

## AVATARES NO ENSINO DE MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES NA EDUCAÇÃO DE SURDOS

## AVATARS IN MATHEMATICS TEACHING: POSSIBILITIES AND LIMITATIONS IN DEAF STUDENTS' EDUCATION

**Renata da Silva Dessbesel, Maria Ivete Basniak, Sani de Carvalho Rutz da Silva**  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil). Universidade Estadual do Paraná (Brasil).  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (Brasil).  
renatadessbesel@utfpr.edu.br, basniak2000@yahoo.com.br, sani@utfpr.edu.br

### Resumo

Neste estudo, investigamos as possibilidades e limitações do uso de avatares no ensino de Matemática para estudantes surdos. Utilizamos revisão sistemática da literatura em artigos disponíveis nas bases de dados Scopus, Web Of Science, IEEE e Advanced Technologies & Aerospace Index por meio dos descritores: avatares, tecnologia, matemática, surdez, realidade aumentada e STEM. Os resultados revelaram a oportunidade de crianças surdas aprenderem Matemática por mídia interativa, em sua língua materna, além de beneficiar também professores e intérpretes quanto ao acesso aos termos matemáticos técnicos e despertar o interesse e consequentemente a motivação dos alunos surdos e ouvintes.

**Palavras-chave:** tecnologia, surdez, pesquisa qualitativa, avatar

### Abstract

In this study, we do research into the possibilities and limitations of the use of avatars in Mathematics teaching for deaf students. A literature systematic review was made in articles available in Scopus, Web of Science, IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) and Advanced Technologies & Aerospace Index databases through the following key words: avatars, technology, mathematics, deafness, increased reality and STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics). The results showed deaf kids' possibilities to learn mathematics through interactive media, in their mother tongue, as well as the benefits to teachers and interpreters to have access to technical mathematics terms and to arouse deaf students and audience's interest and, consequently, their motivation.

**Key words:** technology, deafness, qualitative research, avatar

## ■ Introdução

Este estudo decorre de uma pesquisa em torno da tecnologia e a educação de surdos no ensino de Matemática, utilizando como fonte os artigos publicados nas bases de dados: *Scopus*, *Web Of Science*, *IEEE* e *Advanced Technologies & Aerospace Index*. Na educação de surdos, a inserção de recursos tecnológicos possibilita o acesso ao currículo, a ampliação dos modos de comunicação e vocabulários (Zirzow, 2015).

Estudos têm apontado para as dificuldades que os alunos surdos encontram na aprendizagem de Matemática, mostrando um desempenho inferior quando comparados aos pares ouvintes (Pagliaro e Kritzer, 2013; Barbosa, 2014). Desta forma Adamo-Villani e Hayward (2017) apontam que as barreiras são derivadas dentre outros fatores, da comunicação inadequada e da falta de acessibilidade à aprendizagem.

Os avatares, como personagens animados para comunicação por meio de sinais, apresentam-se como uma possibilidade de tornar os conteúdos digitais acessíveis aos alunos surdos por um baixo custo (Adamo-Villani e Hayward, 2017). Nesse sentido, Barbosa (2014) traz que o ensino de Matemática para pessoas surdas deve fazer uso de recursos visuais, além do processo de aprendizagem ocorrer em língua de sinais.

Desta forma o problema de pesquisa foi: Quais as possibilidades e limitações do uso de avatares no ensino de matemática para estudantes surdos? Trata-se de um estudo teórico de revisão da literatura sobre o assunto, cujo quadro teórico discutimos brevemente na seção que segue.

## ■ Marco teórico

No ensino de matemática emerge a necessidade de superar as abordagens de testes padronizados e compreender a matemática como ferramenta para o desenvolvimento da sociedade (D'Ambrosio, 2018). Nesse sentido, as tecnologias no ambiente educacional provocaram mudanças no paradigma pedagógico, de modo a atender as demandas atuais de formação de pessoas críticas, criativas e com habilidades de resolução de problemas.

As tecnologias na educação de surdos constituem um importante apoio no processo de ensino e aprendizagem, em especial no ensino de matemática, ao permitir a exploração das atividades por meio de vídeos e imagens mediados em língua de sinais (Rodrigues e Geller, 2016). Martino et al. (2017) trazem que a partir de estratégias pedagógicas adequadas os recursos tecnológicos permitem acesso às atividades dentro e fora da sala de aula, flexibilizando o tempo de forma apropriada para que os alunos construam seus conhecimentos a partir dos conteúdos abordados.

