

Relação entre Mobile Learning e Realidade Aumentada (RA): articulações e fatores de engajamento por parte do usuário – uma revisão integrativa

Relationship between Mobile Learning and Augmented Reality (AR): articulations and user engagement factors – an integrative review

Maicon Bernert Puppi, Luciane Maria Fadel

mobile learning, realidade aumentada, engajamento, revisão integrativa

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA) aplicada ao processo de *mobile learning* é um fenômeno que tem se ampliado no contexto educacional. No entanto, sabe-se pouco sobre como ocorre o engajamento do usuário em atividades desse fenômeno. O objetivo desse trabalho é fazer uma análise do estado da arte dessa relação (RA + *m-learning* + engajamento do usuário). Para tanto, utilizou-se o método de Revisão Integrativa (RI), através de um modelo proposto. Verifica-se um conjunto de efeitos de uso no aprendiz em *m-learning* com RA, entre os quais ressaltam-se o "prazer", o "entusiasmo" e a "curiosidade". Impactos como a "gestão de diálogo", "de tempo" e "a melhora no agrupamento de informações" também foram observados. Através da análise dos artigos foram elencados modos de articulação entre *m-learning* e RA, além de fatores para o engajamento do usuário. Como conclusão, destacam-se a importância da compreensão do fator "engajamento" no processo tecnológico-educacional. O valor do designer da informação como agente de ponderação na real necessidade (ou não) de se aplicar uma nova tecnologia de RA, ainda em desenvolvimento, numa abordagem educacional móvel, também deve ser salientado. Futuras pesquisas podem se voltar ao aprimoramento do modelo de RI desenvolvido, bem como à aplicação do levantamento em projetos teórico-práticos envolvendo RA + *m-learning*, como ensaios com o usuário.

mobile learning, augmented reality, engagement, integrative review

The Augmented Reality (AR) technology applied to the mobile learning process is a phenomenon that has been expanding in the educational context. Likewise, little is known about how user engagement occurs in activities of this phenomenon. Main goal of this work is analyzing state-of-the-art of this relationship (AR + m-learning + user engagement). For this purpose, we use the Integrative Review (IR) method, through a proposed model. There is a set of use effects on the learner in m-learning with AR, among which "pleasure", "enthusiasm" and "curiosity" stand out. Impacts such as "dialog management", "time management" and "improvement in information grouping" were also verified. Through paper's analysis, modes of articulation between m-learning and AR were listed, as well as factors for user engagement. In conclusion, we highlight the importance of understanding the "engagement" factor in technological-educational process. Value of the information designer as a balancing agent in the real need (or not) to apply a new AR technology, still under development, in a mobile educational approach, should also be highlighted. Future research may focus on improving the developed integrative review model, as well as applying these results in theoretical-practical projects involving RA+ m-learning, such as user tests.

Contextualização do tema

O consumidor brasileiro está comprando menos computadores de mesa (i.e., *desktops*) se comparado à compra dos ditos "computadores de mão". De acordo com pesquisa anual realizada pelo Centro de Tecnologia de Informação Aplicada da FGV EAESP, dos 464 milhões de dispositivos computacionais de uso pessoal ativos existentes no Brasil em 2023, 215 milhões (49%) são computadores e 249 milhões (51%) são os dispositivos de mão. Como a venda anual atual destes últimos é cerca de 3 vezes maior que a dos primeiros (Meirelles, 2023, pp. 5–9), pode-se afirmar que a diferença na frequência do uso de ambos (com a crescente dos dispositivos móveis, mais comprados e consequentemente mais usados) tende a aumentar, de acordo com a mesma pesquisa.

O mais representativo desses computadores de mão é, atualmente, o celular *smartphone* – tanto na diversidade de modelos quanto na sua quantidade de usuários. Por *smartphone* define-se, segundo Love (2005) e Choi & Lee (2011), os dispositivos híbridos entre telefones celulares e PDAs (*Personal Digital Assistants*). Enquanto os primeiros (celulares) trouxeram aos *smartphones* a característica da mobilidade na comunicação via telefone, os segundos (PDAs) trouxeram as funcionalidades do computador em um aparelho reduzido e portátil.

O processo de aprendizagem via Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) foi vinculado, durante muito tempo, aos computadores fixos – sendo chamado de *eletronic learning* (*e-learning*). Com a expansão do uso dos dispositivos de interação móvel (DIMs), especialmente o *smartphone*, também se iniciou a adoção de tais dispositivos para o ensino-aprendizagem – o que ficou definido como *mobile learning* (*m-learning*).

Essa mudança no processo vai além da troca de dispositivos (fixo pelo móvel): ela envolve uma nova (e necessária) formulação do design e da entrega de conteúdos, bem como da interação do usuário com a interface móvel. O estudo/pesquisa do *m-learning* como processo de aquisição de conhecimento, aliando-o a outras (novas) tecnologias e visando uma melhoria na experiência do usuário (i.e., seu engajamento, sua interação e receptividade de conteúdos) será discorrido nesse trabalho. Ele abordará um contexto específico: **o uso da Realidade Aumentada (RA) no processo de ensino-aprendizagem móvel.**

Por Realidade Aumentada entende-se o ambiente proporcionado por uma tecnologia na qual "os usuários veem o mundo real com objetos virtuais sobrepostos ou compostos com ele" (Azuma, 1997, p. 2). Isso ocorre diferentemente da chamada Realidade Virtual, que imerge o usuário completamente em um ambiente sintético, artificial, "produzido por computador"; impossibilitando-o de ver o mundo real ao redor dele, enquanto está no virtual. Desta forma, "a RA complementa a realidade, ao invés de substituí-la completamente", de acordo com Azuma (1997, p. 2).

Mas como ocorre a relação da RA com o processo de *mobile learning*? Quais são os efeitos da RA no usuário que interage com dispositivos móveis para seu processo de ensino-aprendizagem? Quais são as pesquisas e como elas abordam a (atual) relação desses dois fenômenos (*m-learning* e RA)?

Através de uma Revisão Bibliográfica Sistemática, do tipo "Revisão Integrativa" será demonstrado o atual estado da arte dessa temática. Após esse levantamento, são relacionados os resultados obtidos ao papel do designer da informação.

Problema de pesquisa

Levando-se em consideração os fatores e desdobramentos apontados na "Contextualização", foi estabelecida a seguinte pergunta de pesquisa:

Como se articula a relação entre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) e o processo de mobile learning, levando-se em consideração o engajamento do usuário de m-learning?

