



ANÁLISE DE APLICATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA PARA SURDOS E OUVINTES

*ANALYSIS OF AUGMENTED REALITY APPLICATIONS IN MATHEMATICS
EDUCATION FOR DEAF AND HEARING PEOPLE*

*ANÁLISIS DE APLICACIONES DE REALIDADE AUMENTADA NA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA PARA SURDOS E OUVINTES*

Leonardo dos Santos Batista¹; Kate Mamhy Oliveira Kumada²

Resumo

Os resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) de 2018, indicaram que a maioria dos brasileiros apresenta baixo desempenho na matemática cotidiana, revelando assim uma situação alarmante na educação nacional. Em busca de contribuir com este cenário, observa-se a tendência da valorização de práticas sociais de numeramento e letramento visual (ou pedagogia visual) que se apóiam, respectivamente, no cotidiano e no uso de diferentes recursos imagéticos para a educação matemática, cujo potencial pode ser favorecido também pelas tecnologias digitais. Assim, acredita-se que a Realidade Aumentada (RA) pode beneficiar o processo de ensino-aprendizagem de estudantes surdos e ouvintes. Com base nessa premissa, a partir de uma revisão sistemática, este artigo teve por objetivo realizar uma análise do uso de aplicativos de RA na educação matemática para surdos e ouvintes. Apesar de nenhum dos

¹ Mestre em Engenharia e Gestão da Inovação, UFABC, Brasil, Santo André.

² Doutora em Educação, Universidade Federal do ABC, Brasil, Santo André.

recursos encontrados ter sido pensado ou conter acessibilidade para o público surdo, os resultados evidenciaram que há um grande potencial da RA para trabalhar com conteúdos da matemática de maneira dinâmica, interativa e inclusiva com esse alunado. Acreditamos que os achados podem favorecer a produção de materiais didáticos deste segmento, sugerindo maior destaque para a temática.

Palavras-chave: Surdez, Educação Inclusiva, Letramento Visual, Revisão Sistemática.

Abstract

The results of the 2018 International Student Assessment Program (Pisa) indicated that most Brazilians perform poorly in everyday mathematics, thus revealing an alarming situation in national education. Seeking to contribute to this scenario, there is a tendency to value social numeracy and visual literacy practices (or visual pedagogy) that are based, respectively, on everyday life and on the use of different imagery resources for mathematics education, whose potential can also be favored by digital technologies. Thus, it is believed that Augmented Reality (AR) can benefit the teaching-learning process of deaf and hearing students. Based on this premise, based on a systematic review, this article aimed to carry out an analysis of the use of AR applications in mathematics education for the deaf and hearing people. Despite none of the resources found having been designed or containing accessibility for the deaf public, the results showed that there is great potential for AR to work with mathematics content in a dynamic, interactive and inclusive way with this student body. We believe that the findings may favor the production of teaching materials for this segment, suggesting greater emphasis on the theme.

Keywords: Deaf, Inclusive Education, Visual Literacy, Systematic Review.

Resumen

Los resultados del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (Pisa) de 2018 indicaron que la mayoría de los brasileños tienen un bajo desempeño en las matemáticas cotidianas, lo que revela una situación alarmante en la educación nacional. Buscando contribuir a este escenario, se tiende a valorar las prácticas de alfabetización visual y numérica social (o pedagogía visual) que se basan, respectivamente, en la vida cotidiana y en el uso de diferentes recursos de imágenes para la educación matemática, cuyo potencial también puede ser favorecidas por las tecnologías

digitales. Por lo tanto, se cree que la Realidad Aumentada (AR) puede beneficiar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes sordos y oyentes. Partiendo de esta premisa, a partir de una revisión sistemática, este artículo tuvo como objetivo realizar un análisis del uso de las aplicaciones de RA en la educación matemática para personas sordas y oyentes. A pesar de que ninguno de los recursos encontrados ha sido diseñado o contiene accesibilidad para el público sordo, los resultados mostraron que existe un gran potencial para que AR trabaje los contenidos de matemáticas de una manera dinámica, interactiva e inclusiva con este alumnado. Creemos que los hallazgos pueden favorecer la producción de materiales didácticos para este segmento, sugiriendo un mayor énfasis en el tema.

Palabra clave: Sordo, Educación inclusiva, Alfabetización Visual, Revisión Sistemática.

Introdução

O Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa) é um exame de nível internacional que busca verificar os conhecimentos e habilidades em leitura, matemática e ciências dos estudantes que estão próximos de concluir a etapa obrigatória e básica do ensino local, isto é, em torno dos 15 anos (BRASIL, 2020). Na edição de 2018, o Pisa contou com cerca de 79 países participantes e mais de 600 mil estudantes, dos quais 10.691 eram brasileiros (BRASIL, 2020a).

O programa tem como parâmetro base as idéias do letramento, definindo como a capacidade do indivíduo de identificar e operar os conceitos inseridos dentro de situações contextualizadas (BRASIL, 2020a). Paralelamente, na matemática, tal conceito é nomeado como numeramento, sendo definido pela literatura (BAKER; STREET; TOMBLIN, 2003; VIANA; BARRETO; GOMES, 2015) como um conjunto de práticas matemáticas que se desenvolvem em torno de um contexto, valorizando a capacidade argumentativa com base em seus conceitos, bem como as “concepções culturais mais amplas que dão significado aos eventos, incluindo os modelos que os participantes trazem para ele” (BAKER; STREET; TOMLIN, 2003, p. 12).

Dessa maneira, podemos entender que o programa não só avalia como os estudantes estão saindo do ensino básico, como também sua capacidade de aplicar conceitos escolares no dia a dia. Para isso, destacamos que o Pisa estabelece sete níveis cumulativos, cujo nível 2 representa

o mínimo para exercício da cidadania. Entretanto, os resultados do ano de 2018 revelaram baixo desempenho dos alunos brasileiros no exame. Através do relatório, constatamos que 68,1% dos alunos avaliados estão abaixo do mínimo estipulado, não possuindo o básico do que é necessário para lidar com a dita matemática informal diária, descrevendo então um cenário preocupante (BRASIL, 2020).

Ainda neste relatório não foi mencionado o público surdo, não havendo como saber se houve representantes dentre os avaliados, tão pouco se a prova estava apropriada para tal, podendo indicar que a situação na educação de surdos está ainda mais agravada. Visto que segundo Viana, Barreto e Gomes (2015), quando comparados com aprendizes ouvintes da mesma idade, os surdos demonstram ter maiores dificuldades na resolução de problemas matemáticos, mas isso não está associado a uma falta de habilidade intelectual. Trata-se com maior frequência de uma escola voltada para o ensino em português, pensada por e para ouvintes, de forma que a Libras não figura como língua de instrução, faltando estratégias e abordagens que contemplem a cultura visual desta comunidade, a partir dos pressupostos da pedagogia visual³ para construção dos conceitos matemáticos (VIANA; BARRETO; GOMES, 2015).

As autoras ainda defendem a conciliação das práticas sociais de letramento visual e de numeramento, Viana, Barreto e Gomes (2015, p. 106-107) propõe uma discussão sobre ‘numeramento visual’, compreendendo que:

[...] o processo de ensino e aprendizagem matemática de alunos surdos não pode enfatizar a surdez ou as questões linguísticas. Há a necessidade de trabalhar-se na perspectiva do numeramento visual, entendido como o conjunto de práticas de letramento e numeramento matemático que atendam às especificidades linguística, cultural e de aprendizagem do sujeito surdo. (VIANA; BARRETO; GOMES, 2015, p. 106-107)

Assim, quando voltamos nosso olhar para a educação matemática dedicada aos estudantes surdos, verifica-se que, além de se considerar a sua condição bilíngue com a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua e o português escrito como segunda, recomenda-se aos

³ Essa vertente de ensino busca desenvolver o processo cognitivo pela visualidade, combinando elementos da cultura surda com os da Libras (CAMPELLO, 2008). Inclusive, é indicado que se use de algum recurso visual para conduzir e provocar debates, trabalhando os conceitos com suas representações.

educadores a valorização de um letramento visual (REILY, 2003). Essa abordagem se apóia na combinação de recursos visuais como mediadores da aprendizagem, ao invés de meramente decorativo, valorizando a cultura surda em sala de aula (NERY; BATISTA, 2004; CAMPELLO, 2008; VIANA; BARRETO; GOMES, 2015; SANTOS et al., 2018).

Embora tais idéias tenham sido estabelecidas para educação de surdos como paradigma vigente em 2005 pelo Decreto 5.626 (BRASIL, 2005), ainda há demandas por práticas bilíngues dentro e fora das salas. Trabalhos anteriores alinham-se a literatura (SILVA et al., 2013; SILVA; KUMADA; AMADO, 2018; DE SOUZA et al., 2022; BATISTA; NAVARRO; KUMADA, 2023), apontando a falta de recursos didáticos acessíveis para o alunado surdo.

