

## Introdução

Nos últimos anos, os processos de ensino-aprendizagem, nome dado para este complexo sistema de interações entre professor e aluno, tem passado por profundas transformações provocadas pelas novas tecnologias digitais na educação e os recursos computacionais que estão cada vez mais presentes neste processo educativo (MARTINS; GUIMARÃES, 2012).

Com estas constantes transformações, pelas quais o mundo vem passando, os recursos tecnológicos têm um grande valor estratégico na prática de ensino, capaz de melhorar o desempenho dos alunos, comprovadas em algumas pesquisas já realizadas, como a da Universidade Cristã de Abilene, nos EUA, no qual uma grande maioria dos alunos preferiam estudar usando um tablet em relação a um livro físico. (ROBERTO, 2012).

O Sistema de Ensino Militar tem a finalidade de formar e qualificar recursos humanos para ocupação de quadros especializados para a Marinha, o Exército e a Aeronáutica, além de programas voltados à especialização e ao aperfeiçoamento (BRASIL, 2019).

O presente estudo irá focar na formação de recursos humanos do Centro de Instrução de Aviação do Exército, herdeira das tradições da Escola de Aviação Militar de 1919, instituição de ensino responsável pela formação, aperfeiçoamento e especialização de oficiais e sargentos do Exército Brasileiro, na área de aviação militar (BRASIL, 2019).

Hoje em dia, as aeronaves estão cada vez mais complexas e automatizadas que, por sua vez, envolve vários aspectos técnicos, principalmente na manutenção de aeronaves militares. Contudo, ensinar estes conceitos relacionados com a atividade aeronáutica é um grande desafio, devido ao alto grau de complexidade dos conteúdos de ensino, por isso que os recursos computacionais têm estado cada vez mais presentes, no auxílio do processo de ensino-aprendizagem.

Neste sentido, uns dos recursos tecnológicos que já está sendo utilizado e explorado no ensino, como forma de aplicar e representar estas informações, é o uso da Realidade Aumentada, técnica esta que une o mundo real com o virtual, isto é, permite o aluno ver o mundo real, com objetos virtuais inseridos no ambiente físico, mostrada em tempo real com o apoio de algum dispositivo tecnológico (SOUSA, 2015).

Assim, a Realidade Aumentada pode promover recursos visuais atrativos e interativos, permitindo não só a visualização de objetos virtuais, mas também simular um fenômeno apresentado conceitualmente nos manuais técnicos da aeronave. Permitindo, assim, ao aluno interagir com essa simulação, focando e refletindo sobre o fenômeno apresentado.

Dessa forma, o propósito do presente estudo é apresentar a importância do uso da Realidade Aumentada, os processos de ensino-aprendizagem e correlacioná-los com o Sistema de Ensino Militar, através de uma discussão teórica. E em seguida, apresentar algumas implementações, no contexto da formação de recursos humanos da Aviação do Exército, baseado na utilização da Realidade Aumentada.

Apesar de evidências do potencial da Realidade Aumentada, a escolha do tema justifica-se em linhas gerais, pela utilização dessa tecnologia nos processos de ensino-aprendizagem no Sistema de Ensino Militar, pois já foram desenvolvidas em diversas áreas educacionais, como na medicina, engenharia, química e física.

O objetivo deste estudo foi ampliar os conhecimentos de interesse comum, devido a esta tecnologia computacional, tão restrita a apenas poucas instituições de ensino, nota-se que a Realidade Aumentada possui grande capacidade de auxílio na transmissão do conhecimento, permitindo explorar características ou eventos que não são observáveis a olho nu, seu uso pode auxiliar professores na transmissão dos conteúdos educacionais de alta qualidade baseados na Realidade Aumentada.

## Referencial teórico

“As necessidades humanas se organizam em hierarquias [...] a aparência de uma necessidade geralmente se baseia na satisfação prévia de outra necessidade, mais pré-potente. O homem é um animal perpetuamente carente. Também

nenhuma necessidade ou unidade pode ser tratada como se fosse isolada ou discreta; cada unidade está relacionada ao estado de satisfação ou insatisfação de outros impulsos.” (MASLOW, 1943, p.1, tradução nossa).

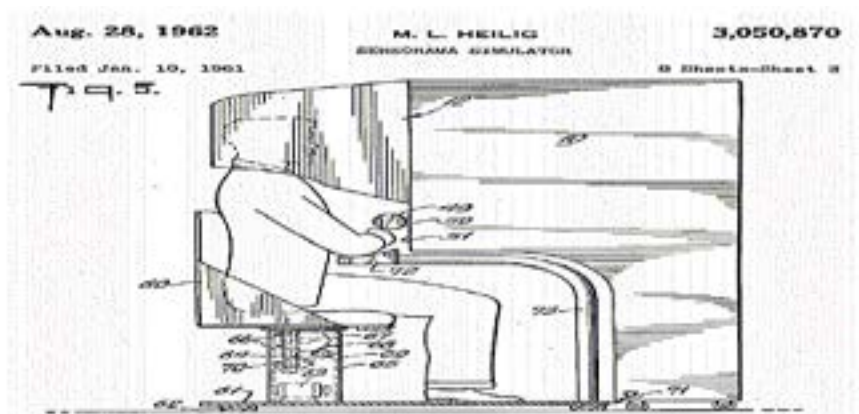
A pirâmide de Maslow, mostra o conjunto de necessidades que o homem está relacionado com seu estado de satisfação, contudo a cada etapa de satisfação é substituída por outra que dá mais satisfação, ou seja, atualmente às mudanças tecnológicas, já fazem parte desse processo, pois segundo Spector (2012, p.211) a motivação é “um estado interno que induz uma pessoa a se envolver em determinados comportamentos.”

## Breve histórico sobre o surgimento da Realidade Aumentada

Na história, curiosamente, o autor Lyman Frank Baum (1856-1919), do livro “O Maravilhoso Mágico de Oz”, já escrevia em suas obras conceitos de Realidade Aumentada “as correntes vibratórias transmitem os eventos reais à sua visão”, em que mencionava a ideia de um mostrador eletrônico que sobrepõe dados na vida real (BAUM, 1901, p. 121, tradução nossa).

Os primeiros trabalhos científicos, na tentativa de desenvolver uma tecnologia imersiva e multissensorial, iniciou-se em 1952, com o cineasta Morton Leonard Heilig (1926-1997), sendo o pioneiro em tecnologia de Realidade Aumentada, desenvolvendo o Sensorama, conforme Figura 1, patenteando em 1962 (HEILIG, 1962).

