

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DE FRANCISCO BELTRÃO
CURSO DE LICENCIATURA EM INFORMÁTICA

BRUNO PABLO COELHO DOS SANTOS

**A REALIDADE AUMENTADA E O ENSINO DE HISTÓRIA:
DIRETRIZES PARA UMA PRÁTICA NO CONTEXTO ESCOLAR**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO
2021

BRUNO PABLO COELHO DOS SANTOS

A REALIDADE AUMENTADA E O ENSINO DE HISTÓRIA: DIRETRIZES PARA UMA PRÁTICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Licenciado em Informática.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maici Duarte Leite

FRANCISCO BELTRÃO
2021



4.0 Internacional

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TERMO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - TCC

A REALIDADE AUMENTADA E O ENSINO DE HISTÓRIA: DIRETRIZES PARA UMA PRÁTICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Por

Bruno Pablo Coelho dos Santos

Monografia apresentada às 19horas 30min. do dia 20 de Agosto de 2021 como requisito parcial, para conclusão do Curso de Licenciatura em Informática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação e conferidas, bem como achadas conforme, as alterações indicadas pela Banca Examinadora, o trabalho de conclusão de curso foi considerado **APROVADO**.

Banca examinadora:

Prof. Me. José Lucio da Silva Machado	Membro
Prof. Dr. Paulo Júnior Varela	Membro
Prof. ^a Dra. Maici Duarte Leite	Orientadora
Prof. Dr. Adair José Rohling	Professor Responsável TCC

Dedico esse trabalho a Deus, a minha família, em especial aos meus avós Doraci e Mafalda, os senhores sempre estarão em minha memória e coração.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a coordenação do curso de Licenciatura em Informática, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Francisco Beltrão, pela excelência de ensino, o qual transformou a minha vida.

Agradeço a todos os professores do curso de Licenciatura em Informática, em especial a minha orientadora Dra. Maici Duarte Leite, a qual moldou meu conhecimento para produção deste trabalho.

Agradeço aos membros da banca pelas contribuições para o afinamento do trabalho, em especial ao professor Dr. Paulo Varela, por as oportunidades oferecidas no decorrer do curso.

Bem como, os meus agradecimentos ao Overleaf, uma ferramenta que foi um grande facilitador para as minhas atividades neste trabalho.

Agradeço aos meus amigos, por os bons momentos de lazer e entretenimento realizados nos últimos anos.

Cobras fumantes, eterna é sua vitória! (Sabaton)

RESUMO

As tecnologias tem contribuído nos processos de ensino aprendizagem, mas a demanda de conteúdos teóricos surge do currículo, à vista disso, a abstração do conhecimento por parte dos alunos, tende a ter suas fragilidades. Os meios tecnológicos, tem o potencial de favorecer a elaboração de novas práticas pedagógicas, que visam conceder ao aluno, o ensino imersivo, que favoreça a absorção do conteúdo exposto. Nesta lacuna, a Realidade Aumentada, surge como produto da constante evolução tecnológica, se tornando um meio tecnológico capaz de estimular no processo de ensino e de aprendizagem, através de suas características, novas possibilidades de representação do conteúdo, oferecendo ao professor, possibilidades exorbitantes ao incentivar no aluno, por meio do ensino imersivo, a interação e envolvimento no aprendizado. Por se tratar de uma tecnologia relativamente nova, existe a fragilidade de estudos que abordem esta tecnologia no contexto educacional, principalmente no auxílio ao professor, para aplicar de maneira efetiva esta tecnologia na Educação. Esse trabalho, através de cunho científico qualitativo e por meio de uma pesquisa explicativa, promove a elaboração de diretrizes, para a aplicação da Realidade Aumentada, no ensino de fatos históricos, referentes aos conteúdos curriculares da disciplina de História. Para promover a utilização das diretrizes, realizou-se uma aplicação, no ensino de fatos históricos, referentes a participação da Força Expedicionária Brasileira na II Guerra Mundial.

Palavras-chave: ensino de história; realidade aumentada. diretrizes. força expedicionária brasileira;

ABSTRACT

Technologies have contributed to the teaching-learning processes, but the demand for theoretical content arises from the curriculum, in view of this, the abstraction of knowledge on the part of students tends to have its weaknesses. Technological means have the potential to favor the development of new pedagogical practices, which aim to provide the student with immersive teaching which favors the absorption of the exposed content. In this gap, Augmented Reality emerges as a product of constant technological evolution, becoming a technological means capable of stimulating the teaching and learning process through its characteristics, new possibilities of content representation, offering the teacher exorbitant possibilities by encouraging the student by means of immersive teaching, interaction and involvement in learning. Because it is a relatively new technology, there is a fragility of studies that address this technology in the educational context, especially in helping the teacher to effectively apply this technological tool in Education. This work, through a qualitative scientific nature and through an explanatory research, promotes the elaboration of guidelines for the application of Augmented Reality in the teaching of historical facts of curricular contents of the discipline of History, therefore, to promote the use of the guidelines, if its use in teaching historical facts related to the participation of the Brazilian Expeditionary Force in World War II.

Keywords: history teaching; augmented reality; guidelines; brazilian expeditionary force;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ambiente de Realidade Misturada	19
Figura 2 – Experiência de Realidade Aumentada	19
Figura 3 – Listagem e evolução dos principais marcadores fiduciais	23
Figura 4 – Ilustração do protótipo Sensorama de Morton Heilig	24
Figura 5 – O HMD de Ivan Sutherland	25
Figura 6 – Evolução da transição do real para o virtual	26
Figura 7 – Capacete com visão óptica direta	29
Figura 8 – Experiência de Realidade Aumentada na publicidade	33
Figura 9 – Glitch IDE	37
Figura 10 – Metaverse Studio	38
Figura 11 – Desenvolvimento do sistema de Realidade Aumentada	48
Figura 12 – Execução do sistema de Realidade Aumentada	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

RA	Realidade Aumentada
RV	Realidade Virtual
RM	Realidade Misturada
VA	Virtualidade Aumentada
3D	3 Dimensões
MAR	Markless Augmented Reality
HMD	Head-Mounted Display
USAF	United States Air Force
VC	Visão Computacional
2D	2 Dimensões
1D	1 Dimensão
UCP	Unidade Central de Processamento
GPS	Global Positioning System
PDA	Personal Digital Assistant
SAR	Spatially Augmented Reality
CPU	Central Processing Unity
GPU	Graphics Processing Unit
SO	Sistema Operacional
IDE	Integrated Development Environment
SCIELO	Scientific Eletronic Library Online
CBIE	Congresso Brasileiro de Informática na Educação
PBI	Portal de Busca Integrada
BDTD	Biblioteca Digital Brasileira de Teses
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação

PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
TCS	Teoria da Cognição Situada
FEB	Força Expedicionária Brasileira
GUI	Graphical User Interface
PNG	Portable Network Graphics
VR	Virtual Reality
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
FEB	Força Expedicionária Brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Problema de Pesquisa	14
1.2	Objetivos	15
1.2.1	Objetivo Geral	15
1.2.2	Objetivos Específicos	15
1.3	Justificativa	15
1.4	Materiais e Métodos	16
1.5	Organização do Trabalho	16
2	REALIDADE AUMENTADA	17
2.1	Definição e Caracterização	17
2.2	Breve Histórico	24
2.2.1	Abordagem Cronológica	24
2.3	Tecnologias Envolvidas	27
2.3.1	Visão Computacional	27
2.3.2	Hardware	28
2.3.3	Software	30
2.3.4	Interação em ambientes de RA	31
2.4	Aplicações	32
2.4.1	Contexto Educacional	33
2.5	Ferramentas para Desenvolvimento	36
2.5.1	Editor textual	36
2.5.2	Construtor de GUI	37
3	ESTADO DA ARTE	40
3.1	Realidade Aumentada na Educação	40
4	MATERIAIS E MÉTODOS	43
5	RESULTADOS	45
5.1	Diretrizes para Aplicação da RA	45
5.2	Diretrizes para Aplicação da RA: Segunda Guerra Mundial	47
6	CONCLUSÃO	50
6.1	Limitações	50
6.2	Trabalhos Futuros	50
6.3	Considerações Finais	51

REFERÊNCIAS 52

1 INTRODUÇÃO

A Tecnologia vem se apresentando disseminada em nossa sociedade e seu impacto na Educação tem se mostrado crescente. O surgimento de novas ferramentas tecnológicas tem empregado mudanças significativas na sociedade contemporânea, deste modo, os métodos de ensino e de aprendizagem atuais que elevam o professor como agente expositor do conteúdo, são agraciados pela oportunidade de utilizar ferramentas que estimulem e potencializem a transmissão do conhecimento para o aluno (LOBO; MAIA, 2015).

A constante evolução tecnológica, frutifica o surgimento de novos conceitos tecnológicos, por consequência, tem-se o aparecimento de um produto oriundo deste processo, denominado Realidade Aumentada (RA). Esta tecnologia, proporciona a inserção de elementos gráficos virtuais no mundo real, possibilitando aplicações em diversas áreas do conhecimento. Os primeiros estudos sobre o tema de RA, foram iniciados no século XX, desde então, aplicações em diversos contextos tem sido explorados (TORI; HOUNSELL, 2018).

A RA, proporciona a visualização do ambiente real, agregado por elementos virtuais, favorecendo o desenvolvimento de aplicações, para diversas áreas do conhecimento, deste modo, o seu uso no treinamento técnico e profissional vem se popularizando. De modo geral, os grupos que tem utilizado esta tecnologia em seus ambientes, tem sido conglobados em 3 áreas: indústria, educação e entretenimento (BRAGA et al., 2012).

A referida tecnologia, permite que o mundo real, seja aumentado e melhorado por informações que geralmente são encontradas de maneira atípica no ambiente físico, como: textos digitais, imagens 2D e elementos 3D, vídeos, sons. A RA, distingue-se da Realidade Virtual (RV), esta transporta o usuário para um mundo virtual, enquanto a RA utiliza o ambiente no qual o usuário está familiarizado, tornando o processo de aprendizado e familiarização com a tecnologia relativamente curto (COSTA; CRUZ, 2015).

No contexto educacional, a tecnologia recebe o papel de auxiliar novas metodologias, fragmentar e complementar antigas concepções pedagógicas, que promovem o professor, como sujeito responsável por transmitir o conhecimento ao aluno. As concepções, que deslocam o aluno como construtor do próprio conhecimento, auxiliado pelo professor, recebem através dos meios tecnológicos, ferramentas para auxiliar, antigos e novos paradigmas de ensino e de aprendizagem (PRENSKY, 2010).

O processo de ensino e de aprendizagem, pode ser incrementado pela utilização de ferramentas tecnológicas. Nesse contexto, a RA, surge como instrumento com grande potencial, de agregar ao ensino, através de suas características, possibilidades exorbitantes para o meio pedagógico estipular novas metodologias, que tenham as particularidades necessárias, para incentivar no aluno a interação, envolvimento e imersão na construção do seu conhecimento (ARAUJO, 2017).

Os meios de transmissão de conhecimento, que tenham o potencial de oferecer ao

aluno, a visualização do conteúdo exposto, tornam-se mais eficazes, por estimular a modificação do ensino, para uma modalidade agradável. Nesse contexto, apresentar conceitos abstratos e teóricos, onde normalmente eram aplicados ao papel, por meio de imagens e elementos 3D, estimula uma aprendizagem interessante. A RA, ao adicionar objetos virtuais ao ambiente físico do usuário, oferece a Educação, o necessário para está representação do conteúdo, estimulando novas praticas de difusão do conhecimento (CARDOSO et al., 2014).

O estudo desenvolvido, estimula uma curvatura de aprendizado, através da literatura, sobre as principais características da tecnologia de RA e noções para distinção desse meio tecnológico no Ambiente de Realidade Misturada. A relevância da temática da RA, e seu potencial de uso no contexto educacional, é evidenciado no trabalho, através do Estado da Arte.

Esse trabalho, visa apresentar Diretrizes, para utilizar a tecnologia de RA na Educação. As Diretrizes, são caracterizadas por orientações, com intuito de auxiliar os profissionais da Educação Básica, especialmente na disciplina de História, sobre aplicação desse meio tecnológico no enredo educacional. Com intuito de exemplificar a aplicação das Diretrizes, foi escolhida a temática de ensino sobre a II Guerra Mundial.

A devida compreensão e imersão no ensino de fatos históricos da II Guerra Mundial, é pertinente, pois, há necessidade de analisar um dos conflitos mais devastadores da história mundial. As causalidades deste conflito, são sentidas em inúmeros culturas, até mesmo no Brasil, que teve o inicio de sua participação em 16 de setembro de 1944, recebendo a missão de libertar a Itália (GILBERT, 2012).

Assim, percebe-se que a tecnologia, promove o aparecimento de ferramentas tecnológicas que podem ser utilizadas no contexto educacional. O compilado entre esses meios tecnológicos e a educação, tem o potencial de frutificar no processo de ensino e de aprendizagem, particularidades necessárias para a elaboração de novas práticas pedagógicas, que intensifiquem o desenvolvimentos de novas competências no aluno.

1.1 Problema de Pesquisa

Em todos os níveis da educação, percebe-se fragilidades em relação ao estímulo da participação do aluno no processo de ensino e de aprendizagem, mediado por tecnologias. A demanda por imersão no processo de ensino e de aprendizagem é presente, mas parece ser pouco aplicada. As ferramentas tecnológicas, que possibilitam o ensino imersivo e interativo, vem surgindo com o suporte da RA, permitindo ao aluno se envolver na construção do próprio conhecimento.

O ensino da disciplina de História, busca por contextualização entre fatos históricos e o momento atual da sociedade. Dessa maneira, um formato que pode ser interessante, é a visualização do conteúdo exposto pelo docente, permitindo uma imersão no aprendizado e abstração do conteúdo abordado.

Existe o potencial de utilização de várias tecnologias na educação, porém, percebe-se

lacunas na aplicação didática, as metodologias parecem não atender à demanda de suporte ao professor, para aplicar de maneira efetiva, esses meios tecnológicos, ao processo de ensino e de aprendizagem. Nesse cenário, os conceitos presentes em RA, podem ser um aliado a tal proposta.

1.2 Objetivos

Com o intuito de apresentar a ideia central que esta proposta visa atingir, esta seção, abordará o objetivo geral e específicos que propõem-se a delimitar o tema da pesquisa produzida.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor diretrizes de aplicação da Realidade Aumentada, como ferramenta de ensino de História, na Educação Básica, oportunizando imersão em teoria e prática de forma conjunta.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão bibliográfica abordando a Realidade Aumentada e as possibilidades de aplicação.
- Apresentar tecnologias que compõem as ferramentas que exploram aspectos de Realidade Aumentada.
- Pesquisar aplicações de Realidade Aumentada no contexto educacional.
- Apresentar uma aplicação das diretrizes no ensino de fatos históricos da II Guerra Mundial.

1.3 Justificativa

As novas gerações, são grandes utilizadores das ferramentas tecnológicas oriundas da constante evolução tecnológica, fornecendo desafios ao atual método de ensino, que devem ser superados por novas representações do conteúdo, utilizando tecnologias que tenham o potencial de estimular a produção do conhecimento. A aplicação da RA, no enredo educacional, é meritório, por possibilitar ao professor, outras possibilidades de representação da matéria lecionada (BITTENCOURT, 2018).