Assim, em busca de recursos visuais para surdos usarem dentro e fora da sala de aula, Campos, Luz e Santos (2020) e Kumada et al. (2021) sugerem a investigação do potencial da Realidade Aumentada (RA), tendo em vista a sua viabilidade da interação entre o mundo real e virtual. Segundo Carvalho e Manzini (2020, p. 217), a RA trata-se de uma tecnologia que permite a relação do usuário com um elemento virtual, estabelecido a partir da identificação de um marcador, sendo possível que esse elemento se constitua como uma "[...] imagem simples, conjuntos de imagens ou animação conforme o objetivo do aplicativo desenvolvido pelo programador". Desse modo, para investigar tal ferramenta sugerida pela literatura no âmbito da educação inclusiva, este trabalho teve por objetivo realizar uma análise do uso de aplicativos de RA na educação matemática para surdos e ouvintes.

Método

Para desenvolver a análise da RA como um recurso didático, esta pesquisa foi desenvolvida sob duas etapas. A primeira consiste no levantamento de produções sobre o tema, mapeando os aplicativos produzidos pela literatura nesse contexto, sendo a análise desses aplicativos compreendida na segunda etapa.

Visto a diversidade de métodos de pesquisas de cunho bibliográfico (BATISTA; KUMADA, 2021), adotamos para esta pesquisa uma revisão sistemática da literatura (RAMOS; FARIA; FARIA, 2014), sendo adequada para resgatar documentos científicos através de um protocolo estruturado, que deve ser divulgado, desenvolvendo sua seleção e análise em torno de uma pergunta central. Isto posto, esta investigação toma como questão: Como aplicativos de RA para educação matemática podem ser aproveitados junto ao alunado surdo e ouvinte?

Para tal, no dia 13 de dezembro de 2020 foram consultados os repositórios científicos Scientific Electronic Library Online (SciELO) e o Google Acadêmico (GA), selecionando artigos e trabalhos completos publicados em anais de eventos referentes ao uso de RA na disciplina de matemática.

Assim, foram selecionados os trabalhos pelos seguintes critérios de inclusão: a) relação do título e resumo com aplicativos de realidade aumentada para matemática; b) gratuidade do documento; c) ser artigo ou trabalho publicado em anais; d) disponibilidade do documento para download e leitura integral; e) não estar em duplicidade. Tendo como critérios de exclusão suas antíteses. Cumpre destacar, que como em trabalhos anteriores sempre evidenciam uma escassez de textos destinados à educação de surdos, nesta revisão, não adotamos como critérios de exclusão não ser direcionada a este público. Como ilustra a Tabela 1, este recorte impossibilitaria

uma discussão completa em torno da ferramenta, de forma que podemos fazer transposições didáticas entre as duas práticas.

Acrescentamos também que devido à quantia de resultados gerados quando não filtrado pela surdez, ordenamos os trabalhos por relevância, avaliando os 100 primeiros de cada combinação. Os resultados da busca e as strings utilizadas estão organizados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados da Revisão de literatura.

Banco	String	Resultados	Selecionados
SciELO	(*Matemática) AND (Realidade Aumentada)	1	1
GA	Matemática Surd "Realidade aumentada"	373	3
GA	Matemática "Realidade aumentada"	4250	14
GA	Matemática "Realidade aumentada" "pesquisa bibliográfica"	665	7
GA	Matemática "Surd" "Realidade aumentada" "pesquisa bibliográfica"	1	0
Total		5290	25

Fonte. Elaborado pelos autores

Assim, obtivemos 5290 resultados, sob os quais foram aplicados os supracitados critérios de inclusão para seleção de 25 artigos que passaram por leitura e fichamento. Para conduzir nossa discussão, desenvolvermos as seis seguintes categorias de análise em torno da RA:

1. Aplicativos existentes e conteúdos trabalhados.
2. Percepção pelos alunos.
3. Percepção pelos professores.
4. Vantagens.
5. Problemas na sua implementação.

6. Recomendações futuras.

Análises e resultados

Os trabalhos encontrados na revisão de literatura foram agrupados em três grupos: 1) as produções relacionadas com o público surdo (n=4) (SOUZA; SANTOS; ANJOS, 2010; SANTOS; SOUZA; SANTOS, 2013; PONTES; DUARTE, 2017; CAMPOS; LUZ; SANTOS, 2020); 2) os estudos referentes ao ensino de ouvintes (n=15) (RODRIGUES et al., 2012; SILVA et al., 2011; MARTIN; GUIMARÃES, 2012; DOURADO et al., 2015; BUITRAGO-PULIDO, 2015; MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016; CARDOSO; COIMBRA; MATEUS, 2018; OLIVEIRA, 2018; GOMES et al., 2019; PALHANO; OLIVEIRA; GROSSI, 2019; SCHAUN; ALVES, 2019a; SILVA; VASCONCELOS, 2019; CARVALHO; LIAO, 2020; CERQUEIRA et al., 2020; FROSI; MARSON, 2020); 3) e as pesquisas de cunho bibliográfico (n=6) (COIMBRA; CARDOSO; MATEUS, 2013; CORDEIRO; SAÉS, 2014; MUSSOI et al., 2017; LOPES et al. 2019; SCHAUN; ALVES, 2019b; SILVA et al. 2020).

Encontramos nos estudos uma definição praticamente singular sobre a RA, sendo considerada uma tecnologia que a partir do uso de óculos digitais, smartphones ou outros dispositivos une três elementos, a saber: os objetos digitais 3D; a combinação do ambiente virtual com o espaço físico; e a interação em tempo real entre esses dois. Os autores Kalawsky (1993) e Vince (1995 apud MARTINS; GUIMARÃES, 2012, p. 102) acrescentam ainda como característica da RA o caráter “realístico”, a multisensorialidade e a “imersão” do usuário.

Alguns aspectos da RA que devem ser considerados durante a etapa do planejamento didático para implementação e aproveitamento da RA, a saber: a) o software exige um

desenvolvimento, que pode requerer equipamentos específicos onerosos, bem como computadores que os suportem, etc; b) um hardware que seja suficiente para utilizar o aplicativo, assim como em quantidade suficiente para o uso em sala; c) recursos humanos que vão do desenvolvimento até a aula propriamente dita; d) complementos diversos requeridos pelo aplicativo ou a dinâmica da aula, como marcadores, tabuleiros, internet, espaço físico, dentre outros.

Considerando que os marcadores são objetos físicos configurados para projetar um elemento no ambiente virtual através do dispositivo móvel, espera-se que haja uma boa interação deste objeto com a atividade didática proposta. Em Dourado et al. (2015) é relatado a importância de planejar a atividade contando com esta interação, visto que no trabalho em questão ficava difícil a manipulação do dispositivo e dos marcadores simultaneamente, distraindo os alunos no processo.

Esse fato é relevante no contexto da surdez, visto que ao refletir sobre a cultura surda e pensar em equipamentos que requeiram interação social junto da manipulação de diversos objetos pode gerar um sobrecarregamento das mãos dos estudantes surdos. Logo, a dinâmica de todas essas ações devem ser antecipadas pelo professor.

Outro requisito para a RA seria o desenvolvimento de um programa de alto nível, capaz de executar as suas funções adequadamente, o que torna a elaboração do software um dos pontos centrais (LOPES et al., 2019). Martin e Guimarães (2012) denotam como esse requisito básico se torna uma grande barreira para a implementação do recurso nas escolas, pois como os professores não são preparados para desenvolvê-lo, podem ficar a mercê do material produzido por outros.

Dessa forma, o acesso a RA se mostra como um dos principais dificultadores para o avanço dessa vertente no ensino, necessitando de investimento e articulação de profissionais de diferentes áreas de conhecimento.

Além disso, a RA requer um dispositivo que suporte o aplicativo por toda a atividade (LOPES et al., 2019). Com base nisso, é preciso ponderar que nem todos os estudantes possuem um equipamento que seja compatível. Em Carvalho e Liao (2020) foi necessário organizar uma dinâmica de pequenos grupos para poder suprir esta necessidade, o que acabou sendo benéfico, mas deve ser outro fator antevisto, propondo as dinâmicas de grupos ou recorrendo a sistemas de revezamento e a disponibilização de alguns dispositivos. Por fim, os aplicativos de RA podem requerer acesso a internet para seu pleno funcionamento, o que deve ser providenciado pela escola (LOPES et al., 2019).

Apesar do exposto, há diversos estudos que ressaltam o potencial pedagógico da RA, principalmente como um recurso alternativo de ensino. De forma recorrente, algumas vantagens da RA foram apontadas, tais como: estimular a concentração e motivação; desenvolver a criatividade e abstração dos estudantes; ser uma ferramenta lúdica e divertida que pode ser trabalhada em grupo; colocar o alunado no papel ativo no seu processo de aprendizagem, dando mais liberdade até para posterior replicação dos experimentos.