**Figura 1.** Sensorama



**Fonte:** HEILIG (1962).

No ano de 1968, o cientista da computação norte-americano e pioneiro da internet Ivan Edward Sutherland, considerado com “pai da computação gráfica”, inventou uma tela montada na cabeça como uma espécie de janela para um mundo virtual (SUTHERLAND, 1972, 2014).

“A ideia fundamental por trás da exibição tridimensional é apresentar ao usuário uma imagem perspectiva que muda quando ele se move com a imagem da retina dos objetos reais que vemos é, afinal, apenas duas dimensões. Assim, podemos colocar imagens bidimensionais adequadas na retina do observador, podemos criar a ilusão de que ele está vendo um objeto tridimensional.” (SUTHERLAND, 1972, p. 1, tradução nossa).

O pesquisador e inventor canadense Steven Mann, ficou conhecido por seu trabalho em Realidade Aumentada e contribuiu com a computação vestível, que “é um estudo ou prática de inventar, projetar, construir ou usar dispositivos computacionais e sensoriais corporais em miniatura.” (MANN, 1996a, tradução nossa apud MANN, 2013, p. 23).

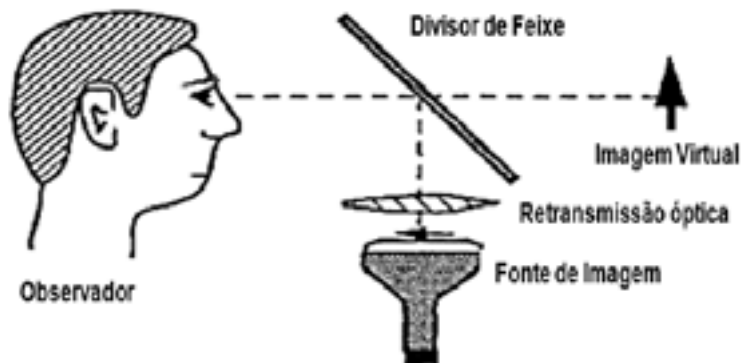
Em meados da década de 1970, Myron Krueger criou um laboratório de Realidade Artificial chamado *Videoplace*, que era composto por vários sistemas de Realidade Artificial que faziam a interface homem-máquina, combinando a imagem do vídeo ao vivo de um participante com um mundo de computação gráfica, de modo que eles pareciam reagir os movimentos da imagem do participante em tempo real (KRUEGER; GIONFRIDDO; HINRICHSEN, 1985).

Até esta época não existia a expressão “Realidade Aumentada”, ela foi atribuída à Tom P. Caudell, em 1990, pois ele apresentou um projeto que facilitava a manutenção das aeronaves da Boeing por mostrar, em um dispositivo de visualização que servia de ajuda na montagem de diferentes cabos, através de apresentação esquemática, mediante a sobreposição do real e o virtual (LEE, 2012).

Segundo Caudell e Mizell (1992) refere-se à Realidade Aumentada (AR), como a tecnologia usada para aumentar o campo visual com informações necessárias no desempenho da tarefa atual, isto é, diferentemente da Realidade Virtual, conforme Figura 2, onde os elementos básicos do sistema são projetados, este conceito está na complexidade dos objetos gráficos projetados em tempo real, o computador é responsável apenas por sobrepor linhas nos arredores reais ainda visíveis do usuário.

Um ponto que cabe a ser destacado é que o primeiro sistema de Realidade Aumentada funcionou totalmente imersivo no laboratório de pesquisa da Força Aérea dos Estados Unidos, pelo tecnólogo Louis Rosenberg, em 1992, no intuito de fazer um sistema para compensar o processamento gráfico 3D de alta velocidade, o que permitiu a sobreposição de informações sensoriais em um espaço de trabalho para melhorar a produtividade humana (IDF, 2019; NETTO; MACHADO; OLIVEIRA; 2002).

**Figura 2.** Elementos Básicos do Sistema



**Fonte:** Adaptado de CAUDELL e MIZELL (1962).

Em suma, este foi um breve histórico da Realidade Aumentada, caracterizado por dois marcos tecnológicos significativos, o primeiro em 1968 e o segundo, até a sua efetiva aparição, em 1992.

Considerando tais colocações a Realidade Aumentada percorreu um longo caminho desde um conceito de ficção científica até a sua concepção inicial, baseada na ciência (IDF, 2019).

Recentemente, muitas coisas mudaram, principalmente com os avanços nos últimos anos, que foram ainda mais promissores. Visto que esta tecnologia está disponível até mesmo no celular, integrado com outras tecnologias como: GPS, câmera, reconhecimento facial e entre outros.

## Realidade Aumentada

Não existe uma definição única de Realidade Aumentada, segundo Azuma (1997), a mais comumente aceita afirma que é uma tecnologia que possui três características chaves:

- Combina elementos virtuais com o ambiente real;
- É interativo e tem processamento em tempo real; e,
- É concebida em três dimensões, isto é, registrado em 3-D.

Ou ainda, pode-se definir:

“é uma **tecnologia** utilizada para **unir o mundo real com o virtual**, através da utilização de um marcador, webcam ou de um smartphone (IOS ou Android), ou seja, é a inserção de objetos virtuais no ambiente físico, mostrada ao usuário em tempo real com o apoio de algum dispositivo tecnológico, usando a interface do ambiente real, adaptada para visualizar e manipular os objetos reais e virtuais.” (AGENCIADDA, 2019, p. 1).

Para este sistema funcionar de modo completo, a Realidade Aumentada requer pelo menos três componentes, segundo Schmalstieg e Hollerer (2016):

- Rastreamento;
- Registro; e,
- Visualização.

Entretanto, existe um quarto componente, o modelo espacial, ou seja, um banco de dados, que armazenar as informações sobre do mundo real e do mundo virtual, necessário para determinar a localização do usuário no mundo real, no sistema de coordenadas (SCHMALSTIEG E HOLLERER, 2016).

Ao levar em consideração esta perspectiva, é importante ressaltar que o modelo do mundo real é necessário para servir como referência para o componente de rastreamento, conforme Figura 3, que deve determinar a localização do usuário no mundo real.

