



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

RECOMENDAÇÕES PARA RECURSOS DE APRENDIZAGEM NO
CONTEXTO DO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA SURDOS PRÉ-
LINGUÍSTICOS

Patrícia Felipe Amorim

Orientadora
Prof^a Dr^a Simone Bacellar Leal Ferreira

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL
ABRIL DE 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA

RECOMENDAÇÕES PARA RECURSOS DE APRENDIZAGEM NO CONTEXTO
DO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA SURDOS PRÉ-LINGUÍSTICOS

Patricia Felipe Amorim

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Informática da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, como pré-requisito para a obtenção do grau de Doutor em Informática.

Orientação: Prof.^a Dr.^a Simone Bacellar
Leal Ferreira

30 de abril de 2021

Catálogo informatizada pelo(a) autor(a)

A524	<p>Amorim, Patricia Felipe RECOMENDAÇÕES PARA RECURSOS DE APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA SURDOS PRÉ- LINGÜÍSTICOS / Patricia Felipe Amorim. -- Rio de Janeiro, 2021. 175</p> <p>Orientador: Simone Bacellar Leal Ferreira . Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Informática, 2021.</p> <p>1. Acessibilidade. 2. Surdez. 3. Inclusão. 4. Recursos de Aprendizagem. 5. Língua Brasileira de Sinais. I. , Simone Bacellar Leal Ferreira, orient. II. Título.</p>
------	--



Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO
Departamento de Informática Aplicada
Programa de Pós-Graduação em Informática

RECOMENDAÇÕES PARA RECURSOS DE APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DO
ENSINO DE MATEMÁTICA PARA SURDOS PRÉ-LINGÜÍSTICOS

Patricia Felipe Amorim

DISSERTAÇÃO APRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE DOUTOR PELO PROGRAMA DE
PÓSGRADUAÇÃO EM INFORMÁTICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UNIRIO). APROVADA PELA COMISSÃO
EXAMINADORA ABAIXO ASSINADA.

Em conformidade com a Resolução nº 5.257 de 25/03/2020 e a Ordem de Serviço
PROPGPI nº 3 de 2/07/2020, esta ata vai somente por mim assinada, atestando que
a defesa ocorreu com a participação dos componentes abaixo listados.

Aprovada por:



Simone Bacellar Leal Ferreira D.Sc. - UNIRIO

Adriana Cesário de Faria Alvim D.Sc. - UNIRIO

Sean Wolfand Matsui Siqueira D.Sc. - UNIRIO

Denis Silva da Silveira D.Sc. – UFPE

Julio Cesar Sampaio do Prado Leite D.Sc. – PUC-RJ

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
ABRIL DE 2021

Dedico a Deus este trabalho, pois se não fosse Tua vontade ele não se concretizaria, A minha fonte de inspiração, minha família: meus filhos, Lucas e Marcelo, meu companheiro Carlos André, e meu mais recente presente de Deus, o neto Miguel.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu a oportunidade de viver essa vida passageira, lutando pela evolução.

Ao meu mestre, o Senhor Jesus, por me guiar na estrada dessa vida.

Aos meus pais, Alayde e Walter, pelos princípios que deles recebi e que me fizeram chegar até aqui.

Aos meus filhos Lucas e Marcelo, as pessoas mais amadas na minha vida, pela compreensão ante a minha falta de atenção por conta das horas dedicadas ao trabalho árduo do doutorado.

Ao meu companheiro, Carlos André, pelo carinho, compreensão e apoio no desenvolvimento do meu trabalho.

Em especial, agradeço à minha orientadora, Simone Bacellar Leal Ferreira pela oportunidade de trabalhar com uma pessoa tão competente e pelo seu apoio na hora certa, suas sugestões acertadas e o estímulo constante a enfrentar os desafios da pesquisa, foram fundamentais para mim.

Agradeço a todo o Corpo Docente do PPGI, que me proporcionou uma experiência única de aprendizado e o embasamento para realizar pesquisas científicas.

Agradeço a todos os professores de Matemática do INES, em especial o professor Júlio, coordenador da equipe de Matemática, pela parceria na pesquisa, tornando muito rico o meu aprendizado. Agradeço a troca de ideias e a ajuda na condução da pesquisa de forma remota em decorrência da pandemia SARS-COVID.

Estendo os meus agradecimentos aos funcionários da DIESP-INES, em especial, ao chefe da divisão, Jean F.de Paiva, pela atenção dispensada e o incentivo para a realização da pesquisa desde o primeiro contato.

Agradeço aos membros da banca, pela participação.

Agradeço também aos colegas do NAU, que proporcionaram um ambiente agradável durante todo o doutorado. Principalmente às minhas amigas doutorandas de equipe que foram tão solidárias e me incentivaram muito quando foi necessário.

Por fim, agradeço a todos que possa ter esquecido de citar aqui.

Amorim, Patrícia Felipe. **Recomendações para recursos de aprendizagem no contexto do ensino de matemática para surdos pré-linguísticos**. UNIRIO, 2021. 181 páginas. Tese de Doutorado. Departamento de Informática Aplicada, UNIRIO.

RESUMO

A resolução de problemas matemáticos é uma das principais dificuldades encontradas pelos surdos no aprendizado da matemática. Os alunos surdos sofrem com a falta de sinais em libras para termos específicos da matemática, com dificuldades na proficiência na língua portuguesa escrita e com a falta de preparação dos professores, em sua maioria, ouvintes, cujas graduações não ofertam estudos para o entendimento das especificidades, habilidades de comunicação e características da identidade surda. Essas observações levam à questão de identificar melhores práticas para o desenvolvimento de recursos de aprendizagens baseados no letramento visual que auxiliem na interpretação de textos para a resolução de problemas matemáticos, mediando a comunicação entre professores e alunos surdos pré-linguísticos. Desta forma, para o desenvolvimento de tecnologias assistivas, os desenvolvedores de sistemas precisam ter em mãos recursos que apresentem as especificidades dos indivíduos surdos no contexto da resolução de problemas matemáticos. Assim sendo, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma elicitação de requisitos não funcionais de usabilidade e acessibilidade de recursos tecnológicos educacionais de modo a propor Diretrizes para a Criação de Recursos de Aprendizagens (DCRA) que contextualizem problemas matemáticos para o público surdo pré-linguístico com base na pedagogia visual. O DCRA foi elaborado a partir da pesquisa-ação realizada em conjunto com a instituição parceira Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). Estudo qualitativo e exploratório, utilizando mapeamento sistemático da literatura, observações de aulas presenciais, entrevistas e questionários online com a equipe de professores e alunos da instituição como coleta de dados. A principal contribuição apresentada nesta tese é o conjunto de diretrizes e exemplos de recursos de aprendizagem que podem ser implementados de maneira simples, visando atender as necessidades dos alunos surdos e dos professores. Além da discussão da adoção de recursos tecnológicos de forma que as estratégias e as práticas pedagógicas sejam baseadas na utilização de espaços virtuais que objetivem melhorar a qualidade do aprendizado do aluno, considerando as suas especificidades. A avaliação dos recursos de aprendizagem criados para a elicitação das DCRA foi validada a partir da realização de testes com professores de matemática e público surdo pré-linguístico. A validação identificou a aprovação dos aplicativos e tecnologias assistivas utilizadas e o potencial de uso das DCRA no apoio ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem visuais que promovam melhorar a interpretação de textos de problemas matemáticos.

Palavras-chave: Acessibilidade, Surdez, Inclusão, Recursos de Aprendizagem, Língua Brasileira de Sinais.

ABSTRACT

Math problem solving is one of main difficulties faced by deaf in math teaching. This teaching may be harmed by libras' signals lack, few knowledges on portuguese language used by deaf and weak teacher's preparation in their graduation degree, where specificities understanding, communications skills and deaf identity characteristics are still few explored. This leads to identify best practices on learning objects development based on visual literacy which may help reading comprehension to solve math problems, mediate the communication between teachers and pre-linguistic deaf students. In order to build these assistive technologies, developers need to keep in hand resources that may show deaf people specificities in math problems solving context. With that in mind, this research aims to create usability and accessibility non-functional list of requirements in order to propose Learning Resources Building Guidelines (Diretrizes para a Criação de Recursos de Aprendizagens – DCRA in Brazilian Portuguese) which contextualize math problems for pre-linguistic deaf people, using visual pedagogy. DCRA was conceived from research-action together with National Institute for Deaf Education (Instituto Nacional de Educação de Surdos – INES in Brazilian Portuguese). Qualitative and exploratory survey using literature systematic mapping, presential classes notes, on-line questionnaires and interviews with teachers and students from INES as data collection. This main contribution is a guideline set and learning resources examples which can be easily implemented to meet deaf students and teachers needs. Also, strategical and pedagogical practices, with technological resources adoption, maybe based on in virtual spaces, improving students' learning, considering their specificities. Learning resources evaluation for DCRA elicitation was validated from tests with teachers and pre-linguistic deaf students. This validation pointed to apps and assistive technologies approval and DCRA usage as a support to visual learning objects development in order to improve Math problems text comprehension.

