

# Diretivas para Aplicação de Realidade Aumentada Móvel na Educação

Alexandre B. Nunes<sup>1</sup>, Gabriel Machado Lunardi<sup>1</sup>, Vinícius Maran<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Computação Ubíqua, Móvel e Aplicada (LUMAC) –  
Colégio Politécnico da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
97.105-900 – Santa Maria – RS – Brasil

alexbecker.becker@gmail.com, gmlunardi@gmail.com, viniciusmaran@gmail.com

**Abstract.** *The use of technological tools in education has been widely discussed nowadays. Among these different technologies is Mobile Augmented Reality (RAM), which has also been the focus of scientific discussion in several recent works. Considering the increased use of these tools, the search for guidelines that can assist developers in creating these applications for education, detailing processes and steps to be followed in their preparation, presents itself as a research opportunity. In this context, this work presents the process of developing a set of guidelines that aims to form a sequence of instructions to guide developers in the creation of RAM applications for education.*

**Resumo.** *A utilização de ferramentas tecnológicas na educação tem sido amplamente discutida nos dias atuais. Entre estas diferentes tecnologias está a Realidade Aumentada Móvel (RAM), a qual também tem sido foco da discussão científica em diversos trabalhos recentes. Considerando o aumento da utilização destas ferramentas, se apresenta como oportunidade de pesquisa a busca sobre diretrizes que possam auxiliar aos desenvolvedores na criação destas aplicações para educação, detalhando processos e passos a serem seguidos na sua elaboração. Neste contexto, este trabalho apresenta o processo de elaboração de um conjunto de diretrizes que tem como objetivo formar uma sequência de instruções para nortear os desenvolvedores na criação de aplicações de RAM para educação.*

## 1. Introdução

Os desafios educacionais para docentes e discentes tem afetado diretamente a forma de ensino atual. A construção de novas formas de aprendizado vem possibilitando que novas tecnologias sejam inseridas nesse contexto. Esse processo foi acelerado pelo período pandêmico da COVID-19, o qual intensificou o uso da tecnologia para adaptar o ensino à uma nova situação fora da sala de aula, utilizando a mesma como uma ferramenta de apoio ao ensino [Batubara 2021]. De acordo com [Valente 2018], com a inserção e o crescimento da tecnologia na educação, os alunos preferem utilizar a tecnologia como forma de suporte para conhecimento ao invés de uma leitura impressa de algum conteúdo específico, muitas vezes devido à facilidade de comunicação com diferentes pessoas presentes nas redes sociais que podem discutir e auxiliar as questões propostas.

Com a utilização de novas tecnologias no âmbito da educação, a Realidade Aumentada Móvel (RAM) surge como uma ferramenta para tornar o ensino mais dinâmico

combinando elementos do mundo virtual com os elementos do mundo real e desponta como uma das tecnologias mais promissoras tanto no meio acadêmico, como em aplicações comerciais, mostrando um grande potencial de utilização no âmbito educacional [Chen et al. 2017]. A RAM utiliza a sobreposição de informações significativas, criando um conteúdo que agrega uma experiência visual enriquecida para os usuários e, além disso, permite uma maior interação com o ambiente [Maiti et al. 2017].

O crescimento do uso dessa tecnologia está ligado também à popularização dos dispositivos de tecnologias móveis, tais como *tablets* e *smartphones*. Outro fator a ser considerado, apesar dos benefícios que essa tecnologia já apresenta de forma consolidada no meio acadêmico, os resultados apresentados por pesquisas publicadas por diferentes autores, ainda não definiu um escopo específico de aplicação, o qual ainda necessita de maiores definições e estudos. Apesar de existirem uma série de ferramentas para a construção de soluções de RAM que já podem ser aplicadas na educação, há uma lacuna presente nos trabalhos já realizados, não apresentando formas e diretrizes definidas para o uso dessas ferramentas, o que dificulta a sua adoção por professores [De Paolis et al. 2023].