**Figura 3.** Modelo Espacial



**Fonte:** adaptado de CAUDELL e MIZELL (1962).

A Realidade Aumentada, segundo IDF (2019) tem também muito potencial na coleta e compartilhamento tácito, além do campo ilimitado para implementações por inovações tecnológicas, seja em parte, ou muitas vezes combinadas. Veja-se a composição de cada componente:

- **Hardware:** processador, display, sensores e dispositivos de entrada;
- **Display:** monitor, sistemas de projeção ótica, monitor montado na cabeça (HMD), monitor com visor (HUD), óculos, lentes de contato, visor de retina virtual (VRD), óculos de segunda geração (EyeTap), óculos de quarta geração (Laser EyeTap), Realidade Aumentada Espacial (SAR) e monitores portáteis (Handheld);

- **Sensores e dispositivos de entrada:** sistema de posicionamento global (GPS), sensores ópticos, giroscópios, acelerômetros, bússolas, identificação por rádio frequência (RFID), sensores sem fio, reconhecimento de digital, reconhecimento de fala, reconhecimento ocular, reconhecimento por gestos, orientação do corpo ou cabeça do usuário e periféricos; e,
- **Software:** foram desenvolvidos para diversas áreas e setores como: Arqueologia, Arquitetura, Comércio, Construção Industrial, Design, Jogos, Esportes, Entretenimento, Turismo, Navegação e entre outros.

Dessa forma, percebe-se que a implementação da Realidade Aumentada depende da imersão do usuário ao sistema.

## Realidade Mista

Segundo Martins e Guimarães (2012), com muita propriedade, define que ambas as tecnologias multissensoriais baseadas em recursos multimídia têm algumas características em comum como: a imersão (o usuário inserido no ambiente); a interação (o usuário executa ações que tem reflexos neste ambiente); e, o envolvimento (engajamento do usuário na atividade). Todavia a diferença entre elas é basicamente a seguinte:

- **Realidade Virtual:** é desenvolvida em um ambiente totalmente virtual; e,
- **Realidade Aumentada:** é desenvolvida em um ambiente que mistura elementos do mundo real com elementos virtuais.

Assim, a Realidade Virtual (RV) é um ambiente totalmente gerado por computador (mundo virtual) e a Realidade Aumentada (RA) apresenta as informações no ambiente físico (mundo real). Estas duas tecnologias têm por objetivo fornecer ao usuário a sensação de tridimensionalidade (SCHIMALSTIEG; HOLLERER, 2016).

O sistema de Realidade Virtual utiliza a tecnologia para substituir a realidade e cria um ambiente totalmente imersivo. Entretanto, as interfaces da Realidade Aumentada são projetadas para melhorar as interações com o mundo real, para melhorar a realidade com conteúdo digital de maneira não-imersiva (BILLINGHURST; CLARK; LEE, 2015).

**Quadro 1.** Requisitos de tecnologia de Realidade Virtual e Realidade Aumentada

Requisitos da Tecnologia	Realidade Virtual Substituindo a Realidade	Realidade Aumentada Aumentando a Realidade
Geração da Cena	requer imagens realistas	renderização mínima satisfatória
Dispositivo de Exibição	totalmente imersivo, amplo campo de visão	não imersivo, pequeno campo de visão
Rastreamento e Detecção	baixa precisão necessária	alta precisão necessária

**Fonte:** Adaptado de BILLINGHURST, CLARK e LEE (2015).

Pode-se dizer que a Realidade Aumentada é complementar à Realidade Virtual, pois a RA está inserida num contexto mais amplo, denominado Realidade Mista, conforme Quadro 1, que mostra os requisitos de tecnologia de Realidade Virtual e Realidade Aumentada (KIRNER; TORI, 2006).

O conceito da Realidade Mista (RM) foi introduzido pela fusão entre os dois mundos, o real e o virtual, utilizando a taxonomia desse conceito de várias maneiras, em que os elementos “virtuais”



e “reais” podem ser combinados juntos (MILGRAM; KISHINO, 1994; MILGRAM *et al.*, 1995).

**Figura 4.** Representação Simplificada de um Processo Contínuo de RV



**Fonte:** Adaptado de MILGRAM *et al.* (1995) e SLIDESHARE (2019).

Observa-se na Figura 4, na parte da esquerda define o ambiente constituído exclusivamente por objetos reais. Todavia, na parte da direita define o ambiente constituído apenas por objetos virtuais, ou seja, um ambiente simulado por computação gráfica (MILGRAM *et al.*, 1995).

De acordo com Kirner e Tori (2006, p. 21) “A realidade misturada pode ser definida como a sobreposição de objetos virtuais tridimensionais gerados por computador com o ambiente físico, mostrada ao usuário, com o apoio de algum dispositivo tecnológico, em tempo real”.

Cabe ressaltar que como a terminologia de Realidade Mista não é muito comum, como a Realidade Aumentada, que muitas vezes, provavelmente foi utilizada no seu lugar. Segundo Kirner e Tori (2006) e Milgran e Kishino (1994), a Realidade Mista abrange tanto a realidade aumentada quanto a virtualidade aumentada, podendo ser classificada de acordo com suas diversas formas de visualização:

- RA com monitor de base não imersiva, ou seja, monitores de vídeo com imagens geradas pelo computador sobrepondo o mundo real (WOW);
- RA com monitor montado na cabeça (HMD) com imersão;
- RA com HMD com capacidade de ver através dos monitores de vídeo;
- Virtualidade Aumentada (VA) com monitor sobrepondo objetos reais obtidos por vídeo no mundo virtual;
- VA parcialmente imersiva com HMD, sobrepondo objetos reais obtidos por vídeo no mundo virtual; e,
- VA parcialmente imersiva com interação de objetos reais no mundo virtual.

Enfim, a Realidade Misturada é a combinação do real com o virtual, através da interação em tempo real, com alinhamento em 3D do real e do virtual (AZUMA, 1997).

De acordo com Kirner e Tori (2006), a Realidade Mista não está em pleno funcionamento, devido a alguns problemas tecnológicos, contudo permitirá a participação simultânea de várias pessoas, com trabalhos colaborativos, com elevado potencial para os processos de ensino-aprendizagem.

## **Abordagens dos processos de ensino**

Essa tônica discursiva conota que é necessário fazer algumas análises teóricas de conceitos relativos a diferentes tipos de abordagens do processo de ensino, conforme Quadro 2:

**Quadro 2.** Abordagens do Processo de Ensino

Abordagem	Tradicional	Comportamentalista	Humanista	Cognitivista	Sociocultural
Conhecimento	pela memorização	pela experiência planejada	construído no decorrer do processo	pela construção contínua, através da interação	pela conscientização contínua por reflexão crítica
Educação	transmissão de conhecimento restrita	transmissão cultural de conhecimentos e comportamentos	capacidade de autoaprendizagem	autonomia intelectual	precedida por reflexão sobre o homem e o meio
Ensino-Aprendizagem	padronizada, memorização	mudança comportamental, de uma prática reforçada	método não diretivo, para ele estruturar e agir	desenvolve a inteligência, pelo ensaio e erro	procura a superação da relação opressor-oprimido
Professor-Aluno	relação vertical	controle do processo de aprendizagem	facilitador da aprendizagem	livre cooperação (alunos), professor faz desafios	relação horizontal
Considerações Finais	concepção estática de conhecimento	conhecimento programado e controlado	ênfase no sujeito, a autorrealização e vir-a-ser contínuo	conhecimento progride mediante a formação estrutural	cria um conteúdo pragmático próprio, com diálogo crítico
Principais Representantes	Dürkheim, Chartie, Snyders	Skinner, Popham, Gerlach e Briggs, Glaser, Papay, Madsen	Carl Rogers, Alexander Neill, Erich Fromm	Jean Piaget, Jerome Bruner, Henry Wallon	Vigotsky, Paulo Freire, Álvaro Vieira Pinho