Objetivo

Como objetivo deste levantamento bibliográfico foi estabelecido o seguinte:

Identificar, elencar e analisar, através de revisão bibliográfica sistemática (RBS) do tipo "Revisão Integrativa" (RI), o estado da arte da relação entre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) e o processo de mobile learning, abordando os fatores de engajamento do usuário interator no contexto de m-learning.

2 Referencial teórico

O conceito de *m-learning* evoluiu (e ainda evolui) conforme o próprio uso da tecnologia móvel e os paradigmas que a acompanham evoluem. Na medida em que eram somente centrados no dispositivo (e.g., Quinn, em 2000, definindo *m-learning* como "um tipo de *e-learning* através de dispositivos móveis"); os conceitos passaram a uma abordagem menos "tecnocentrada" (e.g., Crompton, em 2013, com "aprender em múltiplos contextos, por meio de interações sociais e de conteúdos, usando dispositivos eletrônicos pessoais"; ou Matias e Wolf, em 2013, com "não é apenas o aprendizado que se baseia no uso de dispositivos móveis, mas também o aprendizado que é mediado em vários contextos usando dispositivos móveis portáteis").

De acordo com Moreira et al. (2018), *mobile learning* pode ser considerado uma evolução natural do *eletronic learning*. No entanto, com uma comunicação mais eficaz, pois dispõe de mecanismos poderosos e personalizáveis. *M-learning* é, definitivamente, uma nova maneira onde qualquer aluno, de qualquer idade e nível escolar, pode estudar e acessar materiais de aprendizagem a qualquer hora, em qualquer lugar (Moreira et al., 2018).

Há alguns pontos, todavia, que devem ser levados em consideração, quando se trata de *m-learning* e suas reais possibilidades. Sharples (2010) aponta para os seguintes:

- (1) O envolvimento do usuário com as tecnologias móveis, pois o pressuposto é que os alunos se desloquem, fisicamente, de um espaço para outro (sala de aula, biblioteca, transporte público) e, no ambiente virtual, de tópico a tópico.
- (2) A compreensão de que não são unicamente necessários ambientes formais para ocorrer a aprendizagem – ela pode ocorrer em contexto informal, igualmente.

(3) Notar que *m-learning* é um processo ativo de construção de conhecimento e habilidades – e esse processo se dá, na prática, em um grupo ou comunidade.

É importante destacar que *m-learning* é uma "tendência em pesquisa no campo da educação que aborda a mobilidade em diferentes dimensões, como a mobilidade tecnológica, a mobilidade estudantil e a mobilidade de professores e da própria aprendizagem" (Al-Emran & Shaalan, 2015).

Por sua vez, a Realidade Aumentada (RA) pode ser encarada como uma técnica ou tecnologia. Ela é notável, pois "combina o mundo real e virtual através de informações contextuais assistidas por computador impostas a objetivos do mundo real" (Cai et al., 2014; Milgram & Kishino, 1994). Como uma de suas características, pode-se ressaltar o fato de que ela atua na complementação de algumas representações gráficas que são de difícil visualização para pessoas comuns, especialmente em seu aprendizado (Chen e Liu, 2020).

A aceitação e o engajamento por parte do usuário

Azuma (1997) defende que a combinação dos ambientes reais e virtuais para ter interação em tempo real pode trazer aos usuários um senso de engajamento e imersão nos cenários em que usam a RA (e também a RV, Realidade Virtual). Essa ideia é corroborada pela de Chen e Liu (2020), mais recente, em que a manipulação de interfaces tangíveis pode fornecer aos alunos uma sensação de controle e promover processos de aprendizagem ativos, tanto no domínio afetivo quanto no domínio cognitivo.

Com isso, RA se apresenta como um "caminho para promover engajamento de estudantes em atividades de aprendizagem" (Chen & Liu, 2020, p. 2). A imersão que ela provoca, aliada a atividades de colaboração (facilmente projetadas em ambientes *m-learning*) e à aprendizagem ativa, ajudam na motivação do usuário em sua trajetória de aquisição de conhecimento.

3 Procedimentos metodológicos

O estudo do tema apresentado será através de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), mais precisamente, de Revisão Integrativa (RI). Para o desenvolvimento da RI foram combinados dois modelos de Revisão Bibliográfica Sistemática, formando um único a ser utilizado. Trata-se do **Método Cochrane para RSL** (Higgins et al., 2019) e do **Roteiro para RBS** (Conforto et al., 2011). A figura 1 apresenta o modelo de aplicação criado para essa Revisão Integrativa. Ele está dividido em 3 grandes partes: "Entrada", "Processamento" e "Saída" – assim como faz Conforto et al. (2011), em seu modelo.

Na "Entrada", define-se os elementos essenciais que norteiam a pesquisa (problema, objetivo, fontes/bases de pesquisa e *strings* de busca). As "regras" de como devem ser usados esses elementos são detalhadas nessa fase. No "Processamento", parte-se para a busca de artigos em si: os artigos inicialmente encontrados são submetidos a filtros progressivos ("manualmente", através da leitura do pesquisador) e, a partir deles, selecionados para o banco

de dados ou eliminados da pesquisa. Na "Saída", finalmente, os artigos do banco de dados formado recebem, um a um, o fichamento síntese de seu conteúdo. Observe:

Figura 1: Modelo para o desenvolvimento da Revisão Integrativa (produção dos autores)