Keywords: Accessibility, Assistive Technologies, Deafness, Inclusion, Learning Resources, Brazilian Sign language.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Resumo Histórico da Educação dos Surdos.....	23
Figura 2 – Telas do jogo GeePerS*Math.....	37
Figura 3 – cenas do vídeo sobre frações do MathLibras	37
Figura 4 – cenas do vídeo sobre contagem do MathLibras.....	37
Figura 5 – apresentação das etapas de cada fase da pesquisa-ação.....	47
Figura 6 – metodologia de Barbosa.....	54
Figura 7 – metodologia DESIGNMOB.....	55
Figura 8 – metodologia de Garret	55
Figura 9 – Etapas do desenvolvimento adaptada para a pesquisa	55
Figura 10 - Exemplo de Questão.....	57
Figura 11 – número de inscritos no canal de Youtube da pesquisadora.....	71
Figura 12 – vídeo mais visualizado no canal de Youtube da pesquisadora	71
Figura 13 – quadro da contextualização.....	84
Figura 14 – atividade 1 – Sequência de Fibonacci.....	85
Figura 15 – atividade 2 – Camisas e Pregadores	85
Figura 16 – atividade 3 – Emojis.....	86
Figura 17 – Organização dos Conteúdos	87
Figura 18 – Slide da animação de sequência de presidentes	89
Figura 19 – slide com cena do filme e vídeo em Libras	90

Figura 20 – janela de Libras na tela	90
Figura 21 – Exemplo de enunciado e itens de uma questão	96
Figura 22 – contexto do objeto de aprendizagem	107
Figura 23 – objeto de aprendizagem com emojis	110
Figura 24 – recurso de aprendizagem da contextualização de sequência numérica.....	113
Figura 25 – questão incluída no recurso de aprendizagem	113
Figura 26 – primeira questão da atividade 3.....	115
Figura 27 – segunda questão da atividade 3	116
Figura 28 – terceira questão da atividade 3	116
Figura 29 – apresentação da pesquisa em diferentes formatos.....	119
Figura 30 – apresentação de <i>feedback</i> visual.....	120
Figura 31 – filmagem com fundo de tela no padrão recomendado.....	121

INDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil dos respondentes da divulgação pelas redes sociais.....	61
Tabela 2 – Seleção dos conteúdos considerados difíceis	62
Tabela 3 - Perfil dos Respondentes do questionário para alunos	65
Tabela 4 – Conteúdos considerados difíceis pelo grupo de alunos surdos pré-lingual	67
Tabela 5 – Conteúdos considerados difíceis pelos alunos surdos pré-linguísticos.....	68
Tabela 6 – Conteúdos considerados difíceis nas coletas de dados	70
Tabela 7 - Resumo do protocolo do mapeamento sistemático.....	73
Tabela 8 - Perfil dos Respondentes do questionário para professores	81
Tabela 9 - Classificação dos conteúdos por professores	82
Tabela 10 – questionário do teste piloto.....	94
Tabela 11 – avaliação dos professores	97
Tabela 12 – Perfil dos respondentes.....	101
Tabela 13 – avaliação dos indivíduos surdos pré-linguísticos.....	102

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Dificuldades para aprender Matemática	63
Gráfico 2 - Dificuldades para aprender Matemática	69
Gráfico 3 - Número de artigos por tecnologia assistiva	76
Gráfico 4 - Número de artigos por tipo de tecnologia assistiva	77
Gráfico 5 - Número de artigos por tipo de avaliação do aplicativo.....	78

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O Problema.....	7
1.1.1 Justificativa e/ou Contextualização do Problema De Pesquisa.....	7
1.1.2 Formulação do Problema de Pesquisa (Pergunta/hipótese) da Pesquisa.....	8
1.2 Objetivos.....	8
1.2.1 Objetivo Principal.....	8
1.2.2 Objetivos Intermediários.....	8
1.3 Relevância e/ou Justificativa da Pesquisa.....	9
1.4 Delimitação do Estudo.....	10
1.5 Organização do Trabalho.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 Surdez.....	11
2.1.1 A comunicação dos surdos.....	12
2.1.2 Linguagem de sinal.....	13
2.1.3 Cultura Surda.....	15
2.1.4 Legislações Vigentes.....	16
2.2 Acessibilidade.....	17
2.2.1 Acessibilidade Digital.....	18
2.2.2 Acessibilidade na Web.....	18
2.2.3 Diretrizes de Acessibilidade para Surdos.....	18
2.2.4 Recomendações de Acessibilidade voltadas para surdos pré-linguísticos para produções audiovisuais.....	19
2.3 Contexto da Educação dos Surdos.....	21
2.3.1 Histórico.....	22
2.3.2 Educação Bilíngue.....	23
2.3.3 Educação Inclusiva.....	25
2.3.4 Letramento Visual e Pedagogia Visual.....	26
2.3.5 Recursos de Aprendizagem.....	27
2.3.6 Educação Matemática no contexto da Surdez.....	28
2.3.7 Aspectos Legais quanto à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).....	31
2.4 Tecnologias Assistivas no Contexto da Surdez.....	32
2.4.2 Tecnologias assistivas como recursos nas aulas de Matemática Utilizadas	

nos ambientes virtuais de aprendizagem para Surdos.....	35
2.5 Trabalhos Relacionados.....	38
2.5.1 Discussões.....	44
3. METODOLOGIA.....	46
4. DESENVOLVIMENTO DOS RECURSOS DE APRENDIZAGEM VISUAIS.....	54
4.1 Estratégia.....	56
4.2 Escopo.....	79
4.3 Estrutura.....	83
4.4 Conteúdo de Libras.....	87
4.5 Desenvolvimento.....	88
4.6 Publicação Restrita.....	93
5. AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DE APRENDIZAGEM.....	95
6. DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO DE RECURSOS DE APRENDIZAGEM – DCOA.....	105
6.1 Diretrizes Baseadas na elaboração de questionário on-line para surdos pré-linguísticos.....	106
6.2 Diretrizes elaboradas a partir da avaliação dos recursos de aprendizagem criados.....	112
6.3 Diretrizes baseadas na literatura.....	118
7. CONCLUSÕES.....	130
7.1 Conclusões.....	130
7.2 Recomendações de Trabalhos Futuros.....	133
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
APÊNDICE A.....	147
APÊNDICE B.....	153
APÊNDICE C.....	160

1. INTRODUÇÃO

O ser humano ao nascer, de forma instintiva, aprende com a sua mãe, ou pessoa responsável pelos seus cuidados, como dar sentido ao que escuta e vê, por meio da repetição de gestos visualizados ou falas que escutou e fazendo a associação à ação correspondente. O indivíduo surdo, por sua vez, não possui o canal da escuta para auxiliar o processo de comunicação, para ele o mundo é percebido por meio do canal visual. Esse indivíduo, que na maioria das vezes nasce em lares de pais ouvintes, tem mais dificuldade para aquisição da sua primeira língua. Para o indivíduo surdo, sua primeira língua não é o português, e sim a língua de sinais que tem papel fundamental no desenvolvimento da linguagem, sendo o português sua segunda língua. Porém, nem sempre a língua de sinais é trabalhada na fase de aquisição da linguagem, se comparado a um indivíduo ouvinte. Muitos pais ao descobrirem a surdez do filho, por ser uma característica não pertencente à sua cultura de ouvinte, precisam primeiro aprender a língua de sinais. Essas situações podem resultar em uma série de limitações no cotidiano familiar.

A surdez é uma deficiência que tem diferentes especificidades. Seus diferentes níveis e períodos evolutivos de perda auditiva influenciam tanto no cotidiano familiar quanto no aprendizado do aluno. A surdez pré-linguística, tema abordado na presente pesquisa, é característica das pessoas que nasceram surdas ou que perderam a audição na infância, antes da aquisição da língua de sua origem natal, não possuindo lembranças auditivas, o que inviabiliza a aquisição, de forma natural, de uma linguagem oral (SACKS, 1998). Isso pode ocasionar defasagem na aprendizagem e construção do conhecimento pelos alunos surdos.

Crianças surdas, filhas de pais ouvintes, geralmente, desenvolvem a língua de sinais na escola. Isso acontece por vários motivos, dentre eles, podemos citar, falta de orientação adequada à família e o sentimento de medo e desconsolo sentido pelos

familiares quando acontece o diagnóstico da surdez. Por isso, todos os profissionais que de alguma forma estejam ligados à educação dessas crianças devem sempre usar a língua de sinais e tentar envolver os familiares a desenvolver essa língua conjuntamente com os filhos. Assim, eles terão desenvolvimento linguístico, emocional e cognitivo. Moura ainda alerta que a exposição à linguagem em diferentes contextos, propicia um bom desenvolvimento linguístico (MOURA, 2014).

“A criança surda deve ter a possibilidade de ver a língua circulando por diferentes “portadores” que terão estilos e formas diferentes de se comunicar. Além disso, falantes de diferentes idades comunicam-se de formas diversas, sobre assuntos distintos. O que deve estar sempre claro é que a aquisição da linguagem se dá em situações espontâneas, e não em circunstâncias artificiais. O segredo para o bom desenvolvimento de linguagem de uma criança surda é propiciar a ela as mesmas oportunidades que são oferecidas naturalmente a uma criança ouvinte.” (MOURA, 2014, p.19)

No Brasil, a Política Nacional de Educação determina a educação inclusiva e especificamente para os surdos, a educação bilíngue, ou seja, reconhece a libras como primeira língua e o português escrito como segunda língua. Na aquisição da segunda língua, o português, os surdos encontram muita dificuldade no seu aprendizado, pois as estruturas linguísticas do português e da libras são muito diferentes. Ainda hoje, é um grande desafio para as escolas o trabalho ensino-aprendizagem com essas diferenças linguísticas, pois os professores, na sua maioria, ouvintes, não foram preparados para planejar atividades e práticas para esse ensino bilíngue.

