

## A INSERÇÃO DA REALIDADE AUMENTADA (RA) NO PROCESSO DE *MOBILE LEARNING* PARA SMARTPHONES: UMA BREVE ANÁLISE ATRAVÉS DE REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA (RSL)

**Maicon Bernert Puppi<sup>1</sup>;**  
**Luciane Maria Fadel<sup>2</sup>**

**Resumo:** *Através de uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) fazemos uma investigação sobre a inserção da tecnologia de Realidade Aumentada (RA) no processo de mobile learning via smartphone. Os resultados apontam para uma maior frequência de trabalhos que analisam somente a RA, deixando o m-learning como processo secundário. Dentre os aspectos identificados sobre a inserção de RA em m-learning, destacam-se: (1) RA só se justificar em m-learning quando há objetivos comuns entre os dois projetos (tecnologia e processo); (2) RA inserida em m-learning pode trazer aumento da motivação e crescimento na colaboração nos usuários; (3) representar conceitos complexos e abstratos (da RA) em contextos de ubiquidade (do m-learning); (4) poder explorar o tipo de aprendizagem location-based-learning; (5) haver um gap de projetos desse tipo para as séries primárias, que pode ser explorado.*

*Palavras-chave: mobile learning; Realidade Aumentada; smartphone.*

**Abstract:** *Applying a systematic review we investigate the insertion of Augmented Reality (AR) technology in the mobile learning process via smartphone. The results point to a greater frequency of works that analyze only AR, leaving m-learning as a secondary process. Among the aspects identified regarding the insertion of AR in m-learning, the following stand out: (1) AR is only justified in m-learning when there are common objectives between the two projects (technology and process); (2) AR embedded in m-learning can bring greater motivation and increase user collaboration; (3) to represent complex and abstract concepts (from AR) in contexts of ubiquity (from m-learning); (4) being able to explore the location-based-learning as a kind of learning; (5) there is a gap of projects of this type for the elementary school, which can be exploited.*

*Keywords: mobile learning; Augmented Reality; smartphone.*

**Resumen:** *A través de una Revisión Sistemática de Literatura, investigamos la inserción de la tecnología de Realidad Aumentada (RA) en el proceso de aprendizaje móvil via smartphone. Los resultados apuntan a una mayor frecuencia de trabajos que analizan únicamente la RA, dejando el m-learning como un proceso secundario. Entre los aspectos identificados respecto a la inserción de la RA en el m-learning, se destacan los siguientes: (1) la RA sólo se justifica en el m-learning cuando existen objetivos comunes entre los dos proyectos (tecnología y proceso); (2) RA integrado en m-learning puede traer una mayor motivación y crecimiento en*

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento – UFSC, Florianópolis-SC – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6902-0396>. e-mail: [maicon.puppi@gmail.com](mailto:maicon.puppi@gmail.com)

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento – UFSC, Florianópolis-SC – Brasil. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9198-3924>. e-mail: [liefadel@gmail.com](mailto:liefadel@gmail.com)

la colaboración del usuario; (3) representar conceptos complejos y abstractos en contextos de ubicuidad (de m-learning); (4) ser capaz de explorar el tipo de aprendizaje location-based-learning; (5) existe un vacío de proyectos para la educación primaria, que se puede ser llenar.

Palabras clave: aprendizaje electrónico móvil; Realidad Aumentada; smartphone.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem via Tecnologia de Informação e Comunicação (TICs), que antes era desenvolvido somente via plataformas fixas, passou a ser desenvolvido e executado, nos anos mais recentes, via plataformas móveis – sendo a mais comum o dispositivo *smartphone*<sup>1</sup>. Esta foi a troca do *eletronic learning* pelo chamado *mobile learning*, isto é, pelo processo de aprendizagem assistido e/ou mediado pelo uso de Dispositivos de Interação Móveis (DIMs).