**Fonte:** CUNHA (2017); FEITOSA (2012) e MIZUKAMI (1986).

Segundo análise de Mizukami (1986), as abordagens cognitivista, humanista e comportamentalista apresentam um movimento de renovação de ensino contra a abordagem tradicional. E ainda, no seu estudo obteve-se, quase plenamente, pelos professores a abordagem cognitivista.

Na abordagem cognitivista, o conhecimento é adquirido pela construção contínua, através da interação exógena e endógena e o processo de ensino-aprendizagem, onde se procura desenvolver a inteligência, priorizando o fazer pela ação real, através da pesquisa, investigação e na solução dos problemas, baseado no ensaio e erro (CUNHA, 2017).

### Processo ensino-aprendizagem

“O processo ensino-aprendizagem é um nome para o complexo sistema de interações comportamentais entre professores e alunos. Mais do que “ensino” e “aprendizagem”, como se fossem processos independentes da ação humana, há os processos comportamentais que recebem o nome de “ensinar” e de “aprender” (Kubo; Botomé, 2001, p. 1.).

Desta forma, o processo de ensino-aprendizagem é uma interação entre dois processos comportamentais, ou seja, o comportamento de ensinar e o comportamento que delimita o aprender.

O comportamento de “ensino” é o efeito do que o professor faz, tem que haver um

acontecimento para ocorrer a aprendizagem. Esta relação entre o que o professor faz e a efetiva aprendizagem do aluno é chamado aprendizagem. Já o comportamento de “aprendizagem” o foco de interesse é o aluno (KUBO; BATOMÉ, 2001).

Essa relação entre ensinar e aprender é o elo mais importante do processo ensino-aprendizagem e a motivação interfere nesse processo, pois está sujeita a algumas necessidades, conforme a teoria de Maslow, logo o papel do educador, no comportamento de ensinar, compreende em estímulos que o motivam ao aprendizado (KUBO; BATOMÉ, 2001; MASLOW, 1943; MORAES; VARELA, 2007).

Desse modo, “é papel do educador criar um ambiente no qual o estudante se sentirá estimulado a realizar as tarefas e persistir naquelas em que eles não têm tanta habilidade.” (ROBERTO, 2012, p.5). Assim, a Realidade Aumentada tem um grande valor motivacional para os alunos, pois é possível aumentar as chances de interação entre o conteúdo do ensino apresentado pelo professor e a aprendizagem do aluno.

Uma pesquisa feita nos Estados Unidos comprovou que 93% dos professores realmente acreditam que o uso da tecnologia em sala de aula pode melhorar o desempenho dos alunos, e ainda, 95% deles acreditam que o uso destas ferramentas pode engajar os alunos nas atividades (ROBERTO, 2012).

Em 2011, um outro estudo americano, desenvolvida com professores e alunos, utilizou-se da metáfora “Por que um livro” para oferecer um conteúdo educacional, sendo que esse conteúdo também estava disponibilizado em dispositivos móveis. Essa pesquisa descobriu que o uso de tecnologia em sala de aula pode melhorar o desempenho dos alunos, além de engajar mais os alunos nas atividades de sala de aula (MAYRATH; NIHALANI; PERKINS, 2011; ROBERTO, 2012).

Outro aspecto levantado nesse estudo foi que os alunos têm expectativas de interatividade e conectividade quando usam dispositivos digitais. Esta lacuna existente pode ser completada pela Realidade Aumentada, pois em breve os livros poderão ser substituídos por uma “mochila digital”, leve, interativa e conectada.

Atualmente, já existem alguns livros que reforçam seus conteúdos com animações, demonstrações, entre outras possibilidades com o uso da Realidade Aumentada. De acordo com Rodino (2017), une algo lúdico com a tecnologia de ponta, estimulando a imaginação, permitindo que o conhecimento seja construído dentro de um contexto social imersivo, por consequência a Realidade Aumentada pode:

- Facilitar a memorização do conteúdo escolar;
- Melhorar o entendimento do assunto, devido a interação virtual;
- Engajar o estudante, motivando ao estudo;
- Melhorar a participação do aluno em sala de aula;
- Enriquecer os conteúdos de ensino com elementos audiovisuais em 3D; e,
- Agregar o conteúdo digital ao mundo real.

No Brasil, ainda são poucas as pesquisas sobre Realidade Aumentada na Educação, apesar de existirem muitos estudos publicados no exterior, apontando que esta tecnologia será um grande atrativo em sala de aula, pois proporciona a visualização do conteúdo, possibilitando uma maior interação, envolvimento e aprendizagem no processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA; PEREIRA, 2015).

## **Realidade Aumentada no Sistema de Ensino Militar**

O Sistema de Ensino Militar tem por finalidade formar e qualificar recursos humanos para ocupação de quadros especializados para as Forças Armadas, além de programas voltados à especialização e ao aperfeiçoamento (BRASIL, 2019).

O Ensino Militar do Exército iniciou-se em 1915, contudo, em 1937 foi criada a Inspeção Geral do Ensino do Exército, devido a sua importância já dada naquela época. Atualmente, o Departamento de Educação e Cultura do Exército é o responsável pelo ensino militar, após várias transformações e ajustes (BRASIL, 2019).



O presente estudo irá focar na formação de recursos humanos na manutenção de aeronaves, do Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx), herdeira das tradições da Escola de Aviação Militar (1919), instituição de ensino responsável pela formação, aperfeiçoamento e especialização de oficiais e sargentos da Força Terrestre na área de aviação (BRASIL, 2019).

Hoje em dia, as aeronaves estão cada vez mais complexas e automatizadas, envolvendo vários aspectos técnicos, principalmente, na manutenção de aeronaves. Contudo, ensinar estes conceitos é um grande desafio, devido ao alto grau de complexidade, por consequência, os recursos computacionais têm estado cada vez mais presentes, no auxílio do processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto, foi criado em 2016, o Centro de Simulação da Aviação do Exército, que desenvolve diversos treinamentos em ambiente virtual, com o propósito de permitir uma maior padronização de procedimentos, na formação de recursos humanos, tudo isso sem apresentar risco à segurança do pessoal e do material intrínsecos ao voo real (BRASIL, 2019).

