

Um estudo de caso a partir do uso da realidade aumentada integrada ao livro didático

A case study based on the use of augmented reality integrated with the textbook

 João Ferreira Sobrinho Junior¹

 Nyuara Araújo da Silva Mesquita¹

¹Universidade Federal de Goiás (UFG), , Goiânia, GO, Brasil.
Autor Correspondente: joffersoju@ufg.br

Resumo: O objetivo do artigo é investigar o uso da Realidade Aumentada quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital. Para se alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa do tipo Estudo de Caso em que a coleta de dados se deu por meio da realização de Grupos Focais. A partir da Análise Textual Discursiva, foram discutidas as categorias exequibilidade e viabilidade do jogo de RA em contexto pedagógico. Identificamos que a proposta é exequível, tanto no desenvolvimento e na implementação prática do jogo, quanto nas possibilidades da RA ao ensino. No que se refere à viabilidade, observamos que a RA é uma tecnologia digital possível de ser inclusa enquanto Objetos Educacionais Digitais (OED) nos livros didáticos. Entretanto, os cenários sociais/econômicos de desigualdades e as políticas educacionais no Brasil à formação docente, põem em xeque essa proposta.

Palavras-chave: Livro didático; Ensino de ciências; Jogos pedagógicos; Realidade aumentada; Técnicas de aprendizagem.

Abstract: The objective in this article is to investigate the use of Augmented Reality as to its feasibility and viability in terms of integration with the textbook, based on a digital educational game. In order to reach the proposed objective, a case study was carried out in which data were collected through focus groups. Based on textual discourse analysis, the categories feasibility and viability of the AR game in a pedagogical context were discussed. We identified that the proposal is feasible, both in the development and practical implementation of the game, and for the affordances of AR in teaching. Regarding feasibility, we observed that AR is a digital technology that can be included as Digital Educational Objects (OED) in textbooks. However, the social/economic scenarios of inequalities, and the educational policies in Brazil regarding teacher training, pose challenges to this proposal.

Keywords: Textbook; Science teaching; Pedagogical games; Augmented reality; Learning techniques.

Recebido em: 01/05/2022
Aprovado em: 17/11/2022



Apontamentos preliminares

É necessário destacar que a ideia inicial desta pesquisa se derivou da observação no contexto escolar, considerando alternativas contemporâneas de uso do livro didático, pois, nota-se que o ensino chamado tradicional vem sendo questionado pela forma na qual ele é posto, desse modo, estratégias que procuram agregar inovações ao contexto pedagógico precisam ser discutidas e avaliadas. Nesse sentido, podemos fazer uso de estratégias inovadoras para o ensino de ciências, e sob essa diretriz, pontuamos as tecnologias digitais como uma possibilidade pedagógica. Acerca das tecnologias digitais – nos dias atuais – estão cada vez mais presentes na sociedade, e desse modo, a educação é influenciada por elas.

Dentre essas tecnologias digitais, podemos citar algumas como: realidade aumentada; realidade virtual; holograma; inteligência artificial; robótica, dentre outras. Conquanto, é necessário não apenas pensarmos nas tecnologias digitais em si mesmas, como também, como estas podem se alinhar ao ensino enquanto estratégia inovadora. Então, realçamos o uso da Realidade Aumentada – RA, por considerarmos que esta é ainda pouco utilizada, mas apresenta possibilidades interessantes quando se pensa no ensino de ciências.

A partir dos argumentos acima, levantamos um cenário ao qual as tecnologias digitais estão inseridas no campo da educação/ensino. E estas não devem ser postas a qualquer custo, e sim, a partir de uma estratégia inovadora que agregue valor ao ensino aprendizagem. Nesse panorama, há alguns trabalhos que tratam do uso da RA para o ensino de ciências, porém consideramos relevante o uso de instrumentos que já estão presentes no contexto escolar brasileiro atual, e nesse direcionamento apontamos o livro didático como instrumento possibilitador à pesquisa com o uso da RA, pois, “[...] em um universo diversificado de materiais para ensino já existentes, o livro ainda ocupa um papel central na escolarização de crianças e jovens” (CHAVES, 2019, p. 160). Dessa forma, argumentamos que o uso da RA possa ser integrado ao livro didático, ou seja, que a tecnologia seja entrelaçada ao próprio LD, pois “[...] uma das grandes tendências do uso de realidade aumentada na educação é a criação e utilização de livros com recursos de realidade aumentada, para aprimoramento do ensino em diversas áreas do conhecimento” (LOPES *et al.*, 2019, p. 16).

Então, ao se pensar que crianças e jovens compõem o grupo de estudantes da educação básica, podemos conjecturar que a RA pode ser desenvolvida sob a perspectiva da ludicidade, dada sua importância “[...] nos processos de aprendizagem escolar como uma das condições para o desenvolvimento das crianças e dos adolescentes e, quem sabe, para uma recuperação do sentido original da escola” (MACEDO, 2007, p. 9). E nesse mesmo caminho, ao se falar em lúdico, podemos focar no jogo educativo digital, pois, segundo Toscani *et al.* (2007, p. 281) é “[...] uma ferramenta lúdica que faz[m] do educando um agente ativo no processo”.

O método da pesquisa é descrito em detalhes na seção *Percurso metodológico*, desse modo então, passaremos ao objetivo da pesquisa que se propõe a investigar o uso da RA quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital. Essa investigação torna-se justificada por conta de abrir o leque de opções para o uso do livro didático, até porque, os valores dispensados ao Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) nos últimos cinco anos, ultrapassaram os cinco bilhões de reais (BRASIL, 2022), ou seja, é um orçamento substancial a ser considerado.

Por fim, temos que o artigo está estruturado basicamente em três partes: na primeira perscrutaremos questões relativas à RA integrada ao livro didático. Por conseguinte, apresentaremos o percurso metodológico de forma mais detalhada no qual realizou-se um grupo focal presencial com fins a alcançarmos o objetivo da pesquisa. Após a explicitação do percurso metodológico, será apresentada a análise dos dados, seguido pelas observações derradeiras, ao qual fecharemos a pesquisa.

Possibilidades à implementação da realidade aumentada integrada ao livro didático

A partir dos argumentos preliminares apresentados, temos que estabelecer parâmetros bases à implementação dessa proposta, a saber:

- o aparato digital a ser utilizado;
- o Sistema Operacional (SO) e a biblioteca para seu armazenamento;
- o jogo educativo digital em si.

O primeiro parâmetro a ser destacado é sobre o aparato digital. Ao levarmos em conta que é um jogo educativo, consideramos que o smartphone é adequado, ainda mais porque é o aparato que os alunos mais utilizam para realizar as atividades escolares (CETIC. BR, 2020). Além do que, a tecnologia de rede móvel 3G está em 99% dos municípios do país, e o acesso à banda larga móvel em 94,27% dos smartphones (ANATEL, 2020), o que facilita com que se faça o download do jogo, sem maiores percalços.

O segundo parâmetro é o que tratamos do Sistema Operacional e a biblioteca para seu armazenamento. Nesse sentido, observamos que SO mais utilizado em smartphones no Brasil, – para que assim haja mais possibilidade de utilização pelos alunos e professores – é o *Android* (KANTAR, 2022). E por consequência a esse direcionamento, a busca desse jogo educativo digital em RA ser realizada no repositório da loja virtual da *Google Play Store*, é uma implicação plausível para seu uso.

O terceiro parâmetro trata do jogo educativo digital em si. Então, a partir da lacuna identificada para o uso da RA integrada ao livro didático, cogitou-se o uso de um jogo educativo digital e não apenas uma representação estática de RA. Desse modo, foi desenvolvido um aplicativo chamado *ARFotossíntese* que preenche os critérios requeridos à pesquisa. Esse é um jogo em RA que é integrado ao livro didático de ciências, e é focado em um conteúdo específico, que é a fotossíntese.

O jogo educativo digital foi criado estruturado em fase, ou seja, não é apenas uma apresentação estática de elementos em RA. E além disso, é destacado ao final um bônus no qual a visão macroscópica de elementos é realizada pelo jogador, o que consideramos como interessante, mesmo estando apenas em formato de visualização. Ademais, é indicado um link que ao ser acessado, as *targets* do jogo estão disponibilizadas.

Desse modo, se nota que o jogo pode ser jogado em qualquer um desses livros. Além disso, conjecturamos por conta dessas multiplicidades de ilustrações sobre o mesmo tema, que as imagens relativas ao conteúdo sobre fotossíntese presentes nos outros nove livros de ciências aprovados no PNLN 2019, também poderiam ser inseridas como possíveis de serem usadas nesse mesmo jogo, o que ampliaria o leque de reutilização dele, pela forma como foi desenvolvido. E vamos até mesmo em um pensamento à frente, ao qual variados conteúdos poderiam ser abordados, em todos os livros didáticos de ciências, como também em todos os outros componentes curriculares!

Métodos à implementação de RA a partir da interação com objeto impresso: diálogos com a literatura estrangeira

Temos que a interação entre o leitor e o livro didático por meio da integração pela tecnologia de RA é ponto de relevância em nossa pesquisa, dessa forma, deixamos claro que quando abordamos o termo interação, este é considerado como um conceito abstrato que só se põe em evidência através de algo ou alguma ferramenta que o apresenta ao leitor ou a quem esteja manuseando o livro, seja ele aluno, professor ou outro indivíduo que o tenha em mãos. E de outro ponto, consideramos que objeto impresso é caracterizado como aquele oriundo do modelo gutenberguiano, da tinta sobre o papel.

Dessa forma, para que haja essa interação por meio dessa integração, o ponto chave nessa questão são as *targets* em RA, e podemos diferenciá-las em três tipos:

1. por imagem: quando se utiliza das próprias imagens presentes nos livros, revistas, jornais, e etc.;
2. por rastreamento: quando se utiliza de programação para mapear a trajetória de determinado objeto em tempo real, e com isso, fazer sua representação ao usuário. Podemos citar por exemplo, o jogo do Pokémon em RA que virou febre entre crianças e adolescentes nos últimos anos;
3. fiduciais: quando se insere no software um elemento referencial para que seja identificado no momento da representação da RA, através de cartões impressos. Um exemplo muito utilizado para tal, são os Quick Response, muito conhecidos no Brasil por *QR-Code*.