Modelo para o desenvolvimento da Revisão Integrativa
ENTRADA
1 Problema 1.1 Formulação da Pergunta: Como se articula a relação entre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) e o processo de <i>Mobile Learning</i> , levando-se em consideração a aceitação e o engajamento do usuário de <i>m-learning</i> ? 1.2 Definição / identificação das palavras-chave iniciais da Revisão: <i>Mobile Learning</i> ; Realidade Aumentada; Engajamento, Design de Interação; <i>User Experience</i> . <i>Os termos equivalente em inglês também foram considerados e usados, devido ao grande número (maior do que em Português) de produções científicas naquele idioma. Acrescentou-se, então, os seguintes termos aos já citados: <u>Augmented Reality</u>; <u>Engagement</u>; <u>Interaction Design</u> – observando que os outros termos já são em inglês no seu uso comum.</i>
2 Objetivo Identificar, elencar e analisar, através de revisão bibliográfica sistemática (RBS) do tipo "Revisão Integrativa" (RI), o estado da arte da relação entre a tecnologia de Realidade Aumentada (RA) e o processo de <i>Mobile Learning</i> , abordando a aceitação e o engajamento do usuário interator no contexto de <i>m-learning</i> .
3 Nome(s) da(s) fonte(s) de pesquisa Uso de 2 grandes bases de dados, indicadas no Portal de Periódicos da Capes: - ACM Digital Library (<u>Association for Computing Machinery</u>) - Science Direct <i>Essas bases foram escolhidas devido à relevância e abrangência nas áreas em que os termos de pesquisa (i.e., palavras-chave) se inserem. Também, tais bases, foram as sugestões/indicações de pesquisadores mais experientes e que buscam artigos e trabalhos acadêmicos nessa mesma área de pesquisa.</i>

Figura 1: (continuação 1)

<p>4 Strings de busca</p> <p>Neste modelo foram utilizadas <u>strings</u> compostas por 3 termos, provenientes das palavras-chave anteriormente definidas. Como são 5 as palavras-chave, as combinações de <u>string</u> usadas foram apenas as mais relevantes do universo total de <u>strings</u> possíveis na combinação. São elas:</p> <p>Em português:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobile Learning AND Realidade Aumentada AND Design de Interação - Mobile Learning AND Realidade Aumentada AND Engajamento - Mobile Learning AND Realidade Aumentada AND User Experience <p>Em inglês:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobile Learning AND Augmented Reality AND Engagement - Mobile Learning AND Augmented Reality AND Interaction Design - Mobile Learning AND Augmented Reality AND User Experience <p>Foi usado o operador lógico "AND" para a formação de cada string de busca. Desta forma o sistema busca por artigos que contenham os 3 termos em seu conteúdo. Foi igualmente usado somente o termo mobile learning (por extenso), ao invés de m-learning (forma contraída), pela abrangência maior e mais formal do termo por extenso.</p>
<p>5 Critérios de inclusão</p> <p>5.1 Ordenação por data: de janeiro de 2018 (incluindo-o) até agosto de 2022 (período dos últimos 5 anos).</p> <p>5.2 Inclusão por conter os termos procurados (ou termos associados a eles), nos devidos filtros.</p>
<p>6 Critérios de exclusão</p> <p>Artigos, pesquisas, estudos e produção científica em geral anteriores a 5 anos de publicação e em línguas diferentes do português e do inglês.</p> <p><i>As pesquisas, artigos e trabalhos acadêmicos que compõem a "literatura basilar" (muitas dessas referências indicadas por especialistas e pesquisadores da área), bem como as chamadas "referências cruzadas" (i.e., outras referências descobertas através dos artigos encontrados nas bases de dados utilizadas, que se demonstraram úteis e relevantes para o estudo e por isso foram incluídas), não obedeceram a tal filtro temporal. Isto quer dizer que elas poderiam ser anteriores à data do filtro e mesmo assim mantidas por sua relevância.</i></p>
<p>PROCESSAMENTO</p>
<p>7 Condução das buscas</p> <p>Realizadas através das Bases de Dados anteriormente mencionadas.</p>
<p>8 Análise dos resultados das buscas</p> <p>8.1 FILTRO 1 = leitura do título / resumo / palavras-chave.</p> <p><i>Em busca dos artigos que mantivessem os termos da devida string nessas partes do texto. Estes, então, seriam os selecionados nesse filtro. Caso tais termos não fossem ali encontrados, o artigo foi eliminado. Quando houve dúvida em relação ao artigo (i.e., não possui o devido termo nessa parte do texto, mas tem conteúdo útil e pertinente), ele foi mantido na lista de artigos e submetido ao FILTRO 2.</i></p> <p>8.2 FILTRO 2 = leitura da introdução e da conclusão.</p> <p><i>Realizada somente para artigos que passassem (selecionados) pelo FILTRO 1. Artigos com os termos da string no seu devido texto foram selecionados para o FILTRO 3. Artigos sem os termos foram eliminados.</i></p> <p>8.3 FILTRO 3 = leitura completa do artigo.</p> <p><i>Possível eliminação final do artigo nesta etapa ou inclusão do artigo no banco de dados.</i></p>

Figura 1: (continuação 2)

SAÍDA (com os artigos do banco de dados formado)
10 Análise, seguida por síntese e interpretação da produção científica recolhida 10.1 Produção textual de relatório(s) síntese da bibliografia/literatura estudada (após análise textual, produção de síntese). 10.2 Possíveis comentários do pesquisador (interpretação da produção científica, relação com outras produções).

Acima, o modelo desenvolvido já está com os parâmetros da "Entrada" definidos e preenchidos para essa pesquisa, especificamente. Os parâmetros relativos ao "Processamento" e à "Saída", devido a seu teor, são elencados no quadro, mas detalhados com suas respostas no item "4. Resultados".

4 Resultados

Inicialmente em dados brutos, foram 219 as publicações acessadas para o desenvolvimento dessa Revisão Integrativa. Deste total, 84 foram obtidas através da ACM Digital Library e 135 obtidas através da base Science Direct. A ampla maioria das publicações encontradas se deu no idioma inglês: das 3 *strings* em português usadas nas duas bases (conforme mostrado na figura 1), foram encontrados apenas 5 artigos, no período de análise (2018-2022) pré-estabelecido. Os outros 214 artigos encontrados, portanto, vieram de buscas com *strings* em inglês.