A partir disso, este trabalho apresenta a construção de um conjunto de diretrizes que podem nortear os desenvolvedores na criação de aplicações de RAM para educação, utilizando como ferramenta de apoio o modelo ADDIE [Nada 2015]. Para tanto, foi realizado um mapeamento sistemático de literatura identificando a possibilidade da existência de diretrizes para a construção de recursos e objetos educacionais aumentados móveis para a educação com foco no ensino. Após, foram definidos os parâmetros para a elaboração deste conjunto de diretrizes que, por sua vez, foi avaliado em um painel com especialistas na área.

O restante do trabalho está estruturado da seguinte forma: Na Seção 2 é apresentado o referencial teórico que apresenta os principais conceitos da área de Realidade Aumentada Móvel (RAM) e do modelo ADDIE. Na Seção 3 é apresentada a metodologia utilizada para a definição das diretrizes. O processo de construção das diretrizes é apresentado na Seção 4 e o processo de avaliação e discussão dos resultados é apresentado na Seção 5. As conclusões do trabalho são apresentadas na Seção 6.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. Realidade Aumentada Móvel**

Com a presença da tecnologia cada vez mais inserida no processo educacional a Realidade Aumentada Móvel (RAM), se apresenta como uma ferramenta de apoio aos educadores para a criação de novas possibilidades de ensino através de experimentos que misturam elementos do mundo virtual com a realidade, permitindo aos usuários interagir com os mesmos. A RAM possibilita ainda a utilização de ações tangíveis e operações multimodais, utilizando voz, gestos, entre outros, permitindo uma facilidade de utilização do usuário sem necessidade de treinamento [Kawashima et al. 2001].

De acordo com [Sumadio and Rambli 2010], a RAM pode ser definida como o enriquecimento do ambiente real com objetos virtuais, através de algum dispositivo tecnológico, funcionando em tempo real. Considerada também como uma tecnologia que possibilita uma melhoria do mundo real através da utilização de textos, imagens e objetos virtuais, gerados por computador [Tori and da Silva Hounsell 2020].

Ainda, [Azuma et al. 2001] consideram a mesma como um sistema que aumenta, do seu próprio nome, de forma a contemplar a percepção e a interação do usuário com o mundo real. Ainda para [Milgram et al. 1995], consiste na mistura entre mundo real e virtual, em algum ponto do espectro que conecta ambientes completamente reais a ambientes completamente virtuais. Por fim, [Azuma et al. 2001] definem RAM como um sistema que suplementa o mundo real, através de objetos gerados computacionalmente, parecendo coexistir no mesmo espaço.

## 2.2. Aplicação de RAM na Educação

A utilização da RAM na educação possibilita aos educadores utilizar a tecnologia para realizar atividades que muitas vezes não podem ser reproduzidas dentro de uma sala de aula tradicional, devido às limitações físicas ou de materiais adequados. Como mais um benefício que a aplicação da RAM pode agregar a este processo, existe a possibilidade de prática desse conteúdo e destas simulações fora do ambiente de sala de aula, permitindo que vários projetos possam ser desenvolvidos de forma colaborativa, gerando diferentes aplicações de RAM [Billinghurst and Duenser 2012].

Apoiado nesse contexto, pode-se identificar o uso da RAM como uma importante ferramenta para auxiliar os educadores e os estudantes em um novo processo de ensino aprendizagem com foco em experimentações simuladas que podem melhorar a compreensão de conteúdos e gerar melhores resultados na absorção destes conteúdos, ainda considerando o processo de engajamento que os estudantes podem apresentar pela possibilidade de trabalhar com aplicações direcionadas e com possibilidade de melhoria a cada nova execução.

[de Sá Filho and da Silva Dias 2019] ressaltam também que: *”Com a realidade virtual e aumentada sendo utilizada na educação, pode-se descobrir, explorar, construir o conhecimento, vivenciar inúmeras situações que envolvem até mesmo técnicas complexas, de alto custo e específicas, de diversos cursos e áreas, que, para serem explorados de forma física, somente seria possível através de laboratórios sofisticados. Contudo, por meio da realidade virtual e aumentada esses processos tornam-se possíveis e contribuem para uma aprendizagem significativa”*.