A utilização da RA na Educação, é pertinente, em virtude do potencial de abrangência que está tecnologia oferece, aos sistemas que utilizam de seus conceitos. A possibilidade enriquecer o ambiente real, com elementos virtuais, frutifica no usuário a imersão, interação e envolvimento com o conteúdo exposto. Essas características, analisadas especificamente no ensino, conglobam na perspectiva do aluno conseguir experienciar o enredo do ensino (TORI; HOUNSELL, 2018).

Aliada à essas características, a RA adiciona prática a conhecimentos teóricos. A coexistência de elementos físicos e virtuais, possibilitam a visualização de conceitos abstratos, enfatizando conceitos que de outra forma, ficariam apenas na imaginação. Essa tecnologia,

proporciona ao aluno, a ação de inspecionar um determinado elemento sobre diferentes perspectivas, facilitando a compreensão do mesmo e gerando uma nova forma de interação no aprendizado (WU et al., 2013).

1.4 Materiais e Métodos

Esse estudo, utiliza de uma abordagem de cunho científico qualitativo, analisando os dados indutivamente. Em relação à natureza científica, foi escolhido uma pesquisa aplicada, permitindo a solução de um problema específico estipulado pela proposta, no caso RA aplicada ao ensino de fatos históricos.

Analisando individualmente os objetivos propostos, escolheu-se o desenvolvimento de uma pesquisa explicativa, que permite a familiarização com o problema. Os procedimentos adotados na pesquisa, remetem-se à pesquisa bibliográfica, utilizando livros, artigos, periódicos, Internet, etc.

Todos os meios apresentados, promovem a apresentação de diretrizes para o ensino de fatos históricos na disciplina de História, possibilitando imersão e interação do aluno através da RA. Para contextualizar a aplicação das diretrizes, optou-se por escolher a aplicação das diretrizes no ensino de fatos históricos referentes a II Guerra Mundial.

1.5 Organização do Trabalho

O escopo desse trabalho, está organizado para proporcionar uma curvatura de aprendizado, referente a tecnologia denominada RA. Os capítulos dessa pesquisa, estão organizados de modo lógico, a iniciar a proposta a partir dos conceitos referentes ao termo *Realidade Aumentada*.

O Capítulo 2 do trabalho, apresenta por meio da literatura nacional e estrangeira as caracterizações, conceitos, histórico, tecnologias envolvidas, aplicações, contexto educacional e ferramentas para desenvolvimento. No Capítulo 3, será exposto o Estado da Arte sobre a temática definida, no qual é abordado a RA na educação.

Na sequência, os materiais e métodos para construção do trabalho, estão presentes no Capítulo 4, neste, é desenvolvida uma descrição clara e objetiva sobre o que foi utilizado nesse trabalho.

Os resultados alcançados através desse trabalho e as orientações elencadas para aplicação da tecnologia de RA, são apresentados no Capítulo 5, no qual o Capítulo 6, apresenta os resultados e considerações finais do trabalho.

2 REALIDADE AUMENTADA

A RA, é uma tecnologia que possibilita a elaboração de aplicações em diversas áreas do conhecimento, e como as tecnologias estão em constante evolução, mesmo o conceito de RA, que teve os primeiros estudos iniciados no século XX, tem acompanhado esse ritmo de amadurecimento, proporcionado por a evolução tecnológica.

Nesse capítulo, os conceitos fundamentais de RA, serão expostos e esclarecidos, com menções a autores que possuem diversas obras na comunidade científica, a fim de proporcionar, o devido conhecimento sobre essa tecnologia relativamente nova. Além dos principais conceitos e definições, compreender a evolução histórica desta tecnologia, e a forma que ela está amadurecendo, tem à devida importância.

Para aprofundar as definições e conceitos sobre RA, as seções seguintes, serão responsáveis por apresentar características sobre essa tecnologia, expondo brevemente as tecnologias envolvidas e as principais técnicas utilizadas, no processo de criação para uma experiência de RA.

Assim, para possibilitar a frutificação do potencial de utilização dessa tecnologia na educação, será oferecido uma subseção específica, para apresentar os benefícios e o potencial de aplicação deste meio tecnológico no contexto educacional.

2.1 Definição e Caracterização

O conceito de RA exposto por [Tori e Hounsell \(2018, p. 31\)](#), indica que: "a RA, enriquece o ambiente físico com objetos sintetizados computacionalmente, permitindo a coexistência de objetos reais e virtuais". Essa proposta, contempla a compreensão inicial de um dos objetivos da referida tecnologia, indo de encontro ao que é mencionado por [Cuendet et al. \(2013, p. 557, tradução própria\)](#), "a realidade aumentada refere-se a tecnologias que projetam materiais digitais em objetos do mundo real".

Assim, a experiência com RA, requisita três componentes básicos: o objeto real com algum tipo de marca de referencia; Um dispositivo óptico capaz de captar a imagem do objeto real; Um software que consiga interpretar o que está sendo transmitido pela câmera ([COSTA; CRUZ, 2015](#)). Essa, é a noção básica da RA, no decorrer do capítulo essa tecnologia será devidamente elencada.

É interessante, a devida compreensão sobre as áreas de estudo RA e RV, e os aspectos que as diferenciem, pois, comumente ambas são exploradas em conjunto. Para o escopo deste trabalho, é importante elucidar as características da RA, deste modo, a distinção entre essas áreas de estudo torna-se pertinente.

Segundo [Tori e Hounsell \(2018\)](#), a RA, utiliza o ambiente real para a construção da experiência, empregando elementos virtuais no ambiente físico do usuário, ao contrário da RV,

na qual desloca o usuário para um determinado mundo virtual. Esse conceito, tende a ser uma distinção inicial entre essas duas tecnologias, no caso da RA, ocorre o aumento do ambiente real com objetos virtuais, sem a necessidade de criar um mundo virtual para essa experiência.

Essa distinção, desloca a característica principal utilizada na RV, denominada imersão, de acordo com [Sousa \(2015\)](#), no contexto da RA, o processo de integrar elementos virtuais ao ambiente real, é elevado como característica principal, deste modo, é oferecido ao usuário a possibilidade de utilizar o ambiente que está habituado.

O autor [Fava \(2018, p. 76\)](#), apresenta um pensamento similar: "A principal dessemelhança está no fato de que, enquanto a RV propicia a imersão do utente em um ambiente 3D, a RA desloca elementos do mundo virtual para o real". A RA, mantém o senso de presença do usuário no mundo real e prioriza excelência das imagens na comunicação com o usuário, enquanto a RV, trabalha com a transferência do usuário para o mundo virtual ([TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006](#)).

A possibilidade de manter o usuário no entorno real, demonstra um objetivo da RA, no qual, a perspectiva de produzir uma cena, em que o usuário exerce a interação no mundo em que está adequado, com acréscimo de recursos virtuais, frutifica uma experiência natural e intuitiva, sem obrigatoriamente necessitar de treinamento ou adaptação ([TORI; HOUNSELL, 2018](#)).

Para [Herpich \(2019\)](#), ao estudar a RA e RV, um contraste pode ser elaborado, quando é elencado a principal característica entre as áreas de estudo, deste jeito, a RV, utiliza-se de um computador para inserir o usuário em um mundo virtual, enquanto a RA, envolve os elementos do ambiente real com objetos virtuais.

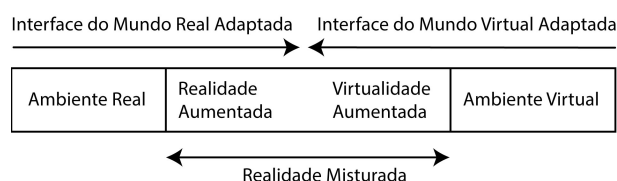
Segundo [Kirner e Siscoutto \(2007\)](#), o computador torna-se um elemento essencial ao produzir uma experiência de RV, em comparação a essa necessidade, o autor retoma a ideia mencionada anteriormente, onde a RA, utiliza o ambiente físico do usuário para a construção da cena, mantendo o sentido de presença no mundo real, deste modo, requisita um mecanismo para combinar o real e virtual.

O processo de elaborar a interação natural, produz a necessidade de compreender, como a RA interpreta onde deve inserir elementos virtuais no mundo real e a melhor forma de apresentá-los para o usuário, esse processo ganha forma, através do fenômeno chamado *rastreamento*. Os sistemas de RA, devem possuir este elemento, para identificar como o elemento virtual deve-se comportar na cena ([TORI; HOUNSELL, 2018](#)).

A conceituação através dos autores [Tori, Kirner e Siscoutto \(2006\)](#), ganha diversas definições, apresentando a RA, como uma particularização da Realidade Misturada (RM), cenário apresentado na [Figura 1](#). Os autores, exibem a RA como a possibilidade de enriquecer o mundo real, com objetos virtuais, através de uma cena elaborada por um dispositivo tecnológico em tempo real, coexistindo no mesmo espaço posicionando objetos reais e virtuais entre si.

Essas definições, reforçam a compreensão que a RA, proporciona a inserção de elementos virtuais sobre o mundo real, possibilitando visualizar objetos, que de outra forma não

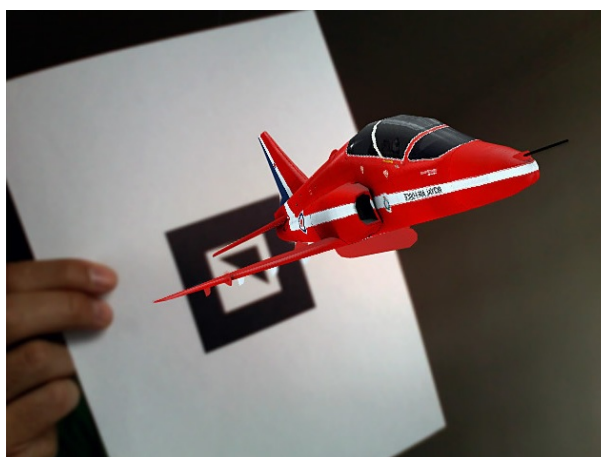
Figura 1 – Ambiente de Realidade Misturada



Fonte: [Milgram et al. \(1995\)](#), Tradução nossa e adaptada)

seria possível obter acesso ([TORI; HOUNSELL, 2018](#)), como é o caso da Figura 2, onde um modelo de avião é exposto, sem a necessidade de usuário estar em ambiente específico para tal.

Figura 2 – Experiência de Realidade Aumentada



Fonte: [Lopes \(2011\)](#)

A definição exposta por [Tori, Kirner e Siscoutto \(2006, p. 25\)](#), que a RA "é uma particularização da realidade misturada", estimula a necessidade de entender o que é a RM. Segundo os mesmos, ela pode ser compreendida, como o processo de adicionar elementos virtuais em três dimensões ao ambiente real, esses objetos, são gerados por computador e são exibidos ao usuário em tempo real, por meio de dispositivos tecnológicos.

Para o autor [RAISEL e NUNES \(2017\)](#), a RM, é um ambiente que possibilita a coexistência entre objetos reais e virtuais. O usuário, estabelece a interação com ambos de maneira similar, ou seja, sem distinção entre os elementos, visando tornar o relacionamento acessível e intuitivo. A simultaneidade, entre objetos reais e virtuais, é obtido através dos componentes que formam RM, a RA e Virtualidade Aumentada (VA) ([RODELLO et al., 2010](#)).

Esses componentes, são evidenciados no Ambiente de RM (Figura 1) por [Milgram et al. \(1995\)](#), em sua obra, o autor apresenta a base de estudo para os integrantes desse cenário, entretanto, antes de os apresentar, é interessante solidificar o conceitos de RM. A RM, utiliza da incorporação de objetos gráficos virtuais em uma determinada cena 3D, ao contrario podendo também ocorrer, ou seja, a inclusão de elementos do ambiente real em uma cena virtual ([PAN et al., 2006](#)).

O ambiente da RM, manifesta-se no contexto mais amplo, unindo elementos do mundo virtual com o mundo real ou elementos reais ao ambiente virtual, proporcionando uma experiência tão real para o usuário, que o mesmo, não consegue distinguir a diferença de elementos virtuais e reais durante o processo. Nesse cenário, o fenômeno da RA decorre quando os elementos virtuais são inseridos no mundo real (TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006).

O cenário que a RA está envolvida, denominado *reality-virtuality continuum*, exposto na Figura 1, é desenvolvido por Milgram et al. (1995). Estudos desenvolvidos posteriormente, utilizam desse cenário, para apresentar o ambiente que a RA está envolvida, deixando lucido que a RA acrescenta a RV, não substituindo-a completamente (SOUSA, 2015).

É possível ver na Figura 1, a presença de vários ambientes, nas extremidades são apresentados os ambientes real e virtual, Rodello et al. (2010, p. 3), salienta como ocorre as predominâncias entre os ambientes: "quando há predominância do virtual sobre o real, denomina-se Virtualidade Aumentada (VA) e, com o contrário, Realidade Aumentada (RA)".

Para Anami (2013), o *reality-virtuality continuum*, favorece a compreensão de que a RA e RV, não são divergentes, mas um processo de ambientes contínuos que constituem a RM, na qual, as 4 particularidades expostas na Figura 1, tem suas devidas definições:

- Ambiente real: é um ambiente formado por objetos reais;
- Realidade aumentada: o ambiente real é aumentado por objetos gerados por um dispositivo tecnológico;
- Virtualidade aumentada: o ambiente virtual é aumentado por objetos do ambiente real;
- Ambiente virtual: é abstração do ambiente real em um mundo virtual, sendo constituído somente por objetos virtuais.

O objetivo deste trabalho, visa aprofundar os conceitos da RA, mas o escopo não pode deixar de expressar brevemente os conceitos de VA e o seu potencial de uso. Tori, Kirner e Siscoutto (2006) coloca a VA, como particularização da RM, enquanto a RA insere objetos virtuais no mundo real, a VA ocorre quando objetos reais são inclusos no mundo virtual.

Essa ideia, também é apresentada por Wu et al. (2013), enquanto a RA profere a devida combinação entre o real e virtual, estimulando a utilização do ambiente real. Assim sendo, VA como um produto da RM, frutifica a noção da inserção de elementos reais a um ambiente virtual.

O discernimento destes autores é notório, pois além de gerar a compreensão da VA, ainda expõe a sua diferenciação perante a RA, por consequência, Ribeiro e Zorzal (2011), ratifica que a VA, advém com a captura de elementos reais pré-capturados em tempo real. Em vista disso, os elementos podem ser caracterizados por objetos estáticos, como estruturas físicas ou avatares de pessoas e animais.

A VA, predomina-se o ambiente virtual ou boa parte da experiência ocorre nesse local, visando enriquecer esse ambiente, a similar ao que faz a RA, com a diferença que nessa caracterização, é inserido elementos reais capturados em tempo real ou não. O potencial de aplicação que a VA viabiliza, é introduzir elementos do mundo real na experiência no ambiente

virtual, como é o caso da facilidade de adicionar componentes humanoides realistas nesse espaço (TORI; KIRNER; SISCOUTTO, 2006).