A primeira filtragem dos dados foi a de eliminação de arquivos digitais danificados (".pdfs", dos quais os artigos foram baixados e que não abriram). Na base ACM, dos 84 artigos, restaram 75 válidos, após tal separação. Na Science Direct, dos 135 artigos totais, permaneceram 130 válidos. Após isso, foi realizada, nas duas bases, a separação entre os artigos "originais" e os seus duplicados. Fica evidente a grande quantidade de artigos repetidos, verificados nessa separação: foram 26 repetidos para a base ACM e 32 repetidos para a base Science Direct, ao todo. Nessa breve análise inicial, a Science Direct pareceu ser mais eficaz no resultado de buscas – tanto em números totais, quanto na quantidade válida após retirada de duplicados. A figura 2, a seguir, apresenta a compilação da busca inicial de publicações nas duas bases de artigos escolhidas:

Figura 2: dados bibliométricos gerais da Revisão Integrativa, fase de "Entrada" (produção dos autores)

Dados bibliométricos gerais da Revisão Integrativa, fase de "Entrada"			
Strings de busca		ACM	Science Direct
Português:	- <i>Mobile Learning</i> AND Realidade Aumentada AND Engajamento	03	0
	- <i>Mobile Learning</i> AND Realidade Aumentada AND Design de Interação	0	0
	- <i>Mobile Learning</i> AND Realidade Aumentada AND <i>User Experience</i>	02	0
Inglês:	- <i>Mobile Learning</i> AND Realidade Aumentada AND Design de Interação	33	87
	- <i>Mobile Learning</i> AND <i>Augmented Reality</i> AND <i>Interaction Design</i>	17	4
	- <i>Mobile Learning</i> AND <i>Augmented Reality</i> AND <i>User Experience</i>	20	39
TOTAL* POR BASE:		75	130
TOTAL* GERAL:		205	
Exclusão de artigos duplicados:		75 – 26 =	130 – 33 =
Total de artigos não duplicados, que podem ser submetidos a fase de "Processamento" do Modelo de RI:		49	97

*corresponde ao total de artigos "válidos", i.e., sem artigos cujos arquivos ".pdf" estavam danificados.
Fonte: produção do próprio autor.

Para a fase seguinte, de "Processamento", manteve-se as 49 publicações da ACM e as 97 publicações da Science Direct. Nessa fase, como já apresentado no modelo da figura 1, realizou-se a análise dos resultados das buscas através da aplicação dos 3 filtros consecutivos, conforme descrito previamente no modelo.

O "Filtro 1" (leitura de título / resumo / palavras-chave) eliminou, praticamente, todos os artigos que estavam fora de escopo. Os artigos que por ele passaram, ao serem submetidos ao "Filtro 2" (leitura da introdução + leitura da conclusão), passaram diretamente. O mesmo também se deu na submissão ao "Filtro 3" (leitura completa do artigo). Portanto, artigos que passaram pelo "Filtro 1" (mesmo sendo em quantidade reduzida), passaram também pelos "Filtros 2" e "3", chegando à última fase de aplicação do Modelo ("Saída"). A figura 3 ilustra o procedimento descrito acima.

Figura 3: dados bibliométricos da Revisão Integrativa, fase de "Processamento" (produção dos autores)

Dados bibliométricos gerais da Revisão Integrativa, fase de "Processamento"			
		ACM (49 a serem aplicados)	Science Direct (97 a serem aplicados)
PROCESSAMENTO ATRAVÉS DE FILTROS	FILTRO 1 Leitura de: - Título - Resumo - Palavras-chave	$49 - 43 =$ 6	$97 - 85 =$ 12
	FILTRO 2 Leitura de: - Introdução - Conclusão	$6 - 0 =$ 6	$12 - 0 =$ 12
	FILTRO 3 Leitura completa do artigo	$6 - 0 =$ 6	$12 - 0 =$ 12
	FINAL DO PROCESSAMENTO	6 Aptos a serem usados e passados a fase 3 "Saída"	12 Aptos a serem usados e passados a fase 3 "Saída"

Para a fase de "Saída" restaram, então, 6 artigos provenientes da ACM e 12 artigos provenientes da Science Direct. Esses 18 artigos formaram a base final da Revisão Integrativa. Para cada um deles foi produzido fichamento/relatório de síntese de conteúdo (já que suas leituras completas haviam sido feitas no "Filtro 3" do "Processamento"). Esse relatório permitiu analisar de forma mais organizada o conteúdo de cada "artigo finalista", além de possibilitar comparações entre eles – evidenciando semelhanças e diferenças.

As articulações dos conteúdos dos artigos da base final, bem como os possíveis caminhos para se responder à questão de pesquisa, são apresentados no próximo item (5. Discussão).

5 Discussão

É cada vez mais claro que a tecnologia educacional pode melhorar o aprendizado – já que os variados tipos de recursos digitais existentes podem apoiar o ambiente de aprendizagem em si (Jantjies et al., 2018). O rápido desenvolvimento de *smartphones* dos últimos anos proporcionou um ambiente adequado para a tecnologia AR (Hung et al., 2021). Mesmo ambiente propício se observa com o desenvolvimento contínuo dos chamados *HMDs* (*Head-Mounted Displays*, ou, simplesmente, "óculos para realidade aumentada / virtual"). Tais dispositivos, que pareciam distantes do dia a dia do público comum, estão cada vez mais próximos de sua realidade. Esses avanços atingem diferentes pessoas e em contextos também diversificados, incluindo o educacional.

O *mobile learning*, como processo de ensino-aprendizagem com o fator de ubiquidade; e a Realidade Aumentada (RA), como tecnologia cada vez mais popular no ambiente escolar; são exemplos claros dos recursos oferecidos (e também pesquisados cientificamente) na área educacional.

Entre os artigos buscados nessa revisão integrativa que relacionam *m-learning* e RA, cabe destacar o aparecimento, em grande quantidade, de revisões de literatura como resultado nas bases. Exemplos disso são os trabalhos de Jantjies et al. (2018), Arici et al. (2019), Radianti et al. (2020). Esse fenômeno pode estar ocorrendo pela tentativa, por parte dos pesquisadores, de consolidação do tema (ou da união dos dois temas) junto à literatura científica – algo que parece ser ainda recente. Estabelecer os fundamentos teóricos, muitas vezes buscando trabalhos do passado ou recém-feitos, para identificação do estado da arte, demonstra-se como um possível caminho a ser seguido no estabelecimento de pesquisa científica.

É importante ressaltar que, de acordo com Arici et al. (2019) e Li et al. (2020), os projetos de RA aplicados a *m-learning* são atividades ainda não muito bem desenvolvidas, em sua maioria. Tuli e Mantri (2020) destacam o quão difícil pode ser projetar aplicativos de RA: "envolve o design da interface do usuário, geração de conteúdo de acordo com o público-alvo, para que o aplicativo seja de fácil compreensão, interativo, consistente e fácil de usar" (Tuli & Mantri, 2020, p. 679).

