-geral-na-worldskills-2019-mundial-de-profissoes-tecnicas/>> 27 agosto 2019. Acesso em 01 de março de 2020.

CAI, Su; WANG, Xu; CHIANG, Feng-Kuang. **A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course.** Computers in human behavior, v. 37, p. 31-40, 2014.

CAPLAN, S. **Using focus group methodology for ergonomic design.** Ergonomics, v. 33, n.5, p. 527-33, 1990.

CARVALHO, Fábio Câmara de Araújo; IVANOFF, Gregório Bittar. **Tecnologias que educam: ensinar e aprender com as tecnologias de informação e comunicação.** São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

CAUDELL, Thomas P.; MIZELL, David W. **Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes.** Proceedings of the twenty-fifth Hawaii international conference on system sciences. IEEE, p. 659-669, 1992.

CHISTÉ, Frederico Rosetti. **O uso da realidade aumentada como ferramenta de apoio ao ensino do conceito de força.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade federal do espírito santo. Vitória, Espírito Santo.

COIMBRA, MMath Teresa; CARDOSO, Teresa; MATEUS, Artur. **Augmented reality: an enhancer for higher education students in math's learning?** Procedia Computer Science, v. 67, p. 332-339, 2015.

COMA-TATAY, Inmaculada et al. **FI-AR learning: a web-based platform for augmented reality educational content. multimedia tools and applications,** v. 78, n. 5, p. 6093-6118, 2019.

COPE, Bill; KALANTZIS, Mary (Ed.). **Multiliteracies: Literacy learning and the design of social futures.** Psychology Press, 2000.

CUPITRA-GARCÍA, Alberto; DUQUE-BEDOYA, Erika Teresa. **Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: una reflexión sobre su uso pedagógico.** El Ágora USB, v. 18, n. 1, p. 245-255, 2018.

DA SILVA, Manoela MO et al. **Perspectives on how to evaluate augmented reality technology tools for education: a systematic review.** jornal of the brazilian computer society, V. 25, N. 1, P. 3.2019.

DIAS, Cláudia Augusto. **Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas.** *Informação & Sociedade*, v. 10, n. 2, 2000.

ELLAHI, Rizwan Matloob; KHAN, Moin Uddin Ali; SHAH, Adeel. **Redesigning Curriculum in line with Industry 4.0.** *Procedia Computer Science*, v. 151, p. 699-708, 2019.

FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. **Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF.** *Revista ACB*, v. 21, n. 3, p. 550-563, 2016.

FONSECA, David et al. **Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of augmented reality technology for visualized architecture models.** *Computers In Human Behavior*, v. 31, p. 434-445, 2014.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

FORTE, Cleberson Eugenio. **Identificação de pontos robustos em marcadores naturais e aplicação de metodologia baseada em aprendizagem situada no desenvolvimento de sistemas de realidade aumentada.** 2015. Tese de Doutorado. Universidade presbiteriana mackenzie. São Paulo.

FRANÇA, Jefferson Silva. **Uma proposta didática da realidade aumentada no ensino da geometria espacial.** 2015. Dissertação. Universidade Federal do Pará. Belém - Pará

GARZON, Juan; ACEVEDO, Juan. **A meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning effectiveness.** *Educational Research Review*, 2019.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007

GOMES, Neades Afonso. **Possibilidades do uso da realidade aumentada na visualização de elementos matemáticos.** 2015. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Goiás.

HSIUNG, Wong Yau. **The Use of E-Resources and Innovative Technology in Transforming Traditional Teaching in Chemistry and its Impact on Learning Chemistry.** *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, v. 12, n. 7, p. 86-96, 2018.

HSU, Ting-Chia. **Learning English with augmented reality: Do learning styles matter?.** *Computers & Education* 2017., v. 106, p. 137-149.

IBÁÑEZ, María Blanca et al. **Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness.** Computers & Education, v. 71, p. 1-13, 2014.