Os surdos necessitam de uma metodologia didática diferenciada, baseada em experiências concretas, com o auxílio de meios eficazes que estimulem suas potencialidades, uma vez que eles aprendem a partir daquilo que veem e sentem. Nas últimas décadas a educação dos surdos ganhou novas dimensões de comunicação, com o uso do computador e da Internet. Se, para os ouvintes, essas ferramentas estão modificando usos e costumes, para os surdos, essas mudanças também podem ser significativas (STUMPF, 2010).

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), de 2018, indicam que no mundo existe um total de 466 milhões de pessoas com perda auditiva, sendo 34 milhões crianças, o que representa mais de 5% da população mundial (OMS, 2018).

Do Censo de 2010, tem-se que, 5,1% da população brasileira possui deficiência auditiva, equivalente a 9,7 milhões de pessoas. Dentre este número, 2 milhões declararam possuir deficiência auditiva severa, isto é, não conseguem ouvir de modo

algum ou possuem grande dificuldade em ouvir (IBGE, 2010).

Em 1994, a Declaração Mundial de Educação para Todos e a Declaração de Salamanca foi um importante marco para as políticas públicas de educação inclusiva, recomendando o uso de linguagens de sinais para a educação de surdos (BRASIL, 1994). Mais recentemente, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência) unificou decretos, portarias e leis anteriores num contexto global com a finalidade de, em condições de igualdade, garantir o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais das pessoas com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania. (BRASIL, 2015).

Todas as pessoas surdas têm direito à educação pública de qualidade. A constituição considera a educação como “direito de todos e dever do Estado e da família” (BRASIL, 1988). E está estabelecido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, que “o ensino será ministrado com base no princípio da igualdade de condições para o acesso e permanência na escola” (BRASIL, 1996). Analogamente Paim apresenta a ideia de igualdade quando “admite a possibilidade de atender desigualmente os que são desiguais, priorizando aqueles que mais necessitam para poder alcançar a igualdade.” (PAIM, 2010).

Ao oferecer educação de qualidade, devem-se considerar as especificidades de cada indivíduo. No caso dos alunos surdos, os sistemas de ensino devem assegurá-los currículos, métodos, técnicas, recursos educativos de acordo com as suas necessidades, bem como a formação na sua língua nativa (LACERDA, 2013). Porém, por vezes na escola, o surdo participa de programas educacionais voltados para ouvintes e elaborados por ouvintes sem considerar a cultura e língua dos surdos (MACHADO, 2006).

Professores de alunos surdos, também têm dificuldades, pois como ouvintes, cursaram uma graduação elaborada por ouvintes. Quando se deparam com o ensino especializado para surdos, precisam aprender a cultura e a Língua de Sinais, para facilitar o diálogo com os alunos, o que pode gerar dificuldade de entendimento e de aprendizado dos conteúdos do currículo escolar. Diante desses fatos, a presente pesquisa teve como objetivo realizar uma elicitación de requisitos necessários para o desenvolvimento de recursos de aprendizagens digitais que contextualizem problemas matemáticos.

A aquisição de uma linguagem científica, como a Matemática, pode ser um desafio para diversos alunos. Estudantes têm sentimentos de tensão, medo e desconforto, que comprometem o seu desempenho no aprendizado de conteúdos de Matemática. O que pode ser agravado para os alunos surdos que necessitam acessar esse conteúdo, muitas vezes, não disponibilizado em sua primeira língua, Libras (KUMADA; FARIAS, 2019) (ARIAPOORAN, 2017).

A resolução de problemas matemáticos é uma das principais dificuldades encontradas pelos surdos no aprendizado de Matemática (KUMADA; FARIAS, 2019). Os alunos surdos sofrem com a falta de sinais em Libras para muitos termos da matemática, com a falta de proficiência da língua portuguesa escrita, já que a libras tem uma estrutura linguística diferente da estrutura da língua portuguesa e com a falta de preparação dos professores em suas graduações, cujos estudos para o entendimento das especificidades, habilidades de comunicação e características da identidade surda ainda são poucos explorados (GRÜTZZMAN; ALVES; LEBEDEF, 2020). Com base nessas observações, seria interessante identificar melhores práticas para o desenvolvimento de recursos de aprendizagens baseados no letramento visual que auxiliem na interpretação de textos para a resolução de problemas matemáticos, mediando a comunicação entre professores e alunos surdos pré-linguísticos.

Apesar de haver muitas pesquisas sobre conteúdos trabalhados na Matemática, ainda há carência de temas a serem abordados, principalmente sobre a produção de materiais didáticos para o público surdo. Numa realidade inclusiva, a acessibilidade deve nortear todo o sistema escolar (professores, espaços, conteúdos, recursos didáticos etc.) e, para isso, pesquisas acadêmicas que considerem a diversidade surda e abordem materiais bilíngues precisam receber maior atenção (KUMADA; FARIAS, 2019).

Nesse sentido, ao considerar tecnologias assistivas, que consiste em todo o arsenal de recursos que contribuem para ampliar habilidades e competências de pessoas com deficiência (BERSCH E TONOLLI, 2017). O uso dessas tecnologias é de fundamental importância tanto para o professor como para os alunos surdos. Em relação ao professor, vai contribuir na sua prática com uma ação pedagógica mais eficaz e, quanto aos surdos vai propiciar a interação através do canal visual, podendo tornar a aprendizagem mais significativa.

Além disso, o uso de Tecnologias Assistivas desempenha um papel importante na vida de empregadores, familiares e professores que interagem com pessoas surdas. Elas podem melhorar a leitura, escrita e compreensão das habilidades físicas dos alunos possibilitando um aumento no desempenho e na participação desses alunos nos programas de educação (DHANJAL, SINGH; 2019).

Desta forma, para o desenvolvimento de tecnologias assistivas ou recursos educacionais voltados para o ensino da matemática, os desenvolvedores de sistemas precisam ter em mãos recursos que apresentem as especificidades dos indivíduos surdos no contexto da resolução de problemas matemáticos. Para que se desenvolvam aplicativos que beneficiem os envolvidos no processo ensino-aprendizagem.

Na presente pesquisa, foi realizado um mapeamento sistemático para obter uma visão global das tecnologias assistivas mais utilizadas e acessíveis às pessoas surdas para serem usadas no ensino da matemática. Além disso, um estudo etnográfico com o Instituto Nacional de Surdos (INES) foi conduzido, com objetivo de conhecer o comportamento dos alunos surdos, intérpretes e seus professores no seu ambiente de estudo, bem como sua interação com possíveis recursos tecnológicos e/ou tecnologias assistivas. Inicialmente, no final de 2019, aplicou-se um questionário às turmas de terceiras séries observadas durante as aulas de matemática do INES, de forma presencial, para identificação de conteúdos programáticos do currículo de matemática com indicação de maior dificuldade de compreensão e resolução de problemas.

A pesquisa inicialmente seria baseada em atividades presenciais: entrevistas com professores e intérpretes, observação das aulas de matemática e participação das aulas em conjunto com os professores para utilizar os objetos de aprendizagem. A princípio, foi planejado utilizar aplicativos já existentes, que pudessem ser testados em oficinas com alunos durante as aulas de matemática.

Contudo, de acordo com a situação de decreto de isolamento social (*“semi” lockdown*), a partir de março de 2020, quando foi necessário o distanciamento físico causado pelo coronavírus (COVID-19), precisou-se adaptar o projeto de pesquisa a nova realidade. As etapas presenciais programadas para o início do ano letivo de 2020 precisaram ser reformuladas para serem realizadas de forma virtual e remota.

A restrição de mobilidade e o ensino remoto impactaram drasticamente a presente

pesquisa, inviabilizando uma validação mais efetiva tanto das diretrizes como dos objetos de aprendizagem, que foram apresentados como resultado desta tese.

A partir de 2020, divulgou-se por redes sociais, à comunidade surda, o questionário mencionado anteriormente. Também foram realizadas reuniões virtuais usando a plataforma Zoom (ZOOM, 2020) e questionário via *Google Forms* (GOOGLE, 2020) com os professores do INES.

A análise das respostas dos questionários e as sugestões dos professores de matemática levaram a escolha do conteúdo “sequências numéricas” como tema principal para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem para as atividades a serem desenvolvidas durante as aulas de matemática. Na opinião dos professores esse seria um tema possível de ser trabalhado nas diferentes etapas da educação básica de forma remota. Com isso, definiu-se o escopo de problemas matemáticos em conjunto com a equipe de professores do INES e um levantamento de recursos de aprendizagem visual. Foram elaboradas três atividades: a primeira baseada no conhecimento das quatro operações aritméticas; a segunda para a noção de múltiplos e divisores dos números e a terceira para a habilidade de transformar uma sentença na escrita de uma função algébrica. Cada atividade foi apresentada de duas formas: no modo tradicional das aulas observadas nas turmas do INES e no modo em blocos, com a inserção dos recursos de aprendizagem visuais desenvolvidos.