Após verificar brevemente o potencial da VA, é possível retornar aos conceitos da RA e aprofundar suas principais características, Martins e Guimarães (2012), promove as três principais características nos sistemas de RA, conglobando na combinação do ambiente real com elementos virtuais, possibilitando a interação em tempo real com o usuário no local exato, sobre o mundo real.

Para Serio, Ibáñez e Kloos (2013), é possível utilizar a RA para executar interações em tempo real, combinar objetos reais e elementos virtuais no ambiente real, portando características com a RV, como: imersão, navegação e interação. Segundo o autor, a RA, atribui a imersão, a possibilidade de abranger os aspectos físicos do ambiente real e a condição que os usuários são absorvidos por uma atividade.

Conforme Tori, Kirner e Siscoutto (2006), há existência de premissas para uma cena de RA, podendo ser organizadas em: renderização de alta qualidade do mundo combinado; Calibração precisa; Interação em tempo real entre objetos do ambiente real e elementos virtuais.

Outra característica sobre a RA, é a necessidade de utilizar recursos de *multimídia*, essa imprescindibilidade, entra na exposição feita por Tori e Hounsell (2018), os escritores possibilitam alcançar o aprofundamento das particularidades da RA, estipulando a compreensão da arquitetura típica de um sistema de RA.

É necessário o esclarecimento do que trata o termo *multimídia*, pois, é um vocábulo frequentemente evidenciado quando exposto as características da RV e RA. Por conseguinte, Kirner e Siscoutto (2007), define esse recurso como a combinação de elementos, como: textos gráficos, imagens, animações, áudio, com o intuito de representar, transmitir e processar informações de forma digital.

Acrescentando a definição, a *multimídia* é caracterizada pela utilização de imagens, sons, etc, de alta qualidade, exigindo computadores com grau de processamento gráfico e sonoro elevado, requisitando informações capturadas em tempo real ou pré-gravadas (RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

O entendimento da arquitetura típica de um sistema de RA, agrega a compreensão dos módulos que a compõem, esses por suas vez, são compostos por tarefas. Logo aparece o módulo de entrada, dividido por captura de vídeo e sensoriamento; O módulo de processamento, composto pela união do monitoramento dos objetos, gerenciamento da interação e processamento da aplicação; O módulo de saída, organizado pelas tarefas de visualização e atuação (TORI; HOUNSELL, 2018).

Após a verificação da arquitetura do sistema de RA, sem antes finalizar as características dessa tecnologia, os tipos/Modelos e classificações, que podem ser utilizados para desenvolvimento de aplicações para uma experiência de RA, podem ser catalogados.

Em sua dissertação, Sousa (2015) define quatro técnicas para para exibição da experiência de RA: *Optical see-through*, utiliza óculos com visores, que permitem a exibição

de imagens misturadas a cena do ambiente real, visualizada pelo usuário; *Video see-through*, emprega capacetes utilizados geralmente na RV, para exibição do ambiente real, capturado por câmeras de vídeo, sincronizando elementos virtuais e reais; *Monitor*, exibe o mundo real captado por câmeras de vídeo, misturando os elementos computacionalmente; *Projeção*, sobrepõe superfícies do ambiente real com texturas virtuais.

Para o autor [Araujo \(2017\)](#), os sistemas de RA podem ser classificados em quatro definições: *visão ótica direta* (utiliza óculos ou capacete); *Visão ótica por projeção* (utiliza do ambiente real como base para projetar objetos virtuais); *Visão direta por vídeo* (caracterizada pelo uso de câmeras acopladas ao capacete); *Visão pautada em monitor* (utiliza uma câmera para capturar a cena do ambiente real, que será misturado com objetos virtuais e apresentados em um monitor).

Na perspectiva de [Tori e Hounsell \(2018\)](#), os modelos de RA, podem ser classificados pelas abordagens existentes em um sistema típico, quando é trabalhado com a entrada de dados, surge o contexto de *RA baseada pelo rastreamento*. Caso seja utilizado os recursos de processamento da imagem, capturada para criar o rastreamento dos objetos virtuais, manifesta-se a *RA baseada na visão*. Em decorrência da utilização de sensores, ocorre a criação da RA baseada em sensores.

Nesse contexto, é ofertado ao usuário, na utilização de ambiente de RA, quatro métodos para visualização e interação com o sistema. Os escritores [Lima, Nunes e Araújo \(2020\)](#), promovem a noção dessas técnicas, apresentando: *Sistema de visão por vídeo baseado em monitor*, este destaca-se pela facilidade de aquisição das ferramentas, vindo a ser o sistema mais utilizado para experiência de RA; *Sistema de visão direta por vídeo*; *Sistema de visão ótica direta*; *Sistema de visão ótica por projeção*.

Após a breve exposição das técnicas, modelos e métodos para validação dos tipos de RA, compilando as ideias dos autores, é notável, o aparecimento de um personagem muito importante no ambiente de experiência de RA, denominado marcador. Na técnica baseada em *Monitor*, *RA baseada pelo rastreamento* e *Sistema de visão por vídeo baseado em monitor*, os cartões marcadores são utilizados.

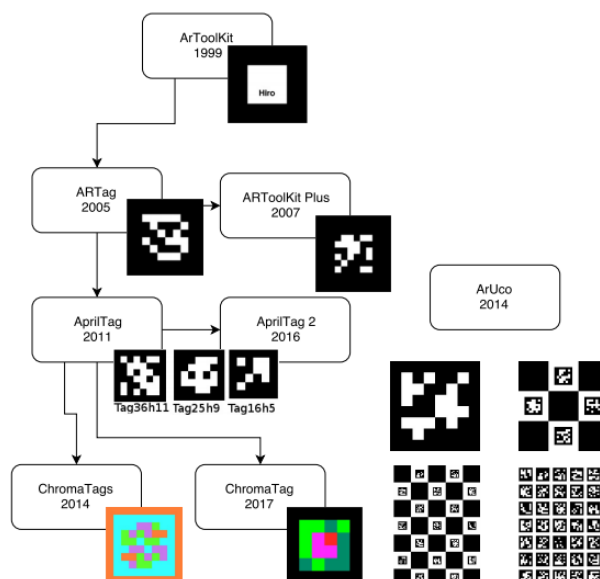
Os *cartões marcadores*, comumente apelidados de marcadores, consiste em uma placa quadrada com um símbolo em seu interior. O modelo fiducial ou marcador fiducial, é geralmente utilizado, ele apresenta uma moldura retangular e símbolo no seu interior, esses elementos possibilitam calcular a posição da câmera real e sua orientação em nexos aos marcadores ([SOUSA, 2015](#)).

Esses marcadores, são visualizados como uma imagem, porém utilizando técnicas de visão computacional, essa imagem se torna uma assinatura, que contém, o conteúdo, formato, tamanho e cores do elemento virtual, que passará a existir sobre o cartão marcador durante a experiência de RA ([TORI; HOUNSELL, 2018](#)).

Com o objetivo de elucidar a compreensão do conceito sobre os *cartões marcadores fiduciais*, [Tybusch et al. \(2018\)](#), aproxima-se da ideia já exposta. Segundo o autor, esse marcador,

fornece dados codificados que contém informações como: Orientação; Posição e Escala do marcador. Na Figura 3, é ofertado pelo autor a listagem dos principais marcadores fiduciais e sua evolução.

Figura 3 – Listagem e evolução dos principais marcadores fiduciais



Fonte: Tybusch et al. (2018)

É notável a importância dos cartões marcadores nos modelos de RA baseados na *visão*, todavia, a RA não necessita obrigatoriamente limitar-se a seu uso, Anami (2013) expõe o conceito *Markerless Based*, que pode ser resumido em técnicas de georreferenciamento ou análise de padrões e imagens para sobrepor dados virtuais ao ambiente real.

O termo *Markerless Augmented Reality (MAR)*, é dividido em: *Técnicas baseadas em modelos*, onde o mundo real é previamente reconhecido, representado e armazenado em um modelo de três dimensões (3D), que possibilitará a estimativa da posição do dispositivo óptico; *Técnicas baseadas em estruturas em movimento*, na qual, o movimento do dispositivo óptico aferido com a sequência de quadros, adquirido durante o rastreamento, eliminando a necessidade do conhecimento prévio da cena (SOUSA, 2015).

O uso de sistemas de RA, sem o uso de marcadores, utilizam a detecção de características de imagens. Em vista disso, a implementação do sistema visa reconhecer uma imagem de um objeto como alvo, capturando e armazenando suas particularidades. Durante a execução da experiência de RA, a detecção em tempo real, verifica as características do que está sendo capturado, e comparam-nas com as informações armazenadas (TYBUSCH et al., 2018).

A fim de frutificar os conceitos e características, tornou-se oportuno a exposição de seu significado perante diversos autores, demonstrando que está tecnologia demonstra o devido dinamismo, possibilitando o seu constante amadurecimento.

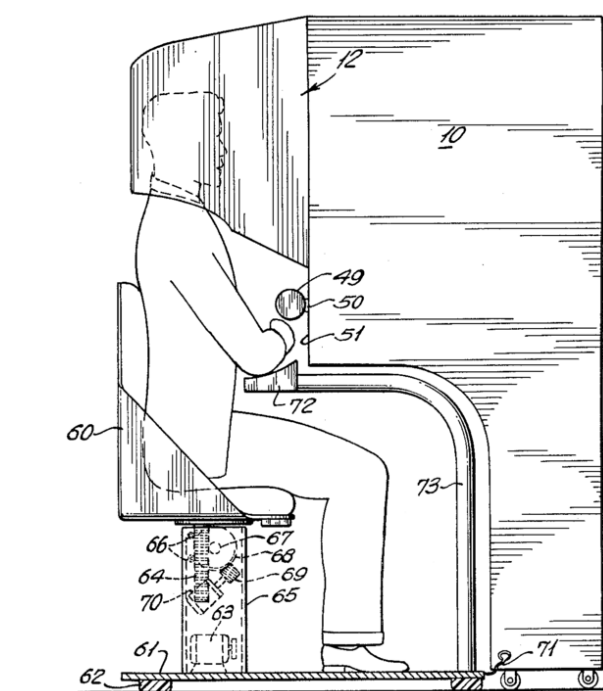
2.2 Breve Histórico

É pertinente, após a exibição dos principais conceitos e características da RA, a compreensão da evolução histórica dessa tecnologia, a fim de evidenciar, como a maturidade que existe no atual período, foi alcançada. Nessa seção, será exposto brevemente as abordagens que atendem o progresso desse conhecimento.

2.2.1 Abordagem Cronológica

A primeira aparição da RA, é de responsabilidade de Morton Heilig, no contexto cinematográfico, que antecedeu a computação digital, o mesmo, tinha noção de utilizar o cinema como uma atividade de potencial, a atrair o espectador para o movimento da tela, onde descreveu suas principais ideias em 1955, intitulado *O Cinema do Futuro*, utilizando-o como base, para o protótipo Sensorama (Figura 4) elaborado em 1962 (FURHT, 2011).

Figura 4 – Ilustração do protótipo Sensorama de Morton Heilig



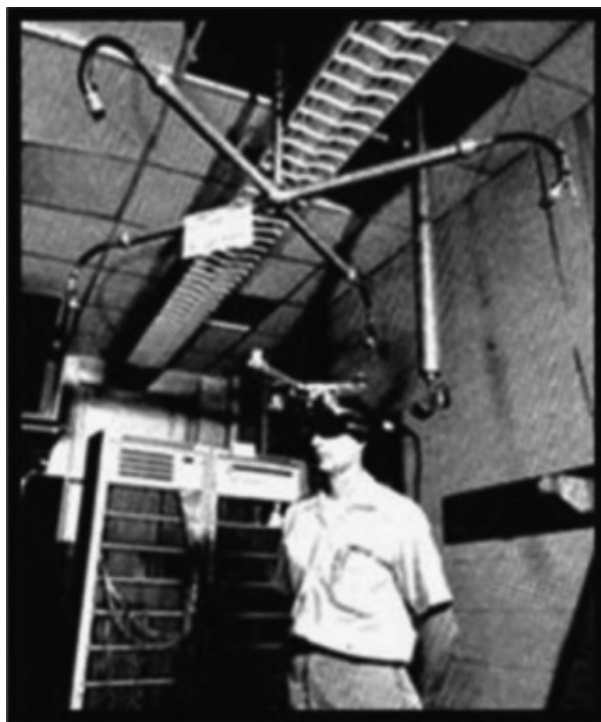
Fonte: Heilig (1961)

Os autores Ribeiro e Zorzal (2011) e Furht (2011), promovem o pesquisador Ivan Sutherland, como desenvolvedor das primeiras contribuições para estudo sobre RA. Na década de 1960, seu aporte, através do artigo *Vislumbrando a evolução da realidade virtual e seus reflexos no mundo real* e desenvolvimento do capacete de visão ótica direta, rastreado para visualização de objetos 3D no ambiente real.

Esse capacete, denominado *Head-Mounted Display* (HMD), é um dispositivo de exibição usado na cabeça ou como parte de um capacete, que possibilita a visualização de

elementos em uma pequena tela ótica (FURHT, 2011), como exposto na Figura 5.

Figura 5 – O HMD de Ivan Sutherland



Fonte: Furht (2011)

Em 1968, em parceria com Bob Sproull, Ivan Sutherland construiu seu primeiro protótipo de dispositivo, constituído por três elementos, monitor, monitoramento e geração de imagens por computador, na Universidade de Harvard, que permitia sobrepor elementos virtuais sobre imagens reais (TORI; HOUNSELL, 2018).

Na década de 1980, a *United States Air Force* (USAF), elaborou o projeto que visava desenvolver um simulador de cockpit de avião, utilizando recursos virtuais para enriquecer o ambiente físico do usuário, se tornando a primeira experiência de RA (RIBEIRO; ZORZAL, 2011).

Nas obras de Ribeiro e Zorzal (2011) e Tori e Hounsell (2018), destaca-se o uso da RA no contexto bélico, principalmente sistemas que aumentavam a consciência situacional dos pilotos da USAF. Surgindo pesquisas, cujo objetivo era evitar que o piloto ficasse sobrecarregado com informações referentes a aeronave. Como é o caso do Super-Cockpit de Tom Furness, essas pesquisas evoluíram, frutificando em capacetes de RA, utilizados no helicóptero de ataque AH-64 Apache, introduzido em 1986 na USAF.

É atribuído a Tom Caudell em 1992, a criação do termo RA, ao lado de Tom Mizell, foi produzido um artigo para o setor industrial utilizando esse termo, até o momento, a dissociação com a RV não era notório. Em 1990, já tinha proposto o termo RA, durante uma visita a empresa Boeing (RIBEIRO; ZORZAL, 2011). Considerando, o protótipo projetado em 1968 e sua efetiva aparição em 1992 com o Professor Thomas Caudell, como os marcos significativos

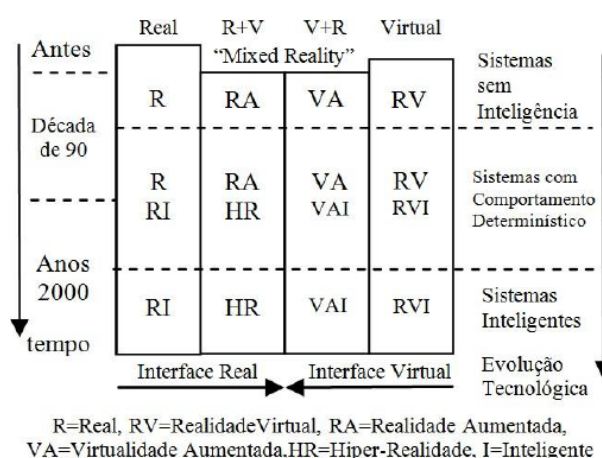
para criação efetiva da RA (TORI; HOUNSELL, 2018).