JERABEK, Tomas; RAMBOUSEK, Vladimír; WILDOVÁ, Radka. **Specifics of visual perception of the augmented reality in the context of education.** Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 159, p. 598-604, 2014.

KELLING, Véra Lúcia Vargas de Souza. **Produção Textual e Multimodalidade: uma proposta com Realidade Aumentada.** 2015. 103 f. 2015. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Educacionais em Rede) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação.** 8. ed. Campinas, SP: Papirus, 2012. 141 p.

KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson. **Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações.** Petrópolis – RJ, 28 de maio de 2007.

KIRNER, C., & KIRNER, T. G. (2011). **Evolução e tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada.** Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Cap, 1, 10-25.

KIRYAKOVA, Gabriela; ANGELOVA, Nadezhda; YORDANOVA, Lina. **The potential of augmented reality to transform education into smart education.** TEM journal, v. 7, n. 3, p. 556, 2018.

KURNIAWAN, Michael H. et al. **Human anatomy learning systems using augmented reality on mobile application.** Procedia Computer Science, v. 135, p. 80-88, 2018.

LARA-PRIETO, Vianney et al. **An innovative self-learning approach to 3D printing using multimedia and augmented reality on mobile devices.** Procedia computer science, v. 75, p. 59-65, 2015.

LEE, Hyunjeong et al. Cooperation begins: **Encouraging critical thinking skills through cooperative reciprocity using a mobile learning game.** Computers & Education, v. 97, p. 97-115, 2016.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência.** O futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.

LEVY, S.J. **The evolution of qualitative research in consumer behavior.** Journal of Business Research, Athens, GA, v.58, n.3, p,341-347, Mar. 2005.

LI, Shanshan; CHEN, Yang; VORVOREANU, Mihaela. **A pilot study exploring augmented reality to increase motivation of chinese college students learning english.** The ASEE computers in education (CoED) Journal, v. 6, n. 1, p. 23, 2015.

LOPES, Luana M. D. et al. **Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática**. Educação em Revista, v. 35, n. 1, 2019.

MAJID, Nazatul Aini Abd; MAJID, Nurfaizah Abd. **Augmented reality to promote guided discovery learning for STEM learning**. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, v. 8, n. 4-2, p. 1494-1500, 2018.

MARQUES, R. **Letramento Digital na Ciberinfância: diálogos com práticas pedagógicas no Ensino Fundamental**. 2014. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Departamento de Educação a Distância, UFRPE. Garanhuns.

MATTAR, João. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010. 181 p. ISBN 9788576055624.

MENDONÇA, Helena Andrade. **Letramentos digitais e formação educacional na educação básica: investigação de práticas**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MERCADO, L. P. L. (2014). **Tecnologias digitais e educação a distância: letramento digital e formação de professores**. XVII Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, Fortaleza

MOTA, José Miguel et al. **Augmented reality mobile app development for all**. Computers & Electrical Engineering, v. 65, p. 250-260, 2018.

MUÑOZ-CRISTÓBAL, Juan Alberto et al. City Ads: **Embedding Virtual Worlds and Augmented Reality in Everyday Educational Practice**. J. UCS, v. 20, n. 12, p. 1670-1689, 2014.

OKUBO, Masashi; MIZUNO, Yukari. **Influence of interactive learning support system using augmented reality on 3D object drawing**. Journal of advanced mechanical design, systems, and manufacturing, v. 12, n. 6, p. JAMDSM0110-JAMDSM0110, 2018.

OLIVEIRA, Paulo Sergio de. **Procedimentos Pedagógicos Para O Processo Ensino Aprendizagem De Matemática No Ensino Médio: Intervenção Pela Realidade Aumentada**. 2016. Dissertação. Itajubá – MG.

PAUW, Jelle et al. **The effectiveness of education for sustainable development**. Sustainability, v. 7, n. 11, p. 15693-15717, 2015.

PORTAL DA INDÚSTRIA: **Experiência em educação profissional e inovação**. <<https://imprensa.portaldaindustria.com.br/sistema-industria/>> em 2018. Acesso em 01 de março de 2020.