Levando-se em conta que estamos tratando da interação com objeto impresso, o modelo de rastreamento não se torna viável por utilizar-se predominantemente de outros contextos para essa apresentação na integração com a RA. Nesse intento, somente as *targets* por imagens ou aquelas fiduciais estão em questão, em nosso caso, percebe-se que foram utilizadas as por imagens contidas no objeto impresso, no caso, o livro didático.

Após esse preâmbulo fulcral, identificaremos métodos que permeiam pesquisas estrangeiras, sob a égide da interação do leitor com o objeto impresso através da integração com a tecnologia de RA. Por método, considera-se um “[...] conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos adotados para se atingir o conhecimento” (GIL, 2017, p. 26). Esse método será analisado a partir dos instrumentos e a forma como foi utilizado para se pôr em prática a RA.

Isto posto, e levando-se em conta o objetivo de nossa pesquisa, estabelecemos para a identificação desses métodos, os seguintes critérios:

- as pesquisas dos últimos dez anos aproximadamente: por representarem um tempo adequado para uma cronologia no campo da tecnologia, pelo rápido avanço de seus instrumentos;
- a target ser adequada à interação entre leitor e objeto impresso, neste caso, por imagem ou fiducial;
- a finalidade do desenvolvimento da RA ter por foco os indivíduos em idade escolar da educação básica ou mesmo o professor atuante ou em formação, tendo em vista que esse público é primeiramente o foco do livro didático.

As plataformas para busca das pesquisas estrangeiras levantadas e analisadas sobre essa temática, foram a *researchgate.net*, pois, “[...] está entre os maiores bancos de dados bibliográficos do mundo” (RIBEIRO; OLIVEIRA; FURTADO, 2017, p. 184), e a *search.scielo*,

tendo em vista, ser “[...] a principal biblioteca digital da América Latina” (TUMELERO, 2019, p. 1). Ademais, as palavras-chaves utilizadas se deram exatamente por: “augment reality”+“learning”+“student(s)”.

Assim sendo, temos o seguinte recorte das investigações: Aborokbah (2021); Aladin *et al.* (2020); AlNajdi (2022); Behzadan e Kamat (2013); Diaz, Hincapié e Moreno (2015); Domínguez-Gutu *et al.* (2020); Hassan, Rahim e Shin (2022); Martín Gutierrez e Meneses Fernández (2014); Mashar, Dani e Muhallim (2022); Orcera Exposito, Moreno Fuentes e Risueño Martínez (2017); Parhizkar *et al.* (2011); Permana, Dermawi e Izzaty (2021); Piatykop *et al.* (2022); Pozo-Sánchez *et al.* (2021); Rebollo *et al.* (2022); Rini *et al.* (2022); Rumba e Nicolaidou (2022); Salinas e González-Mendivil (2017); Sirumapea *et al.* (2022); Stoyanova, Kafadarova e Petrova (2015); Toledo Morales e Sánchez García (2017); Wang (2017); Wibowo, Putri e Saputri (2022); Wu, Wu e Yu (2016).

Parhizkar *et al.* (2011) realizaram uma investigação que tentou encontrar alternativas para a promoção do hábito da leitura em crianças de idade de pré-escola através do uso da tecnologia da RA e, para isso, desenvolveu um aplicativo chamado Augmented Reality Children Storybook (ARCS). Como método prático fez uso de *targets* de QR-Code nas quais o usuário interagia por meio de visualização de objetos em 3D e áudio.

Behzadan e Kamat (2013) visaram as percepções dos alunos e como eles esperam que os materiais instrucionais sejam apresentados em sala de aula e, nesse viés, utilizaram-se do software Magic Book. Importante descrevermos que este é um projeto iniciado por Billingham, Kato e Poupyrev (2001) que, no sentido de explorar como podemos usar um objeto físico para transportar suavemente os usuários entre a realidade e a virtualidade, desenvolveram o software Magic Book. Como método prático os dois trabalhos fizeram uso de *targets* de QR-Code em que o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D.

Martín Gutierrez e Meneses Fernández (2014) apresentaram resultados que indicam que estudantes obtêm melhores resultados acadêmicos e ficam mais motivados quando a nova geração de ferramentas tecnológicas é incorporada ao processo de aprendizagem. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code nas quais o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D.

Stoyanova, Kafadarova e Petrova (2015) fizeram um estudo aplicado no ensino fundamental com fins a descrever a implementação de aplicativos de RA Móvel na prática docente como uma forma inovadora de transferir conhecimento na educação, levando-se em conta os tempos digitais. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D.

Diaz, Hincapié e Moreno (2015) descreveram o desenvolvimento e avaliação de uma aplicação de RA utilizando conteúdo estático e dinâmico, para mensurar a experiência de aprendizagem do aluno com essa tecnologia. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através da visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Wu, Wu e Yu (2016) desenvolveram um jogo de cartas interativo como um auxiliar de ensino baseado em jogos para abordar conteúdo do curso de ciências do ensino fundamental com o objetivo de melhorar os processos e resultados de aprendizagem dos alunos, fazendo uso de RA. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D; caixas de diálogos acionadas no ecrã; um jogo realizado através da troca dos *targets*.

Orcera Exposito, Moreno Fuentes e Risueño Martínez (2017) visaram melhorar as competências de comunicação em língua estrangeira (inglês) em alunos do 6º ano do primário no campo das ciências naturais, aproveitando a motivação gerada pelas novas tecnologias dentre elas a RA. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas de células na qual o usuário interagiu através de visualização de objetos em 3D e caixas de diálogos acionadas no ecrã.

Toledo Morales e Sánchez García (2017) investigaram os efeitos do uso da RA em ambientes educacionais e como ele modifica e facilita a aquisição de conhecimento, atenção e o desempenho acadêmico dos alunos. Ademais, buscaram compreender as percepções que os estudantes tiveram após o uso desta nova tecnologia. Como método prático fez uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagiu através de visualização de objetos em 3D.

Salinas e González-Mendivil (2017) descrevem em seu estudo a discussão de uma abordagem para o uso da RA na educação matemática que aproveita os avanços dessa tecnologia para oferecer uma experiência tangível na interação entre o usuário e elementos sólidos, apresentados de forma virtual. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagiu através de visualização de objetos em 3D, vídeos e por meio de interações com o objeto em RA acionadas no ecrã.

Wang (2017) explorou, em sua pesquisa, se o uso de materiais de aprendizagens baseados em RA poderia beneficiar estudantes do ensino médio no processo de escrita chinesa, juntamente com os prós e contras do uso de AR para adquirir essas habilidades. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagiu por meio de visualização de objetos em 3D.

Domínguez-Gutu *et al.* (2020) focaram no uso da RA em uma sequência didática para o processo de ensino e aprendizagem do processo circulatório, respiratório e sistemas digestivos no âmbito das Ciências Naturais, como também, compreenderem se o uso desta tecnologia permitiria aos alunos da 4ª série melhorarem seus conhecimentos, e com isso, seu desempenho. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagiu através de visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Aladin *et al.* (2020) desenvolveram uma ferramenta de AR interativa chamada AR-TO-KID – em tradução livre, *RA para crianças* – e o público-alvo eram aquelas em idade pré-escolar para a aprendizagem e o ensino da pronúncia do inglês. Como método fizeram uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagiu através de visualização de objetos em 3D e áudio por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Pozo-Sánchez *et al.* (2021) analisaram a eficácia da aprendizagem invertida e da RA no processo de aprendizagem, e para isso, realizaram um experimento em uma amostra de 116 alunos espanhóis do terceiro ano do ensino médio. Como método se fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagiu através de: visualização de objetos em 3D e por meio de interações com o objeto em RA acionadas no ecrã.

Permana, Dermawi e Izzaty (2021) investigaram uma estratégia para preservação dos contos do folclore popular por meio das tecnologias digitais, e para isso, desenvolveram um aplicativo de RA para ser utilizado nos livros de contos populares. Nesse contexto, utilizaram por público-alvo alunos do ensino fundamental de uma escola pública. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagiu por meio de visualização de objetos em 3D.

Rebollo *et al.* (2022) realizaram uma abordagem de interação com utilização de recursos digitais para permitir que as crianças praticassem operações matemáticas e se divertissem ao mesmo tempo. O processo de aprendizagem foi gameficado por meio de dois minijogos desenvolvidos para plataformas móveis, baseados em aprendizagem repetitiva. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Aborokbah (2021) em sua investigação de cunho inclusivo, abordou as melhores formas de uso da RA para melhorar o desempenho, concentração e memória de curto prazo das crianças disléxicas. Como método prático fez uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D, áudio e vídeos.

AlNajdi (2022) buscou em sua pesquisa compreender os benefícios e restrições do uso de QR-Code juntamente com a tecnologia da RA que visaram melhorar o desempenho dos alunos na educação saudita, levando-se em conta o contexto da pandemia da COVID-19 que compeliu o uso do ensino remoto. Como método prático fez uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de vídeos.

Wibowo, Putri e Saputri (2022) realizam um estudo para o uso de aplicativos combinando duas tecnologias, a RA e o Reconhecimento de Voz, com fins ao aprendizado de língua estrangeira para crianças. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D e áudio por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Piatykop *et al.* (2022) desenvolveram um aplicativo de RA para crianças em idade escolar que possibilitou que aprendessem o alfabeto ucraniano, nomes de números e sons de animais, através de um processo de aprendizagem que é aprimorado pela visualização tridimensional e som de cada letra e número. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D.

Roumba e Nicolaidou (2022) examinaram como a motivação de crianças dos primeiros anos do ensino fundamental podem mudar através da experiência de leitura de livros de RA, e para isso, documentou suas atitudes e comportamentos após essa experiência. Como método prático fizeram uso de *targets* de QR-Code na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D e áudio.

Hassan, Rahim e Shin (2022) desenvolveram um aplicativo de RA para facilitar que crianças da educação infantil aprendessem e memorizassem tarefas e lugares, a partir da interação com carros, prédios e outros objetos 3D gerados por computador. Como método se fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia através de visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Mashar, Dani e Muhallim (2022) desenvolveram um aplicativo para smartphone em RA com fins a aprendizagem do Sistema Solar. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia por meio da visualização de objetos em 3D e com interações de botões em RA acionados no ecrã.