Já no tocante às qualidades específicas e particulares do recurso foi ressaltado pelos autores a possibilidade de integrar o contexto do estudante aos conteúdos. Um exemplo é a capacidade da tecnologia de executar cálculos geométricos da própria sala de aula ou de qualquer outro ambiente que o aprendiz frequente; um meio mais próximos dos estudantes, como usam o próprio dispositivo tende a ser mais familiar, intuitivo, confortável, tendo como maior destaque,

a capacidade de expor visualmente e com precisão de detalhes, conceitos simples e complexos, dando também liberdade para interação, manipulação e exploração do objeto, diminuindo as concepções errôneas sobre os conteúdos, sua limitação visual se dá apenas pela aplicação em questão. Isto posto, podemos fazer um cruzamento entre a RA e o exercício de numeramento (VIANA; BARRETO; GOMES, 2015) com os estudantes, podendo ser uma alternativa para praticar o letrar numericamente a partir de simulações de situações matemáticas pertinentes aos estudantes.

Nos trabalhos de Buitrago-Pulido (2015) e Lopes et al. (2019) foi identificado melhor desempenho nas atividades feita pelos alunos que tiveram a RA na sua rotina de estudos quando comparados com o grupo controle que não tinham acesso ao material, podendo ser um passo inicial para atestar sua qualidade como material didático.

Embora Souza, Santos e Anjos (2010) acreditem que a RA pode ser considerada uma alternativa de baixo custo para favorecer a aprendizagem de estudantes surdos, observa-se que outros autores (SILVA et al., 2011) descrevem o custo elevado para o desenvolvimento da RA. De qualquer modo, é válido destacar que, em consonância com Rodrigues (2006), sabe-se que um dos maiores equívocos é acreditar que a inclusão é a forma mais barata de educação. Segundo o autor, a educação inclusiva (EI) “[...] não é uma educação em saldo, é pelo contrário, um sistema exigente, qualificado, profissional e competente. Estas características fazem da EI um sistema caro. Mas se a EI é cara, é melhor não quereremos saber o preço da exclusão...” (RODRIGUES, 2006, p. 9).

Na sequência, apresentamos os resultados advindos da busca e análise dos aplicativos de RA dedicados ao ensino de matemática. Cumpre destacar que além da busca por aplicativos de

RA para matemática referenciados nos trabalhos encontrados em nossa revisão de literatura, foram consultados a Play Store e o Google. Os termos de busca utilizados foram “Realidade aumentada”, "RA" e “Matemática”. Os aplicativos encontrados foram computados em conjunto com os apontados pela literatura na Tabela 2. O intuito deste levantamento de aplicativos foi avaliar os que estão ao alcance dos professores. Para a testagem, foi usado o smartphone Galaxy J7 Prime, modelo SM-G610M.

Assim, compilamos informações gerais dos 17 aplicativos encontrados a partir da revisão de literatura e da busca na PlayStore e Google, na tabela 2.

Quadro 2. Aspectos gerais dos aplicativos de Realidade Aumentada para ensino de matemática

Nº	Nome	Fonte	Gratuidade	Data de acesso	Público alvo
1	Tapamática	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
2	Oceano Matemático	Artigo	não informa	Indisponível	Adolescente
3	Sólidos platônicos	Artigo	sim	20/01/2021 ⁴	Ensino médio
4	AppiRAMide	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
5	GeometriAR	Artigo	sim	20/01/2021 ⁵	EF; EM; EJA
6	FootMath	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
7	Construct3D	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
8	Que sólido sou eu?	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
9	LandscapAR	Artigo	sim	20/01/2021 ⁶	Não explícito
10	MatLIBRAS Racing	Artigo	não informa	Indisponível	Crianças; Jovens; Adultos
11	Lousa Digital	Artigo	não informa	Indisponível	Não explícito
12	GeoTransform3D	Artigo	sim	31/01/2021 ⁷	Não explícito

⁴ https://play.google.com/store/apps/details?id=com.virtualdor.ImaginaryAR&hl=pt_BR&gl=US

⁵ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.AllMake.GeometriaRAFree>

⁶ <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar>

⁷ <https://sites.google.com/site/geotransform3d/>

13 Geometria - RA	Playstore	sim	20/01/2021 ⁸	Não explícito
14 VR Math	Playstore	sim	20/01/2021 ⁹	Não explícito
15 GeoGebra 3D	Playstore	sim	20/01/2021 ¹⁰	Não explícito
16 LS	Google	R\$24,90	20/01/2021 ¹¹	EF; EM
17 Maple Calculator	Playstore	sim	23/03/2021 ¹²	Não explícito

Legenda. EF (Ensino Fundamental); EM (Ensino Médio); EJA (Educação de Jovens e Adultos); N (Número)

Fonte. Google, PlayStore e Revisão de literatura da própria pesquisa

Como é possível observar, ao todo foram encontrados 17 aplicativos diferentes, dos quais, nove ainda estavam disponíveis para download. Dentre os artigos, apenas 33% disponibilizaram o link de acesso dos aplicativos utilizados. Vale ressaltar, como já discutido, um dos principais impedimentos da implementação da RA é justamente o acesso ao material, visto que a tecnologia é de difícil e oneroso desenvolvimento. Com isso, a própria literatura, que aponta a problemática, não atua como facilitadora do acesso, apenas carregando o problema adiante.

No momento em que se discute o acesso, é inevitável que se levante também a questão da gratuidade, pois impacta diretamente na viabilidade do recurso entrar dentro das salas de aula brasileiras. Dessa forma, 47,05% dos aplicativos encontrados eram gratuitos, 47,05% nada se pode afirmar pois não foram localizados, e apenas 5,89% eram pagos. Entretanto, quando comparamos os gratuitos com o pago, é possível notar que o aplicativo pago, Lion Studio (LS), apresenta maior diversidade de conteúdos com o uso da RA e um apelo visual mais atrativo. Esse fato nos faz repensar sobre o quanto a RA está acessível não apenas para os estudantes surdos,

⁸ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ZombieStudio.GeometryAR>

⁹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vrmath>

¹⁰ <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.geogebra.android.g3d>

¹¹ <https://www.lionstudios.com.br/produtos>

¹² <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.maplesoft.companion>

mas para a maioria das salas de aula da educação pública. Para Leffa e Iralá (2012), os materiais didáticos digitais (que se apoiam em áudio, vídeo, imagens etc) são tão legítimos quanto os materiais impressos (tal como o tradicional livro didático). Nesse sentido, problematizamos o aproveitamento do potencial dos recursos visuais da RA para promover uma leitura de mundo a partir da valorização de práticas de numeramento e letramento visual, bem como para se pensar a melhor forma de explorar tecnologias em uma sociedade digitalmente letrada (LEFFA; IRALÁ, 2012; BARTON; LEE, 2015). Quando essa discussão reflete a condição sociolinguisticamente complexa da educação de surdos sinalizantes, essa temática se torna ainda mais cara e necessária, pois a ótica grafocêntrica da escola não se articula com os comprovados benefícios da tecnologia que incorpora a Libras e os recursos da almejada pedagogia visual voltada para esse grupo linguístico. Logo, pensar em incentivos, inclusive financeiros para que a educação pública também acesse e fomente práticas de ensino e aprendizagem com RA têm inúmeras implicações para os cidadãos que serão formados em países em desenvolvimento como o Brasil.

Outro aspecto importante observado na análise da presente pesquisa diz respeito a ausência de delimitação da faixa etária ou ano escolar do público alvo pela maioria dos aplicativos, o que não seria pedagogicamente recomendado. Quando se pensa em normativas para materiais didáticos, é possível nos guiarmos a partir das orientações propostas pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2014, 2018). Apesar de os aplicativos não se constituírem como livros didáticos, podemos emprestar as recomendações de que os materiais didáticos devem ser elaborados de forma compatível com o ano e etapa escolar do estudante, bem como orientado por sua faixa etária de tal forma que o conteúdo e o design gráfico tragam identificação do aluno com os personagens, com as temáticas abordadas, etc. Tais

aspectos importam para manter o interesse dos aprendizes nas atividades, algo complexo de se alcançar em um material com público não especificado (BRASIL, 2018). Este fato, também é coerente com a perspectiva dos estágios de desenvolvimento cognitivo¹³ proposto por Piaget, que indica como cada faixa acaba por requerer estratégias diversificadas e específicas para seu nível de desenvolvimento e aprendizado.