Na educação de surdos uma das barreiras enfrentadas é a falta de contato com a Matemática do cotidiano desde a infância, como em situações de contar brinquedos e contar nos dedos (Pagliaro e Kritzer, 2013). Em outras palavras, situações que para crianças ouvintes acontecem de forma natural, mas para crianças surdas, a falta de conhecimento da língua de sinais pode impedir este desenvolvimento. Adamo-Villani e Hayward (2017) elencam duas barreiras na educação de surdos: a) falta de comunicação de modo interativo precocemente e; b) falta de acesso à aprendizagem incidental, que segundo as autoras é a exposição a diversas fontes de informação, como as mídias.

Com os softwares tradutores de língua de sinais, os alunos surdos passam a ter a possibilidade de acesso a um universo de informação por meio da internet, que antes era inviável, o que favorece também acompanhar o material escrito durante as aulas, da mesma forma que os ouvintes, gerando motivação e melhorando o desempenho desses estudantes (Martino et al., 2017). Assim, no ambiente escolar, as tecnologias constituem meio facilitador da aprendizagem, do diálogo e da resolução das tarefas de modo acessível, permitindo a ampliação do vocabulário (Rocha, Lima e Queiroz, 2018). Neste sentido, os avatares apresentam potencial para ultrapassar os obstáculos da comunicação, fornecendo eficiência na tradução para língua de sinais (Adamo-Villani e Hayward, 2017).

Avatares são personagens animados em 3D que permitem a comunicação em língua de sinais, por meio de gestos, expressões faciais e movimentos de corpo (Adamo-Villani e Hayward, 2017). No Brasil, o Vlibras é um exemplo de avatar que permite a tradução automática do português para a Língua Brasileira de Sinais (Libras), a partir de um personagem 3D que traduz textos, legendas e áudios (Freitas, Medeiros e Sousa, 2017).

Carvalho e Manzini (2017) realizaram um estudo com o software Libras R.A., que consiste em um programa de ensino de um grupo de palavras em Libras com a utilização da tecnologia de realidade aumentada. O estudo foi realizado com oito estudantes surdos, e de acordo com Carvalho e Manzini (2017) o desempenho foi satisfatório, de modo que melhorou a apropriação das relações e ampliou o repertório comunicativo. O uso de realidade aumentada em ambientes inclusivos traz benefícios para a aprendizagem na educação de surdos, como também para o ensino de Libras aos ouvintes (Carvalho e Manzini, 2017).

De acordo com Adamo-Villani e Hayward (2017) os avatares podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de conceitos quando incorporados a jogos educacionais e ambientes virtuais de aprendizagem, de modo a proporcionar a interação na língua natural das pessoas surdas. O uso deste recurso, de modo planejado, desenvolve a motivação e traz benefícios para o desempenho dos estudantes surdos (Martino et al., 2017).

O ensino de matemática no contexto da educação de surdos deve explorar as diversas metodologias, valorizando os aspectos visuais da comunicação e a abordagem por meio da língua de sinais. Desta forma ao uso de recursos tecnológicos em ambientes imersivos, como ambientes virtuais de aprendizagem e uso da realidade aumentada favorecem a aprendizagem de conceitos de matemática.

## ■ Metodologia

Este estudo trata-se de uma revisão sistemática, definida por Sampaio e Mancini (2007, p. 84) como: “[...] uma forma de pesquisa que utiliza como fonte de dados a literatura sobre determinado tema”. A abordagem de pesquisa é qualitativa e situada na interface da educação de surdos, ensino de matemática e tecnologia digital.

O estudo segue as orientações de Galvão, Sawada e Trevisan (2004) a partir de sete fases que guiam os procedimentos de coleta e análise dos dados: construção do protocolo, definição da pergunta, busca dos estudos, seleção dos estudos, avaliação crítica dos estudos, coleta de dados e síntese dos dados. Como apresentamos a seguir, adaptado de Galvão et al. (2004):

Fase 1 - Construção do protocolo: Etapa inicial da pesquisa em que se definiu a questão de pesquisa, as bases de dados, os critérios de inclusão e exclusão, e a análise.