Sendo atividades não muito bem exploradas, a união *m-learning* + RA ou, como tratam alguns autores que escrevem seus textos de pesquisa na língua inglesa, a *Mobile Augmented Reality* aplicada a *apps* educacionais, vem apresentando estudos (juntamente com as revisões de literatura) também de caráter mais experimental. Tais estudos se dão em tentativas de estabelecer os fundamentos e relações de seus elementos. É o que comprova o trabalho de Krüger et al. (2022), um estudo experimental desenvolvido em laboratório, analisando as dimensionalidades e as habilidades espaciais quando o usuário da RA em *m-learning* articula com representações 3D (ao invés das 2D das mídias tradicionais). O uso de laboratório para criação do "ambiente misto" de RA, neste caso controlado, é também uma forma de obter conhecimento na área.

Outros trabalhos, igualmente nessa busca por fundamentações numa área com amplo espaço de desenvolvimento, propõem instrumentos de pesquisa (Menon, 2022), modelos e *frameworks* (Mota et al., 2018; Goebert & Greenhalgh, 2020; Hung et al., 2021), fazem coleta de dados (Moreira et al., 2018) e aplicam *surveys* (Baabdullah et al., 2022) em seus públicos-alvo. Esses foram os procedimentos de condução de pesquisa, de caráter metodológico, mais comuns nos artigos filtrados.

Quanto aos públicos investigados há uma divisão. Muitas vezes, trata-se de estudantes de instituições formais, como os relatados por Jantjies et al. (2018), Radianti et al. (2020), Baabdullah et al. (2022), Krüger et al. (2022) e Menon (2022). Há aqueles que dedicam sua atenção a públicos de educação mais elementar. É o caso de López-Faican e Jaen (2020), Li et al. (2020), Tuli e Mantri (2020) e Kao e Ruan (2022). E os que, ainda que em menor número, investigam a RA em *m-learning* para uso dos professores e educadores em geral, como ocorre nos trabalhos de Moreira et al. (2018) e de Mota et al. (2018). Isso porque "apesar do uso intenso de dispositivos móveis na vida dos alunos, o uso de aplicativos móveis de realidade aumentada como ferramentas de aprendizagem não é difundido entre os professores" (Mota et al., 2018). Os professores geralmente são possuidores dos aparelhos, mas, como concluem Moreira et al. (2018, p. 979), têm apenas o "conhecimento sobre como realizar a tarefa mais trivial com seus dispositivos móveis".

Algumas características resultantes das análises das pesquisas filtradas demonstram mais coisas em comuns entre tais pesquisas. Destacam-se **os efeitos causados no usuário aprendiz de RA em *m-learning*** – e como tais efeitos podem ser benéficos (ou não) para seu aprendizado, aquisição real de conhecimento e continuidade de uso. Isso, tanto do processo quanto da tecnologia. A maioria desses "efeitos" são aspectos positivos adquiridos pelo usuário ou que o impulsionam a continuar o uso através de engajamento. López-Faican e Jaen (2020), em seu projeto de jogo, apontam que o produto desenvolvido melhorou a **socialização**, as **habilidades de comunicação** e a **inteligência emocional** em crianças de escola primária, ao interagir com ele (aplicativo). Os mesmos autores, ainda, descrevem os dois "estilos de *gameplay*" que desenvolveram e analisaram (i.e., de competição e de colaboração). Seus resultados apontaram que ambos os estilos desencadearam emoções positivas nos usuários (entusiasmo, prazer e curiosidade). Contudo foi a **versão colaborativa** que demonstrou **maior impacto na afetividade emocional, interação e interesse social** (López-Faican & Jaen, 2020). Essa versão, apoiou, igualmente, a **qualidade de comunicação dos usuários** (com "sustentação de entendimento mútuo"). Os alunos participantes conseguiram administrar a chamada **gestão de diálogo**, fazer o devido **agrupamento de informações relevantes** e chegar a um consenso, quando necessário. A **gestão de tempo** e **interação recíproca** também foi mencionada e analisada por López-Faican e Jaen (2020).

Entre outros efeitos, também de carácter qualitativo, estão os diretamente relacionados às atitudes dos usuários, como dissertam Hung et al. (2021), em seu *framework* de equação estrutural que explora a intenção de continuidade de uso de Realidade Aumentada *mobile* para entretenimento (Hung et al., 2021). Em relação às várias hipóteses de pesquisa verificadas

pelos pesquisadores, destacam-se as da **mobilidade percebida**, do **prazer percebido** e da **conectividade percebida** como fatores exercendo efeito positivo para que o usuário continue utilizando os *apps* móveis de RA. Hung et al. (2021) reforçam que a "atitude dos usuários, as normas subjetivas e o controle comportamental percebido têm impactos positivos significativos na intenção dos usuários de continuar a usar a tecnologia."

Por sua vez, Krüger et al. (2022), tratam das habilidades espaciais bem desenvolvidas pelo usuário móvel de RA, nas suas interações com representações em 3D, como efeitos sobre tal usuário. Como as representações em 3D se demonstraram melhores do que as em 2D, acabaram por também causar maior engajamento dos usuários nesta pesquisa.