A primeira avaliação desses objetos foi realizada através da ferramenta *Google Forms* (Google, 2020), que apresentou as atividades com os objetos desenvolvidos e registrou as avaliações dos professores da equipe de Matemática do INES e por um teste piloto com uma professora/pedagoga deficiente auditiva. A ferramenta *Google Forms* foi escolhida por possibilitar a inclusão de recursos visuais e a avaliação dos recursos desenvolvidos de forma remota, condição exigida devido ao isolamento social imposto pela pandemia do coronavírus (COVID-19). Uma segunda avaliação foi realizada por indivíduos surdos. Ao final foi possível propor Diretrizes para a Criação dos Recursos de Aprendizagens (DCRA) que contextualizem problemas matemáticos para o público surdo pré-linguístico com base na pedagogia (letramento) visual. Neste contexto, letramento visual está relacionado à prática de didáticas visuais diferenciadas para a construção de significados (LEBEDEFF, 2010). As avaliações executadas validaram o potencial de uso das DCRA no apoio ao desenvolvimento de recursos educacionais

visuais focados na interpretação de textos de problemas matemáticos.

1.1 O Problema

1.1.1 Justificativa e/ou Contextualização do Problema De Pesquisa

A presente pesquisa está inserida no contexto da análise de recursos de aprendizagens que auxiliem na interpretação de textos para a resolução de problemas matemáticos, mediando a comunicação entre professores e alunos surdos pré-linguísticos. O foco está na melhoria da compressão textual dos alunos surdos a partir de recursos de aprendizagem baseados no letramento visual.

Os recursos tecnológicos de aprendizagem não substituem as interações entre professores e alunos, necessárias para a inserção real de pessoas surdas, mas acredita-se que possam compor um espaço de diálogo e parceria para disseminar propostas educativas que disponham da língua de sinais e ofereçam ferramentas de aproximação dos sujeitos na medida em que inclui mais pessoas no sistema de ensino com múltiplas formas de conexões por vídeos, escrita, interações síncronas e assíncronas.

Considerando-se trabalhos relacionados às ferramentas tecnológicas para o letramento de surdos, as tecnologias identificadas não apresentam recursos para as especificidades dos alunos surdos (por exemplo, elas não são em língua de sinais), não são consideradas úteis para o público-alvo e não permitem a colaboração múltipla e integral (GUIMARÃES et al. 2013). De modo geral, os professores que atualmente lecionam nas escolas públicas, não tiveram em seus currículos de formação, estudos para o entendimento das especificidades dos alunos surdos pré-linguísticos, como por exemplo, aspectos socioculturais, habilidades de comunicação e características da identidade surda (LACERDA, 2013). Resultando, na maioria das vezes, dificuldades em encontrar métodos e práticas pedagógicas que sejam consistentes para o aprendizado dos alunos surdos, gerando angústia para os professores e incompreensão dos conteúdos para esses alunos (LACERDA, 2013). A motivação para a pesquisa vem da necessidade e vontade de contribuir de forma simples e objetiva para minimizar a dificuldade que os alunos surdos pré-linguísticos da educação básica encontram na compreensão de textos para a resolução de problemas matemáticos, elicitada por profissionais da educação.

1.1.2 Formulação do Problema de Pesquisa (Pergunta/hipótese) da Pesquisa

Considerando as dificuldades que os alunos surdos pré-linguísticos encontram na compreensão de textos envolvidos em problemas matemáticos, textos estes sempre escritos na língua portuguesa, a sua segunda língua, tem-se a seguinte questão: utilizações de recursos de aprendizagens baseados em letramento visual poderiam melhorar a compreensão textual de alunos surdos?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Principal

A presente pesquisa tem como objetivo propor diretrizes para o desenvolvimento de recursos educacionais que contextualizem problemas matemáticos para o público surdo pré-linguístico com apoio de ferramentas visuais a partir da elicitación de requisitos não funcionais de usabilidade e acessibilidade de recursos tecnológicos educacionais.

1.2.2 Objetivos Intermediários

- Realizar estudo etnográfico para identificar questões relevantes sobre a inclusão das crianças surdas pré-linguísticas, no Sistema Público de Educação do Rio de Janeiro, a partir do ponto de vista de professores que já atuaram com turmas com alunos incluídos.
- Mapear e identificar as dificuldades de comunicação entre profissionais da rede pública de ensino da Educação Básica e alunos surdos pré-linguísticos.
- Identificar recursos computacionais e estratégias que possam ajudar os docentes a facilitar o acesso dos alunos surdos aos conteúdos de resolução de problemas matemáticos a partir do letramento visual para interpretação e compreensão dos textos desses problemas.
- Exemplificar e identificar recursos de aprendizagem para serem utilizados como apoio às atividades de compreensão textual na resolução de problemas matemáticos, utilizando os recursos tecnológicos e/ou tecnologias assistivas adequadas para a atividade de interpretação de texto tendo como referência as recomendações para apoio

desenvolvimento de recursos de aprendizagem.

- Avaliar a utilização dos objetos criados por meio de sua aplicação junto a um grupo composto por surdos pré-linguísticos e professores.

1.3 Relevância e/ou Justificativa da Pesquisa

A relevância da pesquisa é identificar quais são os requisitos de acessibilidade e usabilidade necessários para que recursos de aprendizagem apoiem os *stakeholders* envolvidos no ensino de surdos, com o objetivo de melhorar a interpretação de textos de problemas matemáticos. Com base em estudos etnográficos e mapeamento bibliográfico de outros trabalhos já feitos, identificaram-se tecnologias assistivas adaptáveis para tal finalidade.

Este trabalho também visa promover a discussão da adoção de recursos tecnológicos de forma que as estratégias e as práticas pedagógicas sejam baseadas na utilização de aparelhos tecnológicos que objetivem melhorar a qualidade do aprendizado do aluno, considerando as especificidades dos indivíduos surdos. Contribuindo assim, para a efetivação dos propósitos da educação inclusiva, expressa na Lei nº 13.146 de 6 de julho de 2015 – Lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (LBI), que no capítulo IV aborda o direito à educação inclusiva e de qualidade em todos os níveis de ensino; garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de serviços e disponibilização de recursos de acessibilidade e de tecnologias assistivas adequados que eliminem possíveis barreiras (BRASIL, 2015). Além de utilizar o viés da área da Educação para sugerir recomendações para os desenvolvedores de softwares acessíveis sob o ponto de vista do usuário, o educador. Nesse sentido, o uso das tecnologias assistivas é de fundamental importância tanto para o professor como para os surdos. Em relação ao professor, vai contribuir na sua prática com uma ação pedagógica mais eficaz e, quanto aos surdos, vai propiciar a interação com os conteúdos programáticos através da sua primeira língua tornando a aprendizagem mais significativa.

1.4 Delimitação do Estudo

A preparação da tese limitou-se a pesquisar a relação professor-aluno nas aulas de matemática da instituição de ensino especializada na educação de surdos, o Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES). A tese foi elaborada a partir de um estudo de campo com professores que aprenderam libras a partir do início da docência para esse público. Devido ao número de trabalhos encontrados na literatura, utilizaram-se alguns que já apresentaram diretrizes para a produção de aplicativos para o público surdo e entrevistas com os professores de Matemática do INES, além da participação de indivíduos surdos nas etapas de desenvolvimento dos objetos de aprendizagem e na realização dos testes para validação dos mesmos.

1.5 Organização do Trabalho

Neste Capítulo foram abordados o contexto, os objetivos, a motivação, a relevância a delimitação e limitação da presente tese. No capítulo 2 é apresentado o referencial teórico, que inclui os principais conceitos, legislações, características sobre a área de surdez, acessibilidade e tecnologias assistivas, algumas teorias sobre a comunicação, educação bilíngue e educação inclusiva. Também apresentam-se alguns trabalhos relacionados que propõem ferramentas computacionais de apoio às comunidades surdas. Além de trabalhos com o objetivo de discutir as implicações referentes à construção do conhecimento, à comunicação e às práticas pedagógicas já adotadas atualmente pela comunidade envolvendo surdos e o desenvolvimento de aplicativos para enriquecer tais práticas. No capítulo 3 é apresentada a metodologia. No capítulo 4 o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem visuais. No capítulo 5 a avaliação dos objetos de aprendizagem. No capítulo 6 são apresentadas as Diretrizes para a Criação de Recursos de Aprendizagens (DCRA). E por fim, no capítulo 7 são apresentadas as conclusões e propostas de trabalhos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Surdez

As pessoas podem ser totalmente surdas ou parcialmente. As que ficaram surdas antes de adquirir uma linguagem oral são classificadas como surdas pré-linguísticas e não possuem memórias auditivas. Elas nasceram surdas ou perderam a audição na infância. Aquelas que ficaram surdas após a aquisição de uma linguagem oral, possuem alguma memória auditiva e são classificadas surdas pós-linguísticas (ALVES, 2012). Ao abordar a temática da surdez, não se deve caracterizá-la somente como a ausência de audição, deve-se levar em conta o período em que se deu a perda auditiva e uma avaliação de audiometria, uma vez que essas diferenças influenciam no processo de aprendizagem (SACKS, 1998).

As pessoas totalmente surdas são aquelas que têm perda auditiva entre setenta e noventa decibéis e superior a noventa decibéis (COUTO, 1985 apud ALVES, 2012). Atualmente, considera-se o termo “surdo” como a pessoa que percebe o mundo através de experiências visuais e utilizam a língua de sinais para comunicação, valorizando a cultura surda, como no artigo dois da lei nº 5626 de 22 de dezembro de 2005 (ESDRAS; GALASSO, 2017) (BRASIL, 2005).