Em 1994, Paul Milgram e Fumio Kishino definem o cenário *reality-virtuality continuum*, apresentado na seção anterior (Figura 1). Furht (2011), Ribeiro e Zorzal (2011) e Anami (2013) promovem a interpretação desse cenário, discutindo a RM, expondo RA como mais próxima do ambiente real e VA localizada ao encontro do mundo virtual.

A partir do século 21, é possível definir três pontos que aumentaram o interesse pela RA, começando pela oferta de ferramentas que oferecem a criação de aplicações de RA, a evolução dos dispositivos móveis em qualidade de processamento, e por último, a utilização da RA em campanhas publicitárias, onde começou a ser utilizado marcadores de RA em peças durante a campanha (TORI; HOUNSELL, 2018).

Além da abordagem cronológica exposta, existe a abordagem tecnológica verificada na obra de Ribeiro e Zorzal (2011), para o mesmo, essa abordagem salienta a influência da evolução tecnológica, nas denominações dos sistemas do ambientes real, aumentado e virtual. Desse modo, aplica-se a divisão de três épocas (Figura 6), antes da década de 1990, a fase onde o termo RV era comumente utilizado para representar os sistemas durante a década de 1990, e também, a fase na qual houve a utilização de termos como a RA e VA e outros desdobramentos.

Figura 6 – Evolução da transição do real para o virtual



Fonte: Ribeiro e Zorzal (2011)

Com base na evolução apresentada, os estudos sobre RA são relativamente novos, mas tem apresentado grande evolução, se adequando sobre a forma como o homem vê o mundo. Esse breve histórico, reforça que a RA não é um conceito estático, ganhando novas características com o passar do tempo, amadurecendo principalmente por estudos que buscam elucidar o seu entorno.

2.3 Tecnologias Envolvidas

As tecnologias envolvidas no processo de criação de um sistema, que visa proporcionar a experiência de RA, são constituídas por diversos elementos. Decorrerá nessa seção, a exposição dos principais elementos que envolvem as cenas de RA, demonstrando os componentes básicos: *Hardware e Software*, seguido por suas características.

2.3.1 Visão Computacional

Um sistema de RA, a partir de [Tori, Kirner e Siscoutto \(2006\)](#), é constituído por dois principais sujeitos: hardware e software, porém, é interessante a compreensão da Visão Computacional (VC), pois, ela permite o uso de técnicas que possibilitam renderizar objetos virtuais na cena de RA ([ANAMI, 2013](#)).

O autor [Furht \(2011\)](#), promove a VC, como o elemento responsável por a construção das características que estruturam o modelo de RA baseado no *Rastreamento*, abordada na Seção 2.1. Para o mesmo, ela carrega objetos virtuais 3D, do mesmo ponto de vista de sua localização no ambiente real, como é o caso das imagens recebidas pela câmera de um dispositivo mobile.

Analisando a VC individualmente, constata-se como uma ciência que possibilita as máquinas possuírem a característica de "visão". Deste modo, os computadores conseguem enxergar o ambiente ao seu redor, através de imagens capturadas do ambiente, por meio de câmeras de video, sensores, scanners, garantindo ao sistema, a possibilidade de reconhecer, manipular e interpretar os elementos que compõem uma imagem ([MILANO; HONORATO, 2014](#)).

Para [Backes e Junior \(2019\)](#), VC é uma área de estudo, que visa agregar as máquinas a capacidade da visão, o autor ainda apresenta as fases que constituem um sistema de VC, surgindo: Aquisição; Processamento de imagens; Segmentação; Extração de características/Análise de imagens; Reconhecimento de padrões.

O registro de imagens de RA, baseia-se nos principais métodos que a VC oferece, principalmente relacionados ao rastreamento de vídeo. Esses métodos, são desenvolvidos geralmente em duas fases, *rastreamento e reconstrução/Reconhecimento*. Durante a experiência de RA, a câmera do dispositivo, identifica marcadores fiduciais (apresentado na Seção 2.1), imagens ópticas ou pontos de interesse, deste jeito, o rastreamento pode detectar bordas ou outros parâmetros definidos, para interpretar as imagens da câmera ([FURHT, 2011](#)).

No contexto da RA, é necessário a utilização de técnicas de VC para inserir elementos virtuais no ambiente real, deste modo, é interligado com técnicas de VC de monitoramento ou rastreamento de vídeo, esses por sua vez, divididos em rastreamento e reconhecimento/Reconstrução. A primeira etapa, detecta um marcador fiducial ou um ponto de interesse, enquanto a segunda, utiliza das informações obtidas pela primeira, para reconstruir um sistema de coordenadas no ambiente real ([ANAMI, 2013](#)).

Consoante a [Furht \(2011\)](#), as técnicas de rastreamento, são divididas em duas classes: baseada em recursos e baseada em modelo. A primeira, baseia-se em descobrir a relação e conexão que existe entre os recursos da imagem 2D e suas coordenadas, enquanto a segunda técnica, faz uso das características distinguíveis dos objetos rastreados.

Verificado o significado do termo VC, é lucido que a RA promove a combinação de ciências, conceitos e técnicas, para a construção da cena de RA. A VC, fornece aos sistemas de RA, a possibilidade de reconhecer o ambiente ao seu redor.

2.3.2 Hardware

Após verificado a papel da visão computacional no cenário da RA, nessa subseção, a questão do hardware, será brevemente abordado, a fim de possibilitar, o entendimento deste termo. A partir disso, o hardware no contexto da RA, passará a ser discorrido através de obras que expõem esse componente básico de um sistema de RA.

Para [Kirner e Siscoutto \(2007\)](#), o hardware, oferece os recursos a serem usados nos sistemas de modo geral, se tornando o núcleo de qualquer aplicação. Para o autor, o hardware é constituído por: processador; Placas especiais, divididas em placas gráficas e sonoras; Periféricos, esse formado de dispositivos multi sensoriais e infraestrutura de rede.

O conceito de hardware na compilação de [Velloso \(2014\)](#), é compreendido, como os equipamentos que compõem um sistema de computador. Deste modo, é caracterizado por: periféricos de entrada/Saída; Os elementos físicos da máquina, incluindo os fios, placas, carcaças e componentes em geral. Capturando os elementos básicos do hardware para o processamento de dados, a Unidade Central de Processamento (UCP) e Memória Principal.

De modo geral, é imprescindível mencionar que a RA, pode utilizar dispositivos de RV, com a diferença, de agir naturalmente no ambiente misturado, deste modo, técnicas de rastreamento visual, que combina métodos de VC e processamento de imagem, são muito importantes ([TORI; KIRNER; SISCOOTTO, 2006](#)).

Em sua obra, [Tori e Hounsell \(2018\)](#) apresenta uma divisão entre o componente hardware, surgindo o hardware de saída e o hardware de entrada, responsável por agregar recursos como: *Global Positioning System* (GPS); Sensores inerciais; Sensores de profundidade; Luvas de dados; Interfaces tangíveis. O autor, ainda apresenta os elementos que caracterizam o hardware de entrada e os benefícios que acrescentam ao sistema de RA, dessa maneira, o mesmo exibe:

- GPS: através das coordenadas geográficas, é possível salvar a posição de um objeto virtual num determinado espaço físico;
- Sensores Inerciais: diz respeito a sensores como: acelerômetros, magnetômetros e giroscópios, esses sensores facilitam o controle do angulo de visão e ações que o usuário pode estar realizando;
- Sensores de profundidade: são uteis para identificar a configuração do cenário físico e a forma de interação do usuário com objetos virtuais;

- Luvas de dados: objeto que permite verificar a forma da mão do usuário, e pode ser utilizada como forma de interação na experiência de RA.
- Interfaces tangíveis: todo e qualquer dispositivo físico que o usuário interagir e servir de entrada para o sistema.

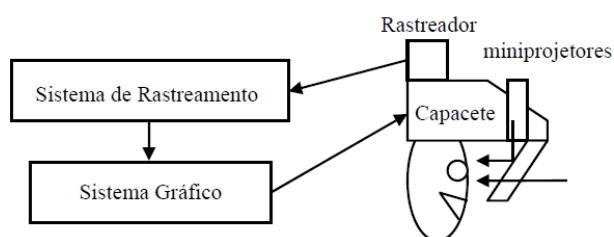
Na obra de [Furht \(2011\)](#), o mesmo retrata análise dos componentes de hardware, apresentando os principais dispositivos para RA, sendo: *Displays, Inputs Devices, Tracking*. Na obra do autor, os *Displays* podem ser divididos em três tipos principais: *Head-Mounted Display (HMD)*, exposto brevemente na Seção 2.2.1, *Handheld Displays (visores portáteis)* e *Spatial Displays Visor (visores espaciais)*.

Os escritores [Tori e Hounsell \(2018\)](#), caracterizam o hardware de saída, esses incorporam esquemas de dispositivos, que permitem misturar o real com virtual. Os mesmos, descrevem os componentes deste divisor do hardware, surgindo: o monitor, integrante responsável por mostrar a imagem capturada por uma câmera de vídeo, misturada com elementos virtuais; Óptica direta, agregado por um dispositivo semi transparente, que transmite a imagem real; Câmera de vídeo, proporciona visão indireta do mundo real, acrescentando no sistema elementos virtuais; Projeção, responsável por projetar objetos virtuais em direção a elementos físicos.

Os dispositivos de hardware da RA, na perspectiva de [Anami \(2013\)](#), apresenta as seguintes classificações: *Display, Input e Tracking Sensors*. Esses representam respectivamente, o local que será exibido o ambiente virtual mesclado ao real, dispositivo de entrada, incumbido de definir a interação do usuário com a aplicação, e aquele que define a exibição dos dados no *display*. O *Display* para autora, apresenta duas distinções, *See-Through Display* e *Monitor-Based Display*, o primeiro, apresenta ao usuário uma única imagem, onde o ambiente real já somado por objetos virtuais, enquanto o segundo, apresenta separadamente a visualização do ambiente real e virtual.

Optical See-Through, emprega uma tecnologia mais simples, utilizando de combinação de lentes, ao contrário do *Video-See-Through*, onde existe um computador que permite muito mais controle sobre o resultado ([FURHT, 2011](#)). A Figura 7, apresenta a estrutura de um capacete com visão óptica direta.

Figura 7 – Capacete com visão óptica direta



Fonte: [Tori, Kirner e Siscoutto \(2006\)](#)

Os *Handhelds Displays*, são dispositivos mobile, que normalmente o usuário possa segurar nas mãos providos de uma câmera, utiliza da técnica *Video-See-Through*, para sobrepor

gráficos no ambiente real e emprega sensores, como bússolas digitais. Um bom exemplo desse dispositivo, são os Smartphones, Personal Digital Assistant (PDA) e Tablets (ANAMI, 2013)(FURHT, 2011).

Os autores Raskar, Welch e Fuchs (1999), abordam os *Spatial Displays* como a criação de um conceito de RA denominado *Spatially Augmented Reality* (SAR). Através do SAR, o ambiente físico do usuário é agregado com imagens que são diretamente no seu ambiente, não sendo limitado pela hipótese de apenas integrar no seu campo visual. Os *Spatial Displays*, possibilitam projetar informações virtuais diretamente no ambiente físico, a fim de evitar carregar ou utilizar equipamentos especiais, utiliza hologramas e projetores de vídeo para construir a experiência (ANAMI, 2013).

Os *Inputs Devices* escolhidos, podem variar muito, conforme a finalidade da aplicação, ou para o modelo de *Display* que será projetado (FURHT, 2011), desta forma, os dispositivos de *Input*, são definidos pela tecnologia de *Display* escolhida.

Assim, o hardware é um componente básico e muito importante nos sistemas de RA, trabalhando junto ao software para constituir a experiência de RA. Esse, é responsável por atribuir recursos e ferramentas ao aplicativo, seguindo a evolução tecnológica, com o surgimento de novos recursos de hardware, é possível que os sistemas de RA usufruam de novos engenhos.

2.3.3 Software

A compreensão dos componentes básicos, que constituem um sistema de RA, tem a sua importância. Após a assimilação das particularidades do hardware e seu emprego nos sistemas de RA, é favorável a cognição do software. Essa subseção, abordará brevemente as concepções do software, exibindo ao final uma tabela com alguns sistemas de RA.

A constante evolução tecnológica, facilita que sistemas de RA evoluam e fiquem cada vez complexos e potentes, impondo desafios de software a Central Process Unity (CPU) e placas gráficas (GPU), na qual, o software de RA é usado na fase de preparação/Execução, possibilitando suporte a interação em tempo real (TORI; HOUNSELL, 2018).

É pertinente, a conceituação básica do termo software, antes de aprofundar sua utilização nos sistemas de RA. Dessa maneira, o software para Velloso (2014), é conjunto de aplicações, que são desenvolvidos para atender as necessidades do usuário. O mesmo, é dividido em dois produtos: software do fabricante, o qual fornece ao usuário, programas para administração das operações do dispositivo e seus periféricos, geralmente sendo, Sistema Operacional (SO); Software do usuário, constituído por programas desenvolvidos por usuários.

O autor Tori, Kirner e Siscoutto (2006), apresenta os softwares de RA usados em dois momentos, na fase de preparação do sistema e durante a execução do sistema, agindo como um elemento de suporte em tempo real ao usuário. Ainda segundo o autor, para o segundo momento, é necessário que o software de RA, articule o ajuste dos elementos virtuais no cenário da experiência, favorecendo, o rastreamento dos objetos reais estáticos e móveis.

O software de RA, é o elemento que produz o fenômeno de rastreamento de elementos

do mundo real, ajusta os elementos virtuais no cenário. O software, deve atuar no controle da animação dos objetos virtuais colocados na cena, destarte, os programas de RA também promovem a interação em tempo real, do usuário com elementos virtuais (TORI; HOUNSELL, 2018).

Os aplicativos de RA, podem ser classificados em *Image Recognition* ou *Marker Based*, que sobrepõem o marcador/Imagem com algum conteúdo ou informação, usando uma câmera ou outro recurso citado nos hardwares de entrada e *GPS Based*, esse utiliza, a posição do dispositivo obtido, através da ferramenta GPS para o usuário obter informações virtuais durante a experiência (AGARWAL, 2010).

Existem algumas necessidades, que carecem ser atendidas nos sistemas de RA, a fim de possibilitar, a execução desses sistemas, sendo necessário: tratamento de vídeo; Processamento gráfico 3D; Geração de imagens misturadas; Incorporação de som; Execução háptica; Controle multimodal; Varredura de dispositivos de entrada com ênfase no rastreamento (TORI; HOUNSELL, 2018).