Sirumapea *et al.* (2022) realizaram uma abordagem sobre a utilização da RA como meio de aprendizagem à introdução dos frutos e vegetais às crianças do jardim de infância. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia através da visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Rini *et al.* (2022) desenvolveram um suporte de aprendizagem baseados na RA para a primeira infância, com fins a aprenderem a reconhecer os nomes dos animais e a explicar as características de cada um deles. Como método fez uso de *targets* de imagens avulsas na qual o usuário interagia através da visualização de objetos em 3D e por meio de interações de botões em RA acionados no ecrã.

Temos, então, que a partir da análise oriunda deste recorte de investigações estrangeiras, seguindo os critérios elencados anteriormente, identificamos dois métodos para o uso da tecnologia de RA com fins a integrar o leitor ao objeto impresso, aos quais são: estático e dinâmico, sendo este último subdividido em dois grupos.

- Estático: os usuários não interagem diretamente com os objetos de RA. Nesse caso, ele é apenas parte receptora da informação, pois, este método se fundamenta em representar, demonstrar ou somente permitir o acesso à web para ser assistido um vídeo ou fazer um exercício, já fora do ambiente de RA. Podemos citar por exemplos: a visualização de objetos em 3D, vídeos e áudios. Dessa forma, temos um intuito meramente unidirecional de aprendizagem, tornando o usuário um simples observador nesse cenário.
- Dinâmico: os usuários interagem diretamente com os objetos de RA. Nesse caso, ele participa e influencia diretamente nos objetos de RA. Este método se subdivide em dois grupos:
 - Restrita interação: os usuários interagem com os objetos de RA de formas simples, como por exemplo: apenas tocar no objeto para que este mude de cor; assoprar para que o objeto gire; os toques no ecrã para que caixas de diálogos se abram, dentre outros movimentos mais supérfluos de interação.
 - Alta interação: os usuários vivenciam uma experiência imersiva com os objetos de RA. Nesse caso, essa imersão deve transpassar não apenas o mero uso desses objetos, alinhados à temática abordada, mas também trazer ao usuário uma conexão emocional, desafiadora e instigadora, contribuindo assim, à ação educativa, por exemplo, os jogos educativos em RA. Este cenário apresentado se propõe a ir além da mera representação, demonstração ou visualização dos objetos de RA, como também das limitações que se expõem nas interações restritivas, tendo em vista, o público-alvo do livro didático, a saber: alunos, professores atuais e futuros.

Assim, ao analisarmos o recorte de pesquisas que elencamos e relacionando-as com esses métodos identificados pela pesquisa, temos a caracterização dessas pesquisas por método utilizado para o uso da RA no **quadro 1**.

Quadro 1 – Pesquisas por tipo de método utilizado

	Autores	Estática	Dinâmica	
		Sem interação	Restrita interação	Alta interação
1	Parhizkar <i>et al.</i> (2011)	Áudio; Objeto em 3D		
2	Behzadan; Kamat (2013)	Objeto em 3D		
3	Billinghurst; Kato; Poupyrev (2001)	Objeto em 3D		
4	Martín Gutierrez; Meneses Fernández (2014)	Objeto em 3D		
5	Stoyanova; Kafadarova; Petrova (2015)	Objeto em 3D		
6	Díaz; Hincapié; Moreno (2015)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
7	Wu; Wu; Yu (2016)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	Jogo com QR
8	Orcera Exposito; Moreno Fuentes; Risueño Martínez (2017)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	

	Autores	Estática	Dinâmica	
		Sem interação	Restrita interação	Alta interação
9	Toledo Morales; Sánchez García (2017)	Objeto em 3D		
10	Salinas; González-Mendivil (2017)	Objeto em 3D ; Vídeos	Toque no ecrã	
11	Wang (2017)	Objeto em 3D		
12	Domínguez-Gutu <i>et al.</i> (2020)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
13	Aladin <i>et al.</i> (2020)	Áudio; Objeto em 3D		
14	Pozo-Sánchez <i>et al.</i> (2021)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
15	Permana; Dermawi; Izzaty (2021)	Objeto em 3D		
16	Rebollo <i>et al.</i> (2022)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	Jogo com QR
17	Aborokbah (2021)	Áudio; Vídeo; Objeto em 3D		
18	AlNajdi (2022)	Vídeo		
19	Wibowo; Putri; Saputri (2022)	Áudio; Objeto em 3D		
20	Piatykop <i>et al.</i> (2022)	Objeto em 3D		
21	Roumba; Nicolaidou (2022)	Áudio; Objeto em 3D		
22	Hassan; Rahim; Shin (2022)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
23	Mashar; Dani; Muhallim (2022)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
24	Sirumapea <i>et al.</i> (2022)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	
25	Rini <i>et al.</i> (2022)	Objeto em 3D	Toque no ecrã	

Fonte: elaborado pelos autores.

Podemos observar nesse **quadro 1** que a maioria dos aplicativos de RA fundamenta-se em métodos estáticos e dinâmicos com restrita interação, muito embora temos a considerar que a depender da situação estes modelos são adequados e, dessa forma, não queremos sugerir que a alta interação representa um melhor aprendizado, e sim que é uma forma mais imersiva de utilização da RA. Igualmente, podemos deduzir que fazer uso de um método ou de outro depende de cada caso, levando-se em conta o público-alvo e o objetivo proposto pelo pesquisador.

Nesse sentido, se fossemos classificar a nossa proposta, esta estaria presente tanto no método estático, por utilizar de objeto de RA em 3D, como também nos dois grupos do dinâmico, por fazer uso de toque do ecrã e também por ser um jogo digital. Porém, é necessário destacar que nosso jogo foi implementado para ser utilizado nas próprias imagens do livro didático, permitindo assim, alargarmos e enriquecermos as possibilidades de seu uso pelo público-alvo, alinhado aos tempos tecnológicos e o seu contexto no Brasil atual.

Relevante destacarmos que as seguintes pesquisas elencadas nesse recorte, a saber: Diaz, Hincapié e Moreno (2015); Salinas e González-Mendivil (2017); Aladin *et al.* (2020); Permana, Dermawi e Izzaty (2021); Rebollo *et al.* (2022); Piatykop *et al.* (2022); Mashar, Dani e Muhallim (2022); Sirumapea *et al.* (2022); Rini *et al.* (2022); e Wu, Wu e Yu (2016), fizeram uso das mesmas ferramentas que utilizamos para o desenvolvimento do aplicativo de nossa pesquisa, no caso: Unity (software para a criação do motor do jogo), C# (é a linguagem de programação utilizada) e Vuforia (é o plugin utilizado dentro do Unity para o desenvolvimento de RA). Tal informação evidencia que o uso dessas ferramentas por nossa pesquisa está condizente com trabalhos análogos e atuais ao redor do mundo nesse contexto de desenvolvimento de aplicações com uso de RA.

Por fim, a relevância à pesquisa e ao desenvolvimento e uso de um jogo em RA para o ensino é corroborado por Amanatidis (2022) que explicita que há um pequeno número de pesquisas que trazem o uso de jogos em RA para ser aplicados no ambiente educacional. Dessa forma, somos cientes de que a nossa investigação não traz elementos

por si só inéditos, pois seria pretensão afirmar que apenas pelo uso da RA, do material impresso ou do jogo educativo de forma individualizada, teríamos um ineditismo.

Porém, no instante em que traçamos esse paralelo com pesquisas estrangeiras aos quais os métodos de implementação da RA com o objeto impresso foram identificados e categorizados, consideramos que a construção, integração e interação que uniram esses elementos em nossa investigação – RA, livro didático e jogo educativo para o ensino básico –, tornaram-se de fato uma importante contribuição a esse cenário em âmbito nacional, que é a busca por alternativas viáveis de uso do livro didático alinhado aos tempos tecnológicos aos quais estamos imersos.

Enfim, após esse diálogo que permeou a nossa investigação com outras do estrangeiro, passaremos à explicação do percurso metodológico da pesquisa.

Percurso metodológico

Esta pesquisa está fundamentada em um estudo de caso, que segundo Gil (2017, p. 58) se caracteriza “[...] pelo estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante os outros delineamentos considerados.”

Ao tratarmos da forma como será avaliado o jogo educativo digital, consideramos adequada sua aplicação com fins a validá-lo quanto à sua executabilidade e viabilidade para o ensino, por meio de grupo focal. Nesse sentido, levando-se em conta que devido a pandemia da COVID-19, e, conseqüentemente, um maior uso da comunicação remota, se apresentaram duas possibilidades de aplicação desse grupo focal, a virtual e a presencial. No entanto, não se pode simplesmente selecionar qualquer uma delas, pois deve ser avaliado qual é mais apropriada para a pesquisa que se propõe.

Nesse sentido, nossa pesquisa ponderou que o grupo focal presencial se mostrou mais adequado, por conta da necessidade do uso do livro didático de ciências e do smartphone. Além disso, o trato de dúvidas ou questões técnicas que dificultem a continuidade do grupo focal, ou seja, a comunicação entre o grupo, poderia ter melhor resolução a partir do contato mais próximo entre os envolvidos na pesquisa, trazendo com isso, resultados mais fidedignos à nossa pesquisa.

Ademais, os dados coletados foram analisados a partir da abordagem da Análise Textual Discursiva – ATD. Essa é conceituada por Moraes e Galiuzzi (2006, p. 118) como “[...] uma abordagem de análise de dados que transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a análise de conteúdo e a análise de discurso”. Dessa forma, se firma na interpretação do significado que é dado pelo autor, como também nas condições às quais determinado texto foi produzido.

Acerca do método, Moraes (2003) destaca que processo analítico derivado deste segue os seguintes passos:

- Unitarização – onde o trecho é fragmentado e inserido em unidades pertencentes ao fenômeno;
- Categorização – as unidades são então combinadas ou não, para formarem conjuntos mais complexos;
- Captação do novo emergente – um novo entendimento ao fenômeno é apresentado através de uma nova interpretação por parte do pesquisador.

E assim, podemos compreender esse processo como sendo uma “[...] desconstrução, seguido de reconstrução, de um conjunto de materiais linguísticos e discursivos, produzindo-se a partir disso novos entendimentos sobre os fenômenos e discursos investigados.” (MESQUITA; SOARES, 2011, p. 7).