Para a aplicação da RA, aproximadamente 58,82% usaram placas ou folhas para produzir os marcadores (como a Figura 1, 2 e 3), 5,89% acoplados em óculos, 11,76% em QRcode (como na Figura 4), 5,89% em Livros (como na Figura 6) e 11,76% de maneira dinâmica que usavam o espaço real apontado pela câmera para poder interagir. Temos neste modelo o GeoGebra, o Maple Calculator e o Landscape onde em um, os marcadores podem ser desenhados pelo aprendiz e interpretados pelo aplicativo e o outro é capaz de calcular objetos reais.

As atividades desenvolvidas com os aplicativos foram 68,75% de exploração, onde fornecia algumas informações e ilustrava os conceitos, 18,75% na resolução de problemas contextualizados e 18,75% com questionários com exercícios de prática algorítmica.

Encontramos também que 52,94% dos aplicativos assumiram uma forma de objeto de aprendizagem e apenas 35,29% era desenvolvido em torno de um jogo ou tabuleiro em sala.

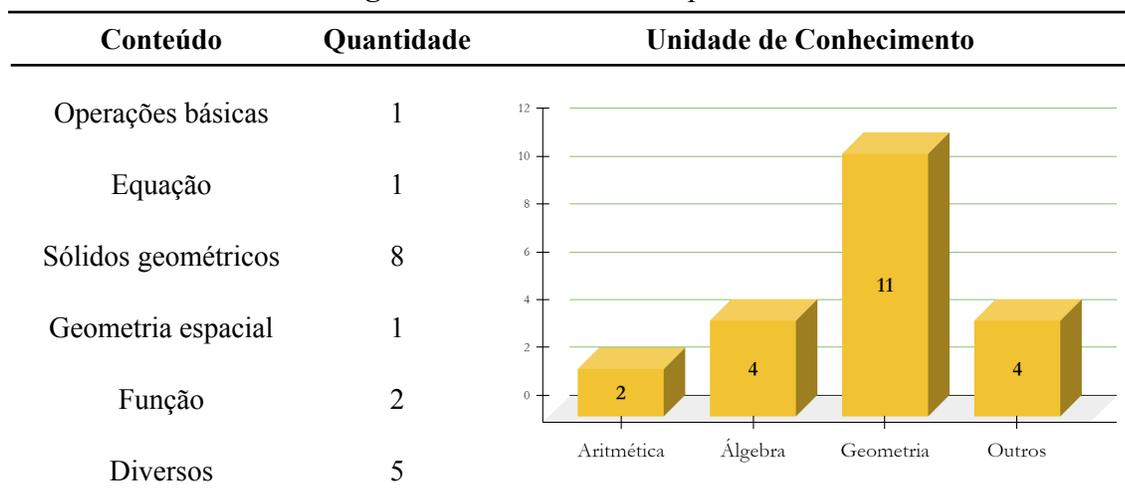
Quanto à acessibilidade, os aplicativos não continham possibilidades de ajustes, como no controle de contraste e clareza da tela, não apresentaram controle de som e não haviam intérpretes de Libras nas orientações, estando estas inteiramente na língua portuguesa escrita.

¹³ Neste pensamento, o indivíduo passa por diversas etapas que de maneira macro, vão de sua percepção sensorial do mundo e se desenvolve até a abstração dos conceitos, passando pelos períodos: 1) sensório-motor, que está em torno de zero a dois anos; 2) pré operacional, que está em torno dos dois até os seis anos; 3) operatório concreto, que em torno de sete a 11 anos; e por fim o das 4) operações formais que vai dos 12 anos em diante (CEVOLANE et al., 2017).

Esta ausência de acessibilidade foi encontrada até nos aplicativos desenvolvidos para o público surdo, que quanto aos seus conteúdos, se concentravam no processo da Libras. Em Pontes e Duarte (2017) foi trabalhado os numerais, já em Souza, Santos e Anjos (2010) prototiparam uma tela que produzisse legendas simultâneas enquanto o professor oralizasse.

Nesta linha, é válido discutir que em estudos anteriores Kumada e Farias (2019), Batista et al. (2021), Batista, Kumada e Benitez (no prelo) desenvolveram uma busca por recursos didáticos de matemática para surdos, a qual resultou na concentração em temas introdutórios dessa disciplina, tais como os numerais e operações básicas, gerando uma demanda por outros conteúdos. Da mesma maneira, nota-se que tal problemática se repete nesta pesquisa, como exhibe a Figura 1 que organiza os conteúdos didáticos ofertados pelos aplicativos.

Figura 1. Conteúdos dos Aplicativos

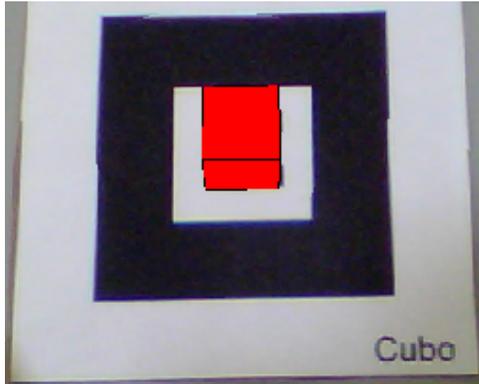


Fonte. Elaborado pelos autores

Durante a testagem, foi observada uma tendência nos softwares de geometria, (como pode ser observado nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6), pois de maneira geral, os softwares projetavam um ou mais sólidos geométricos, tais como cilindros, cones, cubos e paralelepípedos, também

permitted certain degree of fragmentation of objects, rotation of the figure, and in some cases, mathematical formulas such as area, perimeter and volume.

Figura 2. Aplicativo “GeoTransform3D”



Fonte.

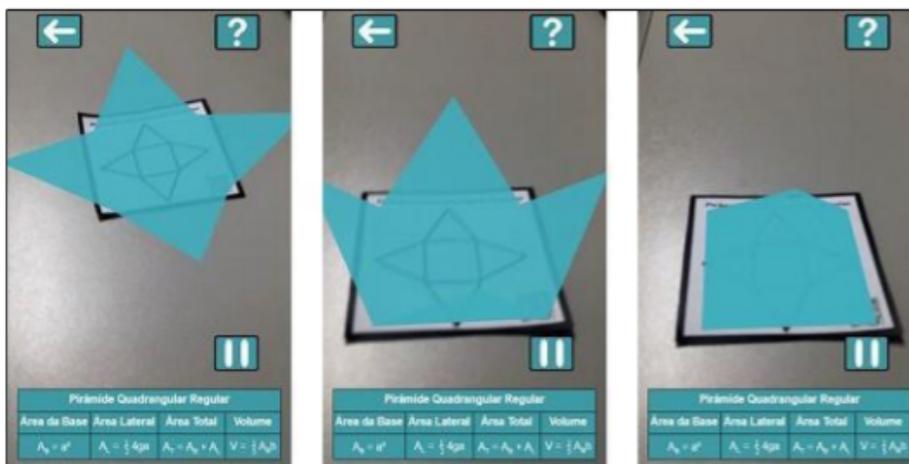
sites.google.com/site/geotransform3d/

Figura 3. Aplicativo “Sólidos platônicos”

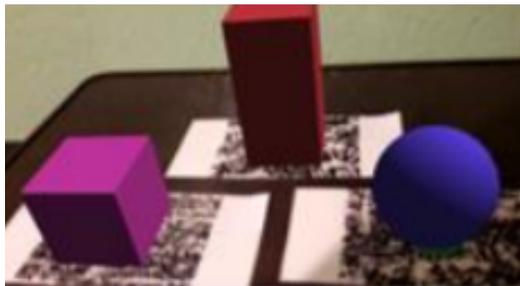


Fonte. Cerqueira et al. (2020, p.179)

Figura 4. Aplicativo “GeometriAR”



Fonte. Gomes et al. (2019, p. 409)

Figura 5. App “Que sólido sou eu?”

Fonte. Palhano, Oliveira e Grossi (2019, p. 1016)

Figura 6. Aplicativo “Geometria - RA”

Fonte. Playstore aplicativo Geometria - RA

Como foi possível observar nas Figuras 2, 3, 4, 5 e 6, além de abordarem os mesmos conteúdos curriculares, os aplicativos apresentam muita similaridade nas propostas, apenas com variações visuais ou acréscimos de pequenas informações, de forma que é possível traçar uma “linha evolutiva” dos softwares, mesmo que, não seja possível identificar uma relação direta entre os autores ou mesmo uma linha do tempo propriamente dita, visto que surgem paralelamente. Diante deste evento, verificamos a atuação dos autores dos trabalhos coletados e encontramos que dos 80, em torno de 20% têm formação na área da educação, ou seja, 80% são de outras áreas relacionadas a tecnologia da informação (57,5%), engenharias (11,25%) e outras. Acreditamos que a similaridade dos aplicativos pode ser, então, derivada da falta de intimidade dos criadores com a área educacional e os preceitos esperados para a criação de materiais com fins didáticos, visto que apenas quatro trabalhos apresentaram uma equipe interdisciplinar, sendo um deles feito por um autor com formação em áreas da tecnologia da informação e educação.