## 2.3. Modelo ADDIE

O ADDIE é um dos modelos mais utilizados de aplicação do design instrucional (DI), um conjunto de instruções e definições que buscam determinar um planejamento para execuções de ações de ensino ou treinamento. Conforme [Smith and Ragan 2004]. O modelo ADDIE é formado por cinco etapas: *Analysis* (Análise), *Design* (Projeto), *Development* (Desenvolvimento), *Implementation* (Implementação) e *Evaluation* (Avaliação) [Silva et al. 2013].

Na fase de **Análise** devem ser identificados o público-alvo e quais os objetivos, as motivações, e em qual contexto serão desenvolvidos os conteúdos (aplicação) e quais as possibilidades existentes. Na fase de **Projeto** são detalhadas as opções de como apresentar o conteúdo (aplicação) para as pessoas envolvidas no processo, quais as necessidades para que esse conteúdo chegue de forma eficiente as mesmas.

Na fase de **Desenvolvimento** acontece a elaboração propriamente dita, devem ser criados os materiais e conteúdos necessários para alcançar os objetivos anteriores. Na

fase de **Implementação** acontece a execução dos conteúdos e materiais projetados, fase em que as pessoas vão interagir com a aplicação. Por fim, a fase de **Avaliação**, traz a leitura de como o processo foi desenvolvido, se os objetivos foram atendidos e quais as possibilidades de melhorias disponíveis.

## 2.4. Diretrizes

Diretrizes fazem parte de um processo de elaboração de um conjunto de instruções que permite aos envolvidos seguir uma sequência de passos para o desenvolvimento de um projeto [Gumussoy 2016].

O papel da diretriz é servir como instrumento para orientar o desenvolvimento de um projeto. Assim, as diretrizes estimulam a produtividade de projetos, reduzindo o tempo para o desenvolvimento e subtraindo possíveis falhas [Gumussoy 2016]. De acordo com [Cronholm 2009], o principal objetivo da diretriz é promover a usabilidade na interação humano-computador e pode ser definida como uma informação destinada a orientar as pessoas sobre como algo deve ser feito, de modo que, viabilizam compilar um grande volume de conhecimento, seja científico ou empírico, em uma lista de orientações para alcançar um propósito [Cronholm 2009].

As diretrizes tem o papel de auxiliar o processo de desenvolvimento das atividades propostas seguindo uma sequência de procedimentos pré-estabelecidos de maneira a organizar formalmente o mesmo. Para [Gale 1996] e [Reed et al. 1999], consiste ainda em uma forma de parâmetro que visa identificar se o desenvolvimento dos processos estipulados está seguindo as regras estabelecidas dentro de um determinado escopo previamente definido.

Ainda é possível conceituar diretrizes de acordo com [Leffa 2006] como uma linha que determina o traçado de um caminho, como uma diretiva, um esboço de um projeto a ser elaborado, um rumo a ser seguido.

## 3. Procedimentos Metodológicos

A partir do mapeamento sistemático de literatura (MSL) apresentado em [Nunes et al. 2023], aliado ao referencial teórico, foram determinados pontos norteadores para centralizar a elaboração da proposta do conjunto de diretrizes. Os pontos são apresentados a seguir:

- A forma que os dados pertinentes ao processo de elaboração de aplicativos de RAM são coletados;
- Como foram realizadas as avaliações sobre as aplicações de RAM;
- Quais os principais marcadores de RAM foram considerados como melhor opção de escolha pelos desenvolvedores e pessoas envolvidas no processo;
- Quais materiais foram utilizados para elaboração dos marcadores RAM;
- A possível existência de alguma metodologia de RAM ou de alguma outra metodologia de apoio, considerando também a questão da usabilidade das aplicações.

Apoiado no modelo ADDIE para organizar uma sequência de ações a serem observadas para o desenvolvimento de aplicações para RAM, a construção deste conjunto de diretrizes foi adaptada às fases as suas fases, alocando cada uma das diretrizes de acordo com a etapa de desenvolvimento proposta pelo mesmo. Através do cruzamento

das informações do modelo com os dados obtidos pela pesquisa e considerando os aspectos selecionados, foram determinados critérios pertinentes à construção deste conjunto de diretrizes.