Para a pesquisa, utilizaremos de unidades de análise assinaladas por meio de cores. Tal modelo é utilizado em diversas pesquisas no campo das ciências, como afirma Mesquita (2020) em seu trabalho de revisão de literatura sobre a codificação das unidades de análise sob a metodologia da ATD. De uma forma mais clara à compreensão, explicitamos que essas marcações foram realizadas após a realização do grupo focal presencial, ao nos debruçarmos sobre a sua transcrição. Nesse sentido, cada uma das unidades identificadas com cores iguais, com fins a serem reagrupadas no processo de categorização dos dados.

É relevante destacarmos que as categorias não emergiram após esse processo, pois em nosso trabalho que visa validar a integração entre a RA e o livro didático, elas foram delimitadas a priori, a saber: executabilidade e viabilidade. Tal direcionamento se deu por essas duas categorias serem cruciais para esse intento, pois, as unidades identificadas se constituíram a partir de relações com as categorias estabelecidas a priori.

Após discorrermos sobre os argumentos teóricos metodológicos, vamos à delimitação do grupo focal em si e os seus participantes. Nesse cenário se optou por professores das áreas de ciências, física, química e biologia do ensino básico, já que os livros didáticos utilizados são aqueles do componente curricular de ciências, e assim, vemos semelhança entre essas áreas. Além disso, se preferiu selecionar professores pois foi levado em consideração que os professores estão cotidianamente em contato com os livros didáticos, tanto na sua escolha quanto em seu uso como apoio para seu planejamento.

Assim sendo, os convidados que aceitaram participar da pesquisa¹ foram informados sobre as finalidades da investigação, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), e estão listados entre outras informações no **quadro 2**, sob nomes fictícios de elementos químicos, escolhidos pelos participantes para preservar o anonimato.

Quadro 2 – Caracterização dos Participantes

Nº	Participante	Rede/Pós	Etapa de Ensino	Leciona	Grau de instrução
1	Hidrogênio	Federal	Ensino médio	Química	Mestrado
2	Nitrogênio	Estadual	Ensino fundamental	Ciências	Mestrado
3	Sódio	Estadual	Ensino médio	Química	Graduação
4	Oxigênio	Estadual	Ensino fundamental	Física	Mestrado
5	Carbono	Mestrado em Ensino de Ciências	Ensino médio	Química	Graduação
6	Argônio	Municipal	Ensino fundamental	Ciências	Mestrado
7	Nióbio	Federal	Ensino fundamental	Química	Mestrado
8	Fósforo	Federal	Ensino fundamental	Ciências	Doutorado
9	Ouro	Federal	Ensino fundamental	Ciências	Mestrado
10	Rádio	Federal	Ensino fundamental	Química	Doutorado
11	Hélio	Federal	Ensino fundamental	Ciências	Mestrado
12	Potássio	Federal	Ensino fundamental	Química	Mestrado

Fonte: elaborado pelos autores.

¹Este estudo compõe uma pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Goiás.

Assim, dispomos a caracterização dos indivíduos que participaram desta pesquisa. Percebe-se que o número de participantes está em doze, tal qual indicado por Malhotra (2011) como adequado ao grupo focal presencial. No entanto, levando-se em conta o contexto da pandemia no Brasil e o início da flexibilização das medidas contra o contágio da COVID-, consideramos prudente que o grupo focal presencial ainda fosse realizado com certa cautela, a partir do uso de máscaras, distanciamento social e um grupo menor de pessoas.

Nesse sentido, o grupo focal presencial foi realizado em dois momentos, sendo o primeiro com os participantes elencados do um ao sete; e o segundo com os participantes elencados do oito ao 12, do **quadro 2**. Outrossim, foi acertado com os participantes dos dois grupos a realização de um único encontro presencial, no entanto, caso houvesse necessidade, outros encontros poderiam ser realizados. Entretanto, não foi necessário um segundo encontro para nenhum dos grupos.

Assim, o grupo focal (GF) presencial com o primeiro grupo de participantes foi realizado no dia 4 de abril de 2022, às 17h30 em sala de aula do Núcleo de Pesquisa e Ensino de Ciências (NUPEC) da Universidade Federal de Goiás, localizado no Campus II, Samambaia, na cidade de Goiânia. O motivo para a escolha deste local se deu por conta de sua localização ser de fácil acesso, além de sua infraestrutura facilitar a aplicação do grupo focal presencial, tendo em vista, a acústica que isola o ambiente e por este ser amplo, ainda mais, levando-se em conta o necessário distanciamento requerido nos tempos de pandemia. Dessa forma, a sala onde aconteceu o GF atendeu apropriadamente a aplicação da técnica no local.

Por conseguinte, o grupo focal presencial com o segundo grupo de participantes foi realizado no dia 11 de abril de 2022, às 14h no departamento de biologia do Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada à Educação (CEPAE) da Universidade Federal de Goiás, localizado no Campus II, Samambaia, na cidade de Goiânia. A razão para a escolha do local e de sua infraestrutura, seguiu os mesmos preceitos do grupo anterior.

E, para um melhor encaminhamento da aplicação, se elaborou roteiro no qual se destaca a temática apresentada, os objetivos da pesquisa e o tempo de aplicação. Este roteiro foi baseado nos trabalhos de Dal'Igna (2012), Flick (2009), Guido e Costa (2016), Malhotra (2011), e Silva (2010), como disposto no **quadro 3**.

Quadro 3 – Roteiro do Grupo Focal Presencial

Encontro do dia __/__/__	Horário inicial: __h__	Horário final: __h__
<p>Grupo: Professores das redes municipal, estadual e federal em regência de sala, e que ministrem disciplinas de ciências, física, química ou biologia. Ou pesquisadores vinculados a cursos strictu sensu de áreas das ciências.</p> <p>Moderador: João Ferreira Sobrinho Junior Pesquisador: Nyuara Araújo da Silva Mesquita Registro: Gravação de áudio e anotações Objetivo(s): Validar o uso da Realidade Aumentada quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital.</p> <p>Ferramenta/Suporte: Um jogo educativo digital em RA chamado de <i>FotossínteseAR</i> desenvolvido como aplicativo de smartphone – sob o sistema operacional Android – e integrado ao livro didático de ciências, a partir das imagens já presentes no próprio livro e que estão relacionadas à fotossíntese.</p>		

Encontro do dia __/__/__	Horário inicial: __h__	Horário final: __h__
Aplicação da Atividade		
<p>Início da gravação de áudio e anotações que sejam julgadas pertinentes pelo pesquisador/moderador, e que tal somente se encerrar ao término na aplicação, exceto pelo intervalo.</p> <p>Primeira Parte – Orientações iniciais (15 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agradecimento inicial pelo moderador e pesquisador; • Orientações gerais acerca do papel de cada um na aplicação, pelo moderador; • Apresentação da temática pelo pesquisador; • Abertura para dúvida dos participantes. <p>Segunda Parte – Atividade prática com a interação mista (50 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • O pesquisador faz a apresentação do jogo digital intitulado <i>FotossínteseAR</i>. • De antemão, o pesquisador já terá indicado aos participantes o repositório que devem baixar o jogo educativo digital; • Aos participantes que ainda não tiverem feito o download. O pesquisador indicará que o façam nesse momento, a partir do repositório indicado seja pela internet do lugar ou mesmo seus próprios dados móveis. Caso seja impossibilitado tais saídas, o pesquisador a partir do notebook ou mesmo por envio diretamente ou por rede social compartilhará o arquivo do jogo digital e então, o próprio pesquisador poderá auxiliar na instalação, caso seja necessário, dessa forma, pretende-se minimizar problemas desse tipo; • Após a instalação por todos os participantes, eles farão o uso do jogo educativo digital; • O moderador supervisionará este momento de prática e o pesquisador, caso for chamado por algum participante, irá dirimir dúvidas que surgirem. <p>Intervalo - Lanche (20 minutos)</p> <p>Terceira Parte – Discussão (20 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • O moderador instigará a discussão inicial que partirá de perguntas-chave baseadas no objetivo apresentado nesse roteiro. <p>O objetivo presente no roteiro é:</p> <p><i>Validar o uso da Realidade Aumentada quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital.</i></p> <p>Assim, as perguntas-chaves aos participantes serão:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Vocês já leram ou têm conhecimento sobre realidade aumentada, onde? como? – Depois de jogar (ou usar esse material) vocês acham que esse é um material que pode ser classificado como uma inovação pedagógica contemporânea? – O que vocês acharam dessa proposta de integração entre o LD e a tecnologia, é viável? – O que seria necessário para implementá-la e o que vocês enxergam como dificuldades para essa implementação? – Cite melhorias que o jogo pode ter? <p>Quarta Parte – Finalização (05 minutos)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agradecimento final pelo moderador e pesquisador; • Abertura para palavras finais aos participantes (caso desejem). 		

Fonte: elaborado pelos autores.

Sabendo que buscamos investigar o uso da RA quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital, devemos nos ater a esse objetivo, desse modo, as unidades de análise devem estar relacionadas as duas categorias: executabilidade e a viabilidade.

É importante delimitarmos cada uma das categorias analisadas nesta pesquisa, assim temos que:

- **Executabilidade:** é aquilo que se consegue executar, ou seja, é executável por algo ou alguém. Em nosso caso, o entendimento do participante de que a interação a partir da integração entre o livro didático e o seu leitor, através da tecnologia de RA por meio de um jogo digital educativo, pode ser realizada e suas possibilidades;
- **Viabilidade:** é o que faz algo se tornar possível, ou seja, sanando dificuldades para alcançar o seu objetivo. Em nosso caso, está relacionado a questões de infraestrutura, políticas públicas, desigualdades econômicas, sociais e digitais.

Desse modo, percebe-se que a executabilidade vem a priori, pois, se algo não for executável, tão pouco poderá ser viável para esse cenário posto. Além disso, um dado a ser levado em consideração, é que não estamos validando o jogo educativo da *FotossínteseAR* em si, e sim, a perspectiva da interação entre o leitor e o livro didático por meio da RA. Essa interação é um conceito abstrato que se põe em evidência apenas através de algo ou alguma ferramenta que o apresenta e o leitor, ou quem esteja manuseando o livro, seja ele, aluno, professor ou qualquer que o possua.