O *mobile learning* (*m-learning*), até alguns anos atrás, era inviável do ponto de vista tecnológico e desconhecido quanto às suas possibilidades pedagógicas. A farta disponibilidade do *smartphone* como seu principal dispositivo de uso atualmente, bem como a possibilidade de formulação própria e particular do design e da entrega de conteúdos, mudaram essa perspectiva, viabilizando esse processo no âmbito de ensino-aprendizagem. *Mobile learning* não deve ser encarado como a mera adaptação do conteúdo e da interface de dispositivos fixos (i.e., computadores *desktops*) para os dispositivos de interação móveis. Ele exige um projeto próprio – seja em seu design de interface e interação, seja no conteúdo a ser entregue. Entre as diversas possibilidades suportadas e amplificadas pelo *m-learning*, está a utilização de outras ferramentas e tecnologias como elementos de apoio no seu processo. Uma dessas tecnologias é a **Realidade Aumentada (RA)**. Ela, segundo Azuma (1997), está ligada a um conjunto de instâncias e à variação de ambientes virtuais (VE – *Virtual Environments*). Nela **não há** uma imersão total do usuário / interator no chamado "VE" e, sim, uma imersão parcial: "usuários veem o mundo real com objetos virtuais sobrepostos e compostos com ele" (Azuma, 1997, p. 2). Diferentemente da chamada Realidade Virtual; a "Realidade Aumentada complementa a realidade, ao invés de substituí-la completamente", de acordo com Azuma (1997)

---

<sup>1</sup> *Smartphones* são, segundo Love (2005) e Choi e Lee (2011), os dispositivos híbridos entre telefones celulares e PDAs (*Personal Digital Assistants*). Os celulares deixaram como "herança" aos *smartphones* a característica da mobilidade (i.e., poder se comunicar em qualquer lugar) na comunicação via telefone; enquanto isso, os PDAs proporcionaram as funcionalidades do PC (*Personal Computer*, os computadores de mesa também chamados de *desktops*) em um aparelho reduzido e portátil, que coubesse nas próprias mãos do usuário.

Nesse contexto, determinou-se a seguinte questão ou problema de pesquisa: **como a Realidade Aumentada (RA) se insere no processo de *mobile learning*?** Para respondê-la, ficou estabelecido o seguinte objetivo de pesquisa: **analisar a inserção de Realidade Aumentada (RA) no processo de *mobile learning* para *smartphones*.**

A seguir será apresentada uma breve Revisão Sistemática de Literatura como método adotado (seu planejamento, sua execução e seus resultados). Por fim, são estabelecidas as Considerações Finais.

## 2 REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

Como método para essa pesquisa optou-se pela Revisão Sistemática de Literatura (RSL). Segundo Conforto, Amaral, e Silva (2011, p. 03) este tipo de revisão permite "criar um embasamento teórico-científico (estado da arte) sobre um determinado tópico ou assunto pesquisado" – isso é importante para determinados temas de estudo, como este, que por envolverem novidades ligadas à tecnologia, necessitam de uma fundamentação e consequente ampliação de base científica. Os autores ressaltam que a abordagem sistemática "é uma forma de obter maior rigor e melhores níveis de confiabilidade em uma Revisão de Literatura".

### 2.1 PLANEJAMENTO DA RSL

Determinou-se a escolha de uma única base de dados para a aplicação da RSL. A base escolhida foi a **ACM** (*Association for Computing Machinery*), devido à sua relevância e abrangência, bem como por sugestão/indicação de pesquisadores mais experientes que buscam artigos e trabalhos acadêmicos nessa mesma área de pesquisa.

A *string* de busca foi definida pela união das 3 palavras-chave do artigo, porém em suas formas na língua inglesa, para ter maior abrangência. Usou-se como *string*, portanto:

"mobile learning" AND "augmented reality" AND "smartphone"

Como critério de inclusão, dentro do uso da *string* de busca citada, optou-se por uma ordenação por data: apenas artigos escritos nos últimos 5 anos (de 2018 até 2022) foram selecionados, via mecanismo de busca na referida base de dados. A opção por artigos recentes, dos últimos 5 anos, se dá devido à procura pelo estado da arte da combinação entre os dois assuntos ("*mobile learning*" e "realidade aumentada") em seu dispositivo de uso mais comum

e acessível (i.e., "*smartphone*"). Apesar da existência dos primeiros estudos de cada uma dessas áreas remontar aos anos 1990 e início dos anos 2000, priorizou-se aqui pelos trabalhos mais recentes. Trabalhos antigos, fundamentais (de base), são tratados nessa pesquisa como provenientes de "autores basilares" e não são computados como parte integrante da Revisão Sistemática de Literatura. Contudo, estão classificados e ordenados nas referências bibliográficas. Como critério de exclusão: artigos, pesquisas e estudos anteriores a 5 anos de publicação e em línguas diferentes do inglês e do português. Artigos não completos ou não gratuitos pertencentes à base de dados também entram no critério de exclusão.