RIBEIRO, Joaquim Meireles. **O conceito da indústria 4.0 na confecção: análise e implementação**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade do Minho.

RIOS, Renata Vieira. **GDRA: Um aplicativo para dispositivo móvel na aprendizagem de geometria descritiva**. 2017. Dissertação. Universidade

Estadual do Ceará instituto Federal de educação, Ciência e Tecnologia. Fortaleza-Ceará.

RUBMANN, Michael et al. **Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston consulting group, v. 9, n. 1, p. 54-89, 2015.

SAMPAIO, Daniel; ALMEIDA, Pedro. **Pedagogical strategies for the integration of augmented reality in ICT teaching and learning processes**. Procedia Computer Science, v. 100, p. 894-899, 2016.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. **Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica**. Brazilian Journal of Physical Therapy, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTOS, Fredson Conceição. **Realidade aumentada aplicada ao ensino de geometria espacial: um desafio para a educação matemática**. 2015. Dissertação. Universidade Federal do Pará. Belém – Pará

SCHWAB, K. **A Quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.

SILVA, Fernando Oliveira. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de platão**. 2017. Dissertação. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente – S.P.

SILVEIRA, D. T; & Córdova, F. P. (2009). Unidade 2–**A pesquisa científica**. Métodos de pesquisa, 1.

SOTILI, Fernando Éttore. **Um aplicativo de realidade aumentada contribuindo para o ensino de geometria descritiva: um estudo de seções cônicas**. 2014. Dissertação. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, de Santo Ângelo–RS.

SOUSA, Marcelo Clayton de Jesus. **O uso da realidade aumentada no ensino de física**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2015. São Paulo.

SOUZA, Luiz Claudio De Souza. **VETORRA – software para o cálculo de operações vetoriais com realidade aumentada**. 2014. Dissertação. Universidade Severino Somba Programa De Pós-Graduação Stricto Sensu Mestrado Profissional Em Educação Matemática. Vassouras.

SOUZA, Suédia R. de S.; Winkler, Ingrid; Lordelo, Sayonara N. de B. **Barreiras para adoção de ferramentas educacionais baseadas em realidade aumentada: uma revisão da literatura**. V Simpósio Internacional de Inovação e Tecnologia, novembro vol.6, n..3, 2019.

STRETTON, Todd; COCHRANE, Thomas; NARAYAN, Vickel. **Exploring mobile mixed reality in healthcare higher education: a systematic review**. Research in learning technology, v. 26, p. 2131-2131, 2018.

SUNGKUR, Roopesh Kevin; PANCHOO, Akshay; BHOYROO, Nitisha Kirtee. **Interactive Technology and Smart Education**, v. 13, n. 2, p. 123-146, 2016.

TANG, Y. M., Au, K. M., & Leung, Y. **Comprehending products with mixed reality: Geometric relationships and creativity**. *International Journal of Engineering Business Management*, 10, 2018.

TORI, R. (2018). **Educação sem distância: as tecnologias interativas na redução de distâncias em ensino e aprendizagem** (Vol. 9). Artesanato Educacional LTDA.

TORI, Romero; KIRNER, Claudio; SISCOOTTO, Robson Augusto **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**. Livro do pré-simpósio, VIII SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY. Belém 2006.

TURKAN, Yelda et al. **Mobile augmented reality for teaching structural analysis**. *Advanced Engineering Informatics*, v. 34, p. 90-100, 2017.

VALENTIM, Thiago Antonio. **Uso da realidade aumentada no ensino da geometria espacial**. 2017. Dissertação. Universidade Federal Do Rio De Janeiro.

VAUGHN, Sharon; SCHUMM, Jeanne Shay; SINAGUB, Jane M. **Focus group interviews in education and psychology**. Sage, 1996.

YANG, Shuxia; MEI, Bing; YUE, Xiaoyu. **Mobile augmented reality assisted chemical education: Insights from elements 4D**. 2018.