Fase 2 – Definição da pergunta: ¿Quais as possibilidades e limitações do uso de avatares no ensino de matemática para estudantes surdos?

Fase 3 – Busca dos estudos: A busca foi realizada nas bases Scopus, Web Of Science, IEEE e Advanced Technologies & Aerospace Index, a partir dos descritores: a) “technology education” AND math\* AND deaf\*; b) avatar\* AND math\* AND deaf\*; c) avatar\* AND “sign language” AND math\*; d) “STEM” AND deaf\* AND avatar\*; e) “augmented reality” AND math\* AND deaf\*. Foram encontradas 26 estudos na Scopus, 8 estudos na IEEE, 9 Web Of Science e 67 estudos na Advanced Technologies & Aerospace Index, totalizando 110 estudos.

Fase 4 – Seleção dos estudos: Para seleção dos estudos foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Critérios de inclusão: a) estudos que apresentavam contribuições para sala de aula b) pesquisas na Educação Especial. Critérios de exclusão: a) duplicados b) estudos que não apresentavam uma relação com o ensino e aprendizagem de matemática c) estudos que não eram com estudantes surdos. Após a aplicação dos critérios, dos 110 estudos 32 foram excluídos por duplicidade, 60 estudos que não abordavam o ensino e aprendizagem de

matemática e 9 estudos que não estavam direcionados a educação de surdos. Resultando em 9 artigos como amostra final desta pesquisa.

Fase 5 – Avaliação crítica dos estudos: A avaliação dos estudos encontrados foi realizada de acordo com as questões e objetivo de pesquisa, com a leitura do título, resumo e palavras-chave, ainda quando necessário a leitura do texto na íntegra.

Fase 6 – Coleta dos dados: Com base na questão de pesquisa, na coleta dos dados, foram selecionados os participantes, o avatar proposto e os resultados da intervenção.

Fase 7 – Síntese dos dados: Os dados foram analisados e descritos em uma abordagem qualitativa, com relação as suas possibilidades e limitações no uso de avatares na educação de surdos.

Na próxima seção apresentamos análise e descrição dos dados selecionados, assim como os resultados a partir do problema de pesquisa.

## ■ Resultados

Os recursos tecnológicos direcionados para a aprendizagem de alunos surdos, estabelecem um rol de estratégias que podem ser exploradas no ambiente escolar (Carvalho e Manzini, 2017). Rodrigues e Geller (2016, p. 131) afirmam que é importante a escolha dos recursos digitais que são utilizados na sala de aula: “É importante que esse material possibilite a interação do aluno e lhe permita verificações e possibilidades de tomadas de decisões”.

Na educação de surdos, um fator que precisa ser considerado é a diversidade de situações, com relação ao contato e fluência em língua de sinais, que estes estudantes chegam à escola. As dificuldades em matemática, em muitos casos, têm relação com a falta de oportunidades de aprendizagem fora da escola (Kritzer e Pagliaro, 2013). Diante disso, as tecnologias podem trazer contribuições, proporcionando aos estudantes surdos acesso aos conteúdos e ampliação do vocabulário, como também contato com a língua de sinais extra classe, com uso de softwares e jogos virtuais.

Neste artigo, foram selecionados nove estudos situados na interface ensino de matemática, educação de surdos e tecnologias digitais. Na tabela 1, apresenta-se o recurso tecnológico e os participantes de cada trabalho. Atribuiu-se códigos aos estudos para identificá-los no decorrer da análise.

*Tabela 1 – Estudos selecionados para análise*

Código	Referência	Recurso tecnológico	Participantes
E1_2004	<i>Adamo-Villani, N., Doublestein, J. y Martin, Z. (2004). The Mathsigner: na interactive learning tool for american sign language K-3 mathematics. Banisi, E. et al. (Ed.), Proceedings, Eighth International Conference on Information Visualisation (pp. 713-716). London: IEEE Computer Society.</i>	<i>SigningAvatar™ by Vcom3D e o Mathsigner</i>	<i>Não aplicado</i>