## 2.2 EXECUÇÃO DA RSL

A aplicação da *string* de busca gerou como resultado **34 artigos**, todos passíveis de serem acessados. Eles foram, portanto, baixados e separados em um "banco de artigos". Após isso, verificou-se, artigo por artigo, a **frequência dos termos da *string* de busca em seu texto** (i.e., se já apareciam no título, palavras-chave e resumo ou se apareciam somente uma vez ou somente nas referências, sem grande relevância para o tema, neste caso). Paralelamente usou-se como critério a **análise da adequação do tema dos artigos selecionados ao objetivo desta pesquisa, além da clareza e relevância na articulação entre os assuntos "*mobile learning*", "*realidade aumentada*" e "*smartphone*".**

Artigos com baixa frequência dos termos em seu texto foram descartados, enquanto que artigos com alta frequência (inclusive com o termo no título e resumo) foram incluídos. *Papers* com a temática que, porventura, não agregassem ao objetivo desta pesquisa também foram eliminados. A partir da leitura do resumo dos não eliminados, chegou-se ao número de **8 artigos**. Estes foram selecionados, lidos em sua íntegra, analisados e comparados entre si. Com eles foi possível construir o tópico a seguir, articulando seus conteúdos e visando responder à questão de pesquisa e atender ao objetivo.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO: A INSERÇÃO DE RA NO PROCESSO DE *M-LEARNING* PARA *SMARTPHONES*

Grande parte dos trabalhos analisados discutem de forma mais ampla somente a Realidade Aumentada como nova tecnologia, ao invés de relacioná-la de maneira mais direta ao processo de *m-learning*. Isso ocorre em Antonia e Evgenia (2018), Dias, Keller, e Delabrida (2019), Jabar et al. (2020) e Panessai et al. (2021). Eles apresentam benefícios dessa tecnologia, deixando o *m-learning* como processo secundário, apenas como "pano de fundo".

Antonia e Evgenia (2018) trazem dados quantitativos em relação ao tipo de público em que, geralmente, são aplicados projetos de RA inserida em *mobile learning* no ensino-aprendizagem: 75% deles destinam-se a alunos de ensino médio (ou equivalente em seus países) e ensino superior. Há, segundo os autores, claramente um *gap* desses estudos para as séries primárias (foco da pesquisa de Antonia e Evgenia).