As pessoas parcialmente surdas são aquelas, que têm perda auditiva de até quarenta decibéis e entre quarenta e setenta decibéis. Na surdez leve, os indivíduos ainda podem ouvir voz fraca e confundir fonemas. Esses indivíduos têm a possibilidade de adquirir uma língua oral, mas podem ter dificuldades tanto leitura quanto na escrita. Na surdez moderada, as pessoas têm limites na percepção de palavras, ouvem vozes em tom alto. Atraso de linguagem e alterações articulatórias é frequente, em alguns casos, onde os problemas linguísticos são maiores. Geralmente, as pessoas parcialmente surdas

apresentam dificuldades gramaticais. A compreensão gramatical está ligada à aptidão do campo visual (COUTO, 1985 apud ALVES, 2012).

2.1.1 A comunicação dos Surdos

O ser humano possui dois sistemas de comunicação: o sistema sensorial, que usa os canais visuais, auditivos e vocais e é responsável pela língua oral; e o sistema motor, responsável pela língua de sinais, que faz uso do canal visual e dos membros superiores (mãos e braços) (INES, 1998). As pessoas ouvintes possuem o aparelho fonador igual aos dos surdos, mas estes não se expressam por meio da fala devido à ausência da audição, possuindo dificuldade na oralização de consoantes (SACKS, 2002 apud ALVES, 2012).

Atualmente, existem denominações que caracterizam as diversidades dos indivíduos surdos, são elas: a) oralizados, b) sinalizados e c) implantados. A seguir, descreve-se cada uma das três denominações:

a) Surdos oralizados são aqueles que têm a capacidade de fazer leitura labial e se expressam também pela fala. São pessoas que ficaram surdas devido a acidentes ou doenças. Geralmente, depois de já terem aprendido a língua portuguesa (STENO, 2019). O desenvolvimento da fala é feito por meio de sessões fonoaudiológicas, prática de leitura labial e uso de próteses auditivas (TOFFOLO et al., 2017).

b) Surdos sinalizados são aqueles que se comunicam utilizando a Língua de Sinais. Eles têm, como primeira língua, a Libras e a Língua Portuguesa na forma escrita como segunda língua (MOREIRA, 2012) (STENO, 2019).

c) Surdos implantados são aqueles que possuem um implante coclear (dispositivo eletrônico parcialmente fixado no ouvido) para proporcionar uma audição similar à fisiológica (STENO, 2019).

A educação bilíngue oferece às crianças com surdez o ensino da língua de sinais e o da língua portuguesa. Diversas pesquisas, tais como (CARVALHO, 2011), (ALVES, 2012), (GUIMARÃES et al., 2013), (CANTERI, 2014), (CAVALCANTE, 2015), (ANTUNES, 2015), (SOARES, 2016), (FRANZIN; ZWAN; ROSISKI, 2016) e (CARVALHO; MANZINI, 2017), evidenciam as dificuldades linguísticas dos surdos

em relação à escrita da segunda língua, o Português, já que a língua de sinais não possui uma escrita própria oficial (KOZLOWSKI, 2002). As dificuldades de entendimento da língua portuguesa são decorrentes do processo de significação das palavras (GOLDFELD, 2002).

No grupo de pesquisas Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), pesquisas já relataram as dificuldades na compreensão de informações textuais disponíveis na internet por conta de suas especificidades linguísticas (ALVES, 2012), (ALVES, 2020), (CAVALCANTE, 2015) e (SOARES, 2016). Essas pesquisas geraram recomendações que podem contribuir para o entendimento de informações textuais disponíveis na internet.

2.1.2 Linguagem de Sinal

A língua natural utilizada pelo surdo como principal meio de comunicação é a língua de sinais. Cada país possui a sua língua de sinais, por exemplo: Brasil usa a Língua Brasileira de Sinais (Libras); Portugal utiliza a Língua Gestual Portuguesa (LGP); Estados Unidos usa a American Sign Language (ASL); Inglaterra, a British Sign Language (BLS).

A Libras possui um sistema linguístico que contém um conjunto estrutural complexo em níveis fonético, morfológico, sintático, semântico e pragmático. Não contempla uma estrutura baseada em artigos, preposições e conjunções, além de possuir conjugação verbal distinta da língua portuguesa (ALVES, 2012, p.25).

Libras vem ganhando espaço na sociedade com lutas e movimentos das pessoas surdas em favor de seus direitos e garantia de sua cidadania. Foi oficializada no Brasil pela Lei 10.436/2002 e regulamentada pelo Decreto 5.626/2005 (STREIECHEN, 2013).

Um sinal em Libras tem o mesmo conceito de “palavra” da língua portuguesa. Um sinal é composto por cinco parâmetros: o ponto de articulação da mão, a sua configuração, o movimento, a direção, e a expressão facial. Quando um termo em Português não possui um sinal em Libras, faz-se uso da datilologia, sinalizar por meio do alfabeto datilológico, sinais com as mãos correspondentes a cada letra do alfabeto da Língua Portuguesa. Assim o indivíduo surdo visualiza a palavra sinalizada letra por letra (INES, 1998), (ALVES, 2012). Algumas vezes, mesmo que a palavra possua sinal próprio, usa-se a datilologia para enfatizá-la, como por exemplo, o “COMO”. Quando

se quer chamar a atenção em determinadas situações (FELIPE, 2007), (GOLDFELD, 2002).

Em libras, a forma verbal é expressa no infinitivo. Não existem flexões de gênero e nem número nos adjetivos e substantivos (ALVES, 2012). Para se indicar tempo, usam-se os sinais que representam quando as ações estão ocorrendo, se no presente (sinais correspondentes às palavras hoje e agora), se ocorreu no passado (sinais correspondentes às palavras ontem e anteontem) ou se ocorrerá no futuro (sinal correspondente à palavra amanhã) (FELIPE, 2007).

O ser humano começa a desenvolver uma linguagem junto com sua família nos seus primeiros meses de vida. A comunicação se dá via troca de olhares, o balbucio, o reconhecimento das diferentes formas do choro, sendo completadas pela utilização dos gestos e expressões faciais. Mais tarde, no caso dos ouvintes, essa forma de comunicação vai sendo completada pela fala. A maior parte das crianças surdas (95%), filhas de pais ouvintes, na maioria das vezes tem o desenvolvimento de sua linguagem dificultado, pois a primeira língua que elas possuem algum contato é a língua oral, língua portuguesa. Os surdos não são mentalmente deficientes, o que acontece é que, sem a aquisição de uma língua, seus pensamentos ficam confinados em seu mundo interno (BEHARES, PELUSO, 1997) (SACKS, 1998).

Segundo a organização Educational Testing Service (ETS, 2018), os conteúdos trabalhados em sala de aula devem ser apresentados aos alunos surdos por meio de vídeos em língua de sinais, preferencialmente exibidos aos estudantes no computador. Assim, seria possível evitar alguns problemas como, por exemplo, agendamento de atuação de intérpretes, perda de tempo de aula enquanto os intérpretes visualizam e entendem o material para posteriormente interpretarem em língua de sinais (ETS, 2018).

Lebedeff afirma que “Os surdos têm sido narrados como sujeitos visuais há muito tempo” (LEBEDEFF, 2010). Porém, a caracterização de indivíduos surdos fica restrita à capacidade de entender e se comunicar na língua de sinais. A experiência visual desses indivíduos está para além das questões linguísticas, ela envolve também significações culturais tais como, utilização de apelidos ou nomes visuais, metáforas visuais, humor visual, definição das marcas do tempo a partir de imagens (SKILIAR, 2001 apud LEBEDEFF, 2010).

Lacerda, Santos e Caetano afirmam que não basta traduzir conteúdos em libras, é necessário explicar os conteúdos em Libras “pensar em uma Pedagogia que atenda as necessidades dos alunos surdos que se encontram imersos no mundo visual e apreendem, a partir dele, a maior parte das informações para a construção do seu conhecimento” (LACERDA; SANTOS; CAETANO, 2013).

2.1.3 Cultura Surda

A função de uma língua (linguagem) para os indivíduos de uma sociedade não está restrita à comunicação. Ela abrange também a construção de cultura e identidade dessa sociedade, a partir de transformações das relações sociais, culturais e experienciais (FALCÃO, 2007).

Como os surdos vivem numa sociedade onde a maioria dos indivíduos são ouvintes, eles, muitas vezes, não se identificam com os ambientes tradicionalmente organizados por ouvintes, dificultando, assim, a sua interação social. O sentimento de isolamento, tristeza e exclusão podem ser sentidos inclusive no ambiente familiar, quando esses indivíduos só convivem com pessoas oralizadas, e descrevem esse período como isolamento. Com isso, a não aquisição da língua materna (Língua de Sinais) pode gerar dificuldades de aprendizagem (ALVES, 2012). Após o aprendizado da língua de sinais, o convívio com outros indivíduos surdos e a inserção na cultura surda, esses sentimentos de isolamento e tristeza diminuem, eles passam a ter mais interesse em aprender, conhecer e comunicar-se. Tornam-se capazes de compreender o mundo dos surdos e dos ouvintes. A participação em ambientes que fomentem a cultura surda possibilita a esses indivíduos experimentarem um sentimento de inclusão, pertencimento e familiaridade (FELIPE, 2007), (DALCIN, 2006).