Após apresentarmos as categorias a priori, no **quadro 4**, explicitamos as unidades de análise que foram identificadas no sentido de que suas interpretações de forma conjunta estruturassem a análise das categorias.

Quadro 4 – Unidades de análises relacionadas às categorias de executabilidade e viabilidade

Executabilidade	Viabilidade
Ferramenta à compreensão de conceitos microscópicos	Necessidade da formação de professores
Problemas na execução do jogo	Acesso a aparatos digitais
Facilidade do uso das tecnologias pelos alunos	Desenvolvimento dos jogos em RA
Ensino em consonância com o aluno imerso no mundo digital	Uso do aparato digital em sala de aula

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após as transcrições das falas dos dois grupos focais, por meio da ATD, os textos transcritos foram esmiuçados e conforme as unidades apresentadas no **quadro 4**, foram estabelecidas as relações com as categorias analíticas, pois conforme explicitado por Moraes e Galiuzzi (2016, p. 36), o ciclo da ATD é um exercício de produção de sentidos ao se “[...] construir compreensões a partir de um conjunto de textos, analisando-os e expressando a partir da análise os significados possíveis. Os resultados obtidos dependem tanto dos autores do texto quanto do pesquisador”.

Na próxima seção deste artigo, discutiremos os resultados da análise em torno das duas categorias: executabilidade e viabilidade considerando suas relações com as unidades identificadas no corpus da pesquisa, os textos das transcrições dos dois grupos focais.

Resultados e discussões

Nessa seção, primeiramente abordaremos as quatro unidades relacionadas à primeira categoria *Executabilidade*, e após, as quatro relacionadas à segunda categoria, que é a *Viabilidade*.

Em relação à primeira categoria *Executabilidade*, ao nos atermos aos recortes relacionados à ideia de *Ferramenta para compreensão de conceitos microscópicos*, observamos que os participantes destacam que é muito interessante porque pode contribuir para que o estudante extrapole o pensamento concreto e consiga criar modelos mentais relacionados aos elementos presentes no jogo, o que auxilia na apropriação dos conceitos científicos.

Potássio: *Isso aí [o jogo] também seria muito legal de se fazer no ensino médio, né? Fazer isso nas reações químicas seria muito bacana para que os alunos pudessem ver como realmente é... isso estimularia mais eles...*

Hélio: *Para as crianças seria ótimo, porque elas até dizem quando veem uma imagem representando a água, o gás carbônico... por exemplo, vamos dizer a Fotossíntese, esse assunto aí... na respiração celular, por exemplo, elas queriam que pudessem realmente ver a ação acontecer, o oxigênio ser liberado e o gás carbônico consumido, entendeu? Algo mais prático, mais real para elas... mais fácil de entender...*

Assim, ao tratarmos da visualização macroscópica de elementos, Herpich *et al.* (2020, p. 76) destacam, em seu trabalho sobre o uso de um aplicativo de RA para o ensino, de que com essa tecnologia, “[...] se torna possível criar simulações de nível macro e micro, que em muitos casos, não [são] possíveis de retratar no mundo real”. No que tange ao ensino de crianças com o uso do macro, Cordeiro e Pimenta (2018, p. 106) utilizaram da RA para auxiliar o ensino de cores para crianças de 0 a 6 anos idade, e concluíram que “[...] o uso de tecnologias como ferramentas de ensino pode prover os recursos necessários para desenvolver tais atividades, facilitando a percepção da criança usando uma abordagem interativa.”

Mas, não apenas no campo da educação o uso da RA com fins à visualização macroscópica é objeto de pesquisas, pois para o ensino da saúde e das doenças também vemos trabalhos que lançam mão dessa ferramenta, como o de Franklin, Borges e Santos (2011, p. 530) que visavam desenvolver “[...] um ambiente de Realidade Aumentada para o ensino-aprendizagem do Diabetes Mellitus – DM por meio de representações tridimensionais, interativas e em tempo real, de seus principais aspectos anatômicos e fisiopatológicos”. Ponderamos então, que o uso de visualização macroscópica de elementos a partir da RA, é um campo desenvolvimento. Nesse sentido, consideramos que o seu uso para o ensino é relevante e com bons prognósticos de êxito, não apenas no âmbito escolar, como também em outras áreas.

Em relação à unidade *Problemas na execução do jogo*, foram ressaltados possíveis problemas de configuração e lentidão do jogo educativo no aparato digital utilizado, seja ele tablet ou smartphone, em qualquer Sistema Operacional (SO), conforme trechos destacados a seguir.

Carbono: *Rapaz, eu acho que pelo tanto de tipos de celulares que tem por aí, uns mais velhos e outros mais novos, acho que vai ser difícil fazer um aplicativo que não dê problemas em algum... então, é bom que se pense nisso direitinho pra quando o aluno precisar jogar e não conseguir, ver um jeito de corrigir os erros de configuração...*

Sódio: *Eu estou com dificuldades aqui, parece que com essa Realidade Aumentada é um pouco diferente... parece mais difícil de jogar direto... dá umas paradinhas de vez em quando, umas lags² ... e depois some tudo de uma vez.*

A questão desses problemas de *lag* está mais relacionada ao próprio aparato digital utilizado, no que se refere à memória e outras funcionalidades próprias. De outro lado, a configuração pode estar relacionada ao aparato digital como também à forma na qual o jogo educativo digital foi programado, e nesse caso, somente as correções no próprio jogo sanarão esses problemas de dimensionamento e representação.

Em todo o caso, a equipe desenvolvedora do jogo, deve se antever a essas questões, e fazer os testes necessários em uma amplitude de aparatos digitais para evitar erros em larga escala, pois, pequenos erros podem por vezes acontecer. E após essa primeira análise, os requisitos de funcionamento mínimo deverão estar postos, para que o leitor saiba se o seu aparato digital suporta ou não esse aplicativo.

²Lag é quando o dispositivo demora para responder a um comando.

Um ponto importante a ser destacado na fala do Participante Sódio, é quando ele diz: *“e depois some tudo de uma vez”*. Isso não é um erro, pois, fique claro que nesta pesquisa estamos tratando do uso integrado da RA com o livro didático, e sendo assim, se o aparato digital estiver com o aplicativo aberto sobre a imagem, o jogo educativo digital funciona normalmente. No entanto, se ele é retirado de cima da imagem a sua tela fica preta, dando a impressão ao jogador de que o jogo parou, mas isso não é o caso, pois ele parou até que o jogador coloque novamente o aparato sobre a imagem e ela se estabilize, então, o jogo retornará de onde parou.

Essa situação que nos remete à integração entre o RA e o livro didático foi presente em algumas falas, como por exemplo, **Fósforo**: *“Mas me diz uma coisa, eu não entendo e não vejo qualquer tipo de integração... onde esse jogo é integrado ao livro didático??? não vejo!!!”*

Foi então explicado novamente que o jogo somente é jogável enquanto o smartphone estiver sobre o livro. E isso é o foco do trabalho, porque dessa forma é que a interação entre o leitor e o livro didático através do uso RA se estabelece plenamente.

Considerando a unidade *Facilidade do uso das tecnologias pelos alunos*, foi levantado pelos participantes que os alunos do ensino básico, de forma geral, têm uma facilidade maior com o uso das tecnologias digitais.

Hidrogênio: *Os alunos lá da escola se tivessem isso aqui pra aprender, seria muito bom... até porque eles usaram do celular pro ensino remoto, e sabem como faz...*

Nióbio: *Às vezes a gente pensa que o aluno não vai dar conta... mas pode dar um celular pra ele, ele joga esse jogo facinho...*

Fósforo: *Olha, vou te dizer uma coisa... aqui a gente é meio devagar, mas se fosse os meus alunos do quarto ano, em três minutos tinham terminado [de jogar] esse jogo que a gente demorou dez...*

Acerca dessa questão, Araújo (2018, p. 1608) nos explana que em relação à aprendizagem dos alunos da educação básica, percebe-se que eles são “[...] motivados por interfaces digitais que lhes são familiares em seus cotidianos.” Tal direcionamento é corroborado por Lopes e Melo (2014, p. 60) em seu estudo sobre a inserção das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) nas escolas, quando citam o “[...] interesse de crianças e jovens pelos novos modos de relacionar com as pessoas, as coisas e o conhecimento, proporcionados por essas tecnologias”. E, por fim, Vasques e Lima (2016, p. 33) explicitam que optaram pelo uso do smartphone em seus trabalhos sobre o desenvolvimento de blogs, “[...] em razão da utilização desses aparelhos pela grande parte dos alunos, devido à facilidade de conectividade e a constatação de que esse aparelho é muito mais utilizado do que o próprio computador no decorrer do dia.”

Nota-se que as tecnologias digitais motivam e interessam aos alunos do ensino básico, isso faz com que tenham uma maior facilidade para seu uso, ainda mais, que grande parcela daqueles que dele se utiliza, mantém relações sociais virtuais com importância igual ou até maior, do que aquelas do mundo real.

Tendo em vista os olhares para o *Ensino em consonância com o aluno imerso no mundo digital*, consideramos as sinalizações dos participantes de que as abordagens em sala de aula deveriam estar mais alinhadas ao contexto das tecnologias e do uso destas de forma pedagógica. Alguns desses posicionamentos são transcritos a seguir.

Fósforo: *Olha, vou dizer uma coisa... agora com a pandemia... não, bem antes disso... isso eu já vejo desde de 2015 com as minhas crianças na sala de aula [...] então, ele me disse que com aquela imagem do livro ele não conseguia ver direito... mas, o que ele queria mesmo dizer era que queria pegar, ver tridimensionalmente, interagir em 3D com aquela imagem, e aqui vejo que essa Realidade Aumentada aí que tu está mostrando, de certa forma faz!!!*

Hélio: *Isso aí vai mostrar pro aluno a coisa como ela é na realidade... acho que vai ser bem mais fácil ele compreender por que vai juntar com o que a gente explica com o que ele tá vendo acontecer...*

Vemos então que usar dos recursos didáticos que estão a nossa disposição – como por exemplo a RA – para o ensino, pode ser relevante, como afirmam Santos e Belmino (2013, p. 1) quando dizem que esses “[...] estimulam os educandos, facilitando e enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem.” E, em relação ao uso da visualização com elementos mais concreto para o aprendizado, Nicola e Paniz (2016, p. 370) apresentam o trecho de um diálogo de um professor que disse sobre esse viés, “[...] acho que sim, pois a aprendizagem nunca vai acontecer sem a visualização. É muito mais importante quando a gente exemplifica as coisas. Ele consegue fazer associações que é mais fácil de fazer usando algo mais concreto.” Lopes *et al.* (2019, p. 1) concluem que “[...] o principal impulsionador para o uso da RA é auxiliar na compreensão dos conteúdos ensinados, bem como na motivação dos estudantes.”