Os critérios foram obtidos com a condução do MSL, considerando os trabalhos analisados durante a pesquisa. Os trabalhos englobam o tópico de ensino, como forma de identificar quais as áreas específicas de conhecimento as aplicações procuram atender, a plataforma de desenvolvimento, considerando quais foram as plataformas mais utilizadas durante a pesquisa, juntamente ao tipo de sistema utilizado, para verificar quais ambientes de aplicação mais abordados.

Ainda, foram considerados os critérios de seleção dos marcadores de RAM, os quais fazem a interação e leitura do aplicativo em relação ao tema da aplicação, identificando também qual tipo de material é utilizado para a produção dos mesmos (cartões, coordenadas, imagens), identificando quais são mais comuns às aplicações de RAM.

O público-alvo das aplicações também foi definido como critério de avaliação, bem como, a possibilidade da utilização de alguma metodologia de ensino para fundamentar o processo de desenvolvimento. De forma a classificar o tipo de aplicação, o critério de âmbito do artigo também foi avaliado, permitindo classificar de que forma as aplicações estão sendo focadas, bem como, a fundamentação teórica utilizada para embasar o processo.

Em relação aos critérios de avaliação foram considerados o tamanho da amostra das aplicações, o tempo de intervenção, as formas de avaliação e quais foram os instrumentos de coleta de dados utilizados, dessa forma avaliando como estão sendo coletadas as informações pertinentes ao processo de avaliação.

Com a definição dos temas principais a serem considerados e utilizando os critérios definidos para coletar os dados pertinentes a pesquisa, foram elaboradas seis diretrizes principais, as quais apresentam seus processos específicos à cada etapa da construção de aplicações para RAM na educação, sendo apoiado no modelo ADDIE para sua construção de forma sequencial.

Com a elaboração das diretrizes finalizada, as mesmas foram enviadas a um painel de especialistas, formado por mestres e doutores das áreas relacionadas a pesquisa, sendo seu envio realizado de forma digital, através de formulário eletrônico. Juntamente ao questionário foi enviado um relatório contendo as informações pertinentes ao processo de elaboração das diretrizes e sua relação com a ADDIE para orientador os avaliadores da forma de construção das diretrizes. Através do retorno obtido, as diretrizes foram atualizadas de acordo com as sugestões dos especialistas.

#### **4. Criação do Conjunto de Diretrizes**

As diretrizes propostas seguem um roteiro de passos preestabelecidos, visando o desenvolvimento de uma aplicação que permita aos desenvolvedores, observar as etapas de implementação e desenvolvimento propostas, definindo os critérios dessa elaboração para uma melhor entrega final do produto em relação a proposta inicial estabelecida para a mesma.

A Tabela 1 apresenta as diretrizes desenvolvidas, alocadas dentro das etapas adaptadas à utilização do modelo ADDIE. Dessa forma, seguindo um processo sequencial para

a elaboração da aplicação de RAM.

**Tabela 1. Relação de diretrizes propostas e etapas ADDIE**

Diretriz	ADDIE	Sequência	
1	Definir plataforma e ambiente da aplicação	Design (projeto)	2
2	Definir ferramentas	Implement (implementação)	4
3	Definir o foco da aplicação	Analyze (análise)	1
4	Definir marcadores de RAM e materiais	Develop (desenvolvimento)	3
5	Definir as pessoas envolvidas no projeto	Analyze (análise)	1
6	Definir formas de avaliação	Evaluate (avaliação)	5

Na fase de análise são considerados os objetivos da aplicação e quais os fatores que motivam o desenvolvimento da aplicação, definindo assim onde se quer chegar com o seu desenvolvimento, por fim definindo o público-alvo que a mesma procura atingir. Nesta etapa foram associadas as Diretrizes 3 e 5. A Diretriz 3 tem como objetivo avaliar de que forma a aplicação será apresentada aos envolvidos, definindo o foco da mesma. Já a Diretriz 5 trata das pessoas envolvidas no projeto, qual será o público-alvo da aplicação, adaptando desta forma a diretriz a identificar perfil e papel destes na aplicação.