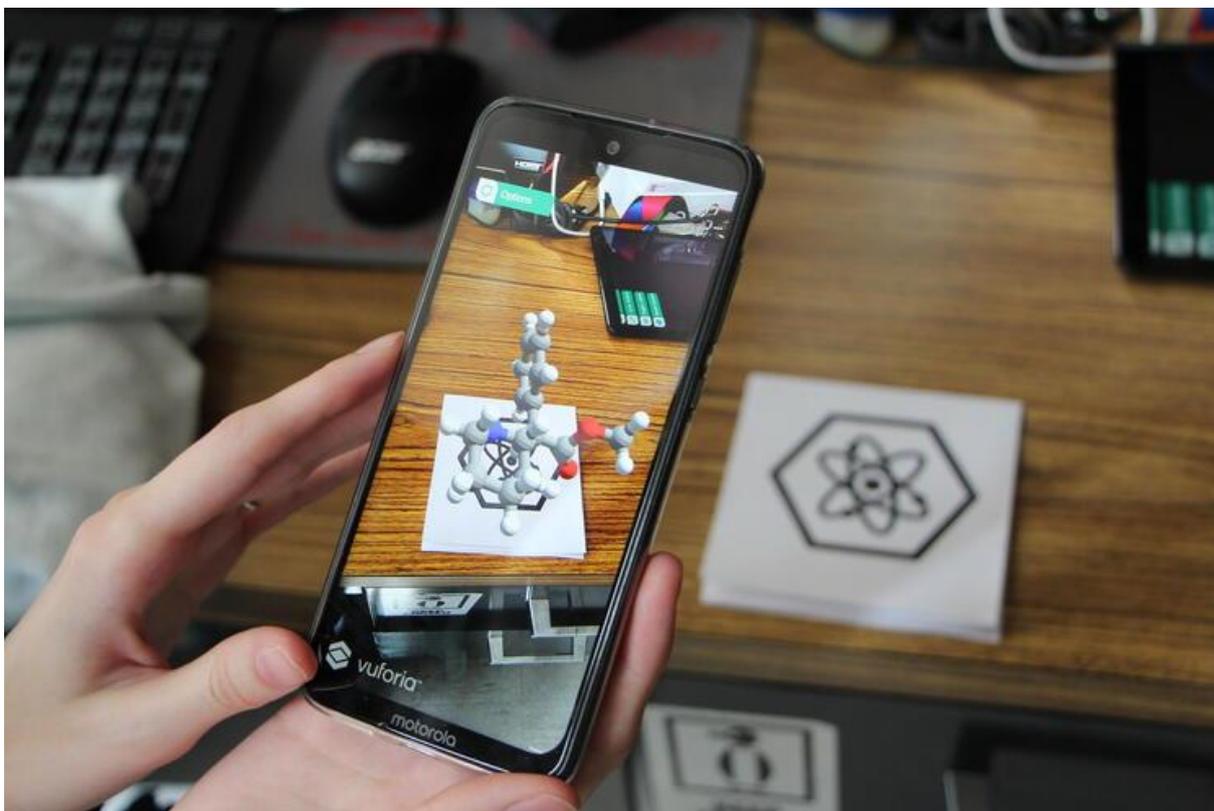
Tanto Dias et al. (2019) quanto Panessai et al. (2021) destacam as potencialidades do uso de RA na educação. Enquanto Dias et al. (2019) definem a aprendizagem através da RA com o termo "Aprendizagem Aumentada"; Panessai et al. (2021) destacam que a "RA pode apoiar e aprimorar uma variedade de abordagens pedagógicas, como a 'Aprendizagem Construtivista' e a 'Aprendizagem baseada em jogos'". Antonia e Evgenia (2018), por sua vez, destacam ambos, RA e *m-learning*, em seus papéis na educação. Para eles, *m-learning* ainda é uma "tendência promissora no setor educacional", enquanto que "RA tem potencial para excelentes resultados na aprendizagem". Sua pesquisa examinou o aplicativo de *m-learning* "Aurasma", que disponibiliza a tecnologia de RA para promover pensamento criativo e inclusão social. O *app* Aurasma foi testado junto a alunos de Jardim de Infância da Grécia e obteve resultados satisfatórios quanto ao engajamento e motivação dos alunos. Os estudos de Antonia e Evgenia (2018) direcionam para a sugestão do seguinte aspecto: para haver bons resultados finais de projeto e justificar a inserção de RA em *m-learning*, é preciso existir **objetivos em comum entre tal processo (de *m-learning*) e tal tecnologia (de RA)**.

Entre os **benefícios** levantados com o fornecimento da Realidade Aumentada para o usuário (estudante / aprendiz), constam: (1) ganhos na aprendizagem, (2) aumento da motivação e engajamento de estudantes e (3) crescimento da atividade de colaboração (Antonia & Evgenia, 2018; Dias et al., 2019; Jabar et al., 2020; Li, Van der Spek, Hu, & Feijs, 2019). Li et al. (2019) vão além, citando **tais benefícios também dentro do processo de *m-learning* quando a RA se demonstra inserida nele**. Este é o único estudo analisado que realmente discorre sobre essa perspectiva de inserção.

Uma necessidade identificada que a inserção de RA no processo de *m-learning* pode suprir ocorre quando se quer **apresentar/materializar assuntos complexos e abstratos** (como certos conceitos de física, química ou de biologia) para contextos de aprendizagem ubíqua (i.e., a qualquer hora e em qualquer lugar), como apresentado na figura 01. Jabar et al. (2020) analisam e discutem essa possibilidade via dispositivos de *smartphone* (e, conseqüentemente, via *m-learning*). Eles propõem como propriedade de RA o chamado ***location-based learning*** (i.e., aprendizagem baseada no local), que trata a aprendizagem pela "manipulação do tempo, posição, ângulo, rotação e movimento do objeto virtual, permitindo ao usuário entender um

conceito particular" (Jabar et al., 2020, p. 55). Essa propriedade também é analisada por autores basilares de *mobile learning*, como em Koole (2009) e Sharples (2013) – parecendo funcionar tanto para o processo de *m-learning*, como para a tecnologia de Realidade Aumentada.