Dessa forma, nota-se que o uso da RA pode contribuir para essa visualização mais real. Porém, que fique claro, que não estamos nos referindo à visualização macroscópica já apresentada, e sim, à sensação e percepção de trazer o abstrato à realidade, independentemente de ser ou não macro, mas, apresentar uma forma mais latente de lidar com determinado contexto digital com fins ao aprendizado, ainda mais levando-se em conta que uma parte considerável de nossos alunos do ensino básico são navegantes digitais, como conceituado por Sobrinho Junior e Mesquita (2022).

Após apontarmos as questões relativas à executabilidade ao uso da RA integrada ao livro didático por meio do jogo educativo digital, vamos analisar e discutir acerca de sua viabilidade, que em suma, trata de questões que vão além da interação entre o leitor e o livro didático, pois estão relacionadas ao contexto social, econômico, infraestrutura básica para o usufruto das tecnologias, dentre outros aspectos relacionados.

Em relação à *Necessidade da formação de professores*, os participantes destacaram que é uma problemática a ser sanada, e que se estende desde a formação inicial até a continuada.

Oxigênio: *Cara, um problema é que se o professor não tiver uma formação continuada pra trabalhar com as tecnologias, ainda mais essa aí que é tão avançada, né... mais ainda quando a gente pensa que os professores mais antigos não vão dar conta disso daí!!! É um problemão...*

Nitrogênio: *Isso é um problema que vem desde a falta de disciplinas mais específicas na graduação, aí o cara chega em sala de aula e não sabe como fazer!!!*

Sobre a formação de professores para o trato com as tecnologias digitais, Frizon *et al.* (2015, p. 10192) discorrem que o essencial não é a tecnologia em si, mas “[...] a necessidade de reconfigurar, de ampliar e criar novas práticas pedagógicas que potencializem a interação entre os envolvidos nos processos de ensino e aprendizagem, essas questões perpassam pela formação inicial e continuada do professor”. Dessa forma, os cursos superiores de licenciatura devem ter um olhar mais acurado ao mundo digital que o circunda, para então, incluir em seus Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC), direcionamentos mais específicos sobre o uso das tecnologias digitais para o ensino.

Tal qual, as próprias redes públicas de ensino, no que tange as questões pertinentes à formação continuada de seus profissionais do magistério.

Quanto ao *Acesso a aparatos digitais*, os participantes apresentam a problemática de que o leitor pode não ter acesso ao aparato de tecnologia digital, pois, tais circunstâncias estariam frequentemente ligadas a questões de cunho econômico e social, ainda mais em um país tão desigual como é o Brasil. As falas a seguir são representativas dessa compreensão dos participantes.

Rádio: *O maior problema com certeza é o aluno ter um celular bom pra fazer isso, porque às vezes, eles vêm pra escola somente por causa do lanche, imagina se a família tem dinheiro pra comprar um celular decente???*

Ouro: *E quem vai dar o celular pro aluno usar esse jogo? Isso é um problema, porque a maioria quando tem é um celular meio ruinzinho, aquele que passou do irmão pro outro, e tá com a tela toda rachada... e que pra usar isso aí [o jogo], deve ser um celular bom, né?*

Tal pensamento é corroborado em várias falas. Assim, temos compreensão que esse é um problema não apenas local, mas do país. Desse modo, Lunardi *et al.* (2021, p. 19) explicitam em seu trabalho sobre as aulas em tempos de pandemia, que a questão financeira dificulta “[...] a aquisição de novos equipamentos para adequar o estudo [aos filhos] por meio de computadores e celulares”. E como espelho, para esta pesquisa, percebe-se que não diferem as dificuldades. Muito embora, consideramos que o Estado deve efetivamente tomar pra si tal tarefa, oferecendo aos estudantes as condições ideais à sua inclusão digital.

A partir das compreensões agregadas em *Desenvolvimento dos jogos em RA*, os participantes discutiram sobre a responsabilidade sobre essa elaboração dos jogos. Esse direcionamento estimulou muito debate entre os participantes, conforme falas destacadas de Fósforo e Argônio.

Fósforo: *Eu fico aqui pensando... essa forma é bacana, mas pra quem vai o ônus de fazer esse tipo de jogo? O professor? Tenho certeza que isso não dará certo... porque essa é uma preocupação [...] entendo que o seu é um protótipo, mas se caso for realmente inserido nos livros didático, quem arcará com isso? Quem se responsabilizará?*

Argônio: *Isso pro professor fazer não vai dar certo... o professor não tem tempo, tem que dar aulas e às vezes trabalha em dois ou três turnos, em escolas diferentes [...] fora, todo o resto que ele tem que planejar em casa, maior cansaço, correção de trabalhos, de notas, e tudo o mais... E assim, como é que ele faz? Quem tinha que fazer isso era a Secretaria de Educação ou o povo do MEC!!!*

A viabilidade é uma questão central na perspectiva da presente investigação. Nesse sentido, não comungamos que tal tarefa dispendiosa de tempo, gasto monetário e de conhecimentos além do magistério, sejam imputadas aos docentes, por conta das especificidades nas questões, principalmente às relativas da informática. Pois, somos concordantes de que é necessária uma equipe multidisciplinar com profissionais especialistas de várias áreas, para que assim, cada um execute sua tarefa ao qual é perito. Destacamos que há pesquisas como a de Prado, Missel e Cruz (2020, p. 988) que buscam realocar o professor do mero papel de usuários para o de “sujeitos ativos na autoria de jogos”. Ainda assim, não corroboramos desse pensamento de que os professores devam estar frente do desenvolvimento dos jogos, pelas diversas especificidades que orbitam essa criação.

Desse modo, consideramos que esses jogos educativos digitais em RA como interação entre o leitor e o livro didático, poderiam estarem presentes no edital do PNLD, como Objetos Educacionais Digitais (OED) os quais as próprias editoras serão responsáveis por desenvolver, para que assim, possam participar da seleção de escolha. Desse modo, as editoras compõem suas equipes multidisciplinares (profissionais de tecnologia da informação, professores de área, designers, dentre outros) para o desenvolvimento adequado desses jogos, que podem abranger uma porcentagem mínima em relação as temáticas e conteúdos propostos no edital do PNLD.

Quando falamos de OED nos reportamos aqueles objetos incorporados nos livros didáticos aprovados no PNLD e que são produzidos pelas próprias editoras. Por conta disso, esses objetos devem se pautar em critérios técnicos e pedagógicos, sob os ditames do edital do PNLD ao qual estão vinculados (CHINAGLIA, 2017). Uma outra alternativa seria que após os livros didáticos serem selecionados, o próprio governo federal através do Ministério da Educação (MEC), reunisse Grupos de Trabalhos (GT) de especialistas multidisciplinares – tal qual indicados às editoras – para o desenvolvimento dos jogos educativos digitais em RA. Entretanto, consideramos essa opção inoportuna e menos profícua, por conta de mais um dispêndio de orçamento para isso, além do tempo necessário para toda a consecução cíclica dos jogos educativos, que possuem geralmente as seguintes etapas: “[...] definição do conceito de um jogo, seu design, o desenvolvimento e a avaliação” (ALVES; HOSTINS, 2019, p. 713).

Ao considerarmos o *uso do aparato digital em sala de aula* como unidade que compõe a viabilidade do jogo de RA, salientamos os destaques dos participantes em relação às questões de costumes e também legais no que tange a essa perspectiva, conforme falas destacadas de Nióbio, Ouro, Oxigênio e Carbono.

Nióbio: *vou te dizer, essa tua ideia é até legal de uso de Realidade Aumentada, mas como eu vou colocar isso em prática porque pra dizer a verdade, lá na minha escola é proibido aluno em sala de aula com celular...*

Carbono: *já pensou eu entrar em sala pra usar celular??? Na minha sala tem 30 alunos, já pensou??? Acho que seria mais fácil eu espelhar a tela do celular no computador pra ir mostrando pra eles...*

O uso do celular em sala de aula é uma questão dúbia, pois, sua liberação se dá para que se incrementem elementos digitais atrelados à finalidade pedagógica, ao trazer mais interesse ao aluno, usando da linguagem do seu tempo. Muito embora, segundo Zuin e Zuin (2018, p. 431), o descontrole de seu uso ou a falta de supervisão para tal, pode acarretar além da dispersão da concentração do aluno, a possibilidade de trazer o cyberbullying para dentro da sala de aula, e se isso acontecer “[...] em vez dos fins pedagógicos, haverá o fim do pedagógico, cujos efeitos começam a ser observados até mesmo nas crianças, que são cada vez mais diagnosticadas como portadores de déficit de atenção”.

Além disso, legislações que proibiam o uso do celular na escola não seriam de fato cumpridas, como é dito por Quarezemin Neto, Silva e Pinto (2012, p. 59) quando discorrem sobre o total descontrole com o uso desses aparatos digitais na escola, pois os “[...] alunos deixam a sala para atender chamadas ou atendem mesmo em sala de aula aos sussurros. Algumas vezes são os próprios pais que ligam em horário de aula, por qualquer razão.” No entanto, para resolver tal querela, Nagumo e Teles (2016, p. 367) apontam que a saída é o seu uso comedido, e que se “[...] estabeleçam as situações em

que o celular não deva ser utilizado, assim como em quais circunstâncias o celular pode e deve ser utilizado de maneira pedagógica, como para comunicação e entretenimento.”

Temos então que o uso do smartphone em sala de aula é algo que deve ser ponderado e não proibitivo, até porque os alunos já levam esse aparato digital constantemente à escola, sendo assim, estabelecer momentos e contextos específicos para o seu uso é o mais sensato a ser feito, com o propósito da ação educativa. E dessa forma, ressaltamos que a partir dos dados advindos da transcrição dos áudios e dos apontamentos realizados no momento dos dois grupos focais presenciais, consideramos que foi possível discutir a executabilidade e a viabilidade do uso da RA integrada ao livro didático por meio de jogo educativo digital.