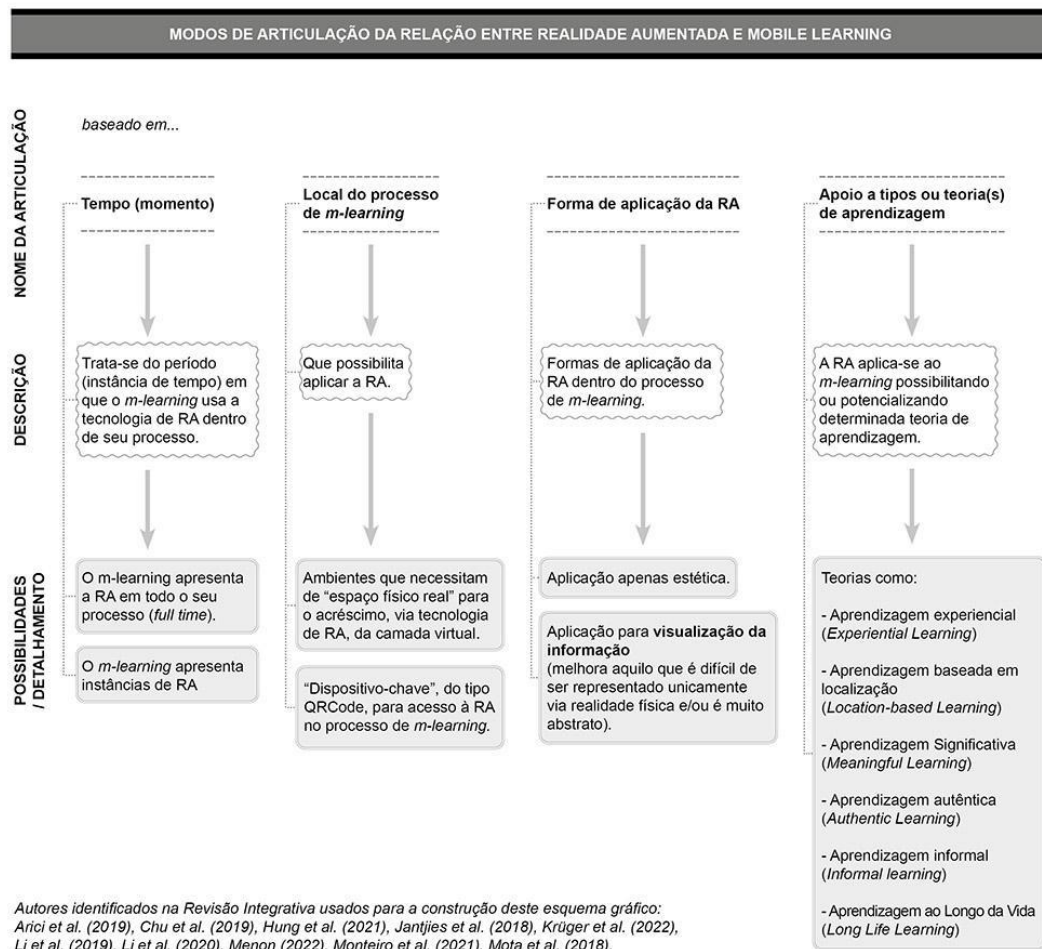
Goebert e Greenhalgh (2020), em seu *framework* de análise do aceite à tecnologia por parte do usuário, destacam a importância do **apelo visual como fator de engajamento**. É por interfaces e interações bem projetadas que o usuário se sente mais atraído e disposto a aceitar e se engajar numa jornada de uso de RA *mobile*, num processo de aprendizagem. Entra, aí, a importância do *visual design* e de seu funcionamento em tais tipos de interface.

Junto ao *visual design*, à interação e à interface, existe um elemento de extrema importância para o engajamento – e que também aparece na Revisão Integrativa: é a **usabilidade**. Tuli e Mantri (2020) fazem uma **proposta de princípios de usabilidade para apps m-learning com o uso de RA**, e são os pesquisadores que mais se aprofundaram nessa questão, pelas descobertas dessa Revisão Integrativa. Dos 23 princípios que eles propõem, todos têm maior ou menor proximidade à questão de engajamento do usuário. Pode-se citar a **acurácia** (eficácia), **learnability** (facilidade de aprendizado), **satisfação**, **ser orientação ao usuário** (i.e., *user-oriented*), **consistência**, **facilidade de customização / de personalização** (i.e., *customisability*) como sendo alguns dos princípios que melhor se relacionam com o engajamento do usuário, isto é, são melhor capazes de trazer e manter o usuário no processo.

Articulação da relação entre RA e m-learning

Visando descrever o modo como ocorre a articulação da relação entre a RA e o *m-learning*, baseando-se nos artigos levantados na RI, chega-se a **quatro pilares de articulação**: "tempo", "local", "forma de aplicação da RA" e "apoio à alguma teoria de aprendizagem". Cada um deles demonstra, de forma concisa, como a RA e o *m-learning* agem mutuamente, influenciando um ao outro no processo, como apresenta a figura 4.

Figura 4: quatro "pilares de articulação" (produção dos autores)