Dessa forma, a Realidade Aumentada já vem sendo desenvolvida na Aviação do Exército, para resolver problemas e aprimorar processos. Apesar de estar na fase de desenvolvimento, essa nova tecnologia permite simular tarefas e cenários, abrindo portas para a interação entre o mundo real e virtual.

Segundo o canal de conteúdo A Voz da Indústria (2018), a Realidade Aumentada na indústria já tem sido adotada na manutenção e conserto de equipamentos, por meio de conteúdos virtuais variados, atualizados e dinâmicos. E nesse ambiente, a Indústria 4.0 pode se beneficiar de maneira significativa, permitindo a otimização da produção de forma muito mais eficaz.

## Método

O presente artigo utilizou-se da pesquisa bibliográfica, para fazer uma discussão teórica, com uma abordagem qualitativa, a partir de referências teóricas publicadas em artigos, livros, dissertações e teses, utilizando as bases de dados das plataformas on-line: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), Google Acadêmico, na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), entre outras. E os descritores utilizados foram: Realidade Aumentada relacionadas com “Educação”, “Ensino”, “Aprendizagem” e “Treinamento Militar”.

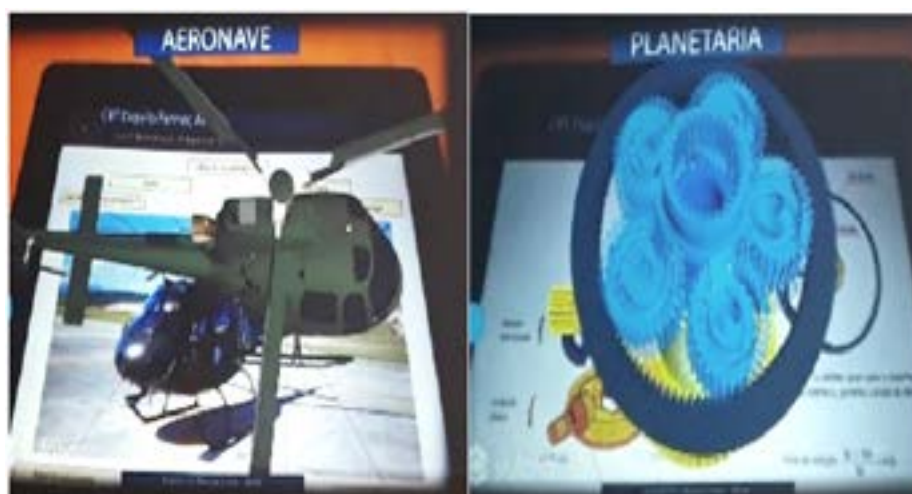
Após a seleção dos textos encontradas nas fontes de pesquisa, conforme as referências deste trabalho, foi realizada uma leitura analítica, cuja proposta foi organizar as informações para fazer uma análise interpretativa para realização de síntese e discussão do tema apresentado.

## Resultados e Discussão

Com a constante evolução das tecnologias como: a Realidade Aumentada, a Realidade Virtual e a Realidade Mista, que é o estado da arte, estão a cada dia tornando-se cada vez mais sofisticadas e complexas, limitando a construção de aplicações na área educacional, devido à dificuldade de serem desenvolvidas por pessoas não especialistas, pois está na fronteira do conhecimento.

Cabe ressaltar que, a Divisão de Simulação do Centro de Instrução da Aviação do Exército é uma das organizações militares de referência no Sistema de Ensino Militar, pois tem desenvolvido novas ferramentas de ensino, utilizando a Realidade Aumentada nos materiais didáticos nos seus cursos, com o intuito de melhorar a qualidade no processo de ensino-aprendizagem, conforme a Figuras 5.

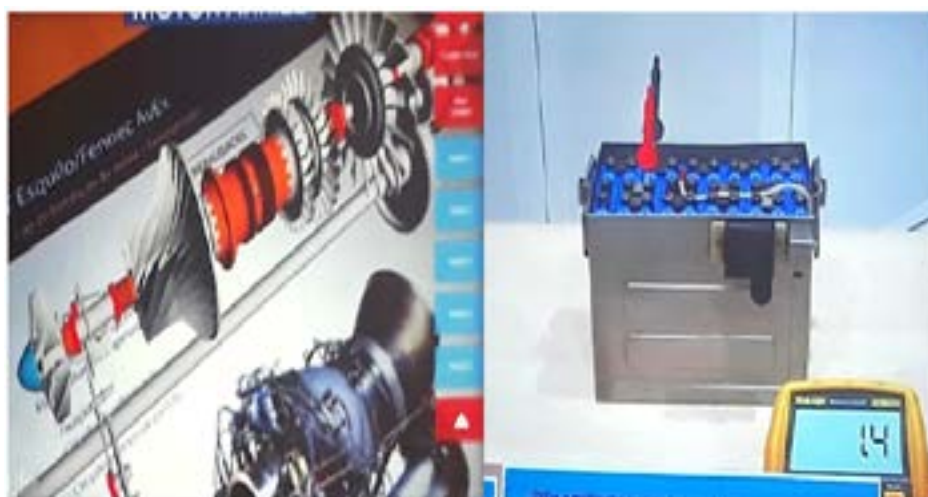
Figura 5. RA no material de ensino da Aviação do Exército



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Essa tecnologia, voltada para o ensino militar, permite que os alunos vejam os conteúdos posicionando-se em frente à uma câmera de um dispositivo eletrônico, seja ele um smartfone ou um tablet, possibilitando que os livros sejam “aumentados” em 3D, e ainda, é possível através do sistema de som destes dispositivos a explicação detalhada do referente ao assunto ensinado.