A cultura surda difere-se de outras devido a seus aspectos linguísticos. A Língua de Sinais possui vocábulos e gramática própria, além de características culturais da comunidade, impactando também nas relações sociais e culturais (TESKE, 1998), (GOLDFELD, 2002), (ALVES, 2012). Todos os surdos possuem um sinal individual que os identificam. Este sinal, em Libras, é atribuído necessariamente por outra pessoa surda. O sinal próprio é a forma visual de sua identificação na Comunidade Surda, ele não é o nome próprio, atribuído pela família (DALCIN, 2006). Todas as pessoas podem ter um sinal pessoal que seria um “nome de batismo” de uma pessoa em uma

comunidade Surda. Ao criar o sinal para outra pessoa, o indivíduo surdo observa três aspectos principais: característica física; comportamento marcante ou manias e apelido. Uma pessoa ao ser apresentada a um indivíduo surdo soletrará seu nome por meio da datilologia, ou seja, fará o sinal em Libras de cada letra do seu nome e em seguida apresentará o seu sinal pessoal. O ritual de “batismo” representa uma ruptura simbólica, pela qual o sujeito deixa de ser deficiente auditivo para se tornar Surdo. (FELIPE, 2007) (SOUZA; GEDIEL, 2017).

2.1.4 Legislações Vigentes

A Lei de Libras (BRASIL, 2002) reconheceu, como a língua usada pela Comunidade Surda Brasileira, o sistema linguístico de natureza visual-motora LIBRAS, e passou a admitir como meio legal de comunicação e expressão (SILVA, 2018).

A Lei Brasileira de Inclusão (BRASIL, 2015) define como barreiras nas comunicações e informação “qualquer entrave, obstáculo, atitude ou comportamento que dificulte ou impossibilite a expressão ou o recebimento de mensagens e de informações por intermédio de sistemas de comunicação e de tecnologia da informação”. Além de definir como barreiras tecnológicas “as que dificultam ou impedem o acesso da pessoa com deficiência às tecnologias”.

A mesma lei, em seu capítulo IV, dá garantia do direito à educação das pessoas surdas ou com deficiência auditiva assegurando o sistema educacional inclusivo com a Libras como primeira língua e na modalidade escrita da língua portuguesa como segunda língua, em escolas e classes bilíngues, em todos os níveis de ensino, de forma a desenvolver seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, considerando suas características, interesses e necessidades de aprendizagem. Além de determinar a oferta de ensino da Libras bem como disponibilização de tradutores e intérpretes nas escolas.

A Comunidade Surda possui aspectos linguísticos próprios. Sendo assim, lutam pelo respeito aos seus direitos de cidadãos, para que sua cultura, seu modo de viver e apreender valores, comportamentos, tradições sociais e interativas próprias sejam reconhecidos (FELIPE, 2007).

Apesar de existir uma legislação que defenda a inclusão de pessoas com

deficiência, no Brasil, é pouco significativo o ingresso de pessoas surdas em universidades. De acordo com dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) sobre surdos que ingressaram no ensino superior em 2015, dos 671 alunos surdos que entraram nos cursos, 454 alunos continuaram matriculados, ou seja, 32% dos alunos evadiram dos cursos nos quais se matricularam, no primeiro ano do curso. E, comparando com o total de alunos surdos matriculados em 2010, 931, houve uma redução de 28% no número de alunos surdos ingressando no ensino superior (ESDRAS; GALASSO, 2017).

Infelizmente, nem todas as instituições de ensino possuem intérpretes ou softwares específicos de Libras, e grande parte do corpo docente não sabe se comunicar nessa língua. A inclusão escolar dos surdos tem sido defendida pelo poder oficial que fomenta a adaptação da escola comum à diversidade do seu corpo discente, embora na prática não seja esta a realidade observada no Brasil (SANTOS, 2015).

2.2 Acessibilidade

Acessibilidade está relacionada àquilo que facilita a utilização com segurança e autonomia, total ou assistida, dos espaços públicos ou coletivos. Isto é, toda pessoa com qualquer característica pode participar seja qual for a atividade. A definição proposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para acessibilidade expressa que todo indivíduo, independente de suas capacidades físico-motoras e perceptivas, culturais e sociais, tenha possibilidade de usufruir de todos os benefícios e atividades de uma vida em sociedade com mínimas restrições. Tanto para uso de produtos quanto acesso a serviços e informações, inclusive na Web (ABNT, 2008 apud FERREIRA; NUNES, 2008).

A área de acessibilidade vem crescendo cada vez mais no Brasil por meio do avanço na promoção dos direitos das pessoas com deficiência por meio das políticas públicas (MARQUES; FERREIRA; CAPPELLI, 2017).

Em termos universais, a acessibilidade é o que está escrito na Constituição Brasileira, publicada em 1988, haja vista que todas as pessoas possuem seus direitos sociais e individuais garantidos, inclusive as pessoas com deficiência (BRASIL, 1988). As pessoas com deficiências, lamentavelmente, ainda passam por muitas dificuldades, apesar da existência de inúmeras iniciativas em todas as áreas para diminuí-las.

2.2.1 Acessibilidade Digital

A acessibilidade digital é mais específica e refere-se ao acesso a qualquer recurso da Tecnologia da Informação. A acessibilidade digital está relacionada a qualquer usuário conseguir realizar interações e ter disponibilidade de conteúdos e recursos com autonomia e sem barreiras. De modo que usuários com limitações podem se deparar com situações como: dificuldades na utilização do mouse; do teclado; na visualização do monitor e na obtenção de sons de dispositivos de áudio (FERREIRA; NUNES, 2008), por isso essas barreiras precisam ser eliminadas.

2.2.2 Acessibilidade na Web

A definição de acessibilidade na Web refere-se especificamente ao componente Web, conjunto de páginas escritas na linguagem HTML e interligadas por links de hipertexto, representando para o usuário o direito ao acesso à rede de informações (FERREIRA; NUNES, 2008). Segundo W3C Brasil,

“a acessibilidade na web significa que pessoas com deficiência podem perceber, entender, navegar, interagir e contribuir para a web. E mais. Ela também beneficia outras pessoas, incluindo pessoas idosas com capacidades em mudança devido ao envelhecimento” (Cartilha Acessibilidade na Web – W3C Brasil, 2020).

2.2.3 Diretrizes de Acessibilidade para Surdos

A Lei de Acessibilidade (BRASIL, 2015) assegura que os sites devem disponibilizar versões de seus conteúdos acessíveis, permitindo acesso equânime aos indivíduos surdos. Seu artigo 67 (Os serviços de radiodifusão de sons e imagens devem permitir o uso dos seguintes recursos, entre outros: I - subtitulação por meio de legenda oculta; II - janela com intérprete da Libras; III – audiodescrição) sugere legendagem e/ou janela com intérprete da Libras. Caso persistam barreiras na comunicação entre surdos e sites de conteúdo acessível, isso poderá representar a continuidade da exclusão sociolinguística sofrida pelos surdos há anos, mesmo que de modo parcial (KELMAN, 2015).

Um dos grupos de trabalho do World Wide Web Consortium (W3C), consórcio internacional constituído por organizações filiadas que trabalham em conjunto para criar padrões para a Web (W3C, 2019), o Web Accessibility Initiative (WAI), sugere

diretrizes para tornar a web acessível. As diretrizes são objetivos básicos para tornar o conteúdo acessível a todos os usuários com qualquer tipo de deficiência (W3C, 2019). O W3C-WAI, a partir de pesquisas, organiza recomendações nas Accessibility Guidelines (Diretrizes de Acessibilidade).

Muitas pesquisas acadêmicas baseiam-se nessas diretrizes, como por exemplo, (ABREU, 2010), (BARBOSA, 2018), (SCHEFER; AREÃO; ZAINA, 2018) e (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019). Para desenvolver a presente pesquisa, definiu-se o uso das Diretrizes de Acessibilidade ao Conteúdo da Web (WCAG) do W3C-WAI. As referências e os trabalhos correlacionados ao tema foram analisados e resumidos na Seção 2.5 – Trabalhos Relacionados deste capítulo.

Para se remover as barreiras encontradas pelos surdos pré-linguísticos em qualquer sistema de informação é necessário: representação visual das informações sonoras apresentadas no sistema; legendas (closed caption); mensagens de erro visuais ao invés de sonoras; alternativas em textos para imagens; que objetos de controle tenham nomes que descrevam a sua finalidade; interpretação em língua de sinal para todo o conteúdo de áudios e vídeos pré-gravados (FERREIRA; NUNES, 2008).

2.2.4 Recomendações de Acessibilidade voltadas para surdos para produções audiovisuais

A surdez possui uma grande variação de tipos e graus. Além disso, enquanto alguns surdos se comunicam por meio das línguas de sinais, outros fazem uso de implantes auditivos para ouvir e se comunicam por meio da fala. Assim, as ferramentas de acessibilidade para surdos sinalizados e oralizados são diferentes (PFEIFER, 2020). Garantir técnicas de acessibilidade aos surdos nas produções audiovisuais é um passo importante para a conquista de respeito e valorização de todas as formas de inclusão social (NAVES, 2016).

Os surdos podem ser beneficiados pela presença de legendas, tanto instaladas em eventos ao vivo, como principalmente em vídeo (TV, cinema, internet etc.). Para os surdos sinalizados, é importante haver tradução simultânea para língua de sinais. Em aulas, palestras e eventos, o intérprete deve estar ao lado de quem está falando. Em transmissões de vídeo, há a alternativa de se inserir uma janela secundária (janela de

Libras) com um tradutor (PFEIFER, 2020).

Produções audiovisuais necessitam seguir recomendações (referências) de acessibilidade para os recursos de legendas para surdos e ensurdecidos (LSE) e janela de Libras. A intenção é que todos os interessados possam aplicar ou avaliar os recursos em produções audiovisuais seguindo um padrão de qualidade que possa atender a comunidade de pessoas surdas do país (NAVES, 2016).