Para a avaliação do visual do material, desenvolvemos critérios e os organizamos na Quadro 3, divididos em cinco categorias de análise, a saber: 1) distinção dos objetos: critério que

verifica se os objetos virtuais estão claramente representados, ou seja, se há contraste de cores que favorecem a sua visualização no ambiente, se há sobreposição dos objetos virtuais que prejudicam sua apreensão, etc; 2) profundidade: consiste na verificação da presença da tridimensionalidade (3D) dos objetos ou figuras apresentados em realidade aumentada; 3) Design: refere-se a categorização das imagens e objetos em nível realista ou irrealista¹⁴; e 4) Textura: que verifica se há textura nos objetos, ou seja, se apresentam ranhuras, degradê, ou outro elemento que ilustram a superfície do objeto, auxiliando a visualização 3D.

Quadro 3. Aspectos gráficos dos aplicativos de RA¹⁵.

Nome	Distinção dos objetos	Profundidade	Design	Textura
Tapamática	Sim	Parcial	Irrealista	Não
Oceano Matemático	Sim	Sim	Realístico	Sim
Sólidos platônicos	Sim	Sim	Realístico	Sim
AppiRAmide	Parcial	Sim	Irrealista	Não
GeometriAR	Sim	Sim	Irrealista	Não
FootMath	Sim	Sim	Irrealista	Parcial
Que sólido sou eu?	Sim	Sim	Irrealista	Sim
LandscapeAR	Sim	Sim	Realístico	Sim
MatLIBRAS Racing	Sim	Não	Irrealista	Sim
Lousa Digital	Não	Parcial	Irrealista	Não
GeoTransform3D	Sim	Sim	Irrealista	Não
Geometria - RA	Não	Sim	Irrealista	Não
VR Math	Sim	Sim	Irrealista	Sim
GeoGebra 3D	Sim	Sim	Irrealista	Não
Lion Studio	Sim	Sim	Irrealista	Sim
Maple Calculator	Sim	Não	Irrealista	Parcial

¹⁴ Para esta pesquisa, estamos considerando como irrealistas os objetos que não são realistas, ou seja, que são representados com ilustrações, cartoonizados, gravuras, características de desenho infantil, dentre outros que não visam se passar por objetos reais.

¹⁵ Para preenchimento das categorias, limitados em sim, para quando estava presente, não para ausência e parcial, para quando não tinha sido devidamente implementado, demonstrando falhas evidentes, mas ainda assim uma tentativa.

Fonte. Elaborado pelas autoras

O aplicativo AppiRAmide (Figura 7) foi avaliado por Macedo, Silva e Buriol (2016) por estudantes que teceram críticas negativas quanto ao seu visual (MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016). Em nossa testagem, também encontramos dificuldades em distinguir os objetos virtuais neste aplicativo, pois algumas vezes as cores dos objetos apresentavam pouco destaque ou os objetos virtuais se sobrepunham, prejudicando sua visualização. Acreditamos que a nossa percepção e a dos estudantes consultados pelos autores supracitados possam estar relacionados, sendo a motivação do feedback negativo para o AppiRAmide.

Verificamos também uma tendência a objetos com característica não realística, ou seja, com ilustrações e *designs* mais cartunescos. A textura estava presente em 43,75% dos aplicativos, e não foi em 43,75%, sendo os restantes 12,5% parcial.

A presença de profundidade foi um aspecto recorrente nos objetos apresentados pelos aplicativos de RA, sendo contemplados com objetos 3D em 75% dos aplicativos, alinhando-se assim, aos critérios mostrados em Rodrigues et al. (2012), que coloca esse elemento como critério básico para ser uma RA. Apesar disso, 25% dos aplicativos analisados utilizaram objetos 2D.

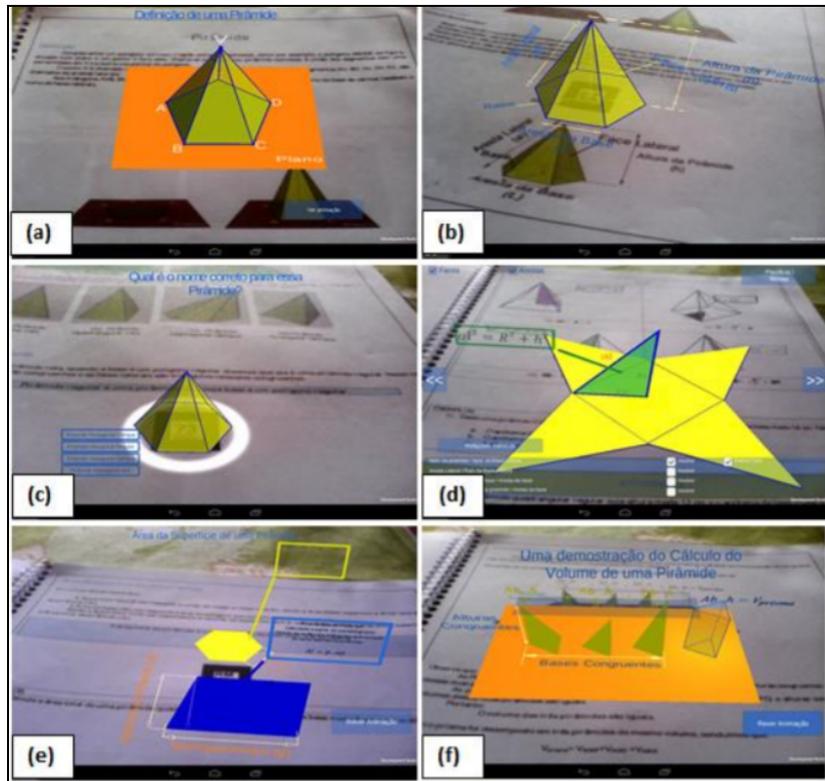
Além da avaliação feita na presente pesquisa, cumpre destacar que outros estudos se dedicaram a validar os aplicativos de RA junto aos estudantes. Nessa direção um questionário avaliativo foi desenvolvido e utilizado nos estudos de Dourado et al. (2015), Pontes e Duarte (2017), Gomes et al. (2019) e Silva e Vasconcelos (2019), onde embora com algumas nuances entre eles, buscaram avaliar a percepção dos estudantes sobre o recurso a partir de critérios que

verificavam se o aplicativo de RA poderia ser considerado: a) divertido; b) intuitivo; c) educativo; d) atrativo e; e) com nível de dificuldade apropriado para o público.

As respostas foram positivas, indicando que a maioria dos aprendizes (entre 82% e 95%) consideraram o material bom e satisfatório em todos os aspectos supracitados, apontando apenas o controle de dificuldade da atividade como algo a ser melhorado. Foi também constatado uma parcela entre 7% a 9% de estudantes que questionavam o valor didático do material, preferindo o ensino tradicional ou sentindo insatisfação com a metodologia.

É válido destacar que em Gomes et al. (2019) é dada maior dimensão na avaliação da usabilidade do material, dos aspectos motivacionais e do valor didático, além de se aprofundar na avaliação do visual, como nos ícones, nas ilustrações, nas cores ou até mesmo se o *design* era agradável para os estudantes, que também gerou resultados positivos, indicando como esse trato tem que ser feito e pensado para o público alvo. Esse mesmo fator, em Macedo, Silva e Buriol (2016), chamou a atenção negativa dos estudantes por conta de uma estética e layout (Figura 7) não convidativos e a presença de imagens instáveis, recebendo críticas por conta disso.

Figura 7. Imagens do aplicativo AppiRAmide



Fonte. Macedo, Silva e Buriol (2016, p. 5)

Ao analisar as imagens inferimos que os apontamentos no visual se fazem pela sobreposição de elementos e falta de contraste das cores utilizadas (amarelo e laranja), assim como a introdução de texto sem um fundo que o privilegia. É importante frisar que, em uma perspectiva crítica de numeramento e letramento visual, tal como exposto neste artigo, o trabalho com os recursos visuais não pode ser meramente decorativo. Toda escolha, desde as cores até os elementos que compõe o material didático, deve ser intencional, aceitando como sugerem Leffa e Iralá (2012, p. 98) a presença "de uma gramática visual implícita" que considera, por exemplo, o espaço dedicado (maior ou menor) e a localização (central ou marginal) como modos de atribuir a uma informação maior ou menor valor.

Para além da percepção dos estudantes, os trabalhos de Gomes et al. (2019) e Cerqueira et al. (2020) consultaram os professores. Nesses estudos o feedback foi positivo, considerando a RA como uma ferramenta didática lúdica que, em virtude de sua visualidade que estimula o estudante, pode enriquecer o ensino de geometria espacial, poliedros e funções. Os educadores também demonstraram um notório interesse pelo aperfeiçoamento no material, visando um aprofundamento nos conteúdos ou até mesmo uma continuidade.