Figura 01 – Exemplo da representação de um "conceito complexo" (forma espacial de uma molécula) que pode ter a visualização facilitada pelo uso de RA inserida em *m-learning*.



Fonte: University of Waterloo (2021)

Apenas uma pesquisa das levantadas na RSL apresenta, claramente, quando se **deve evitar (ou repensar) a inserção de Realidade Aumentada no contexto do processo de *mobile learning***, via dispositivos de interação móvel (DIMs). Trata-se do trabalho de Dürr et al. (2021) no qual é apresentado seu aplicativo *mobile* chamado de "KiTT". Tal *app* serviu para promover o aprendizado de transferência de pacientes baseada no conceito de cuidados cinestésicos. A pesquisa de Dürr et al. (2021) em KiTT, com enfermeiros em seus ambientes de trabalho, demonstrou-se profunda e uniu teoria e prática. Os pesquisadores coletaram dados em relação à experiência do usuário (*UX*), com *surveys* e entrevistas com usuários enfermeiros que testaram KiTT. Estes revelaram que instruções transmitidas (através do processo de *m-learning*) usando RA são mais realistas (aspecto positivo). Por outro lado, "o tutorial de realidade aumentada pode parecer confuso, com certa instabilidade (aspecto negativo), sendo que o uso de vídeo seria o suficiente". Pode-se extrair da pesquisa de Dürr et al. (2021) o fato

de que, quando recursos mais comuns, simples e "tradicionais", como a imagem em vídeo, servem de solução para a representação visual de determinado assunto em *m-learning*, pode-se dispensar o uso de RA – evitando a possível instabilidade pelo (possível mal) rastreamento da Realidade Aumentada.

Para finalizar, resume-se no quadro 01 os aspectos identificados, relacionados à inserção de RA em *m-learning*, nessa breve RSL:

Quadro 01 – Resumo de aspectos identificados: RSL sobre a inserção de RA em *m-learning*

<b>Aspecto 01</b>	Para justificar a inserção de RA em <i>m-learning</i> é preciso existir objetivos em comum entre o projeto de RA e o projeto de <i>m-learning</i> .
<b>Aspecto 02</b>	RA inserida em <i>m-learning</i> pode trazer como benefícios ao usuário: ganhos na aprendizagem, aumento da motivação e engajamento de estudantes, crescimento na colaboração
<b>Aspecto 03</b>	Uma das possibilidades justificáveis de inserção de RA em <i>m-learning</i> ocorre ao representar conceitos complexos e abstratos (próprios da RA) em contextos de ubiquidade (típicos de <i>mobile learning</i> ).
<b>Aspecto 04</b>	<i>Location-based learning</i> é um tipo de aprendizado encontrado tanto no recurso de RA voltada ao ensino-aprendizagem, quanto no processo de <i>m-learning</i> . <b>Pode ser explorado na RA inserida em <i>m-learning</i>.</b>
<b>Aspecto 05</b>	As pesquisas e estudos do <b>processo de <i>m-learning</i> com RA inserida</b> ocorrem, em sua maioria, com estudantes do ensino médio e ensino superior. Há um <i>gap</i> que precisa ser suprido, para estudos com estudantes dos ensinos elementares.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta RSL possibilitou apreciar brevemente a relação que há entre Realidade Aumentada (*Augmented Reality*) e *mobile learning* (*m-learning*), no contexto de uso de *smartphones*. Verifica-se, pelos dados bibliométricos (número de artigos encontrados, taxas de citação e relevância), a ampla possibilidade de uma exploração mais profunda deste tema – inclusive através de uma Revisão Sistemática de Literatura mais abrangente, com outras bases