E2_2006	Adamo-Villani, N., Carpenter, E. y Arns, L. (2006). 3D Sign language mathematics in immersive environment. Hamza, M. M. (Ed.) <i>Proceedings of ASM 2006 - 15th International Conference on Applied Simulation and Modeling</i> , ( pp. 382-388). Rhodes, Greece: Acta Press.	Adaptação dos caracteres Mathsigner™ para exibição em um ambiente de imersão total e desenvolvimento de um mundo virtual de fantasia.	Testado com adultos surdos, professores e alunos com conhecimento em linguagem de sinais.
E3_2008	Adamo-Villani, N. & Wilbur, R. (2008). Two novel technologies for accessible math and science education. <i>IEEE MultiMedia</i> 15(4), 38-46.	Mathsigner e SMILE	Crianças nível K-4 com 21 participantes (7 surdas e 14 ouvintes)
E4_2010	Adamo-Villani, N. & Wilbur, R. (2010). Software for math and science education for the deaf. <i>Disability and Rehabilitation Assistive Technology</i> , 5(2), 115-124.	Mathsigner™ (não imersiva) e a SMILE (imersivo)	Crianças surdas com idade entre 6 e 11 anos (16 participantes)
E5_2013	Andrei, S., Osborne, L. y Smith, Z. (2013). Designing na American Sign Language Avatar for Learning Computer Science Concepts for Deaf of Hard-of-Hearing Students and Deaf Interpreters. <i>Journal of Educational Multimedia and Hypermedia</i> , 22(3), 229-242.	Avatar da Signatário da Universidade de Lamar (LUSA).	Teste do protótipo: equipe de estudantes (usuários nativos de ASL) do Departamento de Estudos de Surdos e Educação de Surdos.
E6_2013	Vesel, J. & Robillard, T. (2013). Teaching mathematics vocabulary with na interactive signing math dictionary. <i>Journal of research on technology in education</i> , 45 (4), 361-389.	Signing Math Dictionary (SMD)	Aplicado em 8 turmas. 39 participantes ao todo (8 professores e 31 alunos) das séries K-4 à K-8.
E7_2015	ZIRZOW, N. K. (2015) Signing Avatars: using virtual reality to support students with hearing loss. <i>Rural Special Education Quarterly</i> , 34 (3), 33-36.	SMILE; Mathsigner; CopyCat; SignTutor	Não aplicado
E8_2017	Adamo-Villani, N. & Anasingaraju, S. (2017). Holographic signing avatars for deaf education. In: G. Vicentini et al. (Eds), <i>E-Learning, E-Education and Online Training, Third International Conference</i> (pp. 54-61), Springer.	Sistema de realidade aumentada holográfico (uso de óculos de RA) que permite criar avatares	5 estudantes surdos do K-6; 2 pais ouvintes e 2 professores de matemática do K-6.

		animados em 3D.	
E9_2018	Hansen, E. G., Loew, R. C., Laitusis, C. C., Kushalnagar, P., Pagliaro, C. M. y Kurz, C. (2018). Usability of American Sign Language Videos for Presenting Mathematics Assessment Content. <i>Journal of Deaf Studies and Deaf Education</i> , 1 (11), 284-294.	Versão humana x versão de avatar (usando Vcom3D)	Comparação entre a sinalização em ASL por um avatar e a sinalização humana.

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Os estudos desta análise, apresentados na Tabela 1, trazem propostas com tecnologias digitais para melhorar o acesso ao conhecimento e o ensino e aprendizagem de Matemática para estudantes surdos. A partir dos dados observa-se que entre os nove estudos selecionados, cinco deles são do mesmo grupo de pesquisadores, com ênfase em dois softwares, o *Mathsigner* e o *Smile*, o que mostra a preocupação no aprimoramento desses recursos tecnológicos.

O *Mathsigner* é um software interativo com atividades direcionadas para estudantes do ensino fundamental, com conceitos matemáticos em língua de sinais para crianças surdas; o SMILE é um ambiente virtual de aprendizagem imersivo para crianças surdas desenvolverem conceitos de STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) com uso da Língua Americana de Sinais (ASL) por meio de um avatar animado em 3D (Adamo-Villani e Hayward, 2017).

De acordo com Freitas et al. (2017) as tecnologias assistivas proporcionam acesso à informação, como também aos conteúdos escolares, contribuindo para o desempenho dos alunos em sala de aula. Na Tabela 2 sintetizamos as possibilidades e limites dos nove estudos selecionados nesta análise, a partir da leitura dos textos.