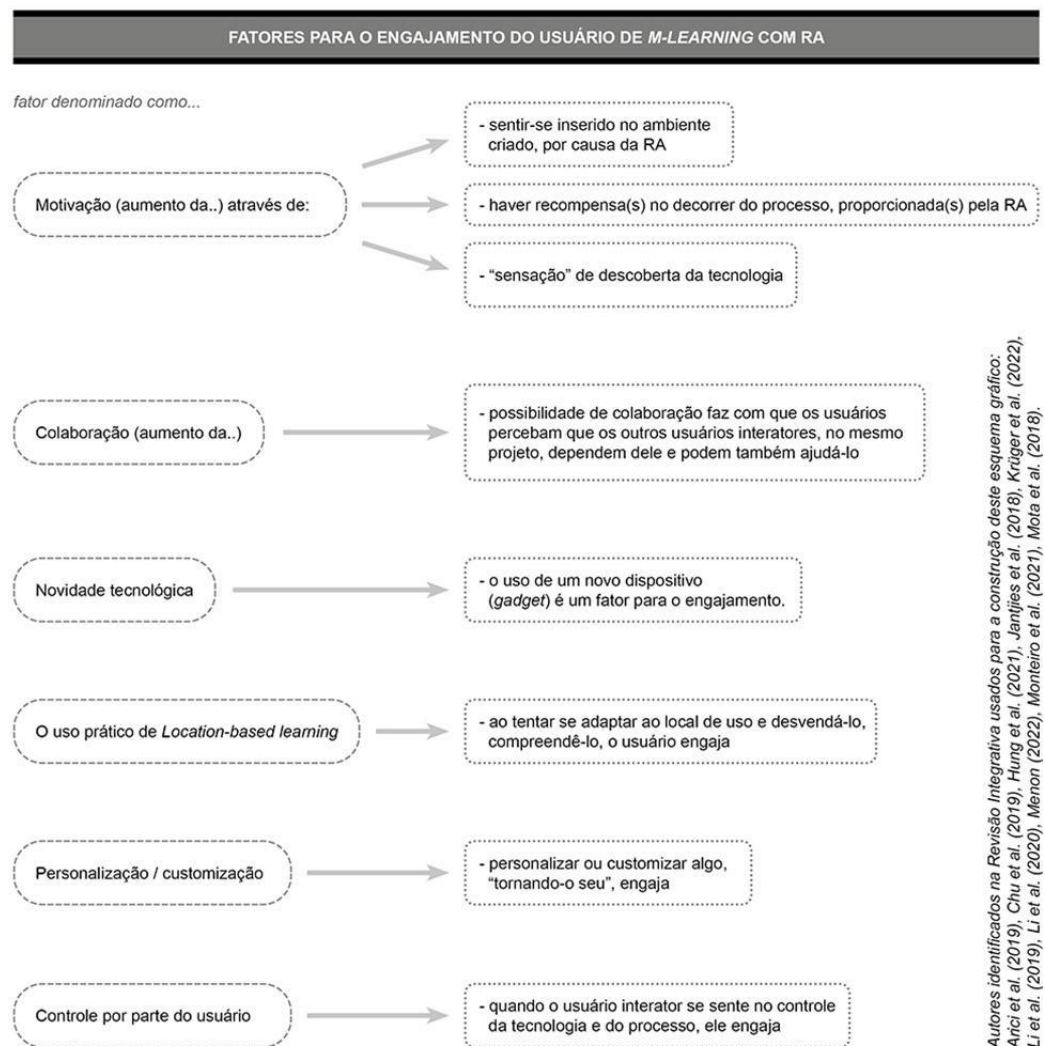


Nota-se que a aplicação da RA pode ocorrer em instâncias de tempo do processo de *m-learning* (mais comum do que seu uso *full time*). Ela também depende de espaços físicos (local) para a aplicação da camada virtual (Chu et al., 2019) ou de dispositivos extras, como o QRCode (Arici et al., 2019). Quando apresenta propósitos objetivos, como melhoria ou potencialização da visualização da informação ("forma de uso da RA") e quando suporta e/ou auxilia teorias de aprendizagem já consolidadas (Jantjies et al., 2018) seu uso torna-se realmente justificável.

Fatores para o engajamento do usuário

Os modos de articulação acima descritos possibilitam vários dos fatores de engajamento que estão listados e explanados abaixo, na figura 5. Nela, estão identificados fatores como motivação, colaboração, novidade tecnológica, *location-based learning*, personalização e controle do usuário – todos identificados através da RI.

Figura 5: fatores para o engajamento do usuário de *m-learning* com RA (produção dos autores)



Exemplos de relação entre modo de articulação (RA x *m-learning*), da figura 4 e o engajamento do usuário da figura 5 residem em:

- Modo de articulação baseado em "local do processo de *m-learning*", no qual ambientes que necessitam de espaço físico para acréscimo da camada virtual de RA (figura 4) podem promover o engajamento via "controle por parte do usuário" (fator que consta na figura 5).
- Modo de articulação baseado na "forma de aplicação da RA", no qual se potencializa, pela RA, a visualização da informação de objetos complexos (figura 4), pode promover o engajamento via "motivação" do tipo "inserção do ambiente criado por causa da RA". Pode, igualmente, promover engajamento via "controle do usuário", na medida em que o usuário interage e manipula a forma com que visualiza o objeto, mostrando "estar em

seu controle”. Todas as duas, causando, como comprovado por autores da RI, engajamento.

- O *location-based learning*, que age como fator de engajamento (quando o usuário busca mais interação para se adaptar e entender o local em que está, no processo), é por si só, também, um modo de articulação (RA x *m-learning*) baseado em "apoio à teoria de aprendizagem".

6 Considerações Finais

Ao buscar a resposta para a questão de pesquisa, chegou-se aos fatores de engajamento para o usuário interator do processo *m-learning* com tecnologia de RA, bem como aos modos de articulação da relação entre *m-learning* e RA, como descrito no item anterior. É necessário reforçar que os chamados "modos de articulação" entre os dois constructos (i.e., *mobile learning* e realidade aumentada) são as "peças que sustentam e que podem promover diretamente" o engajamento do usuário que participa desse tipo de processo de ensino-aprendizagem. As duas figuras elaboradas como resultado compõem um "esboço gráfico-conceitual preliminar", vindo a partir da Revisão Integrativa desenvolvida e dos conceitos e descrições que seus artigos levantados propõem. Ele poderá ser ampliado, refinado e modificado com novos artigos estudados, pois, certamente, há outros modos de articulação entre RA e *m-learning* que não estão descritos aqui (não observados nas pesquisas da RI) e que podem promover os fatores de engajamento já descritos ou ainda promover outros fatores a serem levantados. Há, igualmente, modos de articulação que não promovem fator de engajamento – compondo aí espaço temático para futuras pesquisas

Os efeitos de uso da RA em *m-learning*, "no seu aprendiz interator"

É válido, aqui, destacar as emoções positivas do usuário, como o prazer, entusiasmo e curiosidade ao usar RA em *m-learning*, provenientes da aplicação do estilo colaborativo de uso do processo (mais do que o estilo competitivo). Detectou-se, também, como efeito: a mobilidade percebida, a conectividade percebida e o controle comportamental percebido.

Além desses efeitos, os usuários conseguiram, de acordo com alguns projetos analisados, fazer a gestão de tempo e de diálogo, realizar o agrupamento de informações pertinentes a eles e seu aprendizado e manter a interação recíproca com outros aprendizes e os professores / tutores. Tudo isso influenciou para uma melhora da aceitação e do engajamento de tais usuários, como dizem os autores.

Importância do levantamento

Salienta-se a importância do levantamento de tais fenômenos para uma possível melhoria da inserção de RA em *m-learning* "na prática", levando em consideração os fatores de engajamento do usuário. Esse levantamento pode ser aplicado em projetos teórico-práticos

(experimentos ou quase-experimentos, ensaios com o usuário, entre outros) que visem desenvolver e consolidar de forma precisa essa área.

O Designer da Informação e a ponderação em aplicar a RA em projetos de *m-learning*

Como afirma Tori (2009, p. 55), a decisão pelo uso da tecnologia de RA não deve ser "tomada de forma precipitada e sem cotejamento com outras possíveis soluções". Cabe ao Designer da Informação ponderar, além do planejamento e configuração da mensagem (SBDI, 2020), a análise da necessidade; e avaliar a relação custo-benefício de cada projeto (Tori, 2009, p. 55). E isso estende-se também para o atual contexto tecnológico-educacional.

Pode-se afirmar, a partir dos trabalhos aqui coletados, que RA no contexto educacional móvel ainda carece de mais pesquisas e testes com foco no Design da Informação. Os projetos "nesta seara" são bastante práticos e com a teoria voltada mais ao desenvolvimento da tecnologia. Há um campo enorme, entretanto, que pode envolver a visualização da informação que a RA potencializa em *m-learning* e que é de estudo exatamente do Design da Informação. É necessário, como propõe Tori (2009, p. 50), tomar o devido cuidado para não misturar os requisitos do problema (informacional) com os requisitos da possível tecnologia.