A fase de projeto considera como serão definidos os objetivos e métodos de aprendizagem que serão propostos para a aplicação, procurando realizar o planejamento da maneira que esta aplicação será apresentada, considerando os objetivos gerais traçados durante a análise, deve projetar e documentar as etapas do projeto, selecionar e avaliar o material de apresentação visual da aplicação.

Desenvolver a interface de usuário considerando usabilidade, a experiência do usuário, interação e acessibilidade da aplicação, desenvolvendo versões para avaliação e validação. Nesta etapa está alocada a Diretriz 1, que tem como objetivo identificar qual a melhor ferramenta de desenvolvimento a ser utilizada, bem como, a escolha da plataforma em que o sistema será executado, considerando os objetivos definidos na fase anterior.

Na fase de desenvolvimento, devem ser considerados os resultados dos passos anteriores, associando as mecânicas da aplicação de acordo com os objetivos traçados, avaliando quais os materiais serão utilizados para formar os marcadores de RAM dessa aplicação e como os mesmos serão utilizados. Nesta etapa foi alocada a Diretriz 4, definindo qual tipo de marcadores RAM serão utilizados e qual o material deve ser utilizado para otimizar a leitura e usabilidade destes marcadores.

Na fase de implementação é associada a Diretriz 2, a qual deve selecionar a melhor ferramenta de desenvolvimento para ser utilizada no desenvolvimento da aplicação, conforme as fases anteriores do projeto. Os passos anteriores permitem ao desenvolvedor ter embasamento dos objetivos, do público-alvo e da plataforma de desenvolvimento.

Na fase de avaliação foi alocada a Diretriz 6, nesta etapa do processo, a aplicação está sendo executada de acordo com os passos anteriores. Neste momento é possível a realização da coleta de dados, mensuração e análise, assim permitindo avaliar se os objetivos traçados foram alcançados. Através dessa coleta propor melhorias no processo, alterando objetivos e criando novas perspectivas para a utilização da aplicação no processo

de ensino aprendizagem. Através da análise dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta desenvolvida, realizar a validação e o processo de refinamento que pode ser retomado a partir da fase de análise.

Ao associar as diretrizes de acordo com o modelo ADDIE é definida uma sequência de passos e ações que os desenvolvedores devem seguir para o desenvolvimento de aplicações de RAM para educação, esta sequência de passos tem como objetivo auxiliar os desenvolvedores nesse processo, para cada etapa foram definidas as diretrizes que buscam atender aos principais pontos necessários para a construção dessas aplicações.

As diretrizes criadas são apresentadas<sup>1</sup> seguindo a sequência proposta na Tabela 1, seguindo as instruções adaptadas da ADDIE.

#### **4.1. Diretriz 5 - Definir as pessoas envolvidas no projeto**

Nesta diretriz são determinadas as pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento uma aplicação de RAM. Ainda também devem ser consideradas as pessoas envolvidas no processo de ensino aprendizagem.

#### **4.2. Diretriz 3 – Definir o foco da aplicação**

Na Diretriz 3 é definido o foco que a aplicação procura atender, através da pesquisa realizada durante o MSL as principais abordagens identificadas dentro da amostragem foram classificadas em três áreas de estudo principais: aprendizagem, estudo de avaliação ou comparação ou verificação das impressões do usuário (user experience) em relação a uma aplicação. Esta classificação foi elaborada através da avaliação dos artigos selecionados durante a pesquisa (MSL), considerando também, os autores de RAM utilizados nas referências dos mesmos.

#### **4.3. Diretriz 1 – Definir plataforma e ambiente da aplicação**

Na Diretriz 1, é selecionada a plataforma onde a aplicação será executada, sendo definido também o ambiente no qual a mesma será desenvolvida e a forma de sua execução. Neste momento são definidos os critérios de infraestrutura para essa aplicação, escolhendo a temática e os padrões de usabilidade, compatibilidade e desempenho que a mesma deve possuir.