Por fim, destaca-se que os estudos apontam para necessidade do corpo docente fazer parte do desenvolvimento da RA, se atentando ao visual e as propostas didáticas para melhor se adequar ao seu público, bem como indicam a importância da expansão da testagem desse recurso, inserindo também, um grupo controle para fins comparativos entre o ensino com RA do tradicional (DOURADO et al., 2015; GOMES et al., 2019; FROSI; MARSON, 2020).

Com base em todos os apontamentos e registros, para finalizar a sessão, compilamos no Quadro 4, o potencial didático encontrado e sugerido dos aplicativos ainda disponíveis que tivemos contato.

Quadro 4¹⁶. Testagens dos Aplicativos de RA e sugestões didáticas.

Aplicativo	Conteúdos e Habilidades	Descrição e Potencial Didático (alguns exemplos)
Sólidos Platônicos VR Math Geometria RA GeometriAR	Sólidos Geométricos (EF01MA14) (EF02MA15) (EF05MA21) (EF06MA24) (EM13MAT309)	Exibem os sólidos geométricos de maneira interativa. Atuam como provocadores, podendo direcionar investigações relacionadas aos sólidos geométricos, destacando seus elementos. Bem como trabalhar rotação, translação e projeção desses sólidos. Pode-se também debater o interior das figuras (volume), mostrar que quanto maior o número de faces dos sólidos regulares mais a figura se aproxima da esfera, evidenciar a forma dos sólidos pelos polígonos em suas faces.

¹⁶ Vale destacar que a LS através do Matemática RA disponibiliza, mediante compra (custo de R\$ 24,90 avaliado em janeiro de 2021), uma diversidade de conteúdos e tarefas contextualizados que podem ser testadas para práticas de numeramento anteriormente descritas, de forma que fizemos a descrição um a um de cada funcionalidade.

Matemática RA Ângulos	Ângulos (EF06MA26) (EF06MA27) (EF08MA15)	É projetado um canhão sob um transferidor, exibindo alvos para serem atingidos, podendo ser usada para trabalhar balística e elementos do círculo, além do ângulo, grau, minutos e segundo.
Matemática RA Plano Cartesiano	Plano Cartesiano (EF05MA14) (EF05MA15) (EF06MA16) (EF08MA07) (EM13MAT401)	Permite distribuir e ligar pontos no plano cartesiano no intervalo da primeira dezena dos inteiros. Podendo ser usada como suporte em tarefas iniciais e construções rápidas de pequenos planos cartesianos.
Matemática RA Gráfico de Estatística	Gráficos (EF01MA21) (EF03MA26) (EF03MA27) (EF04MA27) (EF08MA27)	Análogo ao Plano Cartesiano, mas voltado a gráficos em barras com porcentagem. Podendo ser usada como suporte em tarefas iniciais e construções rápidas de Gráficos.
Matemática RA Medida de Área	Área (EF04MA21) (EF05MA20) (EF07MA29) (EF08MA19)	Exibe um modelo de cidade, com o qual podemos construir retângulos e tirar suas medidas. Podendo ser usado para o processo de verificação de áreas específicas, provocando a ideia dos polígonos e áreas por setorização.
Matemática RA Medida de Comprimento	Comprimento (EF01MA15) (EF03MA19)	É uma atividade que exibe três botões, onde devemos identificar a imagem e selecionar em qual dos três tipos de medidas ele se enquadra, isto é, se uma rodovia é mais adequada colocar no botão de metros, centímetros ou quilômetros. Sendo ideal para um momento inicial de ensino de escalas ou inferências.
Matemática RA Medida de Volume	Volume (EF05MA21) (EF06MA24) (EF07MA30) (EF08MA21)	Projeta sólidos e permite manipulação de suas medidas de lado, altura, raio e também o preenchimento da figura. Podendo ser usada para atividades de exploração dos volumes, verificando quais figuras são mais eficientes mediante suas métricas, avaliando como cada métrica impacta o volume interno.
Matemática RA Pista de Corrida	Velocidade	Simula uma corrida, inserindo até três corredores com velocidade e distância distintas. Sendo mais adequado para trabalhar física ou de fundo de atividades, podendo gerar dados para compor um gráfico, exercício e incentivar comparação, ilustrando visualmente os fatores envolvidos.
Matemática RA Poliedro	Sólidos Geométricos (EF01MA14) (EF02MA15) (EF05MA21) (EF06MA24) (EM13MAT309)	Exibe diversos sólidos geométricos junto de suas propriedades, permitindo também a projeção de suas faces. Seu papel é mais exploratório, permitindo interações e sua visualização, podendo ser usado como material disparador para apresentar os sólidos ou até mesmo provocá-los a procurar exemplos deles no dia a dia.
Matemática RA Reta Numérica	Reta Numérica (EF01MA05)	Projeta uma reta numérica interativa da primeira dezena dos números inteiros, permitindo aos usuários posicionar personagens sob um dos

	(EF03MA04) (EF07MA03)	números e movimentá-los. Podendo ser uma alternativa visual para ilustrar o sequenciamento numérico, a operação de soma e a visualização do elemento oposto.
Matemática RA Teorema de Tales	Teorema de Tales (EF08MA15) (EF09MA10) (EF09MA14)	Exibe o Teorema de Tales sob o contexto de um helicóptero com um farol, projetando retas transversais em um objeto. Podendo ser utilizado para promover a visualização e provocação do fenômeno.
Matemática RA Triângulo Retângulo	Triângulo Retângulo (EF09MA13)	Projeta um prédio enquanto usa do triângulo retângulo para triangular os dados, podendo visualizar a relação entre os catetos e a hipotenusa. Devido a estrutura, pode auxiliar os estudantes a resolverem exercícios clássicos da matemática, como também ser usado como disparador para discutir as relações de semelhança, discutindo a lógica interna.
Matemática RA Polígono	Polígono (EF05MA17)	Permite adicionar pontos, conforme são adicionados, são ligados por linhas, exibindo polígonos regulares que são formados pelas adições, podendo ser usado para introdução ao tópico de polígonos.
GeoGebra 3D	Ferramenta matemática	Permite que se trace retas de objetos reais, como angulatura de uma parede, faces geométricas, dentre outros exemplos. Trabalha também em cima de planilhas e funções escritas nele, podendo projetá-las no mundo real, podendo assim ser utilizado para fazer relações com o mundo real e a matemática. De forma que cumpre explorar atividades que tentam quantificar ambientes reais, verificando a aproximação desta ferramenta.
Maple Calculator	Ferramenta matemática	Realiza cálculos a partir das operações apontadas pela câmera, produzindo gráficos e outras funções, com aqueles fatores como derivada e integral. Podendo então ser utilizada como uma ferramenta de suporte para rápida visualização de funções, gráficos, resoluções e até mesmo os procedimentos do cálculo durante muitas atividades.

Fonte. Elaborado pelas autoras, utilizando a BNCC (Brasil, 2019) para determinação das habilidades.

Legenda. A sigla das habilidades inicialmente se dá pela etapa escolar, seguido pelo ano, disciplina e por fim o número.

Considerações finais

Tal revisão sistemática buscou contribuir enquanto uma análise do uso da RA na educação matemática sob um viés inclusivo dedicado para surdos e ouvintes. Nesta empreitada encontramos 25 trabalhos, dos quais apenas quatro abordavam a educação de surdos, enquanto 15 focalizaram os ouvintes. Também encontramos um conjunto de 17 aplicativos de RA, dos quais apenas nove ainda estavam disponíveis para download. Sendo possível identificar uma

concentração na geometria, tendo pouquíssimos representantes nos outros conteúdos matemáticos.

Podemos perceber então, com base nas análises, que há indicativos de que a RA é um recurso visual com grande aproveitamento didático para desenvolver práticas de numeramento e de letramento visual dentro de uma sala inclusiva com surdos e ouvintes. Sua contribuição pode ser observada desde a aprendizagem e reconhecimento das representações visuais até a interação do estudante com os conceitos, possibilitando a simulação de situações reais aliada à tecnologia.

Concernente às vantagens e desvantagens de aplicativos de RA na educação matemática, temos que as maiores vantagens são sua capacidade de permitir a interação de conceitos abstratos e concretos de maneira lúdica, o estudante não está preso a uma perspectiva, estando livre para explorar seus pontos de interesse e suas dúvidas. A tecnologia também foi relatada como um ótimo meio para despertar o interesse dos estudantes, visto que como indivíduos inseridos na cultura digital, educar por estes meios geram maior conexão.