**Tabela 2 – Possibilidades e limitações dos estudos com avatares**

Código	Possibilidades	Limitações
E1_2004	i) Meio interativo de baixo custo para adicionar linguagem de sinais à mídia; ii) Aborda a necessidade de aumentar a eficácia dos pais (ouvintes) em ensinar matemática às crianças surdas e a oportunidade de as crianças surdas aprenderem aritmética por meio da mídia interativa.	i) Incapacidade de representar a língua de sinais com fluidez e realismo, de modo a melhorar a auto-imagem.

E2_2006	<p>i) Alto realismo/ fluidez do movimento de sinalização dos personagens 3D; ii) Interação complexa em tempo real entre avatares, o estudante e o ambiente; iii) Avatares em 3D interagem com o usuário enquanto se deslocam dentro do espaço virtual e podem ser vistos de diferentes pontos de vista, apoiando assim a sensação de imersão; iv) Comunicação natural entre os usuários e aplicação por meio de um sistema simples de controle por gestos baseado em luva; v) O aluno surdo pode navegar pelo ambiente, pegar objetos e responder a perguntas usando apenas gestos com as mãos.</p>	<p>i) Pequeno número de formas de mão ASL (Língua de Sinais Americana) que podem ser inseridas e reconhecidas pelo sistema; ii) Alto custo do equipamento; iii) Potenciais problemas de saúde e segurança associados ao uso de dispositivos imersivos.</p>
E3_2008	<p>i) No ambiente virtual SMILE os alunos podem explorar a cidade de Smileville, manipular objetos, construir novos objetos e interagir com os personagens; ii) No software interativo Mathsigner a animação em 3D, baseado em ASL, apresenta tarefas matemáticas classificadas por conceitos e dificuldades de nível de série; iii) Em ambos os programas destaca-se a motivação e os desafios; iv) Todas as crianças puderam se envolver e concluir as tarefas em ambos os sistemas de teste.</p>	<p>i) Necessidade de soluções que permitam aos usuários surdos comunicarem-se e interagir em um ambiente livre de preconceitos, estigmas, barreiras tecnológicas ou outros obstáculos; ii) Não descrito as limitações específicas dos softwares.</p>
E4_2010	<p>i) No Mathsigner, software interativo baseado em ASL de animação 3D, as tarefas são elaboradas para conceitos de sinais (nível K-6) e correspondendo a terminologia em inglês para crianças surdas, pais e professores; ii) No SMILE, ambiente de aprendizagem virtual imersivo (AVA) as crianças surdas e ouvintes aprendem conceitos de STEM e terminologia de ASL, apresenta um design virtual atraente e envolvente; iii) Redução no tempo de conclusão das atividades.</p>	<p>i) No Mathsigner a comparação entre o formato dos avatares mostrou que o formato dos dedos teve diferenças na sinalização, sendo que um deles foi considerado melhor entre os usuários que avaliaram; ii) No SMILE dois alunos apresentaram desconforto com o uso dos óculos; iii) Diversas características afetam o design do software, de modo que os projetistas precisam estar atentos a isso.</p>
E5_2013	<p>i) O LUSA permite ao instrutor apresentar efetivamente material STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) de uma maneira relativamente uniforme para ambos os alunos surdos e seus pares ouvintes; ii) A animação respeita a gramática ASL correta e tem uma interpretação suave; iii) Traz benefícios a</p>	<p>i) Necessidade de melhorar o aspecto do avatar quanto a sinalização realista e fluência em ASL; ii) Ponto frágil é as expressões faciais na sinalização do avatar em ASL; iii) O avatar de sinalização exibe comportamentos não manuais precisos de ASL, isto é, referenciamento espacial, inclinações de</p>