#### **4.4. Diretriz 4 – Definir marcadores de RAM**

Nesta diretriz são definidos os principais tipos de marcadores de RAM que podem ser utilizados pelos desenvolvedores para o desenvolvimento de aplicações, identificando quais podem ser melhor adaptados em relação ao tipo de aplicação a ser desenvolvida, bem como, quais tipos podem apresentar melhor resposta para utilização no ambiente definido.

#### **4.5. Diretriz 2 – Definir ferramentas**

Esta diretriz determina as ferramentas que devem ser utilizadas para o desenvolvimento da aplicação, as mesmas devem estar alinhadas com as definições do ambiente e da plataforma de aplicação, observando as etapas propostas pela Diretriz 1.

---

<sup>1</sup>As diretrizes foram apresentadas de forma sumarizada por questões de restrição de espaço. A versão completa está disponível em: [Nunes et al. 2023].

#### **4.6. Diretriz 6 – Definir forma de avaliação**

Nesta diretriz devem ser identificados os métodos que serão utilizados para avaliar a aplicação e o ensino aprendizagem definidos nas diretrizes anteriores, esta etapa ainda se dedica a fazer a avaliação da aplicação de forma qualitativa e quantitativa considerando os principais índices que a aplicação se propõe a atender de acordo com sua temática.

### **5. Avaliação e Validação Conjunto de Diretrizes**

De maneira a avaliar as diretrizes propostas, em uma primeira etapa, foi definido o envio do conjunto de diretrizes a um painel de especialistas, coletando informações e sugestões pertinentes para obter um feedback sobre as impressões dos mesmos sobre as diretrizes definidas pela pesquisa. Foram apresentados também os detalhamentos que cada diretriz procura abordar em cada etapa do desenvolvimento das aplicações RAM. Com este feedback, validar e refinar estas diretrizes propostas em uma nova versão deste conjunto de diretrizes, observando possíveis contribuições propostas pelos especialistas e também inserção ou atualização de novos critérios dentro do conjunto de diretrizes.

Para embasar os especialistas sobre a construção do conjunto de diretrizes, foi anexado um relatório resumido apresentando os critérios observados para a construção do conjunto de diretrizes, detalhando também as 6 diretrizes propostas e sua relação com o modelo ADDIE.

A avaliação foi realizada através de um questionário digital, apresentando inicialmente um texto introdutório descrevendo quais os principais pontos que foram observados durante o MSL juntamente com os critérios que nortearam a construção das diretrizes. O mesmo foi elaborado apresentando questões binárias, como uma opção mais simples de coleta dados, considerando o tamanho da amostra encontrada na pesquisa, questões discursivas, totalizando 24 questões. Ao final do questionário um espaço para uma avaliação escrita dos especialistas, para que os mesmos apresentem suas considerações sobre o processo de uma forma geral e também com sugestões para melhorias ou críticas sobre o conjunto de diretrizes proposto.

As questões iniciais estão associadas aos campos selecionados para a criação de critérios de construção das diretrizes, abordando também se os critérios definidos através da pesquisa foram adequados para a criação de diretrizes em relação a RAM. O questionário foi enviado ao total de 14 especialistas, conseguindo um retorno de 5 avaliações de especialistas ao total. A partir desses retornos, a proposta foi revisada, permitindo um refinamento das diretrizes a partir dos dados coletados.

### **6. Considerações Finais**

Este trabalho identificou na literatura a possibilidade da existência de diretrizes que pudessem ser empregadas como referência no desenvolvimento de aplicações de RAM na educação. Ao identificar a inexistência de diretrizes organizadas e voltadas a este objetivo, este trabalho, por meio de um mapeamento sistemático da literatura, construiu um conjunto de diretrizes observando os principais critérios definidos na pesquisa e alinhados ao modelo ADDIE.

Após a elaboração deste conjunto de diretrizes, foi realizado o envio do mesmo a um painel de especialistas, que por intermédio de um questionário, avaliaram as diretrizes de forma a validá-las, agregando ainda sugestões e questionamentos para contribuir



com a atualização deste conjunto proposto. Assim, foram possíveis melhorias no conjunto proposto, atualizando e embasando este conjunto de maneira a tornar o mesmo mais completo e de fácil entendimento aos desenvolvedores.