Futuras pesquisas

Para futuras pesquisas pretende-se aprimorar o Modelo inicialmente proposto, continuando a aplicação dele em RI, porém refinando a construção de *strings* e as análises dos artigos selecionados. As buscas por novas bases também são necessárias. A ampliação e o refinamento dos gráficos apresentados nas figuras 4 e 5, com o alcance de novas pesquisas via RI e através de testes com usuários, também serão pautados.

Referências

- Al-Emran, M., & Shaalan, K. (2015). Learners and educators attitudes towards mobile learning in higher education: State of the art. In *2015 International Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI)* (pp. 907-913). IEEE.
- Arici, F., Yildirim, P., Caliklar, Ş., & Yilmaz, R. M. (2019). Research trends in the use of augmented reality in science education: Content and bibliometric mapping analysis. *Computers & Education*, 142, 103647.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Baabdullah, A. M., Alsulaimani, A. A., Allamnakhrah, A., Alalwan, A. A., Dwivedi, Y. K., & Rana, N. P. (2022). Usage of augmented reality (AR) and development of e-learning outcomes: An empirical evaluation of students'e-learning experience. *Computers & Education*, 177, 104383.
- Ballard, B. (2007). *Designing the mobile user experience*. John Wiley & Sons.
- Cai, S., Wang, X., & Chiang, F. K. (2014). A case study of Augmented Reality simulation system

- application in a chemistry course. *Computers in human behavior*, 37, 31-40.
- Chang, S. C., & Hwang, G. J. (2018). Impacts of an augmented reality-based flipped learning guiding approach on students' scientific project performance and perceptions. *Computers & Education*, 125, 226-239.
- Chen, S. Y., & Liu, S. Y. (2020). Using augmented reality to experiment with elements in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 111, 106418.
- Choi, J. H., & Lee, H. J. (2012). Facets of simplicity for the smartphone interface: A structural model. *International Journal of Human-Computer Studies*, 70(2), 129-142.
- Conforto, E. C., Amaral, D. C., & Silva, S. D. (2011). Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. *Trabalho apresentado*, 8.
- Crompton, H. (2013). A Historical Overview of M-Learning: Toward Learner-Centered Education Through the study of recent histories. In *Handbook of Mobile Learning* (pp. 41-52). Routledge.
- Cybis, W., Betiol, A. H. F. R., & Faust, R. (2007). Ergonomia e usabilidade: Conhecimentos. *Métodos e Aplicações*, Novatec.
- Goebert, C., & Greenhalgh, G. P. (2020). A new reality: Fan perceptions of augmented reality readiness in sport marketing. *Computers in Human Behavior*, 106, 106231.
- Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2019). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. John Wiley & Sons.
- Hung, S. W., Chang, C. W., & Ma, Y. C. (2021). A new reality: Exploring continuance intention to use mobile augmented reality for entertainment purposes. *Technology in Society*, 67, 101757.
- Jantjies, M., Moodley, T., & Maart, R. (2018). Experiential learning through virtual and augmented reality in higher education. In *Proceedings of the 2018 international conference on education technology management* (pp. 42-45).
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2009). The fairyland of Second Life: Virtual social worlds and how to use them. *Business horizons*, 52(6), 563-572.
- Kao, G. Y. M., & Ruan, C. A. (2022). Designing and evaluating a high interactive augmented reality system for programming learning. *Computers in Human behavior*, 132, 107245.
- Krüger, J. M., Palzer, K., & Bodemer, D. (2022). Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities. *Computers and Education Open*, 3, 100065.
- Li, J., Van der Spek, E. D., Hu, J., & Feijs, L. (2019). Turning your book into a game: improving motivation through tangible interaction and diegetic feedback in an AR mathematics game for children. In *Proceedings of the annual symposium on computer-human interaction in play* (pp. 73-85).
- Li, J., Van der Spek, E. D., Yu, X., Hu, J., & Feijs, L. (2020). Exploring an augmented reality social learning game for elementary school students. In *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference* (pp. 508-518).
- López-Faican, L., & Jaen, J. (2020). EmoFindAR: Evaluation of a mobile multiplayer augmented reality game for primary school children. *Computers & Education*, 149, 103814.

- Love, S. (2005). *Understanding mobile human-computer interaction*. Elsevier.
- Matias, A., & Wolf, D. F. (2013). Engaging students in online courses through the use of mobile technology. In *Increasing student engagement and retention using mobile applications: Smartphones, Skype and texting technologies*. Emerald Group Publishing Limited.
- Meirelles, F. S. (2023). Pesquisa anual de uso de TI nas empresas. *Fundação Getúlio Vargas*. <https://eaesp.fgv.br/sites/eaesp.fgv.br/files/u68/pesti-fgvicia-2023-resumoppt.pdf>
- Menon, D. (2022). Uses and gratifications of educational apps: A study during COVID-19 pandemic. *Computers and Education Open*, 3, 100076.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Moreira, F., Pereira, C. S., Durão, N., & Ferreira, M. J. (2018). A comparative study about mobile learning in Iberian Peninsula Universities: Are professors ready?. *Telematics and Informatics*, 35(4), 979-992.
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018). Augmented reality mobile app development for all. *Computers & Electrical Engineering*, 65, 250-260.
- Quinn, C. (2000). mLearning: Mobile, wireless, in-your-pocket learning. *LiNE Zine*, 2006(1), 2.
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Sharples, M., Taylor, J., & Vavoula, G. (2010). A theory of learning for the mobile age: Learning through conversation and exploration across contexts. *Medienbildung in neuen Kulturräumen: die deutschsprachige und britische Diskussion*, 87-99.
- Tori, R. (2009). Desafios para o design de informação em ambientes de realidade aumentada. *InfoDesign: Revista Brasileira de Design da Informação*, 6(1).
- Tuli, N., & Mantri, A. (2020). Usability principles for augmented reality based kindergarten applications. *Procedia Computer Science*, 172, 679-687.

Sobre o(a/s) autor(a/es)

Maicon Bernert Puppi, Me., UFSC, Brasil <maicon.puppi@gmail.com.br>

Luciane Maria Fadel, Dra., UFSC, Brasil <liefadel@gmail.com>