Figura 6. RA dos manuais de manutenção das aeronaves



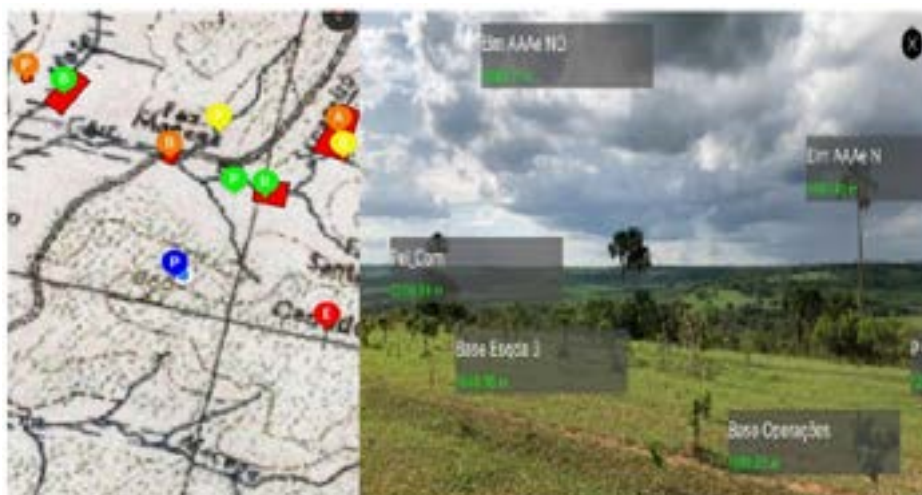
Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Outra possibilidade que está sendo desenvolvida pela Divisão de Simulação, é o aprimoramento do conteúdo de ensino para a formação de mecânicos de aeronaves, conforme Figura 6, com o propósito de de auxiliar na interpretação dos manuais de manutenção, além de facilitar a execução dos cartões de trabalho das referidas intervenções necessárias para manutenção das aeronaves.

Esse recurso é voltado, especificamente, para a manutenção de aeronaves militares, permitindo que os mecânicos de voo visualizem o passo a passo de cada item do serviço a ser realizado, com o auxílio da realidade aumentada. Dessa forma, minimiza quaisquer dúvidas de como fazer a manutenção, com por exemplo a leitura de voltagem da bateria, sem necessitar da presença física do instrutor.

Outra facilidade que também está sendo desenvolvida pelo Centro de Instrução de Aviação, é o projeto pedagógico prático e inovado utilizado no aperfeiçoamento do piloto militar, no Curso Avançado de Aviação, conforme Figura 7, utilizando a Realidade Aumentada, juntamente com o sistema de posicionamento global do dispositivo eletrônico, projetando de forma virtual o planejamento realizado na carta topográfica utilizando a geolocalização no terreno.

**Figura 7.** RA projetado no terreno nos cursos da Aviação do Exército



**Fonte:** Elaborado pelo autor (2019).

Estas funcionalidades permitem que os alunos façam o planejamento das operações militares na prancheta (carta) e depois podendo conferir no terreno (ambiente real) o que foi planejado (ambiente virtual), permitindo visualizar o local exato no terreno.

Segundo *Interaction Design Foundation* (2019): “AR ou A Realidade Aumentada passou do sonho para a realidade em pouco mais de um século. Existem muitos aplicativos AR em uso ou em desenvolvimento atualmente [...] para melhorar a produtividade, a eficiência ou a qualidade das experiências. Existe um potencial ilimitado para AR [...]”

Um outro aspecto a ser ressaltado, de acordo o canal de conteúdo *A Voz da Industria* (2019), a Realidade Aumentada é uma ferramenta muito versátil e, no futuro próximo, sua utilização poderá auxiliar, ainda mais, as tarefas do mecânico de manutenção de aeronaves como:

- Treinamento, com a realização de atividades por meio de simulações;
- Visualização dos locais exatos em que diversos itens devem ser dispostos;
- Reconhecimento de peças e padrões; e,
- Sobreposição de imagens de hardware interno das máquinas aeronáuticas para auxiliar o trabalho dos mecânicos.

Desta forma, é bem provável que o tempo de formação dos recursos humanos seja diminuído, além de possibilitar a realização de treinamentos de equipes mesmo que nem todos os membros estejam presentes fisicamente no mesmo local, conseqüentemente diminuirá a quantidade de dúvidas quando necessitar para consultar o inspetor de aeronaves, e ainda, o número de erros na manutenção possam tender a zero, com a implementação desta tecnologia.

Por conseqüência, a diminuição dos custos é exponencial com a utilização dessa tecnologia, seja na despesa de formação de recursos humanos ou na documentação e impressão de papel, por exemplo.

## **Considerações Finais**

As novas tecnologias vêm provocando mudanças no ensino, pois algumas iniciativas já são

capazes de comprovar este potencial, pois estas tecnologias vêm se popularizando nos últimos anos, revolucionando várias áreas em diversos setores.

Com a realização deste estudo percebe-se que a Realidade Aumentada pode elevar a motivação e o interesse dos alunos pelos conteúdos curriculares. Além de, provavelmente, otimizar o processo de ensino-aprendizagem (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Ainda que seja bastante crítica essa visão conata a importância da inserção de instrumentos tecnológicos no Sistema de Ensino Militar, sobretudo na formação de recursos humanos na Aviação do Exército, principalmente no contexto da manutenção de aeronaves militares.

Este estudo mostrou a importância do uso da Realidade Aumentada como estratégia de ensino e aprendizagem. Dessa forma, o Sistema de Ensino Militar pode se beneficiar com a incorporação desta tecnologia, propiciando um alto nível na formação de recursos humanos na Aviação do Exército.

Por fim, conclui-se pela necessidade de adoção de estudos mais aprofundados a respeito da Realidade Mista na formação de recursos humanos, a fim de municiar os tomadores de decisões com informações de apoio.

Sendo assim, espera-se que os trabalhos futuros, neste aspecto, sejam o ponto de partida para a discussão de outras formas de aplicar a Realidade Mista na Educação.

E em breve, a educação interativa poderá de fato simplificar a quantidade de material escolar físico levado à escola, migrando para um material escolar virtual, todavia enriquecido com informações mais educativas, proativas e contextual, promovendo a eficiência e a eficácia na qualidade do processo ensino-aprendizagem.

## Referências

AGENCIADDA. O que é Realidade Aumentada. 2019. Disponível em: <https://www.agenciadda.com.br/realidade-aumentada-ra/#o-que-e-ra>. Acesso em: 12 set. 2019.

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0: problemas que a realidade aumentada soluciona**. Redação, 23 out. 2018. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/industria-4-0-problemas-que-a-realidade-aumentada-soluciona/>. Acesso em: 12 set. 2019.

A VOZ DA INDÚSTRIA. **Realidade aumentada na indústria: por que e como implantar**. Redação, 02 jul. 2018. Disponível em: <https://avozdaindustria.com.br/industria-4-0-problemas-que-a-realidade-aumentada-soluciona/>. Acesso em: 12 set. 2019.