	estudiantes, profesores e intérpretes de alumnos surdos.	cabeça/corpo que parecem ser desafiadoras.
E6_2013	i) Acesso dos estudantes surdos e deficientes auditivos ao vocabulário matemático; ii) Os recursos interativos do dicionário promovem instrução individualizada para uma ampla variedade de alunos com diferentes níveis de perda auditiva e desafios de aprendizado; iii) Maior independência; iv) Aumento da instrução individualizada para uma variedade de alunos; v) Maior aquisição de vocabulário para teste padronizado; vi) Maior alfabetização em inglês; vii) Maior motivação para aprender matemática; viii) Maior acesso a sinais padronizados.	i) Dificuldade de generalizar os resultados para todos os alunos surdos ou com deficiência auditiva ou para todos os seus professores, o que segundo os autores requer uma nova pesquisa com uma amostra aleatória maior e mais representativa de casos.
E7_2015	i) Aplicativos de realidade virtual com sinalização de avatares podem ajudar educadores regulares, educadores especiais e educadores surdos a cumprir sua responsabilidade compartilhada de atender às necessidades educacionais exclusivas dos alunos de surdos e deficientes auditivos.	i) Melhorar a fluidez e as habilidades expressivas de sinalização dos avatares; ii) Com relação a educação especial, necessidade de inclusão e a integração de estudantes surdos e deficientes auditivos e seus pares ouvintes.
E8_2017	i) Melhora o acesso a materiais educacionais de K-6 para crianças surdas e a aprendizagem de conceitos matemáticos; ii) Facilita a tradução da língua de sinais; iii) Os avatares 3D holográficos poderiam ser usados em muitos outros domínios, como entretenimento e redes sociais, para remover as barreiras de comunicação atuais; iv) Na avaliação dos professores os avatares eram precisos e fluídos.	i) Para que o potencial do sistema seja plenamente realizado deve passar do desenvolvimento e teste de laboratório para testes de campo e uso; ii) Pais mostraram interesse em usar os óculos em casa para ajudar os filhos nas lições de matemática, mas preocupados com o custo; iii) Alguns alunos mostraram desconforto com os óculos; iv) Óculos grandes projetados para adultos.

E9_2018	<p>i) O uso de um avatar pode economizar custos com relação a uma versão humana, principalmente na situação em que são precisos ajustes e correções na tradução; ii) Não houve significativa diferença na usabilidade entre o avatar e as versões humanas sinalizadores dos itens matemáticos.</p>	<p>i) Tamanho da amostra pequeno e o pequeno número e variedade de itens limitam a interpretação de alguns dos resultados do estudo; ii) Dificuldade para traduzir as versões sinalizadas para o inglês, devido a falta de compreensão de matemática dos tradutores e intérpretes de língua de sinais; iii) estudantes usam a ASL socialmente, mas cuja educação matemática tem sido em inglês, podem ter dificuldade em compreender conteúdo cotidianos de matemática quando é apresentado na ASL. iv) Nos avatares falta expressão facial e linguagem corporal.</p>
---------	--	---

**Fonte:** Elaborado pelos autores

O processo de ensino e de aprendizagem de Matemática deve contemplar na educação de surdos o uso de um vocabulário numérico e quantitativo, estabelecendo relações entre a língua e a formação de conceitos de matemática (Barbosa, 2013). A autora complementa que o uso da língua de sinais neste processo traz benefícios aos estudantes surdos, como também a exploração de materiais concretos e visuais no desenvolvimento de habilidades matemáticas. Desta forma, ao observarmos os estudos da Tabela 2, as possibilidades são diversas e significativas, de modo a tornar a apropriação do conhecimento acessível, dinâmico e motivador para estes estudantes.

O uso de Realidade Aumentada (RA) também foi explorada em conjunto com os avatares, trazendo além da tradução em língua de sinais, possibilidades para a sala de aula, com o uso de cenários imersivos, em que os alunos resolvem tarefas de matemática. Essa tecnologia pode promover e facilitar a aprendizagem: “O emprego da tecnologia de RA possibilita a manipulação de elementos virtuais que passam a fazer parte do espaço real” (Carvalho e Manzini, 2017, p. 216). Isto é observado nas pesquisas E2\_2006, E3\_2008, E4\_2010, E7\_2015 e E8\_2017 em que os autores exploram cenários de aprendizagem com uso da RA.

De acordo com Adamo-Villani e Wilbur (2010) no ambiente imersivo SMILE os estudantes têm contato com o conteúdo em um contexto significativo, ao explorar a “*SmileVille*” e manipular os objetos, além disto as atividades são direcionadas a aprendizagem e conteúdos de STEM que se pretende abordar. Os autores apontam que esta é uma inovação tecnológica que combina o conteúdo educacional com um design atraente para os alunos.

Com relação as limitações, os estudos apontam as questões de custos da tecnologia do avatar e a superação de obstáculos com relação a ampliação do vocabulário de matemática no software e as expressões faciais e corporais importantes para a sinalização, tornando o avatar mais realista. A aprendizagem de conteúdos de matemática não foi apresentada como foco principal da maioria dos estudos, mas sim a descrição das tecnologias utilizadas. Mostrando assim, a necessidade de mais pesquisas que explorem as aplicações diretas no ensino de matemática e suas contribuições para sala de aula.