Está subseção, apresentou brevemente as concepções do componente básico de RA, denominado software, evidenciando que este elemento proporciona a união dos outros elementos, hardware e VC.

2.3.4 Interação em ambientes de RA

Nesta subseção, será abordado as técnicas de interação utilizadas nos ambientes de RA, conseqüentemente, através da compilação desenvolvida através dos autores, Tori, Kirner e Siscoutto (2006), Kirner e Siscoutto (2007), Anami (2013), Tori e Hounsell (2018), será exposto brevemente, os conceitos e nomenclaturas destas técnicas de interação.

É interessante, a concepção do termo interação, antes de expor as técnicas para tal, no contexto homem-máquina, "a maneira com que o usuário se comunica com a aplicação, podendo esta comunicação ocorrer através de dispositivos ou de forma simbólica"(KIRNER; SISCOUTTO, 2007, p. 53).

O termo interação, é utilizado no contexto homem-máquina, quando existe a comunicação entre usuário e sistema, o usuário manipula uma interface que faz parte do sistema computacional. Deste modo, o utente efetua algumas ações e espera o resultado destas operações (PRATES; BARBOSA, 2007).

É evidenciado no repertório de Tori, Kirner e Siscoutto (2006), quatro técnicas específicas para os sistemas de RA, o mesmo exhibe: *Interação Espacial*; *Interação Baseada em Agentes*; *Interação em Controle Virtual*; *Interação de Controle Físico*. Para o autor, estas técnicas são encontradas no meio científico, mas devido a constante evolução dos estudos sobre RA, combinado a evolução tecnológica, novos meios para interação estão sendo desenvolvidos.

Após exposto essas quatro técnicas, Kirner e Siscoutto (2007), apresenta outras formas de interação para o usuário, em ambiente de interfaces 3D, expondo técnicas específicas para RA. Em sua obra, é apresentado quatro técnicas: *Interfaces Tangíveis*; *Interfaces Baseadas em*

Gestos; Walking e Reconhecimento de Gestos Pen-Stroke.

Na proposta de [Anami \(2013\)](#), as técnicas de interação, são um elemento importante na constituição dos sistemas de RA, pois, o processo de envolver o usuário na cena de RA, exige técnicas de interação, capazes de proporcionar ao mesmo essa sensação. A autora, evidencia quatro tipos de aplicação de RA: *Interface Tangível; Interface Colaborativa; Interface Híbrida e Interfaces Multimodais.*

O autor [Tori e Hounsell \(2018\)](#), denota que os primeiros sistemas desenvolvidos, para oportunizar experiência de RA, apenas enfatizaram a visualização, não investindo em explorar técnicas, para que o usuário interagisse na cena, logo, o potencial de uso de técnicas de interação nos ambientes de RA, começou a ser explorado. Para os escritores, as técnicas de interação em sistemas de RA, visam proporcionar ao usuário, uma experiência natural durante suas ações, desso modo, os mesmos apresentam três técnicas: *seleção; Manipulação; Navegação.*

Esta subseção, teve como objetivo, apresentar brevemente as principais técnicas apresentadas nas obras analisadas. Foi demonstrado, que estes meios são muito importantes na construção de sistemas de RA. As ferramentas de RA tem evoluído, saindo de características singulares, para sistemas que ofereçam várias particularidades ao usuário.

2.4 Aplicações

Este trabalho, concentra-se no uso da RA no contexto educacional, expondo as características sobre esta tecnologia, que podem ser empregados à Educação, essas particularidades serão expostas na Subseção 2.4.1. Esta seção abordará brevemente as áreas que podem utilizar esta tecnologia em suas aplicações.

A RA, a similar da RV, tem o potencial de ser aplicado nas diversas gamas de conhecimento que o ser humano tem acumulado durante os séculos, com vantagens adicionais sobre a RV, em determinados contextos, pode se integrar com ambientes reais proporcionando acesso a informação por modelos 3D ou outros elementos virtuais ([TORI; HOUNSELL, 2018](#)).

Semelhante a outras tecnologias, a RA possui vantagens, desvantagens e limitações, nesse momento, é interessante ressaltar que a RA possui similaridade com a RV, ou seja, tem vantagens e aplicabilidade que podem ser iguais, mas ainda existem vantagens nativas da RA ([KIRNER; SISCOOTTO, 2007](#)).

Na obra dos autores [Yuen, Yaoyuneyong e Johnson \(2011\)](#), as aplicações de RA são enquadradas em dois grupos, o primeiro, segue um esquema organizacional obtido através do seu potencial, surgindo três categorias: apresentação e visualização; Indústria; Educação e entretenimento. Em decorrência do aprofundamento, do estudo sobre o primeiro grupo, é ampliado a gama de aplicações, surgindo o segundo grupo, composto por: educação; Indústria de Mídia e entretenimento; Indústria de jogos; Indústria de viagens e turismo; Marketing; Redes Sociais; Militar.

Analisando o contexto geral de uso dos aplicativos de RA, pode ser definido algumas áreas que seu aproveitamento ganha destaque, dessa maneira, têm-se as seguintes áreas:

publicidade; Entretenimento; Educação; Medicina (CARMIGNIANI; FURHT, 2011). A Figura 8, exibe um exemplo de seu uso, como meio de publicidade, utilizado pela empresa Mini¹ em revistas.

Figura 8 – Experiência de Realidade Aumentada na publicidade



Fonte: Carmigniani e Furht (2011)

Por se tratar de uma tecnologia que está amadurecendo, as aplicações da RA, têm-se expandido, para diversas áreas desde o início de seu estudo, os autores Tori e Hounsell (2018), apresentam as vantagens e desvantagens da utilização dos sistemas de RA. Para os escritores, as vantagens respectivamente são conglobadas pela utilização do ambiente físico do usuário, proporcionando maior senso de realismo e imersão na experiência do mundo enriquecido, deste modo, possibilita a utilização dos recursos presentes no mundo real, com acréscimo de elementos virtuais.

Este instante do trabalho, teve o intuito de apresentar brevemente as principais áreas de aplicação da RA, demonstrando os grupos e os contextos que compõem os mesmos, possibilitando a compreensão de como a RA está se expandindo e atingindo cada vez mais ambientes.

2.4.1 Contexto Educacional

Nessa subseção, será exposto uma das áreas do conhecimento, que mais pode se beneficiar com a tecnologia de RA, a educação. Para tal, será utilizado menções a diversas literaturas, como: Tori e Hounsell (2018), Fava (2018), Wu et al. (2013), Cardoso et al. (2014) e Costa e Cruz (2015). Essas obras, especificam as características que podem resultar em benefícios para o contexto educacional, apresentando as vantagens dessa tecnologia para aquisição do conhecimento.

Antes de iniciar a exposição da utilização da RA na educação, é lucido evidenciar, que aplicação de ferramentas tecnológicas na educação, é um fenômeno oriundo do emprego de *softwares educacionais*. Esses softwares, proporcionam a utilização de plataformas interativas

¹ www.mini.com.br

no processo de construção do conhecimento e motiva a elaboração de novas formas de interação no aprendizado, pois, ocasiona ao aluno o desejo de participação nas atividades escolares (TORI; HOUNSELL, 2018).

Os *softwares educacionais*, são softwares (definição na Seção 2.3.3) utilizados com o intuito de atender uma finalidade educacional, nesse quadro pode ser incluídos programas comerciais e não comerciais. Neste contexto, os softwares educacionais podem ser apontados em três grupos: *Educação em Informática*; *Educação para Informática*; *Educação pela Informática*, neste último, as ferramentas de RA podem ser incluídas com mais facilidade, pois, este grupo promove a utilização de programas que auxiliem uma aprendizagem dinâmica, ativa e motivada (SILVEIRA et al., 2018).

Na obra de Wu et al. (2013), é exposto que a tecnologia de RA, pode agregar ao processo de ensino e de aprendizagem, prática aos conhecimentos geralmente transmitidos de maneira teórica. Esse fenômeno, é adquirido através da coexistência de elementos virtuais e físicos no ambiente real, deste modo, é disponibilizado ao aluno a visualização de relações espaciais complexas e conceitos abstratos.

Para Cardoso et al. (2014), a RA oferece novas possibilidades ao processo de ensino e de aprendizagem, através dessa tecnologia, uma nova representação do conteúdo, pode ser utilizada pelo professor. Na qual, o aluno visualiza a projeção de objetos ou outros fenômenos, enfatizando conceitos que ficavam apenas na imaginação.

A imersão, interação e envolvimento do aluno, possibilita que o mesmo vivencie o aprendizado, saindo em muitos casos da teoria para a prática. A imersão, acarreta o sentimento de experimentar o enredo do ensino, por consequência da interação, que viabiliza a modificação do ambiente real, por uma determinada ação do aluno. A junção desses elementos, faz aparecer o aspecto de envolvimento, que será o grau de motivação para o envolvimento nas atividades (TORI; HOUNSELL, 2018).

A RA, favorece a abstração do conteúdo pelo aluno, pois, proporciona a visualização do que antes era obtido através do papel. Os conteúdos serão exibidos, por meio de imagens e outros elementos gráficos (CARDOSO et al., 2014). Ao lado do fortalecimento da abstração do conteúdo, a RA, pode estimular algumas competências, dentre elas: colaboração, inovação e criatividade são agraciadas por essa tecnologia (COSTA; CRUZ, 2015).

As atividades desenvolvidas com a utilização de sistemas de RA, promovem ao aluno, o desenvolvimento natural de determinadas habilidades, conhecimentos e atitudes, como: formalização de ideias; experimentação (testar à ideia); reflexão sobre a ideia; depuração de uma ideia (TORI; HOUNSELL, 2018).

Reforçando o desenvolvimento de habilidades/Competências expostos por Tori e Hounsell (2018) e Costa e Cruz (2015), o autor Wu et al. (2013), aponta recursos e possibilidades, que a RA oferece ao contexto educacional, surgindo: conteúdos de aprendizagem em perspectivas de elementos 3D; Aprendizagem ubíqua, colaborativa e situada; Utilização dos sentidos do aluno (presença, imediatismo e imersão); Visualizar o invisível; Unir aprendizagem formal e

informal.

A sobreposição de elementos 3D, também frutifica a inserção de textos e imagens ao ambiente real, deste modo, o aluno interage simultaneamente com vários elementos, físicos e virtuais, enriquecendo o contexto da aprendizagem, facilitando a compreensão de conceitos pelo aluno (COSTA; CRUZ, 2015).

A possibilidade de inspecionar o objeto 3D, a partir de inúmeras perspectivas, aprimora compreensão desse elemento, conglobando com a adição de objetos virtuais ou informações textuais sobre objetos físicos, oferecendo aos alunos a visualização de conceitos ou eventos invisíveis. Essa tecnologia, pode auxiliar os alunos, a visualizar conceitos científicos abstratos ou fenômenos que de outra forma não podem ser observados (WU et al., 2013).

Alguns alunos, possuem a dificuldade de criar a relação entre elementos 2D exibidos no papel, e seu modelo 3D no ambiente real, nesse caso, a RA pode ajudar através da visualização de imagens espaciais, proporcionando movimentos básicos na interação, como: movimentar, rotacionar, aumentar e diminuir a proporção do objeto (TORI; HOUNSELL, 2018).

A RA favorece simultaneamente o aluno e professor, para o primeiro, é proporcionado um complemento no momento de adquirir o conhecimento, e para o segundo é disponibilizado novas formas de apresentar o conteúdo (CARDOSO et al., 2014). Essa tecnologia, fornece para a curvatura de aprendizagem do aluno, uma distância menor sobre a abstração do conteúdo e o que foi ensinado (COSTA; CRUZ, 2015).

O autor Fava (2018), apresenta algumas áreas no contexto educacional que são beneficiadas pela utilização da RA como método de ensino:

- Anatomia humana (área da saúde): a RA facilita a captação através de procedimentos cirúrgicos simulados;
- Planejamento espacial: facilita a visualização do que está sendo criado, aprimorando o processo de ensino;
- Processos industriais: processos complexos na montagem de máquina são descomplicados, através de metodologias com RA;

O autor Herpich (2019), enfatiza que a RA frutifica um conjunto de características, que a destaca das demais tecnologias no contexto educacional, esse conjunto pode ser particularizado por os seguintes elementos: visualização contextualizada, que permite ao aluno visualizar e interagir com os elementos virtuais; Inserção de textos virtuais no mundo real.

Para fixar a ideia sobre a RA contribuir para motivação, engajamento e aprendizagem do aluno, o escritor Tori e Hounsell (2018), elenca os principais benefícios dessa tecnologia para a educação, manifestando-se: simplificação de conceitos; Visualização de imagens espaciais; Obtenção de informações contextualizadas; Baixo custo; Colaboração e ubiquidade; Engajamento dos alunos em funções; Destaque às interações entre os alunos com locais físicos.

Está subseção, teve como objetivo apresentar os benefícios que a RA pode proporcionar a Educação, deste modo, através de obras que abordam além do aspecto tecnológico a sua aplicação no contexto educacional, proporcionam elencar as principais vantagens que está

tecnologia oferece ao professor e aluno, além das principais áreas da Educação que podem se beneficiar da mesma.

2.5 Ferramentas para Desenvolvimento

Foi exposto na Seção 2.4, que a tecnologia de RA está amadurecendo, essa premissa, promove o surgimento com o passar dos anos, de novas formas de desenvolver ferramentas voltadas para RA. Com a popularização desta tecnologia, somado ao interesse de grandes empresas, novas ferramentas para o desenvolvimento de ferramentas para RA estão surgindo.

Os objetivos deste trabalho, promovem a elaboração de diretrizes para utilização de ferramentas de RA na Educação Básica, todavia, a relevância do apontamento de meios atuais, que permitam o desenvolvimento de sistemas, utilizando a tecnologia de RA, não pode ser deixada de lado.

Esse trabalho, pretende apontar brevemente duas maneiras distintas para o desenvolvimento de aplicações de RA, que ofereçam ao usuário, a possibilidade de empregar os recursos expostos no Capítulo 2. Deste modo, têm-se o aparecimento de confecção de sistemas de RA por duas formas distintas, por meio de *Editor textual* e *Construtor de Graphical User Interface (GUI)*. A seguir, será exposto rapidamente o que cada uma se trata, seguido de mecanismos recentes para criar cada uma delas.

A primeira, consiste na manipulação de linguagens de programação, que são utilizadas para construir o sistema de RA, este processo ocorre dentro de um Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE). Já a segunda, não é requisitado do usuário o conhecimento de linguagens de programação, desta maneira, para desenvolver o sistema de RA, é demandado do usuário a compreensão de como funciona a junção dos recursos da plataforma.

2.5.1 Editor textual

Para exemplificar o primeiro modelo, foi escolhido a IDE denominada Glitch², esta IDE, é totalmente online, e para utilizá-la, o usuário deve utilizar um navegador de internet, criar uma conta no site da mesma, não sendo necessário baixar nenhum arquivo, pois tudo é realizado no navegador.

É possível a construção de uma ferramenta de RA nesta plataforma, com a utilização do framework AR.js³, que consiste em uma estrutura onde o sistema será construído. Desta maneira, este framework torna-se uma solução eficiente de RA, pois, ele é totalmente executado no navegador do usuário.