Quanto às desvantagens, o aplicativo se mostrou custoso e de difícil confecção, é necessário desprender um conjunto de profissionais para o desenvolvimento de um aplicativo educacional. Outro fator que devemos tomar atenção é quanto a implementação em sala, pois o professor deve considerar desde o número suficiente de dispositivos necessários (e suas configurações), passando pela verificação da internet e dos processos dinâmicos inerentes ao ensino-aprendizagem sob uma perspectiva inclusiva com surdos e ouvintes, pensando na interação social intermediada pela sinalização em Libras conciliada com a manipulação dos equipamentos.

Assim, esperamos com a ampliação da discussão fomentada neste trabalho, incentivar o aumento de investimento em pesquisas envolvendo a acessibilidade em aplicativos de RA enquanto um material inclusivo para estudantes surdos e ouvintes.

Referências

- BAKER, D; STREET, B; TOMLIN, A. Mathematics as social: understanding relationships between home and school numeracy practices. **For the Learning of Mathematics** v. 23, n. 3, 2003. Disponível em: flm-journal.org/Articles/3E1004391B24555BA9D067F0B06D3A.pdf . Acesso em: 26 nov. 2020.
- BARTON, D.; LEE, C. **Linguagem online**: textos e práticas digitais. Tradução Milton Camargo Mota. 1. Ed. São Paulo: Parábola Editorial, 2015.
- BATISTA, L. S; KUMADA, K. M. O. Análise metodológica sobre as diferentes configurações da pesquisa bibliográfica. **Revista Brasileira de Iniciação Científica** (RBIC), IFSP Itapetininga, v. 8, e021029, p. 1-17, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rbic/article/view/113>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- BATISTA, L. S; KUMADA, K. M. O; BENITEZ, P. Levantamento de Produções Científicas sobre o uso de Recursos Visuais no Ensino de Matemática para Alunos Surdos. **Revista educação artes e inclusão**, no prelo.
- BATISTA, L. S; KUMADA, K. M; GOMES, V. M. S; BENITEZ, P. Estratégias didáticas para utilização do visual na Educação Matemática de surdos do Ensino Médio. In **Anais IX Congresso Brasileiro de Educação Especial**, 2021.
- BATISTA, L. S.; NAVARRO, A. M. ; KUMADA, K. M. O. Análise sobre jogos digitais bilíngues para surdos: um caminho para o letramento e a inclusão digital. **Revista Brasileira de Informática na Educação (RBIE)**, v. 31, p. 353-377, 2023. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/journals/index.php/rbie/article/view/2933> Acesso em: 24 ago. 2023.
- BRASIL. **DECRETO Nº 5.626**. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, DF, 2005. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm. Acesso em: 11 nov. 2020.

_____. **LEI N° 13.005**. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Brasília, DF, 2014. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/113005.htm . Acesso em: 11 nov. 2020.

_____. Ministério da educação. **Programa Nacional do Livro Didático (PNLD)**. Brasil, DF, 2018.

_____. Ministério da educação. **BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)**. Brasil, DF, 2019. Disponível em: basenacionalcomum.mec.gov.br/ . Acesso em: 01 nov. 2020.

_____. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Brasil no Pisa 2018**. Brasília, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2020. Disponível em https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/avaliacoes_e_exames_da_educacao_basica/relatorio_brasil_no_pisa_2018.pdf. Acesso em: 4 maio. 2021.

BUITRAGO-PULIDO, R. D. Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. **Educ. Educ.** v. 18, n. 1, p. 27-41, 2015. Disponível em: www.scielo.org.co/pdf/eded/v18n1/v18n1a02.pdf . Acesso em: 28 dez. 2020.

CAMPELLO, A. R. S. **Aspectos da visualidade na educação de surdos**. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.

CAMPOS, M. L. C; LUZ, H. S; SANTOS, G. F. Uma revisão de estudos sobre o uso de tecnologias digitais educacionais para o ensino aprendizagem da comunidade surda. **Revista Humanidades e Inovação**, v.7, n.9 , p. 150-165, 2020 . Disponível em: revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/2192 . Acesso em: 29 dez. 2020.

CARDOSO, T. COIMBRA, T; MATEUS, A. Análise matemática e realidade aumentada: um estudo no ensino superior em Portugal. **Debates em educação**, v.10, n. 22, p.271- 283, 2018. Disponível em: www.seer.ufal.br/index.php/debateseducacao/article/view/5457 . Acesso em: 27 dez. 2020.

CARVALHO, J. M. J; LIAO, T. Realidade Aumentada e Interdisciplinaridade: o Uso do Aplicativo LandscapAR no Ensino de Matemática e Geografia. **Revista EAD em Foco**, v.2, e.1049, p. 1-16, 2020. Disponível em: core.ac.uk/reader/328111480 . Acesso em: 28 ago. 2022.

CARVALHO, D; MANZINI, E. J. Aplicação de um Programa de Ensino de Palavras em Libras Utilizando Tecnologia de Realidade Aumentada. **Rev. bras. educ. espec.**, Marília, v. 23, n. 2, p. 215-232, 2017. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-65382317000200005>.

CERQUEIRA, J. M; CLETO, B; MOURA, J. M; SYLLA, C; FERREIRA, L. Aplicações móveis para o ensino da Matemática com realidade aumentada. **In: 5º Encontro sobre jogos e mobile learning**, p. 177-187, 2020. Disponível em:

www.researchgate.net/profile/Joao_Martinho_Moura/publication/341313880_Aplicacoes_moveis_para_o_ensino_da_Matematica_com_realidade_aumentada/links/5ebfea7a458515626cacb4d8/Aplicacoes-moveis-para-o-ensino-da-Matematica-com-realidade-aumentada.pdf . Acesso em: 27 dez. 2020.

CEVOLANE, L.; SANTOS, A. P. T.; VINCO, G. F.; FAZOLO, L. C.; DONATELLI, S. M.; CANAL, F. S. Desenvolvimento humano: um esboço da perspectiva de Jean Piaget. **Revista Dimensão Acadêmica**, v.2, n.1, 2017. Disponível em: multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/09/revista-dimensao-academica-v02-n01-artigo-05.pdf . Acesso em: 23 mar. 2021.

COIMBRA, T.; CARDOSO, T.; MATEUS, A. Realidade Aumentada em Contextos Educativos: Um Mapeamento de Estudos Nacionais e Internacionais. **Educação, Formação & Tecnologias**, v.6, n.2, p. 15-28 2013. Disponível em: dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5021371 . Acesso em: 29 dez. 2020

CORDEIRO, A. C. B.; SAÉS, M, E, L. Jogos de realidade alternativa para a educação. **Revista Tecnológica da Fatec Americana**, Americana, v.1, n.1 p.1-14. 2014. Disponível em: fatec.edu.br/revista_ojs/index.php/RTecFatecAM/article/view/3 . Acesso em: 12 jan. 2021.

DE SOUZA, L.; KUMADA, K.M.O.; BATISTA, L.S.; POLO, L.; MARÇOLA, T.M.; RAMOS, M.H.A. Análise de videoaulas de matemática acessíveis para surdos. **Educação Matemática Em Revista**, n. 27, v. 74, p. 50-72, 2022. Disponível em: <http://sbemrevista.kinghost.net/revista/index.php/emr/article/view/2701> . Acesso em: 10 dez. 2022.

DOURADO, J. B.; SANTOS, A. B.; SILVA, J. S.; SILVA, F. J. M.; BORTOLI, A.; BEZERRA, A. Desenvolvimento e avaliação de um jogo com tecnologia de RA para auxiliar no ensino de matemática. In: **Anais XIV – Proceedings of SBGames**, Teresina, PI, p. 846–853, 2015. Disponível em: www.researchgate.net/profile/Adriano_Bezerra/publication/303519091_Desenvolvimento_e_avaliao_de_um_jogo_com_tecnologia_de_RA_para_auxiliar_no_ensino_de_matematica/links/57e41c5108aee9b409fbfc0.pdf . Acesso em: 27 dez. 2020.

FROSI, F. O.; MARSON, F. **Tapamática: Uma aplicação de Realidade Aumentada com Enfoque Educacional para Estudantes das Séries Iniciais**. 2020. Disponível em: www.researchgate.net/publication/267369621_Tapamatica_Uma_aplicacao_de_Realidade_Aumentada_com_Enfoque_Educacional_para_Estudantes_das_Series_Iniciais . Acesso em: 23 ago 2023.

GOMES, A. P. L. et al. GeometriAR: aplicativo educacional com realidade aumentada para auxiliar o ensino de sólidos geométricos. **Revista Novas Tecnologias na Educação**. v. 17, nº 1, p. 405-414, 2019. Disponível em: www.seer.ufrgs.br/renote/article/viewFile/95848/53867 . Acesso em 24 dez. 2020.

KUMADA, K.M.O; FARIAS, G. M. Revisão de literatura sobre o ensino de matemática para surdos. **Educação - Revista Científica Do Centro Universitário Claretiano**, v. 9, p. 109-133, 2019. Disponível em: <https://claretiano.edu.br/revista/educacao/605b39cf83fe107cbc975895>. Acesso em: 3 jan. 2023.