AZUMA, R. T. A survey of augmented reality. *In: TELEOPERATORS AND VIRTUAL ENVIRONMENTS*, v. 6, n. 4, p. 355-385, aug.1997. Cambridge, MA, USA: **Proceedings...** Malibu, CA, USA: HRL, Malibu, CA, USA, 2019. Disponível em: <https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019

BAUM L. F. **The master key**: an electrical fairy tale, founded upon the mysteries of electricity and the optimism of its devotees. Publisher Indianapolis: Bown-Merril Co., 1901. Disponível em: <https://archive.org/details/masterkeyanelec00corygoog/page/n10>. Acesso em: 12 set. 2019.

BILLINGHURST, M.; CLARK, A.; LEE, G. A survey of augmented reality. **Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction**, [S.l.: s.n.], v. 8, n. 2-3, p. 73-272, 2015. Disponível em: [https://is.muni.cz/el/1433/podzim2015/PA198/um/59482554/A\\_Survey\\_of\\_Augmented\\_Reality.pdf](https://is.muni.cz/el/1433/podzim2015/PA198/um/59482554/A_Survey_of_Augmented_Reality.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino militar**. 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/observatorio-da-educacao/323-secretarias-112877938/orgaos-vinculados-82187207/12965/12965-ensino-militar>. Acesso em: 12 set. 2019.



BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Centro de Instrução de Aviação do Exército. **Histórico**. 2019. Disponível em: <http://www.ciavex.eb.mil.br/index.php/component/content/article?id=77>. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Centro de Instrução de Aviação do Exército. **Inauguração do Centro de Simulação de Aviação do Exército**. 2019. Disponível em: <http://www.ciavex.eb.mil.br/index.php/ultimas-noticias/120-inauguracao-do-centro-de-simulacao-de-aviacao-do-exercito>. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **Histórico**. 2019. Disponível em: <http://www.decex.eb.mil.br/historico>. Acesso em: 12 set. 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Instituições de Ensino Militar**. 2019. Disponível em: <http://www.defesa.gov.br/ensino-e-pesquisa/instituicoes-de-ensino-militar>. Acesso em: 12 set. 2019.

CAUDELL, T. P.; MIZELL D. W. Augmented reality: na application of heads-up display technology to manual manufacturing processes. *In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES*, 25, p. 659-699, 1992. Kauai, HI, USA. **Proceedings...** Honulu, HI, USA: HICSS, 1992. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/329676148/Augmented-Reality-An-Aplicacion-of-Heads-Up-Display-Tchnology-to-Manual-Manufacturing-Processe#download>. Acesso em: 12 set. 2019.

CUNHA, L. A. S. Temas básicos de educação e ensino. **Revista de Educação**, São Paulo, SP: APEOESP, errata A, p. 1-5, jan. 2017. Disponível em: <http://www.apoesp.org.br/sistema/ck/files/revistas%20educacao%20-%20janeiro%202017%20-%20ERRATA-A.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

FEITOSA, M. M. A. Reflexão acerca das principais abordagens pedagógicas e a postura do professor. **Portal Educação**, São Paulo, SP, 13 out. 2012. Disponível em: <https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/direito/reflexao-acerca-das-principais-abordagens-pedagogicas-e-a-postura-do-professor/19174>. Acesso em: 12 set. 2019.

HEILIG, M. L. **Sensorama simulador**: US3050870A. Google Patentes. USA: [s.n.], 28 aug.1962. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/90/34/2f/24615bb97ad68e/US3050870.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

IDF. Interaction Design Foundation. **Augmented reality: the past, the present and the future**. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/article/augmented-reality-the-past-the-present-and-the-future>. Acesso em: 07 mar.2019.

KIRNER, C.; TORI, R. Fundamentos de realidade aumentada. **Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada**, [S.l.: s.n.], v.1, p. 22-38, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Claudio\\_Kirner/publication/216813361\\_Fundamentos\\_de\\_Realidade\\_Aumentada/links/00b7d51823ff60ee7b000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Kirner/publication/216813361_Fundamentos_de_Realidade_Aumentada/links/00b7d51823ff60ee7b000000.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

KRUEGER, M. W.; GIONFRIDDO, T.; HINRICHSEN, K. VIDEOPLACE – na artificial reality. *In: ACM SIGCHI Bulletin*. ACM, p. 35-40, apr. 1985. San Francisco, CA, USA. Disponível em: [http://dada.compart-bremen.de/docUploads/chi85\\_krueger.pdf](http://dada.compart-bremen.de/docUploads/chi85_krueger.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais. **Interação em Psicologia**, v.5, n. 1, 2001. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/psicologia/article/download/3321/2665>. Acesso em: 12 set. 2019.

LEE, K. Augmented reality in education and training. **TECHTRENDS**. Saint Peterburg, FL, USA. **Publishing...** Saint Peterburg, FL, USA: AECT, v. 56, n. 2, p. 13-21, mar. 2012. Disponível em: <https://www2.potsdam.edu/betrusak/566/Augmented%20Reality%20in%20Education.pdf>. Acesso em:



12 set. 2019.

MANN, S. Wearable Computing. **The Encyclopedia of Human-Computer Interaction**. [S.l.: s.n.], 2013 Disponível em: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-encyclopedia-of-human-computer-interaction-2nd-ed/wearable-computing>. Acesso em: 12 set. 2019.

MARTINS, V. F.; GUIMARÃES, M. P. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. *In: WORKSHOP DE DESAFIOS DA COMPUTAÇÃO APLICADA À EDUCAÇÃO, 2012, [S.l.]. Anais [...]. [S. l.: s. n.]*, p. 100-109, 2012. Disponível em: [http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/ra/ref/StereoRendering/JAI2004\\_curso8.pdf](http://webserver2.tecgraf.puc-rio.br/~mgattass/ra/ref/StereoRendering/JAI2004_curso8.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

MASLOW, A. H. A Theory of Human Motivation. American Psychological Association. Washington, DC, USA. **Publishing...** Washington, DC, USA: APA, v. 50, n.4, p.370-396, 1943. Disponível em: <http://psychclassics.yorku.ca/Maslow/motivation.htm>. Acesso em: 12 set. 2019.

MAYRATH, M.; NIHALANI, P.; PERKINS, S. Digital texts and the future of education: Why books? *Educase Quarterly*, Louisville, CO, USA. **Publishing...** Louisville, CO, USA:EDUCASE, v. 34, n.1, 2011. Disponível em: <https://er.educase.edu/articles/2011/3/digital-texts-and-the-future-of-education-why-books>. Acesso em: 12 set. 2019.

MILGRAM, P.; KISHINO, F. A taxonomy of mixed reality visual displays. **IEICE TRANSACTIONS** on Information and Systems [S.l.: s.n.], v. 77, n. 12, p. 1321-1329, 1994. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/231514051\\_A\\_Taxonomy\\_of\\_Mixed\\_Reality\\_Visual\\_Displays/download](https://www.researchgate.net/publication/231514051_A_Taxonomy_of_Mixed_Reality_Visual_Displays/download). Acesso em: 12 set. 2019.