O Glitch, conta com uma organização de arquivos em formato de árvore, similar a outras linguagens de programação Web, possui em sua estrutura base: *índice*, um arquivo para estilização, e um arquivo para trabalhar com os Scripts. O mesmo, também possui uma pasta

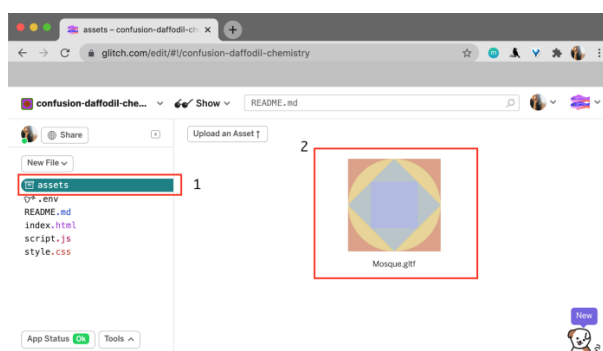
² <https://glitch.com>

³ <https://ar-js-org.github.io/AR.js-Docs>

denominada assets, responsável por recolher os recursos que serão utilizados na experiência de RA.

Além de não requisitar a instalação de aplicativos, os sistemas gerados nesta IDE, através do AR.js, puderam ser empregados em todas as plataformas móveis: Android⁴, iOS⁵. O projeto criado nesta IDE, é instantaneamente hospedado no domínio da glitch.com, ou seja, o nome do projeto, por exemplo teste de ra, poderá ser acessado por qualquer navegador pelo link <https://teste-de-ra.glitch.me>, a Figura 9 apresenta a IDE Glitch.

Figura 9 – Glitch IDE



Fonte: Thrilanka (2021)

Após o concebimento do que se trata o Glitch e framework AR.js, é possível compilar as suas características principais: utiliza Tags para interpretação do desenvolvimento; É baseado na Web e Open Source (Código Livre); É standard, ou seja, permite a integração com o outros frameworks ou determinadas tecnologias; Suporta vídeos, imagens, elementos 3D, etc; É possível visualizar as alterações em tempo real.

Esta subseção, teve como objetivo apresentar uma ferramenta para elaboração de sistema de RA, através de *Editor Textual*, desarte, tornou-se oportuno a verificação de uma ferramenta, que possibilita a execução totalmente online da experiência de RA desenvolvida.

2.5.2 Construtor de GUI

Com o destino de exemplificar *Construtor de GUI*, foi escolhida a ferramenta Metaverse Studio⁶, é uma plataforma, que facilita a criação de experiências interativas em RA. Os aplicativos produzidos, poderão ser utilizados nos sistemas operacionais de dispositivos móveis Android na versão 4.4 e iOS 6, requisitando do usuário, recursos geralmente encontrados nestes dispositivos, como câmera de vídeo, GPS, etc.

Esta ferramenta, não necessita que o usuário saiba programar, esse fato, somado aos tutoriais encontrados na plataforma, induz uma curvatura de aprendizado relativamente

⁴ <https://www.android.com>

⁵ <https://www.apple.com/br/ios>

⁶ <https://studio.gometa.io/landing>

pequena, pois, apenas será requisitado, que o usuário analise como é constituído as cenas, e os recursos que podem ser utilizados na mesma.

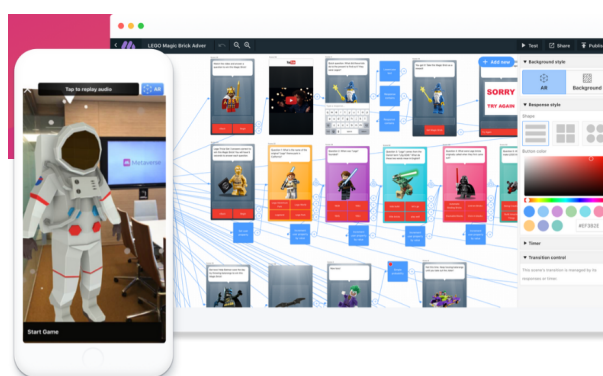
Para sua utilização, similar a outros serviços, como a suíte de aplicativos da Google⁷, é necessário a existência de uma conta, e pode ser utilizada no computador que possua um navegador Web, após a criação da conta/Realização do acesso, o usuário encontrará um espaço com tutoriais, sobre os recursos da ferramenta, além de todas as experiências de RA desenvolvidas pelo mesmo.

O processo de construção de aplicativos de RA, nesta plataforma, pode ser resumido em duas etapas, a primeira, remete-se ao invento do aplicativo, utilizando os recursos disponíveis no Metaverse Studio, acessado através do navegador. Após concluída a experiência, o usuário, possuirá acesso a três opções de verificação do sistema idealizado, dentre elas:

- Testar: verificar o funcionamento dos recursos no dispositivo móvel;
- Compartilhar: disponibilizar o link para acesso do sistema para compartilhamento para outros usuários;
- Publicar: torna a sequência de cenas criadas em um aplicativo que poderá ser acesso por outros usuários através do aplicativo Metaverse.

Cada uma destas opções, gera um QRCode que deverá ser utilizado na próxima etapa, neste momento, para acessar o aplicativo desenvolvido no navegador, o usuário deve realizar o download do aplicativo da Metaverse, em seu dispositivo móvel. Este aplicativo, permite através da leitura do QRCode, gerado na primeira etapa, executar a opção escolhida por o usuário, no momento de finalização da construção do aplicativo, a Figura 10, ilustra o espaço de elaboração de sistemas de RA.

Figura 10 – Metaverse Studio



Fonte: GoMeta (2016)

Para o desenvolvimento das cenas de RA, é ofertado ao utilizador inúmeros meios, como: personagens 2D e 3D; Interação por meio de entrada de texto; Itens; Webview; Câmera; Youtube; Fotos 360 e vídeo. Além dos recursos previamente encontrados na ferramenta, o

⁷ <https://workspace.google.com/>

utilizador, pode incrementar seus próprios recursos, pois, o mesmo tem a liberdade de inserir recursos personalizados nas cenas.

Através desta subseção, foi exposto há possibilidade de criar aplicativos de RA sem a necessidade de codificar, por meio desta, cabe a criação de cenas de RA, interativas e gratuitas, com utilização de vários recursos.

3 ESTADO DA ARTE

Diversas abordagens já apresentaram o uso de RA em seus trabalhos, a fim de salientar, a relevância do tema RA, este capítulo, tratará da exposição de trabalhos que apresentam o uso da tecnologia de RA, nos seus devidos contextos. Foi realizado um mapeamento nas seguintes bases de dados: *Scientific Eletronic Library Online* (Scielo); Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE); Portal de Busca Integrada (PBI); Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD); Google.

No dia 9 de novembro de 2020, foi realizada a pesquisa com a palavra descritiva *Realidade Aumentada* nas bases de dados já referidas, desta forma, aplicando o intervalo de tempo dos anos 2010 a 2020, as respectivas bases de dados apresentaram os seguintes números: Scielo (36), PBI (1054), CBIE (25), BDTD (211) e Google (57.500), aparecendo teses, dissertações, artigos, etc.

Para vincular e refinar o mapeamento com a proposta deste trabalho, foi modificado o elemento descritivo da pesquisa, deste modo, foi utilizado *Realidade Aumentada e Educação* como critério de busca, modificando os números apresentados anteriormente: Scielo (9), PBI (196) CBIE (6), BDTD (635) e Google (31.600), totalizando 32.446 trabalhos.

Assim, foram selecionados 7 obras, utilizando como critério de inclusão, todos os artigos que trouxessem RA no contexto educacional, com o objetivo de reconhecer estudos que foram realizados no Brasil.

3.1 Realidade Aumentada na Educação

A abordagem da RA, no contexto educacional, demonstra o uso das tecnologias de informação e comunicação, como alternativa para auxílio e complementação, ao processo de ensino e de aprendizagem, difundido essa tecnologia em metodologias, aplicações, ferramentas, estudos, etc.

Foi apresentado no Capítulo 2, que a RA dispõem de meios e recursos para aplicações em diversas áreas do conhecimento, desta forma, o contexto educacional é alcançado, possibilitando que diversas aplicações sejam elaboradas, estudadas e empregadas nas distintas disciplinas que compõem o ensino.

Há trabalhos, que investigam o efeito das interações proporcionadas por esta tecnologia, para o desenvolvimento de conhecimentos que as disciplinas requerem, outros apresentam o desenvolvimento de aplicativos que utilizam a RA, como aporte para novas práticas educativas. Será apresentado trabalhos que possuem relevância para o estudo da RA no ensino.

O autor Sousa (2015) em seu estudo, caracteriza o papel de mediação do professor no ensino de Física, evidenciando o nível de dificuldade no processo de abstração que o aluno enfrenta no processo de ensino e de aprendizagem. Uma particularidade da Tecnologia de

Informação e Comunicação (TIC), é investigada, a fim de verificar, a viabilidade de seu uso em escolas públicas, analisando em conjunto os licenciados em Ciências, analisando se os mesmos possuem recursos tecnológicos mínimos para aplicação da RA para fins didáticos.

Nessa perspectiva, [Tarouco \(2019\)](#) evidência as TIC como recurso para complementar o processo de ensino e de aprendizagem de Física, o artifício utilizado para investigar o impacto que a tecnologias ocasionam no ensino. O mesmo, utilizou recursos educacionais aumentados, especificamente nos dispositivos móveis, elemento rico nas disponibilidade de recursos que propiciam a interação com experiências educacionais.

Em suas obras, [Tarouco \(2019\)](#) e [Sousa \(2015\)](#) apresentam a facilidade que os dispositivos móveis acarretam no desenvolvimento de experiências de RA no ensino, especialmente os Smartphones, pois, seu uso trivial, somada aos elementos ópticos (câmera frontal e câmera traseira), possibilitam utilizar aplicativos de RA na própria sala de aula.

Ao encontro as noções expostas pelos autores, [Araujo \(2017\)](#) em seu estudo, apresenta os benefícios da utilização, de meios tecnológicos na interatividade de elementos educacionais com os alunos, principalmente, os aplicativos para dispositivos móveis, o mesmo também salientou, a viabilidade em desenvolver e implantar aplicações de RA.

É um fato, que o dispositivos móveis são aliados importantes para a construção da experiência de RA, mas ainda existem algumas barreiras na utilização dos mesmos, [Sousa \(2015\)](#), conclui em seu estudo, que é necessário repensar o uso deste dispositivo em sala de aula, visto que existem leis ou decretos estaduais que regulariza o seu uso no ambiente escolar.

Avaliando o cenário que o processo de ensino e de aprendizagem de Física está inserido, [Tarouco \(2019\)](#), consolida que ao promover que os alunos verifiquem o resultado de suas próprias ações, através de simulações com RA, onde é possível modificar valores de experiências, agregando ao ensino, a perspectiva de visualização de fenômenos físicos, geralmente difíceis de reproduzir no mundo real.

As simulações também aparecem na obra de [Sousa \(2015\)](#), na qual, a fuga da constante utilização de livros didáticos, para a visualização de fenômenos que normalmente os alunos tem dificuldade em abstrair o conhecimento, a RA encaixa-se no contexto, possibilitando através de elementos 3D, agregar ao ensino de Física a apresentação de um fenômeno físico, contextualizada no determinado local que o fenômeno deve ocorrer.

Em sua tese, [Herpich \(2019\)](#) tornou lúcido o potencial da RA, para a estimulação do conjunto de habilidades de visualização espacial na aprendizagem de Física, utilizando simulações em 3D, utilizando para interação com os alunos, um aplicativo móvel de RA. O autor, utiliza o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), para consolidar a problemática que a visualização espacial ocasiona na abstração do conhecimento de Física, demonstrando que a nível internacional, o ensino de Ciências, que engloba o ensino de Física, apresenta desigualdade no desenvolvimento educacional, ocasionado a problemática que existe na compreensão dos conhecimentos da disciplina.

O estudo realizado por [Coimbra, Cardoso e Mateus \(2013\)](#), materializa que a utilização

da RA no contexto educacional, propondo o seu uso nas áreas de ensino e de aprendizagem, que requisitam interação prática e experimental, citando as disciplinas de Ciência e cursos de engenharia. Desse modo, o estudo concluiu, que a RA frutifica uma metodologia de aprendizagem centrada no aluno, oferecendo aos mesmos, a flexibilidade de interpretação quando a observação do ambiente real.

Na obra de [Costa e Cruz \(2015\)](#), a RA é utilizada na apresentação de fatos históricos referentes ao Império Romano, as autoras, desenvolvem um estudo com alunos do 7^o ano, na disciplina de História, com o propósito de verificar como este meio tecnológico, potencializa a construção do conhecimento histórico. O estudo concluiu, que a maioria dos alunos, compreendeu e aprovou a aplicação da tecnologia no processo de ensino e de aprendizagem, e tiveram o interesse de uma possível utilização em outras disciplinas.

Na tese projetada por [Braga et al. \(2012\)](#), é proposto a criação de diretrizes para o design de interação para sistemas de RA, deste modo, o estudo possibilitou o desenvolvimento das diretrizes agregadas por critérios de usabilidade, e pela pesquisa de campo realizada. O trabalho utilizou da Teoria da Cognição Situada (TCS), para contribuição do desenvolvimento das diretrizes, deste modo, ao concluir a tese, foi evidenciado que a TCS orientou o desenvolvimento de um protótipo em RA.

Esse capítulo, teve como objetivo evidenciar o estado da arte da RA, no contexto educacional, efetivando uma pesquisa em 5 bases de dados, possibilitando a compreensão de como a RA vem sendo abordada no ambiente acadêmico, para tal, foi apresentado iniciativas de implementação desta tecnologia na Educação.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse capítulo, tem como objetivo apresentar os critérios escolhidos para o desenvolvimento deste trabalho, apresentando os *materiais e métodos* utilizados para desdobramento da pesquisa. Pretende-se com este capítulo, demonstrar os procedimentos empregados para a execução do trabalho.

Segundo [Marconi e LAKATOS \(2010\)](#), os materiais e métodos possui duas funções importantes: permitir a replicabilidade do trabalho e tirar dúvidas sobre os resultados encontrados. Através deste capítulo, será oferecido as devidas informações, para a compreensão de como a pesquisa foi realizada, demonstrando os procedimentos que serão seguidos na realização da pesquisa.

Em relação à abordagem, este estudo contempla uma pesquisa científica qualitativa, que considera uma relação entre o mundo e o sujeito além daquela traduzida em números, assim, refuta-se a abordagem quantitativa. Na abordagem qualitativa, pretende-se analisar os dados indutivamente. A abordagem qualitativa, é permeada de subjetividades e nuances que não são quantificáveis por si só.

Em relação à natureza científica, optou-se pela pesquisa aplicada, que tem por objetivo, gerar conhecimentos para aplicações práticas, dirigida à uma solução de problema específico, no caso, RA aplicada ao ensino de fatos históricos.

No que refere-se à classificação da pesquisa, em relação aos objetivos, adotou-se a pesquisa explicativa, que objetiva proporcionar maior familiaridade com um problema, portanto, envolve levantamento bibliográfico, conversas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema, além da análise de exemplos. Segundo [Gil et al. \(2002\)](#), uma pesquisa explicativa, pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno, exige que esteja suficientemente descrito e detalhado. Mas neste estudo, optou-se por uma maior concentração na abordagem explicativa.