Desta forma, salientamos a necessidade de mais pesquisas que explorem tais recursos tecnológicos, como também o aprimoramento dos avatares, em especial no Brasil, pesquisas que abordem o uso de avatares no contexto da Educação Matemática.

## ■ Conclusão

Os resultados revelaram a oportunidade das crianças surdas aprenderem Matemática por mídia interativa, em sua língua materna, além de beneficiar também professores e intérpretes quanto ao acesso aos termos matemáticos técnicos e despertar o interesse e conseqüente motivação dos alunos surdos e ouvintes, graças a possibilidade de atendimento individualizado e instrução direta a esses alunos, diminuindo o tempo de conclusão das tarefas. Como limitações, foram evidenciadas a dificuldade da tradução correta dos conteúdos de matemática e a dificuldade de abordagens relacionadas a tecnologia utilizada pelo avatar.

Percebe-se desta forma a dualidade controversa das conclusões quanto ao uso de avatares no ensino de matemática a alunos surdos, isto porque enquanto alguns avatares se mostraram eficientes ao traduzirem a linguagem matemática e atender às diferentes necessidades dos alunos, outros se revelaram incapazes de atingir o objetivo. Isto nos leva a concluir que, a escolha do avatar, e da conseqüente tecnologia a ser utilizada, podem fazer toda a diferença na aprendizagem dos alunos. Ao explicitar essas possibilidades e limitações acreditamos contribuir para a escolha apropriada dessa tecnologia.

## ■ Agradecimentos

À UTFPR pelo apoio no desenvolvimento da pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Brasil. Bolsista do CNPq, Brasil.

## ■ Referencias bibliográficas

- Adamo-Villani, N. & Wilbur, R. (2010). Software for math and science education for the deaf. *Disability and Rehabilitation Assistive Technology*, 5(2), 115-124.
- Adamo-Villani, N.; Hayward, K. (2017) Signing Avatars. Hai-Jew, S. *Virtual Immersive and 3D Learning Spaces: Emerging Technologies and Trends*. New York: Information Science Reference. p. 249- 267.
- Barbosa, H. H. (2014). Conceitos matemáticos iniciais e linguagem: um estudo comparativo entre crianças surdas e ouvintes. *Educação e Pesquisa*, 40(1), 163-179.
- Carvalho, D. de & Manzini, E. J. (2017) Aplicação de um programa de ensino de palavras em Libras utilizando tecnologia de realidade aumentada, *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, 23 (2), 215-232.
- D'Ambrosio, U. (2018) To think in a New Way in Mathematics Education. In: Riberio, A. J.; Healy, L.; Borba, R. E. de S. R.; Fernandes, S. H. A. A. (Eds.). *Mathematics Education in Brasil*, Springer, pp. 1-20
- Galvão, C. M., Sawada, N. O., Trevizan, M. A. (2004). Revisão Sistemática: recurso que proporciona a incorporação das evidências na prática da enfermagem. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, Ribeirão Preto, SP, 12 (3), 549 - 556.
- Freitas, V. A., Medeiros, S. N. de., Sousa, H. de M. (2017). Importância do software Vlibras no processo de aprendizagem de pessoas com deficiência auditiva. In: Sanchez, j. (Ed.) *Nuevas Ideas em Informática Educativa*, pp.578-581, Santiago do Chile.
- Martino, J. M. de. et al. (2017). Signing avatars: making education more inclusive. *Universal Access in the Information Society*, 16(3), 793-808.
- Pagliari, C. M. & Kritzer, K. L. (2013). The math gap: A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of deaf studies and deaf education*, 18(2), 139-160.
- Rodrigues, R. da S. & Geller, M. (2016) Alunos surdos dos anos iniciais do ensino fundamental e a construção do número. *Interfaces da Educação*, Paranaíba, 7(19), 126-145.

- Sampaio, R.F. & Mancini, M. C. (2007) Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Carlos, 11(1), 83-89.
- Zirzow, N. K. (2015). Signing avatars: using virtual reality to support students with hearing loss. *Rural Special Education Quarterly*, 34 (3), 33-36.