O padrão de legendagem (criação e formatação) de tradução de filmes internacionais segue regras mais ou menos padronizadas por guias bastante difundidos, como por exemplo: BBC Subtitle Guidelines (BBC, 2017) e NETFLIX GUIDE (NETFLIX, 2016). As recomendações de acessibilidade para LSE e janela de Libras baseada no Guia para Produções Audiovisuais Acessíveis do Ministério da Cultura/Secretaria do Audiovisual difere do padrão de legendagem de tradução de filmes internacionais. O padrão de legendagem de tradução de filmes internacionais aconselha a utilização de duas linhas, centralizada na parte inferior do vídeo. Isso vale para qualquer tipo de legendagem realizada em vídeos, mesmo em traduções de outras línguas faladas para o português. Assim, é possível para o espectador harmonizar imagens e legendas. Já o padrão closed caption americano, adotado no Brasil, permite que a LSE seja elaborada em mais de duas linhas. Além dos parâmetros característicos das questões técnicas (número de linhas, velocidade, formato, marcação inicial e final da legenda, duração, convenções e posição), a elaboração de LSE precisa de edições linguísticas, decorrentes de manipulações no texto audiovisual relacionadas à segmentação da fala em blocos semânticos; redução da informação textual; explicitação de informações sonoras e identificação dos falantes (NAVES, 2016).

A partir da pesquisa na literatura foram referenciados alguns trabalhos que apresentam recomendações para a criação de recursos de aprendizagem acessíveis para o público surdo, mas não com foco na contextualização de problemas matemáticos. O trabalho de Abreu apresentou um conjunto de recomendações voltadas para acessibilidade do usuário surdo e para alfabetização de crianças surdas em projetos de tecnologias de informação e comunicação (ABREU, 2010). A pesquisa de Canal investigou a acessibilidade dos tipos de questões usadas em avaliações baseadas em computador em ambientes virtuais e aprendizagem e propôs um conjunto de recomendações para melhorar a acessibilidade desses tipos de questões para estudantes

surdos (CANAL, 2015). A pesquisa de Barbosa objetivou identificar as características de usabilidade e acessibilidade necessárias para desenvolver uma tecnologia assistiva com o uso da realidade aumentada que apoiasse a visitação espontânea de surdos a museus. Na pesquisa foi desenvolvido um protótipo de aplicativo para dispositivos móveis que poderia ser utilizado como um recurso de aprendizagem, mas esse recurso seria mais adequado para as disciplinas de geografia ou História (BARBOSA, 2018).

Esses trabalhos oferecem recursos para conteúdo acessível para indivíduos surdos em diferentes contextos. Eles se basearam nas diretrizes de acessibilidade na Web, a WCAG. Nota-se que algumas das diretrizes apresentadas nos trabalhos citados devem servir de base para diretrizes de acessibilidade para a contextualização de problemas matemáticos.

2.3 Contexto da Educação dos Surdos

Atualmente, a educação de surdos está entre as políticas linguísticas que defendem a implantação de uma educação bilíngue, e as políticas educacionais que defendem a educação inclusiva (BUENO, 2014). A educação, por muitos anos, desconsiderou os métodos próprios para o ensino de pessoas surdas porque o espaço educacional sempre foi organizado a partir da visão fonocêntrica de supervalorização da língua oral e da cultura não surda (CAMPELLO, 2008).

Os surdos necessitam de uma metodologia diferenciada, baseada em experiências concretas, com o auxílio de meios eficazes que estimulem suas potencialidades, uma vez que eles aprendem a partir daquilo que veem e sentem (STUMPF, 2010). A interpretação e a construção de sentido das informações escritas não são processos triviais devido às complexidades linguísticas específicas de cada língua (FARIAS, 2006). A situação na fase escolar se agrava, pois as estratégias de ensino da leitura podem ser inadequadas, minimizando o acesso às informações textuais em português, e, por consequência, os surdos têm dificuldade em assimilar as questões culturais específicas da língua portuguesa. Não se percebe, muitas vezes, mudanças de sentidos apresentadas textualmente, dificultando sua interpretação, o que para um ouvinte aconteceria de forma natural (FARIAS, 2006).

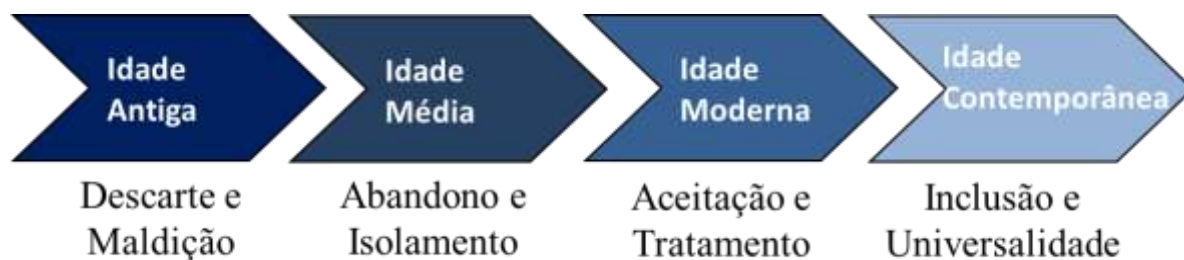
2.3.1 Histórico

Buscando-se conhecimentos dos fundamentos históricos da educação de surdos, é possível entender como a educação desses indivíduos foi influenciada ao longo da história da humanidade. Esses indivíduos não tinham direitos civis, eram excluídos da sociedade, por serem considerados deficientes e incapazes. Por muito tempo, a educação dos surdos foi negligenciada a ponto de na Idade Antiga a sociedade considerar que os surdos não fossem educáveis (REZENDE et al., 2013) (MESERLIAN; VITALIANO, 2009).

Alguns povos acreditavam que o nascimento de uma criança com deficiência era um castigo para a família, logo eram exterminados. Na Idade Média, sob a influência de valores éticos e morais divulgados pelas religiões, todas as crianças nascidas com alguma deficiência eram consideradas criaturas de Deus. No entanto, muitas famílias ignoravam e abandonavam as pessoas com deficiências. Na Idade Moderna, a partir do Renascimento e das revoluções industriais, a sociedade atentou para a questão da reabilitação dessas pessoas, para inseri-las no mercado de trabalho e assim, iniciaram as primeiras ações de ensino para pessoas com deficiência com base no tratamento da surdez e no aprendizado da linguagem oral. Iniciavam-se as propostas educacionais baseadas no oralismo (REZENDE et al., 2013) (MESERLIAN; VITALIANO, 2009).

No século XVIII, o abade Charles M. De L'Epée foi o primeiro a estudar as características de uma língua de sinais e propor um método educacional que defendia a ideia de que os educadores deveriam aprender sinais para se comunicar com os surdos. Porém, os conceitos de educação baseados no oralismo prevaleceram até a segunda metade do século XX. Na idade Contemporânea, a partir da década de 1960, estudiosos apresentaram os resultados positivos de pesquisas realizadas sobre o desenvolvimento escolar das crianças surdas que aprenderam a língua de sinais. No final do século XX, pesquisas reforçaram o acesso à duas línguas no contexto da educação escolar para os surdos. A primeira, a língua de sinais, que foi considerada a língua natural dos surdos e, a segunda, a língua oficial de seu país (REZENDE et al., 2013) (MESERLIAN; VITALIANO, 2009). Um resumo é apresentado na figura 1.

Figura 1 - Resumo Histórico da Educação dos Surdos



Fonte: Baseado em (REZENDE et al., 2013) e (MESERLIAN; VITALIANO, 2009)

As três grandes correntes para educação e aprendizado do surdo com base nos dados históricos são:

a) *o oralismo*, a partir de 1880 até 1960. Os seguidores desta filosofia eram opositores da sinalização e promoveram resoluções radicais para a educação de surdos, como por exemplo, a prática da reabilitação oral a partir da perfuração de ouvidos, a criação de instrumentos que interligavam os ouvidos às cordas vocais (FERNANDES, 2012 apud SANTOS, 2015) e a comunicação dos surdos, gerando um período de isolamento;

b) *a comunicação total ou bimodal*, a partir de 1970, consistia na aplicação de todos os recursos e aspectos comunicativos, como no caso de falar e sinalizar ao mesmo tempo; foi uma “transição” da educação oralista para educação bilíngue;

c) *bilinguismo* a partir de 1990, consiste em dar habilidade aos surdos de se comunicarem em duas línguas, sendo que uma língua pode predominar sobre a outra (CAMPELLO, 2008), (LACERDA, 1998).

2.3.2 Educação Bilíngue

No Brasil, o modelo educacional bilíngue para os surdos consiste na aquisição da língua de sinais como primeira língua e o português como segunda (língua oral oficial do país) em sua forma escrita. Porém a língua portuguesa deve ser aprendida a partir das bases linguísticas da língua de sinais. O processo de significação das palavras deve originar-se da língua de sinais sendo contextualizado para a língua portuguesa. Uma criança ouvinte precisa adquirir sua língua natural para ser capaz de aprender uma segunda língua, o mesmo acontece com a criança surda, que precisa ser partícipe de um trabalho educacional bilíngue que respeite suas particularidades, estabelecendo suas capacidades como forma de realizar seu aprendizado a partir da sua língua natural

(GOLDFELD, 2002).