Em relação aos procedimentos adotados na pesquisa, tem-se a pesquisa bibliográfica, uma vez que foi elaborada a partir de material já publicado, como livros, artigos, periódicos, Internet, etc. Nesse mesmo sentido, [Gil et al. \(2002\)](#) explica, que os exemplos mais característicos desse tipo de pesquisa, são investigações sobre ideologias ou aquelas que propõem-se à análise das diversas posições acerca de um problema.

Assim, pretende-se apresentar diretrizes para o ensino de História, que permitam a imersão e interação do aluno, através da RA. A proposta, é que o instrumento permita à aplicação do uso da imersão, como fomento de aprendizagem de conteúdos, atendendo a uma prática docente mais realística e próxima dos fatos abordados.

Através das diretrizes, pensou-se em organizar orientações para o profissional da educação, com intuito de auxiliar a aplicação da tecnologia de RA no contexto educacional. Na elaboração das Diretrizes, vários aspectos são considerados, dentre eles: identificação do

conteúdo a ser aplicado; Configuração do ambiente físico para utilizar a tecnologia de RA; Manipulação do sistema de RA; Dinâmicas para uso educacional, no qual, é considerado o momento da imersão, antes ou depois da contextualização do fato histórico.

A fim de contextualizar a aplicação das diretrizes, em um conteúdo curricular da História, pretende-se indicar o uso, ao ensino de fatos históricos presentes na II Guerra Mundial, com a utilização de ferramentas baseadas em RA, que apresentem aplicação a tal contexto. Vale destacar, que as diretrizes se concentram em fomentar o processo de ensino e de aprendizagem por imersão para fatos históricos.

5 RESULTADOS

Esse capítulo, promoverá a percepção dos resultados alcançados com a pesquisa desenvolvida, disponibilizando a devida visualização das diretrizes declaradas como objetivo geral deste trabalho, ou seja, "Propor diretrizes de aplicação da Realidade Aumentada, como ferramenta de ensino de História, na Educação Básica, oportunizando imersão em teoria e prática de forma conjunta."

5.1 Diretrizes para Aplicação da RA

Os materiais e métodos apresentados no Capítulo 4, proporcionaram alcançar, os resultados apontados como objetivo deste trabalho. Assim sendo, foi desenvolvida diretrizes para a aplicação da RA no processo de ensino e de aprendizagem, de fatos históricos de conteúdos curriculares da disciplina de História.

Na confecção das diretrizes, foram analisadas as contribuições específicas que a computação oferece aos alunos, de forma, a complementar o ensino proposto por outras áreas do conhecimento, contribuindo para o desenvolvimento das competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e resolução de problemas (RIBEIRO et al., 2019).

As diretrizes, obtiveram progresso através da pesquisa realizada no Capítulo 2, aliado as contribuições adquiridas através dos autores Braga et al. (2012), Cuperschmid et al. (2014) e o Estado da Arte, desenvolvido no Capítulo 3. Dessa maneira, foi possível verificar alguns cenários de aplicação de diretrizes para a tecnologia de RA, além de pontos que devem estar presentes, para otimizar as diretrizes.

O mediador do conhecimento da disciplina de História, usufruindo das diretrizes indicadas, terá acesso a orientações de aplicação, desta tecnologia no enredo educacional, ofertando ao processo de ensino e de aprendizagem, um mecanismo de auxílio, que almeja gerar outras formas de expor os conteúdos curriculares, agraciando os profissionais da educação, com alternativas de estimular a absorção dos conteúdos por os alunos.

A seguir, será apresentadas as diretrizes desenvolvidas para alcançar o objetivo geral deste trabalho, dessa maneira, as orientações são organizadas em 9 Diretrizes. Essas, promovem o uso da tecnologia de RA no cenário educacional.

Diretriz 1: Identificar conteúdos - O professor da disciplina de História, deve identificar o conteúdo, sobre o qual, deseja-se estimular a imersão, por meio dos recursos oferecidos pela tecnologia de RA. Neste momento, torna-se relevante, a caracterização do que pretende-se abordar como conteúdo curricular, a fim de identificar, possibilidades em sistema de RA.

Diretriz 2: Dispositivo para manusear o sistema de RA - Identificar o dispositivo, é determinante para a realização da experiência de RA, pois, esse mecanismo, é responsável por

conter os requisitos de hardware demandados pelo sistema de RA, como exposto na Seção 2.3.2. No momento de escolha do dispositivo, deve-se levar em consideração o objetivo da experiência de RA. É interessante utilizar um dispositivo móvel e/ou desktop intermediário, para realização da experiência, pois, suportam a execução de vários tipos de sistemas de RA. Para a realização de experiências híbridas, que almejam deslocar os alunos para um determinado ambiente virtual, durante a experiência de RA, recomenda-se o emprego do Óculos VR (*Virtual Reality*), este elemento, somado ao dispositivo móvel e/ou desktop intermediário, oferece os recursos necessários para uma experiência que envolve RA e RV.

Diretriz 3: Escolha do sistema de RA - A escolha do sistema de RA, remete-se ao conceito software de usuário, exposto na Seção 2.3.3. Desta forma, o sistema escolhido deve fazer uso da tecnologia de RA e será executado pelo dispositivo definido na Diretriz 2. Sugere-se que o sistema de RA, seja composto por cenas de RA, que permitam a visualização da temática definida na Diretriz 1. O sistema de RA escolhido, deve possuir a capacidade de utilizar em simultâneo, vários recursos elencados no decorrer do Capítulo 2 desse trabalho, como: imagens 2D, elementos 3D, áudio, conexão com a internet, capturar o ambiente físico através de dispositivo óptico, para potencializar a experiência dos alunos.

Diretriz 4: Configuração do ambiente físico - Definir um ambiente físico educacional, que contenha os recursos necessários para uso do sistema de RA pelos alunos. O local escolhido, para a realização da experiência de RA, deve possuir um espaço onde seja possível, realizar a sobreposição dos elementos virtuais no ambiente físico. Aconselha-se, que o ambiente possua uma boa iluminação, uma mesa onde será realizado a manipulação do sistema de RA, com uma capa de cor neutra, a fim de evitar, a poluição visual da cena no dispositivo de exibição, cadeiras suficientes para que todos os alunos consigam sentar, sistema de RA e um quadro para o professor descrever algumas orientações para os alunos.

Diretriz 5: Manuseio do sistema de RA - O manuseio do sistema de RA, por os alunos, a fim de manter, a relação entre o modelo virtual e ambiente real, deve ser realizado por meio de ações naturais, esse processo, pode ser alcançado utilizando técnicas de interação em ambientes de RA, como expostas na Seção 2.3.4. Para facilitar a imersão dos alunos, durante a experiência de RA, orienta-se, que a manipulação ocorra no ambiente previamente preparado na Diretriz 4, evitando direcionar o dispositivo óptico do dispositivo móvel e/ou desktop para outros locais.

Diretriz 6: Guia da jornada dos alunos durante a experiência de RA - O professor, deve adquirir a função de guia dos alunos, durante sua jornada no sistema de RA, indicando e/ou orientando detalhes a serem observados, sobre a experiência que está sendo realizada. Assim sendo, os alunos são conduzidos ao contexto histórico dos elementos virtuais exibidos por o dispositivo de RA, até o momento em que seja finalizado a experiência.

Diretriz 7: Apropriação da tecnologia por os alunos - Para evitar a dispersão de atenção, que pode ocorrer devido a novidade que a tecnologia traz, é interessante, fornecer um período de tempo, onde o professor deverá realizar uma explicação sobre o sistema de RA.

Assim, é apontando algumas características que estarão presentes no decorrer da jornada dos alunos, durante a experiência de RA. Deve-se neste momento, priorizar o aspecto tecnológico que será utilizado, demonstrando para os alunos como se decorre o manuseio do dispositivo.

Diretriz 8: Imersão em teoria e prática de forma conjunta - Para aplicar a tecnologia de RA, no processo de transmissão de conhecimento da disciplina de História, é recomendado que a experiência de RA, seja efetuada por meio de dinâmicas de grupo. Essas, podem ser aplicadas individualmente ou em conjunto, onde o professor, deve analisar os conteúdos que serão abordados na experiência, e qual, o intuito proposto da aplicação desta tecnologia. Cada dinâmica, possui orientações específicas, que serão elencadas na sequência.

- Dinâmica 01: Realizar uma experiência de RA, que promova a visualização por parte dos alunos, sobre os conteúdos que serão abordados nas aulas posteriores. Nessa dinâmica, recomenda-se que o professor, potencialize o interesse dos alunos, por os conteúdos que serão elencados no decorrer da disciplina, por meio dos recursos da tecnologia de RA.
- Dinâmica 02: É aconselhado para esta dinâmica, a realização da experiência de RA, após o término da transmissão de um conteúdo, desse modo, para cada preceito abordado, recomenda-se que seja ofertado aos alunos, através dos recursos da RA, o realce do conhecimento transmitido anteriormente. Durante a experiência, aconselha-se a verificação de elementos como: trajetória histórica, caracterização dos espaços ou aspectos.
- Dinâmica 03: Orienta-se ao professor, realizar uma experiência de RA, com intuito de realizar uma breve retomada, em todos os preceitos constituintes da temática de ensino. Esta dinâmica, tem o intuito de finalizar o processo de transmissão de conhecimento dos conteúdos abordados.

Diretriz 9: Feedback dos alunos após experiência de RA - Para aprimorar a experiência de uso de RA, recomenda-se, que o professor deva captar os pontos positivos e negativos sobre a jornada dos alunos, no uso do sistema de RA, para posteriormente aprimorar a sua utilização com base nos comentários dos alunos.

Esta seção, teve como objetivo apresentar as diretrizes desenvolvidas para aplicação da tecnologia de RA, no contexto escolar. Foi demonstrando orientações, para emprego por profissionais da disciplina de História, em abordagens para o auxílio do processo de transmissão do conhecimento.

5.2 Diretrizes para Aplicação da RA: Segunda Guerra Mundial

Para contextualizar a Seção 5.1, utilizou-se de um dos objetivos específicos deste trabalho, "Apresentar uma aplicação das diretrizes no ensino de fatos históricos da II Guerra Mundial". Optou-se, por uma abordagem nesta guerra devastadora, a qual marcou o século XX, aplicando recorte nos eventos ocorridos no conflito, focando na participação brasileira no teatro de operações na Itália.

Foram utilizada as Diretrizes 1, 2, 3 e 8 para exemplificar a aplicação da temática

definida. Pretende-se elencar a tecnologia de RA, como meio tecnológico, capaz de auxiliar os professores na transmissão do conhecimento, proposto por os conteúdos curriculares da disciplina de História, na Educação Básica.

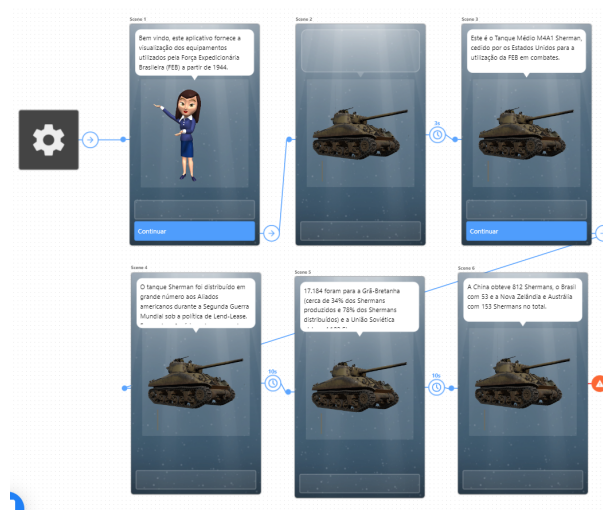
Almeja-se frutificar no aluno, a devida abstração deste marco histórico brasileiro e mundial, possibilitando a imersão, através da visualização dos elementos que constituíram a participação da Força Expedicionária Brasileira (FEB), no teatro de operações da Itália. Desta maneira, é possível verificar este cenário de combate, e como decorreu a transposição da Linha Gótica¹, por consequência, favorecendo o entendimento dos participantes do conflito, conglobando no ensino imersivo almejado.

Seguindo as orientações propostas na Diretriz 1, foi definido os elementos da temática da II Guerra Mundial (GM), assim sendo, planeja-se que o aluno consiga visualizar através da tecnologia de RA, a trajetória histórica que conduziu o Brasil ao conflito, os equipamentos utilizados pela FEB, caracterização dos ambientes físicos em que decorreu os combates e táticas de combate.

Com base na Diretriz 3, foi definido a plataforma Metaverse Studio para desenvolvimento e realização da experiência de RA, esta, foi abordada na Subseção 2.5.2 desse trabalho e apresenta as características necessárias para auxiliar o ensino da participação brasileira na II GM.

A Figura 11, apresenta o desenvolvimento das cenas iniciais, para uma possível experiência de RA, elaborada na plataforma Metaverse Studio, com o intuito de permitir a visualização dos equipamentos utilizados pela FEB, no teatro de operações da Itália. Por o sistema de RA projetado no Metaverse Studio ser executado em dispositivos móveis e por as orientações da Diretriz 2, é justificável o uso de um dispositivo móvel intermediário.

Figura 11 – Desenvolvimento do sistema de Realidade Aumentada



Fonte: O autor

Através da Diretriz 8, foi caracterizado e promulgado as dinâmicas de grupo, para

¹ Série de defesas elaboradas pelo Eixo com a finalidade de bloquear o avanço Aliado. (MONTESE, 2014)

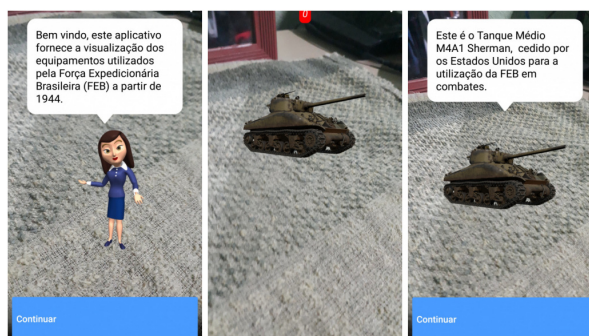
aplicar a tecnologia de RA no ensino de História, a fim de alcançar o ensino imersivo, com envolvimento e interação, acerca do objeto de conhecimento abordado. Foi delineado o uso da dinâmica 01, para aumentar o nível de interesse por os conteúdos que serão expostos e a dinâmica 02, com intuito de estimular, a absorção dos conteúdos apresentados.

Na dinâmica 01, através do sistema de RA oriundo do Metaverse Studio, é exibido algumas características que antecedem o início do conflito, principalmente de eventos que acontecem após 1936, como modificação dos mapas territoriais, a evolução dos equipamentos utilizados por as grandes nações.

Para a dinâmica 02, a experiência de RA é realizada, com finalidade de abranger a participação brasileira no teatro de operações. É abordado, as contribuições para o rompimento da linha gótica, até a rendição das forças do Eixo em 1945. Desse modo, a maioria dos equipamentos brasileiros utilizados são visualizados.