KUMADA, K.M.O; SILVA, I.R; SATO, F.H.; CARVALHO, K.V.P. Multimodality and transculturalism in a proposal of a Libras didactic material for hearing people. **European Scientific Journal**, v. 17, p. 47-62, 2021. Disponível em: <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/14462>. Acesso em: 3 jan. 2023.

LEFFA, V. J.; IRALA, V. B. O vídeo e a construção da solidariedade na aprendizagem da LE. In: SCHEYERL, D.; SIQUEIRA, S. (Org.). **Materiais didáticos para o ensino de línguas na contemporaneidade: contestações e proposições**. Salvador: Edufba, 2012. p. 251-284.

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, e197403, p. 1-33, 2019. Disponível em: www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-46982019000100403&script=sci_arttext&tlng=pt . Acesso em 29 dez. 2020.

MACEDO, A. C; SILVA, J. A; BURIOL, T. M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **Novas tecnologias na Educação**, CINTED-UFRGS, v.14, n.2, p. 1-10, 2016. Disponível em: www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/70688 . Acesso em: 27 dez. 2020.

MARTIN, V. F; GUIMARÃES, M. O. Desafios para o uso de Realidade Virtual e Aumentada de maneira efetiva no ensino. **Workshop de Desafios da Computação Aplicada à Educação (desafie)**, p. 100-109, 2012. Disponível em: br-ie.org/pub/index.php/desafie/article/view/2780/2433 . Acesso em: 24 dez. 2020.

MUSSOI, E. M; MOREIRA, J; FALKEMBACH, G. A. M; FLÔRES, M. L. P. Realidade aumentada: possibilidades desta tecnologia. **Revista Eletrônica em Gestão e Tecnologia**, [S.l.], v. 2, n. 1. 2017. Disponível em: revista.faqi.edu.br/index.php/revista1/article/view/54 . Acesso em: 13 Jan. 2021.

NERY, C. A; BATISTA, C. G. Imagens visuais como recursos pedagógicos na educação de uma adolescente surda: um estudo de caso. **Paidéia**, v. 14, n. 29, p. 287-299, 2004. Disponível em: www.scielo.br/pdf/paideia/v14n29/05.pdf . Acesso em: 24 nov. 2020.

OLIVEIRA, C. A. Estratégias didáticas de realidade aumentada (ra) no ensino de matemática. **In: Anais Simeduc**, v.9, 2018. Disponível em: eventos.set.edu.br/simeduc/article/view/9537 . Acesso em 27 dez. 2020.

PALHANO, M. G. O; OLIVEIRA, F; GROSSI, L. A Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos Geométricos. In: **Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação 2019**, p. 1012-1021, 2019. Disponível em: br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/8829 . Acesso em: 24 dez. 2020.

PONTES, H. P; DUARTE, J. B. F. MatLIBRAS Racing: Um jogo educativo para o aprendizado de LIBRAS. **Nuevas Ideas en informática Educativa**, Santiago, Chile, v. 13, p. 239-248, 2017. Disponível em: www.tise.cl/volumen13/TISE2017/27.pdf . Acesso em: 26 dez. 2020.

RAMOS, A; FARIA, P. M; FARIA, A. Revisão Sistemática de Literatura: contributo para a inovação na investigação em Ciências da Educação. **Rev. Diálogo Educ.**, Curitiba, v. 14, n. 41, p. 17-36, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1891/189130424002.pdf>. Acesso em: 31 maio 2021.

REILY, L. H. As imagens: O lúdico e o absurdo no ensino de arte para pré-escolares surdos. In: SILVA, I. R.; KAUCHAKJE, S., GESUELI, Z. M. (Orgs.). **Cidadania, Surdez e Linguagem: desafios e realidades**. São Paulo: Plexus, p. 161-192, 2003.

RODRIGUES, D. Dez ideias (mal) feitas sobre a Educação Inclusiva. In: RODRIGUES, D. (org.) **Inclusão e Educação: doze olhares sobre a Educação Inclusiva**. São Paulo. Summus Editorial, 2006.

RODRIGUES, R. L; SOARES, M; SOUZA, G. G; LACERDA, A; SOUZA, C; GOMES, A. S; ALVES, C. Realidade Aumentada para o Ensino de Geometria Espacial. In: **Anais Brazilian Symposium on Computers in Education**, [S.l.], 2012. Disponível em: br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/1452 . Acesso em: 24 dez. 2020.

SANTOS, J. L. I. O; COUTINHO, M. A; CALIXTO, H. R. S; GOMES, E. M. L. S; SOUZA, F. F. Pedagogia visual na educação de surdos: uso de mapas conceituais como estratégia pedagógica. In: **Anais V CEDUCE**, Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/re-doc/article/view/49323 . Acesso em: 24 nov. 2020.

SANTOS, L. C. M; SOUZA, A. C. S; SANTOS, T. Aprendendo números em LIBRAS com a tecnologia da realidade aumentada. **Workshop on Virtual, Augmented Reality and Games, XII**, São Paulo, SP, p.21-24, 2013. Disponível em: www.sbgames.org/sbgames2013/proceedings/workshop/WorkshopVAR-7_Full.pdf . Acesso em: 23 dez. 2020.

SILVA, I.R.; NOGUEIRA, A.S.; HILDEBRAND, H.R.; KUMADA, K.M.O. O uso de jogos eletrônicos no processo ensino-aprendizagem de surdos. In: VALLE, L.E.L.R.; MATTOS, M.J.V.M.; COSTA, J.W. (Orgs.). **Educação Digital: a tecnologia a favor da inclusão**. Porto Alegre: Penso, 2013. p. 213-238.

SCHAUN, T. T; ALVES, R. S. Pensamento Matemático Avançado e visualização em Realidade Aumentada. In: **Anais XXV Encontro Regional de Estudantes de Matemática 2019**, Taquara, RS. v. 1. p. 1-8, 2019a. Disponível em: www2.faccat.br/portal/sites/default/files/66%20CO.pdf .Acesso em: 24 dez. 2020.

_____. Um panorama sobre pesquisas em realidade aumentada em matemática. In: **Anais Seminário internacional de educação, tecnologia e sociedade: ensino híbrido**, 2019b. Disponível em: seer.faccat.br/index.php/redin/article/view/1561 .Acesso em: 28 dez. 2020.

SILVA, S. M; MATOS, G. S; ARAUJO, F. P. O; ARAUJO, J. S. O uso de Realidade Aumentada aplicada às disciplinas de Ciências Exatas no ensino médio brasileiro: Um Mapeamento Sistemático da Literatura. In: **Anais IX Congresso Brasileiro de Informática na Educação 2020**, Belém, PA, p. 429-438, 2020. Disponível em: sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/12635/12502 .Acesso em: 12 jan. 2021.

SILVA, D. D. A; COSTA, J. W. A; INGRACIO, P. T. P; OLIVERIRA, W. F. Realidade virtual aumentada aplicada como ferramenta de apoio ao ensino. **Revista Tecnologias em Projeção**, v. 2, n. 1, p. 11-15, 2011. Disponível em: revista.faculdadeprojecao.edu.br/index.php/Projecao4/article/view/75 .Acesso em: 26 dez. 2020.

SILVA, R. C. D; VASCONCELOS, C. A. Realidade aumentada como apoio à aprendizagem de poliedros. **Ensino da Matemática em Debate**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 50-71, 2019. Disponível em: revistas.pucsp.br/emd/article/view/41084 .Acesso em: 24 dez. 2020.

SILVA, I.R.; KUMADA, K.M.O; AMADO, B.C. Libras, Português e Ciências para surdos: reflexões necessárias para uma prática escolar bilíngue. In: SILVA, I.R.; SILVA, M.P.M. (Orgs.). **Letramento na diversidade: surdos aprendendo a ler/escrever**. 1.ed. Campinas/SP: Mercado de Letras, 2018, v. 1, p. 267-292.

SOUZA, A. C. S; SANTOS, L. C. M; ANJOS, L. H. N. Uma proposta de utilização de realidade aumentada para ensino e aprendizagem de deficientes auditivos. In: **Anais V Connepi Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação**. Maceió: IFAL. v. 1. p. 1-1, 2010. Disponível em: connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1314/853 .Acesso em: 23 dez. 2020.

VIANA, F. R.; BARRETO, M. C.; GOMES, A. L. L. Numeramento visual: o ensino de matemática para alunos surdos numa perspectiva multicultural. **Revista de matemática, ensino e cultura**, Belém, v.10, n. 20. p. 103-114, 2016. Disponível em: www.rematec.net.br/index.php/rematec/article/view/55/. Acesso em: 2 set. 2020.

Recebido em: 11/1/2023

Aceito em: 24/8/2023