MILGRAM, P. *et al.* Augmented reality: A class of display on the reality-virtuality continuum. *In: Telemanipulator and telepresence technologies*. International Society for Optics and Photonics, [S.l.: s.n.], p. 282-293, 1995. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/228537162\\_Augmented\\_reality\\_A\\_class\\_of\\_displays\\_on\\_the\\_reality-virtuality\\_continuum/download](https://www.researchgate.net/publication/228537162_Augmented_reality_A_class_of_displays_on_the_reality-virtuality_continuum/download). Acesso em: 12 set. 2019.

MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária, 1986. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39032744/ensino\\_as\\_abordagens\\_do\\_processo.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552194687&Signature=88Z31tL6rETAo0X87WbV%2BARgSwc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEnsino\\_as\\_abordagens\\_do\\_processo.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39032744/ensino_as_abordagens_do_processo.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1552194687&Signature=88Z31tL6rETAo0X87WbV%2BARgSwc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEnsino_as_abordagens_do_processo.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

MORAES, C. R.; VARELA, S. Motivação do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, SP: EdUFSC, v.1, n.1, p. 10-15, 2007. Disponível em: [http://web.unifil.br/docs/revista\\_eletronica/educacao/Artigo\\_06.pdf](http://web.unifil.br/docs/revista_eletronica/educacao/Artigo_06.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

NASCIMENTO, C. A.; COSTA, B. D. S.; RIBEIRO, G. C.; GUEDES, A. M. A. "Realidade aumentada" como estratégia de ensino dos conteúdos escolares. *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 3, 2016. Natal, RN. Anais eletrônicos [...]. Campina Grande, PB: CONEDU, 2019.* Disponível em: [http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO\\_EV056\\_MD1\\_SA19\\_ID10343\\_15082016161334.pdf](http://www.editorarealize.com.br/revistas/conedu/trabalhos/TRABALHO_EV056_MD1_SA19_ID10343_15082016161334.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

NETTO, A. V.; MACHADO L. S.; OLIVEIRA, M. C. R. **Realidade virtual: definições, dispositivos e aplicações**. João Pessoa, PB: EdUFPB, 2002. Disponível em: [http://www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002\\_reic.pdf](http://www.di.ufpb.br/liliane/publicacoes/2002_reic.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

OLIVEIRA, K. C., PEREIRA, J. C. **Realidade aumentada aplicada na educação: estudos dos seus benefícios**. Paranaíba, PR: EdUnipar, 2015. Disponível em: [http://web.unipar.br/~seinpar/2015/\\_include/artigos/Kelly\\_Cristina\\_de\\_Oliveira.pdf](http://web.unipar.br/~seinpar/2015/_include/artigos/Kelly_Cristina_de_Oliveira.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

RESEARCHGATE. Sensorama. Ilustração de Muzafer H. Saracevic, 3 mar. 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Sensorama-From-web-page-InventorVR-retrieved-in-March-2014-from\\_fig1\\_263388241](https://www.researchgate.net/figure/Sensorama-From-web-page-InventorVR-retrieved-in-March-2014-from_fig1_263388241). Acesso em: 12 set. 2019.

ROBERTO, R. A. **Desenvolvimento de sistema de realidade aumentada projetiva com aplicação em educação**. Recife, PE: EdUFPE, mar. 2012, 53 p. Disponível em: [https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10944/1/msc\\_texto\\_final\\_library\\_listed.pdf](https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10944/1/msc_texto_final_library_listed.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

RODINO, M. Aplicações de realidade aumentada na educação. **Flexinterativa**. São Paulo, SP, 09 nov. 2017. Disponível em: <http://www.flexinterativa.com.br/blogflex/aplica%C3%A7%C3%B5es-de-realidade-aumentada-na-educa%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 12 set. 2019.

SCHMALSTIEG, D.; HOLLERER, T. **Augmented reality: principles and practice**. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Professional, 1. ed. jun. 2016, 496 p. Disponível em: <https://arbook.icg.tugraz.at/Schmalstieg-2016-AW>. Acesso em: 12 set. 2019.

SLIDESHARE. **Oficina: realidade aumentada**. Ilustração. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: [https://www.google.com/search?q=exemplo+de+virtualidade+aumentada&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEWjGpcnOrvbgAhWQIbkGHTCbAxMQ\\_AUIDyGc&biw=1366&bih=625#imgrc=cD2m6dwEKBkjM:](https://www.google.com/search?q=exemplo+de+virtualidade+aumentada&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEWjGpcnOrvbgAhWQIbkGHTCbAxMQ_AUIDyGc&biw=1366&bih=625#imgrc=cD2m6dwEKBkjM:). Acesso em: 12 set. 2019.

SOUZA, M. C. J. **O uso da realidade aumentada no ensino de física**. São Paulo, SP: EdUSP, 2015. Disponível em: [http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-21082015-170850/publico/Marcelo\\_Clayton\\_de\\_Jesus\\_e\\_Sousa.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde-21082015-170850/publico/Marcelo_Clayton_de_Jesus_e_Sousa.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

SPECTOR, P. E. **Psicologia nas organizações**. Tradução de Cid Knipel Moreira e Célio Knipel Moreira. 4. ed. São Paulo, SP: Editora Saraiva, 2012. Título original em língua inglesa: *Industrial and organizational psychology: research and practice*, Hoboken, NY, USA: John Wiley & Sons Publications, 1996. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/371583931/Psicologia-Nas-Organizacoes-4-Paul-e-Spector>. Acesso em: 12 set. 2019.

SUTHERLAND, I. E. A head-mounted three-dimensional display. In: FALL JOINT COMPUTER CONFERENCE, 09 dec. 1968. San Francisco, CA, USA. **Proceedings...** New York, NY, USA: AFIPS, 1990. Disponível em: [http://90.146.8.18/en/archiv\\_files/19902/E1990b\\_123.pdf](http://90.146.8.18/en/archiv_files/19902/E1990b_123.pdf). Acesso em: 12 set. 2019.

SUTHERLAND, I. E. **Display windowing clipping**. US3050870A. Google Patentes. USA: [s.n.], 01 fev.1972. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/fd/86/89/1881686afa716b/US3639736.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

SUTHERLAND, I. E. **Inductees**: national inventor hall of fame. Alexandria, VA, USA, 2014. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20160219231939/http://invent.org/inductees/sutherland-ivan/>. Acesso em: 12 set. 2019.

Recebido em 16 de maio de 2022.  
Aceito em 22 de junho de 2022.