A Figura 12, expõe a execução das cenas iniciais de um sistema de RA desenvolvido na plataforma Metaverse Studio, para ser utilizado nas dinâmicas 1 e 2, desta maneira, pode-se verificar na experiência de RA, algumas informações sobre um dos blindados utilizados por a FEB.

Figura 12 – Execução do sistema de Realidade Aumentada



Fonte: O autor

Este capítulo, foi projetado para apresentar os resultados alcançados com o trabalho desenvolvido. Desta maneira, através das Diretrizes desenvolvidas, a tecnologia de RA adquire uma nova possibilidade de aplicação na Educação, especialmente na disciplina de História. As características contidas nas Diretrizes, norteiam aplicação no contexto educacional, dessa maneira, a tecnologia de RA se torna um meio tecnológico capaz de auxiliar os professores no processo de ensino e aprendizagem.

6 CONCLUSÃO

A utilização de meios tecnológicos, na função de apoiar o professor e aluno no procedimento de aprendizagem, estimulam novas práticas educacionais para o ambiente escolar. A tecnologia de RA, por meio da possibilidade de adicionar elementos virtuais ao ambiente físico, estimula o surgimento de novas orientações para o uso adequado deste meio tecnológico, no enredo educacional.

O desenvolvimento de diretrizes, para aplicação da tecnologia de RA no contexto educacional, fornece orientações para o uso adequado no processo de ensino e de aprendizagem, desta maneira, o ensino da disciplina de História que oferece ao aluno a abstração entre fatos históricos e o momento atual da sociedade, recebe auxílio pela RA para enriquecer o processo educativo.

Os resultados alcançados, oferecem diretrizes para promover o uso efetivo por parte dos professores, deste meio tecnológico, no contexto educacional. As diretrizes são constituídas por orientações, para estimular a visualização do conteúdo exposto, sobre fatos que envolvam historicidade, fortalecendo a memória humana dentro do espaço escolar, e inclusive, em outros espaços onde venha a surgir o interesse.

A pesquisa, apresenta uma nova contribuição para o estudo da RA no contexto educacional, na qual, esse meio tecnológico proporciona a visualização de conceitos abstratos, estimulando aprendizagem por imersão no fato histórico. Desse modo, é disponibilizado ferramentas tecnológicas para o professor expor o conteúdo, e frutificar no aluno, a vontade de participar no aprendizado.

6.1 Limitações

As limitações deste trabalho, remetem a pontos identificados no desenvolvimento das diretrizes para aplicação da tecnologia de RA no ensino da disciplina de História, desta maneira, planeja-se elencar na sequência alguns itens que podem ser aprimorados.

- Identificação de sistemas de RA gratuitos para uso em dispositivos móveis e desktop para aplicação das diretrizes na temática escolhida.
- Poucas plataformas para o desenvolvimento de sistemas de RA por meio de construtores de GUI.

6.2 Trabalhos Futuros

Ao utilizar a caracterização da tecnologia de RA apresentada no decorrer deste trabalho, planeja-se desenvolver um sistema de RA, que possa ser utilizado por as diretrizes apresentadas, tanto para o ensino de fatos históricos da disciplinas de História ou outras disciplinas da Educação Básica, onde almeja-se imersão, interação e envolvimento por o aluno.

Este trabalho, pode ser sofisticado para a aplicação das diretrizes apresentadas, em outros conteúdos da disciplina de História, na qual, também pode-se aplicar as orientações, em outras disciplinas da Educação Básica, na qual, almeja-se a contextualização entre fatos históricos e o momento atual da sociedade, por meio da tecnologia de RA.

Após a conclusão deste trabalho, outra prática que almeja-se alcançar, é o desenvolvimento de diretrizes específicas para utilização da RA no ensino da disciplina de Geografia, desta modo, planeja-se propor orientações para auxiliar a construção histórica do espaço geográfico e da relação homem-natureza.

6.3 Considerações Finais

Desde o surgimento do conceito de RA no século XX, os estudos dessa temática no meio acadêmico, tem possibilitado o entendimento de como está tecnologia é constituída, possibilitando o desenvolvimento de pesquisas com intuito de aplicar esse meio tecnológico em diversas áreas. Conseqüentemente, o contexto educacional acaba sendo agraciado por estudos que visam aplicar esse meio tecnológico a Educação.

A adição de ferramentas tecnológicas, no processo de ensino e de aprendizagem, têm as características necessárias de agregar a Educação, particularidades que visam potencializar a transmissão do conhecimento para o aluno. A criação de trabalhos, que auxiliem o professor, através de orientações para estimular uso adequado de meios tecnológicos, no processo de transmissão do conhecimento, tem relevância.

A escolha do conteúdo sobre fatos históricos referentes a II Guerra Mundial, iniciou-se pela necessidade de contextualizar um tema muito importante no cenário mundial e que em hipótese alguma pode perder o seu valor. Este conflito, destaca-se pela modificação do contexto geopolítico mundial após o termino da guerra, marcando tanto a geração que presenciou os horrores do conflito e as gerações posteriores que visualizaram o mundo sendo dividido por uma cortina de ferro denominado Guerra Fria.

No final deste trabalho, é notório evidenciar que as diretrizes elencadas, podem ser aplicadas a outras áreas do ensino. Dessa maneira, outros conteúdos podem ser abordados utilizando a proposta produzida, não se limitando a um conteúdo específico, pois a escolha do ensino de fatos históricos sobre a II Guerra Mundial, tem o intuito de exemplificar a utilização das diretrizes.

Referências

- AGARWAL, Y. **Tools for Developing Augmented Reality Applications**. 2010. [Online; accessed 25-Setembro-2020]. Disponível em: <<https://www.upsidelearning.com/blog/2010/04/30/tools-for-developing-augmented-reality-applications/>>. Citado na página 31.
- ANAMI, B. M. Boas práticas de realidade aumentada aplicada à educação. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação), Universidade Estadual de Londrina**, v. 49, 2013. Citado 8 vezes nas páginas 20, 23, 26, 27, 29, 30, 31 e 32.
- ARAUJO, R. C. e Cibelle Martins e J. Criação de um aplicativo de realidade aumentada para dispositivos móveis destinado ao uso em práticas educativas. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 6, n. 1, p. 441, 2017. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/7422>>. Citado 3 vezes nas páginas 13, 22 e 41.
- BACKES, A. R.; JUNIOR, J. J. d. M. S. **Introdução à visão computacional usando Matlab**. [S.l.]: Alta Books Editora, 2019. Citado na página 27.
- BITTENCOURT, C. M. F. **Ensino de História: fundamentos e métodos**. [S.l.]: Cortez editora, 2018. Citado na página 15.
- BRAGA, M. C. G. et al. Diretrizes para o design de mídias em realidade aumentada: Situar a aprendizagem colaborativa online. Florianópolis, 2012. Citado 3 vezes nas páginas 13, 42 e 45.
- CARDOSO, R. et al. Uso da realidade aumentada em auxílio à educação. **Anais do Computer on the Beach**, p. 330–339, 2014. Citado 4 vezes nas páginas 14, 33, 34 e 35.
- CARMIGNIANI, J.; FURHT, B. Augmented reality: an overview. In: **Handbook of augmented reality**. [S.l.]: Springer, 2011. p. 3–46. Citado na página 33.
- COIMBRA, T.; CARDOSO, T.; MATEUS, A. Realidade aumentada em contextos educativos: Um mapeamento de estudos nacionais e internacionais. **EFT: Educação, Formação & Tecnologias**, Educom-Associação Portuguesa de Telemática Educativa, v. 6, n. 2, p. 15–28, 2013. Citado na página 41.
- COSTA, M. A.; CRUZ, S. A utilização da realidade aumentada para aprender história: Um estudo com alunos do 3.º ceb. **Challenges 2015**, p. 119, 2015. Citado 6 vezes nas páginas 13, 17, 33, 34, 35 e 42.
- CUENDET, S. et al. Designing augmented reality for the classroom. **Computers & Education**, v. 68, p. 557 – 569, 2013. Citado na página 17.
- CUPERSCHMID, A. R. M. et al. Realidade aumentada no processo de projeto participativo arquitetônico: desenvolvimento de sistema e diretrizes para utilização. [sn], 2014. Citado na página 45.
- FAVA, R. **Trabalho, Educação e Inteligência Artificial: A Era do Indivíduo Versátil**. [S.l.]: Penso Editora, 2018. Citado 3 vezes nas páginas 18, 33 e 35.
- FURHT, B. **Handbook of augmented reality**. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2011. Citado 7 vezes nas páginas 24, 25, 26, 27, 28, 29 e 30.

- GIL, A. C. et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. [S.l.]: Atlas São Paulo, 2002. v. 4. Citado na página 43.
- GILBERT, M. **A segunda guerra mundial**. [S.l.]: Leya, 2012. Citado na página 14.
- GOMETA. **Create Amazing Things**. 2016. [Online; accessed 08-julho-2021]. Disponível em: <<https://studio.gometa.io/landing>>. Citado na página 38.
- HEILIG, M. **Illustration of Morton Heilig's Sensorama device, precursor to later virtual reality systems**. 1961. [Online; accessed 23-Setembro-2020]. Disponível em: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sensorama_patent_fig5.png>. Citado na página 24.
- HERPICH, F. Recursos educacionais em realidade aumentada para o desenvolvimento da habilidade de visualização espacial em física. 2019. Citado 3 vezes nas páginas 18, 35 e 41.
- KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. Realidade virtual e aumentada: conceitos, projeto e aplicações. In: **Livro do IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis (RJ), Porto Alegre: SBC**. [S.l.: s.n.], 2007. p. 28. Citado 5 vezes nas páginas 18, 21, 28, 31 e 32.
- LIMA, A. L. F. D.; NUNES, I. L. O.; ARAÚJO, W. C. de. Realidade aumentada auxiliando o professor como ferramenta de ensino. **Acta Scientia**, v. 1, n. 2, 2020. Citado na página 22.
- LOBO, A. S. M.; MAIA, L. C. G. O uso das tics como ferramenta de ensino-aprendizagem no ensino superior. **Caderno de Geografia**, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, v. 25, n. 44, p. 16–26, 2015. Citado na página 13.
- LOPES, L. **Realidade Aumentada em experiência National Geographic**. 2011. [Online; accessed 18-Setembro-2020]. Disponível em: <<https://www.telemoveis.com/tecnologia/realidade-aumentada-em-experiencia-national-geographic.html>>. Citado na página 19.
- MARCONI, M. d. A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 7 edição. **Rio de Janeiro: Editora Atlas**, 2010. Citado na página 43.
- MARTINS, V. F.; GUIMARÃES, M. de P. Desafios para o uso de realidade virtual e aumentada de maneira efetiva no ensino. In: **Anais do Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação**. [S.l.: s.n.], 2012. p. 100–109. Citado na página 21.
- MILANO, D. de; HONORATO, L. B. **Visão computacional**. 2014. Citado na página 27.
- MILGRAM, P. et al. Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICS AND PHOTONICS. **Telemanipulator and telepresence technologies**. [S.l.], 1995. v. 2351, p. 282–292. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.
- MONTESE, M. D. della linea G. **A liberação de Montese**. 2014. [Online; accessed 29-Março-2021]. Disponível em: <<http://www.lineagoticamontese.eu/pt/>>. Citado na página 48.
- PAN, Z. et al. Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. **Computers & graphics**, Elsevier, v. 30, n. 1, p. 20–28, 2006. Citado na página 19.
- PRATES, R. O.; BARBOSA, S. D. J. Introdução à teoria e prática da interação humano computador fundamentada na engenharia semiótica. **Atualizações em informática**, p. 263–326, 2007. Citado na página 31.

PRENSKY, M. O papel da tecnologia no ensino e na sala de aula. **CONJECTURA: filosofia e educação**, v. 15, n. 2, 2010. Citado na página 13.

RAISEL, T. M.; NUNES, J. **Realidades Misturadas, Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Hiper-realidade Virtual: usos e possibilidades na publicidade**. **Intercom-Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação**, 14. 2017. Citado na página 19.

RASKAR, R.; WELCH, G.; FUCHS, H. Spatially augmented reality. In: **Proceedings of the international workshop on Augmented reality: placing artificial objects in real scenes: placing artificial objects in real scenes**. [S.l.: s.n.], 1999. p. 63–72. Citado na página 30.

RIBEIRO, L. et al. Diretrizes da sociedade brasileira de computação para o ensino de computação na educação básica. **Sociedade Brasileira de Computação**, 2019. Citado na página 45.

RIBEIRO, M. W. S.; ZORZAL, E. R. Realidade virtual e aumentada: Aplicações e tendências. **XIII Simpósio de Realidade Virtual e Aumentada, Uberlândia-MG-Brasil**, p. 15, 2011. Citado 5 vezes nas páginas 20, 21, 24, 25 e 26.

RODELLO, I. A. et al. Realidade misturada: conceitos, ferramentas e aplicações. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 2, n. 2, p. 2–16, 2010. Citado 2 vezes nas páginas 19 e 20.

SERIO, Á. D.; IBÁÑEZ, M. B.; KLOOS, C. D. Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. **Computers & Education**, Elsevier, v. 68, p. 586–596, 2013. Citado na página 21.

SILVEIRA, S. R. et al. Metodologia do ensino e da aprendizagem em informática. Brasil, 2018. Citado na página 34.

SOUSA, M. C. d. J. **O uso da realidade aumentada no ensino de física**. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2015. Citado 7 vezes nas páginas 18, 20, 21, 22, 23, 40 e 41.

TAROUCO, F. H. e L. Análise das experiências educacionais dos estudantes com simulações em realidade aumentada móvel para o desenvolvimento do conhecimento em física. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, v. 8, n. 1, p. 778, 2019. ISSN 2316-8889. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/wcbie/article/view/9027>>. Citado na página 41.

THRILANKA, R. **Simple Augmented Reality(AR) Integration with A-FRAME**. 2021. [Online; accessed 07-julho-2021]. Disponível em: <<https://levelup.gitconnected.com/simple-augmented-reality-ar-integration-with-a-frame-30bb315fed47>>. Citado na página 37.

TORI, R.; HOUNSELL, M. d. S. **Introdução a Realidade Virtual e Aumentada**. [S.l.]: Editora SBC, 2018. Citado 17 vezes nas páginas 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34 e 35.

TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOOTTO, R. A. **Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada**. [S.l.]: Editora SBC, 2006. Citado 9 vezes nas páginas 18, 19, 20, 21, 27, 28, 29, 30 e 31.

TYBUSCH, D. et al. Marcador fiducial colorido e recursivo para realidade aumentada: algoritmo de detecção e projeção. Universidade Federal de Santa Maria, 2018. Citado 2 vezes nas páginas 22 e 23.

VELLOSO, F. **Informática: conceitos básicos**. [S.l.]: Elsevier Brasil, 2014. v. 9. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 30.

WU, H.-K. et al. Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. **Computers & education**, Elsevier, v. 62, p. 41–49, 2013. Citado 5 vezes nas páginas 16, 20, 33, 34 e 35.

YUEN, S. C.-Y.; YAOYUNYONG, G.; JOHNSON, E. Augmented reality: An overview and five directions for ar in education. **Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)**, v. 4, n. 1, p. 11, 2011. Citado na página 32.