YOON, Susan et al. **How augmented reality enables conceptual understanding of challenging science content**. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 20, n. 1, p. 156, 2017.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE

#### BARREIRAS PARA ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS BASEADAS EM REALIDADE AUMENTADA: UMA PROPOSTA DE CATEGORIZAÇÃO

##### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Estamos convidando você a participar de uma pesquisa que será realizada no Centro Universitário SENAI CIMATEC, sobre Realidade Aumentada (RA) aplicada na educação. O objetivo da pesquisa é propor uma categorização das barreiras para adoção de Realidade Aumentada no processo de ensino-aprendizagem. O senhor será perguntado a respeito de suas percepções sobre a geração de conteúdo em Realidade Aumentada para os ambientes educacionais e a utilização das tecnologias RA no processo de ensino e aprendizagem. As suas respostas e dos demais entrevistados nos ajudarão a compreender melhor as barreiras e dificuldades para adoção de tecnologias educacionais baseadas em RA.

Ao final desta pesquisa, os resultados serão apresentados de forma coletiva a todos os participantes. Se você aceitar participar da pesquisa, depois de ter lido ou ouvido este texto, por favor, assine este documento. O entrevistador também o fará. Isto porque, o pesquisador, deve garantir que você participou da pesquisa por sua livre vontade. Você e a equipe ficarão com uma cópia deste termo de consentimento. Suas respostas serão confidenciais e somente você e o pesquisador terão acesso a elas. Seu nome não será identificado em nenhum de nossos relatórios ou publicações que resultarão deste estudo. A sua participação ou a não participação neste projeto não deverá interferir em sua relação de trabalho. O senhor receberá uma via deste termo assinada e rubricada pelo pesquisador. Sua participação na pesquisa é voluntária. Você pode se recusar a participar ou pode desistir a qualquer momento. Se você precisar de esclarecimentos adicionais sobre a pesquisa estes

serão fornecidos em qualquer tempo do curso da pesquisa. Você responderá voluntariamente às questões durante a entrevista. Você não será responsabilizado por nenhum custo relacionado a esta pesquisa. Se você vier a ter outras perguntas sobre sua participação neste estudo, por favor, entre em contato com a pesquisadora Suédia Rosane, através do telefone (75) 99122-5008. Centro Universitário SENAI CIMATEC - Programa de Pós-Graduação em Gestão e Tecnologia Industrial (PPG GETEC) Consentimento:

Eu, \_\_\_\_\_ li ou ouvi a leitura do consentimento informado. Tive a oportunidade de perguntar questões sobre o projeto e elas foram respondidas para minha completa satisfação. Sou voluntário em participar do projeto. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Assinatura do participante ou digital Data

\_\_\_\_\_

Assinatura da Testemunha ou digital Data

**APÊNDICE B** - Roteiro para entrevista com os profissionais do SENAI nacional  
grupo focal expert interdisciplinar

Local da entrevista: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_\_ Início: \_\_\_\_\_ h Término: \_\_\_\_\_ h

**I. IDENTIFICAÇÃO**

1. Nome: \_\_\_\_\_

2. Profissão: \_\_\_\_\_

3. Cursos realizados:

• Capacitação/Aperfeiçoamento: \_\_\_\_\_

• Especialização: \_\_\_\_\_

• Mestrado: \_\_\_\_\_

• Outros: \_\_\_\_\_

**II. QUESTÕES NORTEADORAS DA ENTREVISTA- GRUPO FOCAL**

1- Na opinião de vocês o que poderia ser melhorado nessas categorias?

2- Na opinião de vocês as barreiras relacionadas em cada categoria, tem relevância?

3- Na percepção de vocês existem barreiras que não estão representadas nessas categorias?

4- Na percepção de vocês as categorias apresentadas têm pesos diferentes no que se refere a resistência na adoção da tecnologia RA no processo ensino-aprendizagem?

5- Na opinião de vocês a tecnologia da RA pode trazer algum resultado no processo de ensino-aprendizagem?