Como trabalhos futuros, a utilização deste conjunto de diretrizes para a construção de uma aplicação de RAM para educação, observando os passos propostos pelas diretrizes e definindo a sua avaliação de acordo com os resultados obtidos, com o objetivo de novas atualizações desse conjunto para uma validação e melhoria destes processos de forma prática.

## **Agradecimentos**

Este trabalho foi financiado pelo CNPq/MCTI/FNDCT n. 18/2021 projeto n. 405973/2021-7 (Edital Universal) e projeto n. 306356/2020-1 (DT2).

## **Referências**

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., and MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE computer graphics and applications*, 21(6):34–47.
- Batubara, B. M. (2021). The problems of the world of education in the middle of the covid-19 pandemic. *Budapest International Research and Critics Institute (BIRCI-Journal): Humanities and Social Sciences*, 4(1):450–457.
- Billinghurst, M. and Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *Computer*, 45(7):56–63.
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., and Huang, R. (2017). A review of using augmented reality in education from 2011 to 2016. *Innovations in smart learning*, pages 13–18.
- Cronholm, S. (2009). The usability of usability guidelines: a proposal for meta-guidelines. In *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Australian Computer-Human Interaction Special Interest Group: Design: Open 24/7*, pages 233–240.
- De Paolis, L. T., Gatto, C., Corchia, L., and De Luca, V. (2023). Usability, user experience and mental workload in a mobile augmented reality application for digital storytelling in cultural heritage. *Virtual Reality*, 27(2):1117–1143.
- de Sá Filho, P. and da Silva Dias, R. (2019). Realidade virtual e aumentada: Uma metodologia ativa a ser utilizada na educação. *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, 6(4):94–101.
- Gale, S. (1996). A collaborative approach to developing style guides. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 362–367.
- Gumussoy, C. A. (2016). Usability guideline for banking software design. *Computers in Human Behavior*, 62:277–285.
- Kawashima, T., Imamoto, K., Kato, H., Tachibana, K., and Billinghurst, M. (2001). Magic paddle: A tangible augmented reality interface for object manipulation. In *Proc. of ISMR2001*, pages 194–195.
- Leffa, V. J. (2006). O dicionário eletrônico na construção do sentido em língua estrangeira. *Cadernos de tradução*, 2(18):319–340.

- Maiti, A., Maxwell, A. D., and Kist, A. A. (2017). Using marker based augmented reality and natural user interface for interactive remote experiments. In *2017 4th Experiment@ International Conference (exp. at'17)*, pages 159–164. IEEE.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., and Kishino, F. (1995). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Telem manipulator and telepresence technologies*, volume 2351, pages 282–292. Spie.
- Nada, A. (2015). Addie model: American international journal of contemporary research.
- Nunes, A. B. et al. (2023). Diretrizes para aplicação de realidade aumentada móvel com foco no ensino de ciências da natureza.
- Reed, P., Holdaway, K., Isensee, S., Buie, E., Fox, J., Williams, J., and Lund, A. (1999). User interface guidelines and standards: progress, issues, and prospects. *Interacting with Computers*, 12(2):119–142.
- Silva, A. R. L. d. et al. (2013). Diretrizes de design instrucional para elaboração de material didático em ead: uma abordagem centrada na construção do conhecimento.
- Smith, P. L. and Ragan, T. J. (2004). *Instructional design*. John Wiley & Sons.
- Sumadio, D. D. and Rambli, D. R. A. (2010). Preliminary evaluation on user acceptance of the augmented reality use for education. In *2010 second international conference on computer engineering and applications*, volume 2, pages 461–465. IEEE.
- Tori, R. and da Silva Hounsell, M. (2020). Introdução a realidade virtual e aumentada. *Sociedade Brasileira de Computação*.
- Valente, J. A. (2018). Inovação nos processos de ensino e de aprendizagem: o papel das tecnologias digitais. *Tecnologia e educação: passado, presente e o que está por vir. Campinas, SP: NIED/UNICAMP*.