Quanto à executabilidade, consideramos que a proposta é executável, pois, não apenas é possível de ser realizada na prática como também permite que se traga à tona elementos do contexto do abstrato ou do não-visível pelo leitor, aproximando-se assim do real através da simulação do ato, da ação em si. Muito embora, questões técnicas que se vislumbram como empecilho, podem ser dirimidas por equipes especializadas no desenvolvimento cíclico do jogo, mitigando assim possíveis erros.

No que tange à viabilidade, consideramos que tecnologicamente, legalmente, pedagogicamente e logisticamente, a proposta é viável, pois: há tecnologia digital madura à implantação da RA; é possível se estabelecer questões legais à essa implantação; as orientações pedagógicas ao seu uso em sala de aula podem ser estabelecidas através de diálogos entre os atores do contexto escolar; e, o desenvolvimento dos jogos educativos digitais em RA, são plenamente viáveis a partir dos editais do PNLD. Porém, também destacamos que a viabilidade é posta em xeque quanto a elementos como: questões sociais e políticas educacionais, como o acesso aos aparatos digitais; e a formação dos professores à inserção da RA em seu planejamento.

Arremates finais

No sentido de discorrer ao leitor as considerações finais desta pesquisa, partimos do objetivo deste trabalho que se propôs a investigar o uso da RA quanto à sua executabilidade e viabilidade, de forma integrada ao livro didático, a partir de um jogo educativo digital. Dessa forma, é relevante tal temática, principalmente, por proporcionar uma abertura de leque de opções para o uso do livro didático por meio de novas possibilidades de interações, ainda mais, com os valores consideráveis que são dispendidos no PNLD, e por ele ainda ocupar um papel central na escolarização pública do Brasil.

Logo, por meio da pesquisa identificamos que foi possível analisar e discutir a executabilidade e a viabilidade do uso da RA integrada ao livro didático por meio de jogo educativo digital. Quanto à executabilidade, consideramos que a proposta é executável, tanto nos aspectos do desenvolvimento do jogo e na implementação prática, quanto no que essa tecnologia digital pode trazer de possibilidades ao ensino. No que se refere à viabilidade, vemos que a RA é uma tecnologia digital em voga e pode ser inclusa enquanto OED nos livros didáticos, além do mais, os contextos pedagógicos e escolares de sua inserção precisam estabelecer o diálogo para uma ação educativa mais profícua. Entretanto, os cenários sociais/econômicos de desigualdades e as políticas educacionais no Brasil à formação docente, põem em xeque essa proposta.

Ademais, como observações complementares advindas desse estudo, destacamos que as inovações pedagógicas relacionadas ao contexto das tecnologias digitais, não devem ser pensadas sem um planejamento pedagógico adequado de sua execução. Uma vez que isso pode acarretar apenas no sentido do uso-pelo-uso do instrumento digital, perfazendo apenas *uma aula diferente*, e assim, não se chegar ao objetivo que é agregar valor ao ensino de forma complementar por meio das tecnologias digitais. Ademais, temos a realçar que a RA é uma temática em desenvolvimento tanto em pesquisas acadêmicas em cursos strictu sensu no Brasil, como também nas publicações de revistas científicas. Isto denota, as possibilidades de expansão dessa tecnologia, como também de seu uso para o ensino.

Logo, entendemos que nossos resultados corroboram com autores que propõem o uso das tecnologias digitais integradas ao ensino. Conquanto, de uma forma complementar e de suporte, diferentemente da visão *tecnocentrista* no qual a tecnologia digital torna-se o centro. Nessa seara, a RA vislumbra-se como um campo fértil de pesquisas no ensino de ciências, ao possibilitar a inserção de elementos virtuais no ambiente real, e assim, poder contribuir à compreensão do conteúdo pelo estudante, agente ativo no processo da aprendizagem.

Ainda que tenhamos concretizado os objetivos desta pesquisa, temos a destacar que estudos que versam sobre o uso de tecnologias digitais para o ensino, de forma alguma se esgotam a partir de nossas indagações e resultados. Pois, podemos apontar novos olhares sobre o objeto, como aqueles que vertem à formação docente para o uso das tecnologias digitais mais atuais como a realidade virtual, RA e o holograma. Igualmente, há as que tratam de novas opções e possibilidades à interação entre o leitor e o livro didático, a partir de tecnologias digitais ou não. Enfim, esses são caminhos para investigações porvindouras, ou seja, temos um longo caminho a percorrer...

Referências

- ABOROKBAH, M. Using augmented reality to support children with dyslexia. *International Journal of Cloud Computing*, Geneva, v. 10, n. 1/2, p. 17-25, 2021. Doi: <https://doi.org/jzsh>.
- ALADIN, M. Y. F.; ISMAIL, A. W.; SALAM, M. S. H.; KUMOI, R.; ALI, A. F. AR-TO-KID: a speech-enabled augmented reality to engage preschool children in pronunciation learning. *IOP Confererence Series: materials sciences and engineering*, Bristol, UK, v. 979, p. 1-12, 2020. Doi: <https://doi.org/jzsk>.
- ALNAJDI, S. M. A. The efectiveness of using augmented reality (AR) to enhance student performance: using quick response (QR) codes in student textbooks in the Saudi education system. *Education Technology Research and Development*, New York, v. 70, p. 1105-1124, 2022. Doi: <https://doi.org/grm4pn>.
- ALVES, A. G.; HOSTINS, R. C. L. Elaboração conceitual por meio da criação colaborativa e coletiva de jogos digitais na perspectiva da educação inclusiva. *Revista Brasileira de Educação Especial*, Bauru, v. 25, n. 4, p. 709-728, out.-dez. 2019.
- AMANATIDIS, N. Augmented reality in education and educational games-implementation and evaluation: a focused literature review. *Computers and Children*, Eastbourne, UK, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2022. Doi: <https://doi.org/jzsm>.
- ANATEL. *Relatório anual de gestão*: 2019. [Brasília: Anatel, 2020]. Disponível em: <https://tinyurl.com/yc4m26bn>. Acesso em: 3 maio 2020.

ARAÚJO, M. D. S. Ensino-aprendizagem com tecnologias digitais na formação inicial de professores de inglês. *Trabalhos em Linguística Aplicada*, Campinas, v. 57, n. 3, p. 1590-1614, 2018. Doi: <https://doi.org/jzsn>.

BEHZADAN, A. H.; KAMAT, V. R. Enabling discovery-based learning in construction using telepresent augmented reality. *Automation in Construction*, Amsterdam, v. 33, p. 3-10, 2013. Doi: <https://doi.org/f43p66>.

BILLINGHURST, M.; KATO, H.; POUPYREV, I. The MagicBook: moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, Piscataway, US, v. 21, n. 3, p. 6-8, 2001. Doi: <https://doi.org/ddc3bs>.

BRASIL. Ministério da Educação. *Programas do livro: dados estatísticos*. Brasília: FNDE, 2022. Disponível em: <https://tinyurl.com/2p8rnuz5>. Acesso em: 7 jan. 2022.

CETIC.BR. *TIC Educação: 2018*. São Paulo: Cetic.br, [2020]. Disponível em: <https://cetic.br/pesquisa/educacao/indicadores>. Acesso em: 3 maio 2020.

CHAVES, E. A. O livro didático e sua presença em aulas de história: contribuições da etnografia. *Educar em Revista*, Curitiba, v. 35, n. 77, p. 159-181, out. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/0104-4060.68936>.

CHINAGLIA, J. V. Políticas públicas para objetos educacionais digitais no Brasil. *Tecnologia Educacional*, Rio de Janeiro, v. 216, p. 140-151, 2017.

CORDEIRO, J. P. F.; PIMENTA, A. H. D. M. Uso de realidade aumentada como apoio ao aprendizado infantil. *Perspectivas em Ciências Tecnológicas*, Pirassununga, v. 7, n. 7, p. 106- 128, 2018.

DAL ÍGNA, M. C. Grupo focal na pesquisa em educação: passo a passo teórico-metodológico. In: MEYER, D. E.; PARAÍSO, M. A. *Metodologias de pesquisas pós-críticas em educação*. Belo Horizonte: Mazza, 2012. p. 195-217.

DIAZ, C.; HINCAPIÉ, M.; MORENO, G. How the type of content in educative augmented reality application affects the learning experience. *Procedia Computer Science*, Amsterdam, v. 75, p. 205-212, 2015. Doi: <https://doi.org/jzsp>.

DOMÍNGUEZ-GUTU, J.; GORDILLO-ESPINOZA, TREJO-TREJO, G. A.; CONSTANTINO GONZÁLEZ, F. E. Impacto de la realidad aumentada en el rendimiento académico de los estudiantes de educación primaria en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista de Educación Técnica*, Lima, v. 4, n. 12, p. 1-12, 2020. Doi: <https://doi.org/jzsq>.

FLICK, U. *Desenho da pesquisa qualitativa*. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANKLIN, F.; BORGES, A.; SANTOS, E. C. D. Um sistema interativo com realidade aumentada como ferramenta de ensino-aprendizagem em diabetes mellitus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 23., 2011, Aracaju-SE. *Anais [...]*. Aracaju: SBIE, 2011. p. 530-533.

FRIZON, V.; LAZZARI, M. B.; SCHWABENLAND, F. P.; TIBOLLA, F. R. C. A formação de professores e as tecnologias digitais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 12., 2015, Curitiba-PR. *Anais [...]*. Curitiba: Educere, 2015. p. 10192-10205.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GUIDO, L. D. F. E.; COSTA, E. A. D. A utilização do grupo focal em pesquisa de educação ambiental como estratégia metodológica qualitativa: uma análise do projeto escola ecológica em rede (Uberaba/MG). *Ensino em Re-Vista*, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 460-477, 2016. Doi: <https://doi.org/jzss>.

HASSAN, S. A.; RAHIM, T.; SHIN, S. Y. ChildAR: an augmented reality-based interactive game for assisting children in their education. *Universal Access in the Information Society*, Heidelberg, v. 21, p. 545-556, 2022. Doi: <https://doi.org/jzst>.