de dados e com critérios de inclusão mais expandidos. Sobre os trabalhos encontrados, nota-se **a clara preferência dos estudos em tratar mais de Realidade Aumentada**, deixando *m-learning* em segundo plano, mas ainda dentro do escopo – mesmo utilizando-o como palavra-chave dentro da *string* de busca. Isto pode ser devido ao grande *boom* de novos estudos e desenvolvimentos envolvendo Realidade Aumentada e Realidade Virtual (RV), que estão sendo tratadas, constantemente, numa relação com projetos como o *Metaverso* e com novos dispositivos do tipo *Head-Mounted Display (HMD)*, chamado popularmente de "óculos VR"). O fator "novidade tecnológica" demonstra-se como atuante no impulsionamento de pesquisas acadêmicas, ao considerar isso. O dispositivo *smartphone*, por sua vez, por ser popular, de amplo uso, fácil acesso e baixo custo para a prática de *m-learning* com o recurso de RA ainda prevalece em pesquisas práticas de menor porte – pois os custos de aquisição de um *HMD* são relativamente altos (além de que o padrão de sua tecnologia não foi, até o momento, totalmente definido – como já acontece com a tecnologia do *smartphone*).

Ao procurar responder à pergunta de pesquisa (i.e., *como a realidade aumentada se insere no processo de mobile learning?*), através da análise dos artigos, obtém-se aspectos que demonstram brevemente a ocorrência dessa "inserção", que a justificam ou apresentam as vantagens de se usar *m-learning* com a tecnologia de RA. Entre elas, como já citados, estão fatores como o aumento da motivação e do engajamento dos estudantes que se envolvem em tais projetos; ou ainda, a facilidade que tal tecnologia tem de possibilitar a representação de assuntos e tópicos complexos (mais difíceis de serem materializadas e visualizadas através de um livro didático comum, impresso, ou através da ilustração de um professor).

O detalhamento da "inserção propriamente dita da RA no *m-learning*", através de alguma técnica ou método, bem como a utilização de modelo/*framework* no projeto ou, ainda, apresentação de diretrizes e recomendações (teóricas e práticas) não constam em nenhum trabalho analisado, abrindo possibilidades para futuros estudos. Análises mais aprofundadas de *UX* (experiência do usuário) na interação com o produto também não aparecem no levantamento e podem ser estudados. Abordagens de caráter mais voltado ao estudo pedagógico, apresentando tipos de aprendizado compatíveis (além do citado *location-based learning*) podem ser, igualmente, exploradas.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- Antonia, D., & Evgenia, R. (2018, June). Artful thinking and augmented reality in kindergarten: technology contributions to the inclusion of socially underprivileged children in creative activities. In *Proceedings of the 8th International Conference on Software Development and Technologies for Enhancing Accessibility and Fighting Info-exclusion* (pp. 187-194).
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- 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.
- Dias, B., Keller, B., & Delabrida, S. (2019, October). Evaluation of augmented reality sdks for classroom teaching. In *Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-11).
- Dürr, M., Borowski, M., Gröschel, C., Pfeil, U., Müller, J., & Reiterer, H. (2021, May). KiTT-The Kinaesthetics Transfer Teacher: Design and Evaluation of a Tablet-based System to Promote the Learning of Ergonomic Patient Transfers. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16).
- Jabar, A. R., Nohseth, N. H., Jambari, H., Pairan, M. R., Ahyan, N. A. M., & Lokman, N. H. (2020, January). Exploring the Potential of Augmented Reality Teaching Aid for Vocational Subject. In *Proceedings of the 2020 11th International Conference on E-Education, E-Business, E-Management, and E-Learning* (pp. 54-58).
- Koole, M. L. (2009). A model for framing mobile learning. *Mobile learning: Transforming the delivery of education and training*, 1(2), 25-47.
- Li, J., Van der Spek, E. D., Hu, J., & Feijs, L. (2019, October). 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).
- Love, S. (2005). *Understanding mobile human-computer interaction*. Elsevier.
- Panessai, I. Y., Iksan, N., Zahari, S. A., Abdulbaqi, A. S., Modi Lakulu, M. M. B., Husin, M. R., ... & Wahyudiono, P. H. (2021, March). Learning Internet of Things by using Augmented Reality. In *2021 the 5th International Conference on Virtual and Augmented Reality Simulations* (pp. 17-20).

Sharples, M. (2013). Mobile learning: research, practice and challenges. *Distance education in China*, 3(5), 5-11.

University of Waterloo. (2021, Nov 24). *An app for visualizing chemistry*.  
<https://uwaterloo.ca/science/news/app-visualizing-chemistry>