HERPICH, F.; LIMA, W. V. C.; NUNES, F. B.; LOBO, C. O.; TAROUÇO, L. M. R. Atividade educacional utilizando realidade aumentada para o ensino de física no ensino superior. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, Buenos Aires, v. 25, p. 68-77, jan./jul. 2020. Doi: <https://doi.org/jzsv>.

KANTAR. *Android x los*. [2022]. Disponível em: <https://tinyurl.com/mrystueb>. Acesso em: 20 jan. 2022.

LOPES, L. M. D.; VIDOTTO, K. N. S.; POZZEBON, E.; FERENHOF, H. A. Inovações educacionais com o uso da realidade aumentada: uma revisão sistemática. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 35, p. e197403, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1590/0102-4698197403>.

LOPES, P. M. A.; MELO, M. D. F. A. D. Q. E. O uso das tecnologias digitais em educação: seguindo um fenômeno em construção. *Psicologia da Educação*, São Paulo, v. 38, p. 49-61, 2014.

LUNARDI, N. M. S. S.; NASCIMENTO, A.; SOUZA, J. B.; SILVA, N. R. M.; PEREIRA, T. G. N.; FERNANDES, J. S. G. Aulas remotas durante a pandemia: dificuldades e estratégias utilizadas por pais. *Educação & Realidade*, Porto Alegre, v. 46, n. 2, p. e106662, 2021. Doi: <https://doi.org/jzsj>.

MACEDO, L. D. *Ensaio pedagógico: como construir uma escola para todos?* Porto Alegre: Artmed, 2007.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de marketing: foco na decisão*. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

MARTÍN GUTIERREZ, J.; MENESES FERNÁNDEZ, M. D. Applying augmented reality in engineering education to improve academic performance & student motivation. *International Journal of Engineering Education*, Dublin, v. 30, n. 3, p. 625-635, 2014.

MASHAR, M.; DANI, A. A. H.; MUHALLIM, M. Augmented reality for solar system learning. *Pena Teknik*, Indonesia, v. 7, n. 2, p. 69-78, 2022. Doi: <https://doi.org/jzs2>.

MESQUITA, N. A. D. S. Perspectivas formativas de cursos de licenciatura em química: o desvelar dos projetos pedagógicos a partir da análise textual discursiva. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 8, n. 19, p. 785-799, dez. 2020. Doi: <https://doi.org/jzs3>.

MESQUITA, N. A. D. S.; SOARES, M. H. F. B. Intencionalidades reveladas: análise dos diálogos estabelecidos na elaboração conjunta de um projeto pedagógico de curso de licenciatura em química. *Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 3-25, 2011.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003. Doi: <https://doi.org/dv5vc4>.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006. Doi: <https://doi.org/bw48kr>.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. D. C. *Análise textual discursiva*. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.

NAGUMO, E.; TELES, L. F. O uso do celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 97, n. 246, p. 356-371, 2016. Doi: <https://doi.org/jzs4>.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de biologia. *Infor: inovação e formação*, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.

ORCERA EXPOSITO, E.; MORENO FUENTES, E.; RISUEÑO MARTÍNEZ, J. J. Aplicación de las TAC en un entorno aicle: una experiencia de innovación en educación primaria. *Aula de Encuentro*, Jaén, v. 19, n. 1, p. 143-162, 2017. Disponível em: <https://tinyurl.com/z5unmxkp>. Acesso em: 2 mar. 2023.

PARHIZKAR, B.; TAN YI SHIN; LASHKARI, A. H.; YAP SING NIAN. Augmented reality children storybook (ARCS). In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON FUTURE INFORMATION TECHNOLOGY, 13., 2011, Singapor. *Proceedings* [...]. Singapor: IACSIT Press, 2011. p. 1-4.

PERMANA, F.; DERMAWI, R.; IZZATY, S. Development of augmented reality for children book lutung kasarung. *Journal of Development Research, Indonesia*, v. 5, n. 2, p. 115-118, 2021. Doi: <https://doi.org/jzs5>.

PIATYKOP, O. I.; PRONINA, O. I.; TYMOFIEIEVA, I. B.; PALII, I. D. Early literacy with augmented reality. *Educational Dimension, Kryvyi Rih-Ukraine*, v. 58, p. 131-148, 2022. Doi: <https://doi.org/jzs6>.

POZO-SÁNCHEZ, S.; LOPEZ-BELMONTE, J.; MORENO-GUERRERO, A. J.; FUENTES-CABRERA, A. Effectiveness of flipped learning and augmented reality in the new educational normality of the Covid-19 era. *Texto Livre, Belo Horizonte*, v. 14, n. 2, p. e34260, 2021. Doi: <https://doi.org/jzs7>.

PRADO, L. A. R. D.; MISSEL, F. D. A.; CRUZ, D. M. Game design e educação: formação docente e produção de jogos para alfabetização. *Revista Intersaberes, Curitiba*, v. 15, n. 36, p. 988-1009, 2020. Doi: <https://doi.org/jzs8>.

QUAREZEMIN NETO, C.; SILVA, J. C. D.; PINTO, V. C. Uma chamada a cobrar: a escola e o celular em sua difícil convivência. *EntreVer, Florianópolis*, v. 2, n. 2, p. 56-62, 2012.

REBOLLO, C.; REMOLAR, I.; ROSSANO, V.; LANZILOTTI, T. Multimedia augmented reality game for learning math. *Multimedia Tools and Applications, New York*, v. 81, p. 14851-14868, 2022. Doi: <https://doi.org/jzs9>.

RIBEIRO, R. A.; OLIVEIRA, L.; FURTADO, C. A rede social acadêmica researchgate como mecanismo de visibilidade e internacionalização da produção científica brasileira e portuguesa na área de biblioteconomia e ciência da informação. *Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte*, v. 22, n. 4, p. 177-207, 2017. Doi: <https://doi.org/jztb>.

RINI, D. R.; WISESA, A. M.; WULANDARI, R. T.; PRIHANDINI, T. F. Innovation for early childhood based on augmented reality. In: WONORAHARDJO, S.; HABIDDIN, S. K. (ed.). *Improving assessment and evaluation strategies on online learning: proceedings of the 5th International Conference on Learning Innovation (ICLI 2021)*, Malang, Indonesia, 29 July 2021. London: Taylor & Francis, 2022. p. 16-22.

ROUMBA, E.; NICOLAIDOU, I. Augmented reality books: motivation, attitudes, and behaviors of young readers. *International Journal of Interactive Mobile Technologies, Wien, Austria*, v. 16, n. 16, p. 59-73, 2022. Doi: <https://doi.org/10.3991/ijim.v16i16.31741>.

SALINAS, P. S.; GONZÁLEZ-MENDÍVIL, E. G. Augmented reality and solids of revolution. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing, India*, v. 11, n. 4, p. 829-837, 2017.

SANTOS, O. K. C.; BELMINO, J. F. B. Recursos didáticos: uma melhoria na qualidade da aprendizagem. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA, 5., 2013, Vitória da Conquista-BA. *Anais* [...]. Vitória da Conquista: FIPED, p. 1-12.

SILVA, E. P. D. Q. *A invenção do corpo e seus abalos: diálogos com o ensino de biologia*. 2010. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2010.

SIRUMAPEA, A.; RAMDHAN, S.; FERAWATI, F.; NURRIZKIYADIET, R. Augmented reality technology for learning introduction media of various vegetables android based using unity. *Journal of Sisfotek Global, Indonesia*, v. 12, n. 1, p. 58-64, 2022. Doi: <https://doi.org/jztc>.

STOYANOVA, D.; KAFADAROVA, N.; PETROVA, S. S. Enhancing elementary student learning in natural sciences through mobile augmented reality technology. *Bulgarian Chemical Communications, Sofia*, v. 47, p. 533-537, 2015.

SOBRINHO JUNIOR, J. F.; MESQUITA, N. A. D. S. Perspectivas quanto a presença das tecnologias digitais nos livros didáticos de ciências do plano nacional do livro didático – PNLD 2020. *Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas*, Manaus, v. 18, n. 40, p. 123-139, 2022. Doi: <https://doi.org/jztf>.

TOLEDO MORALES, P.; SÁNCHEZ GARCÍA, J. M. Realidad aumentada en educación primaria: efectos sobre el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa: RELATEC*, Extremadura, v. 16, n. 1, p. 79-92, 2017. Doi: <https://doi.org/jztg>.

TOSCANI, N. V.; SANTOS, A. J. D. S.; SILVA, L. L. M.; TONIAL, C. T.; CHAZAN, M.; WIEBBELLING, A. M. P.; MEZZARI, A. Desenvolvimento e análise de jogo educativo para crianças visando à prevenção de doenças parasitológicas. *Interface: comunicação, saúde, educação*, Botucatu, v. 11, n. 22, p. 281-294, 2007. Doi: <https://doi.org/d4szg7>.

TUMELERO, N. *SciELO*: conheça a principal biblioteca digital da América Latina. Blog da Mettzer. [S.l.], 14 maio 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3rdl0W8>. Acesso em: 26 set. 2022.

VASQUES, D. P.; LIMA, G. C. D. A utilização do blog em uma perspectiva interdisciplinar de ensino. In: MATTOS, F.; COSTA, C. S. *Tecnologia na sala de aula em relatos de professores*. Curitiba: CRV, 2016. v. 2, p. 31-46.

WANG, Y. H. Exploring the effectiveness of integrating augmented reality-based materials to support writing activities. *Computers & Education*, Oxford, UK, v. 113, p. 162-176, 2017. Doi: <https://doi.org/gjkz89>.

WIBOWO, D. W.; PUTRI, I. K.; SAPUTRI, L. Integration of augmented reality and voice recognition in learning english for children. *Journal of Applied Intelligent System*, Indonesia, v. 7, n. 2, p. 103-110, 2022. Doi: <https://doi.org/jztj>.

WU, Y.; WU, Y.; YU, S. An augmented-reality interactive card game for teaching elementary school students. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, v. 10, n. 1, p. 37-41, 2016. Doi: <https://doi.org/jzsz>.

ZUIN, V. G.; ZUIN, A. Á. S. O celular na escola e o fim pedagógico. *Educação & Sociedade*, Campinas. v. 39, n. 143, p. 419-435, 2018. Doi: <https://doi.org/ggcxpm>.