O vocabulário limitado dos surdos bilíngues pode ser considerado uma barreira ao aprendizado bilíngue, visto que grande parte dos vocábulos da língua portuguesa não existe na língua de sinais, o que dificulta a interpretação de textos em português (GÓES, 1996). Essas limitações linguísticas podem comprometer as habilidades intelectuais dos surdos e seu desenvolvimento cognitivo, mas sabe-se que seu potencial intelectual é normal (FERNANDES, 1990). O grande desafio para os surdos está na superação das dificuldades de aprendizagem e do uso de línguas orais, para possibilitar a sua integração na sociedade ouvinte e exercer seu papel social (FERNANDES, 1990).

Há poucas evidências de que a educação bilíngue proporcione mais habilidades para percepções mentais, cognitivas e visuais aos alunos surdos. A educação bilíngue acontece, em algumas escolas, graças ao empenho do movimento e das propostas educacionais dos profissionais surdos e da colaboração eficiente dos profissionais não surdos que acreditam na crença da “diferença” cultural e linguística dos surdos, como na Suécia e em outros países nórdicos (QUADROS, 2005) e (SKLIAR, 1998).

Goldfeld relata em seu livro que Vigotsky em seus estudos em 1930 já defendia a utilização da mímica como linguagem (como era conhecida a língua de sinais na época) verdadeira e viva. Ele foi um dos primeiros autores do mundo a defender a utilização de diferentes formas de linguagens para potencializar uma educação político-social de crianças surdas (VIGOTSKY, 1989 Apud GOLDFELD, 2002).

Nas últimas décadas, a educação dos surdos ganhou novas dimensões de comunicação, com o uso do computador e da Internet. Se, para os ouvintes, essas ferramentas estão modificando usos e costumes, para os surdos, essas mudanças também podem ser significativas (STUMPF, 2010).

Considerando-se a velocidade de expansão de informações na Web, necessita-se de desenvolvimento de estratégias comunicativas que respeitem as especificidades linguísticas de surdos pré-linguísticos bilíngues promovendo acessibilidade durante a interação com qualquer sistema computacional (ALVES, 2020) (CAVALCANTE, 2015) (SOARES, 2016).

2.3.3 Educação Inclusiva

A partir de 1960, iniciou no Brasil, a introdução da ideia de normalização. Normalizar seria adaptar a pessoa com deficiência para que ela pudesse ser introduzida na sociedade. Assim, a pessoa com deficiência era tratada por meio da medicina, da psicologia, da fonoaudiologia para se assemelhar aos “normais” (pessoas sem deficiência). No entanto, o conceito de normal era demasiadamente complexo, ele integrava questões de ordem física, ideológica e social. Foi utilizando-se do “normal” como parâmetro que se buscou a integração da pessoa com deficiência, cuja visão era de desvio do normal (REZENDE et al., 2013).

O conceito de integração começou a ser criticado, tanto pela comunidade científica quanto pelas próprias pessoas com deficiência, porque a integração não exige modificações da sociedade, e sim que a pessoa com deficiência se molde a ela. Além disso, o conceito de integração baseia-se no modelo médico da deficiência, em que o problema está na pessoa com deficiência, a qual precisaria corrigir os seus desvios. Com toda a crítica sofrida, o paradigma da integração, foi se transformando na ideia de um novo conceito que, ao invés de procurar diminuir as diferenças, buscaria respeitá-las. Tem-se então o conceito de (SASSAKI, 2005).

Em 1981, a organização não governamental Disabled Peoples' International, criada por líderes com deficiência, definiu o conceito de inclusão, equiparação de oportunidades, em que os processos sociais deveriam ser acessíveis a todos. Nesse novo conceito, a modificação deveria ocorrer também na sociedade num esforço conjunto, não mais unilateralmente só com a pessoa com deficiência. Assim se iniciou discussões para modificações na sociedade para tornar seus espaços, produtos e processos disponíveis e acessíveis a todos. Em 1983, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou o Programa Mundial de Ação Relativo às Pessoas com Deficiência e em 1994 as Normas sobre a Equiparação de Oportunidades para Pessoas com Deficiência, ambos com o intuito de enfatizar o conceito de inclusão que pressupõe uma sociedade que atenda com qualidade toda a diversidade e que, mais do que respeitar, valorizar a (REZENDE et al., 2013).

A partir da década de 90, leis que trataram do conceito da inclusão. O marco foi a *Declaração de Salamanca*, de 10 de junho de 1994, que trata de princípios, políticas e

práticas na área da educação especial e foi concebida como uma Conferência Mundial em Educação Especial, organizada pelo governo da Espanha em cooperação com a UNESCO. No Brasil, a Constituição de 1988, previu o pleno desenvolvimento dos cidadãos, sem quaisquer preconceitos (REZENDE et al., 2013).

A educação inclusiva é um tema polêmico devido à cultura e à linguística envolvida, tanto para alunos surdos, quanto para seus familiares e profissionais da educação (LACERDA, 2013). A inclusão não pode acontecer somente em relação à educação, mas também em todos os espaços da sociedade, tais como: hospitais, bancos, restaurantes, shoppings, empresas (LACERDA, 2013).

2.3.4 Letramento Visual e Pedagogia Visual

A palavra letramento é uma ampliação à palavra alfabetização, cuja definição é a aprendizagem do sistema alfabético-ortográfico e de suas convenções de uso, ou seja, a aprendizagem do ler e do escrever. Letramento é a aplicação da alfabetização de forma adequada e eficiente, nas diversas situações pessoais, sociais e escolares em que um indivíduo lê ou escreve diferentes gêneros e tipos de textos (GADOTTI, 2005).

Letramento visual, originária da expressão americana *visual literacy*, significa a leitura de imagens, isto é, a capacidade de se observar seus aspectos constitutivos, o que elas querem indicar em contextos diferenciados e como representam a realidade (SANTAELLA, 2012).

O letramento visual no contexto da surdez está relacionado à prática de didáticas visuais diferenciadas, que utilizem imagens, animações, vídeos, mas essa prática deve considerar a construção de significados a partir da libras, linguagem visual. Porém, tanto professores surdos como ouvintes não costumam desenvolver propostas educativas baseadas na visualidade necessária para o indivíduo surdo. Eles reproduzem práticas de ensino de língua escrita pautadas na fonética da língua oral, utilizando ferramentas orais e não visuais. É preciso instrumentalizar os professores dos surdos com estratégias que utilizem a experiência visual dos seus alunos (LEBEDEFF, 2010).

É importante destacar que a experiência visual não deve ser reduzida à utilização da língua de sinais. Ela não pode ser relegada a um segundo plano, deve sim, ser o centro das atenções, pois é a base da linguagem e do pensamento do surdo (QUADROS,

2003 apud LEBEDEFF, 2017).

A pedagogia visual fomenta a implementação de estratégias ou atividades visuais de forma planejada, nos processos educativos dos alunos surdos (GRÜTZZMAN; ALVES; LEBEDEF, 2020). Segundo CAMPELLO “A Pedagogia Visual inclui a Língua de Sinais como um dos recursos dentro da comunicação e da educação” e seria a

exploração de várias nuances, ricas e inexploradas, da imagem, signo, significado e semiótica visual na prática educacional cotidiana, procurando oferecer subsídios para melhorar e ampliar o leque dos “olhares” aos sujeitos surdos e sua capacidade de captar e compreender o “saber” e a “abstração” do pensamento imagético dos surdos. (CAMPELLO, 2007, p.130).

Os professores de alunos surdos podem incentivar a leitura e a escrita fundamentando o trabalho no uso da libras, essencialmente visual, para que os alunos façam uso significativo da língua para a construção da escrita. É necessário considerar que a libras media a interlocução entre professor e aluno, fundamentando o processo de construção do conhecimento, já que a leitura do mundo por esses alunos é centrada no aspecto visual. Como exemplo, a utilização de recursos (*softwares*) para elaboração de histórias em quadrinhos eletrônicas num cotidiano de sala de aula causou grande interesse aos alunos surdos, que não apresentaram restrições para a produção de texto escrito, tendo como ponto de partida as imagens das histórias em quadrinhos (GESUELI, 2015).

2.3.5 Recursos de Aprendizagem

Para a presente tese, considera-se como recurso de aprendizagem (RA) uma conjugação das definições de Gagné e Camargo e Daros. Segundo Gagné "Recursos de ensino são componentes do ambiente da aprendizagem que dão origem à estimulação para o aluno". Esses componentes podem ser o professor, os livros, os mapas, os cartazes, os filmes (GAGNÉ, 1971).

Camargo e Daros definem “recursos tecnológicos, utilizados de forma integrada, com um objetivo comum, como os softwares que garantem a operacionalização da comunicação e dos processos decorrentes de meios virtuais de aprendizagem”. Essas ferramentas apoiam a prática pedagógica dentro e fora de sala de aula. Podem ser textos, imagens, vídeos, jogos, animações, softwares de simulação, entre outros programas de computação (CAMARGO; DAROS, 2018).

Considera-se recurso de aprendizagem qualquer recurso digital disponível na

web, como ferramentas on-line colaborativas, blogs, vídeos e aplicativos de edição que enriqueçam o processo ensino-aprendizagem através de sua aplicação na sala de aula.

Na perspectiva da educação de indivíduos surdos, deve-se ajudá-los a ampliar seu vocabulário e entendimento dos textos a partir de imagens, já que são caracterizados como indivíduos visuais, e assim, incentivá-los a pensar e agir com autonomia (DOMINGUES, 2006). O desenvolvimento de recursos de aprendizagem, não consiste apenas de uma codificação de conteúdos educacionais tradicionais, onde simplesmente se transmitem informações passivamente para o aprendiz. Esse desenvolvimento deve integrar os softwares, que garantem a operacionalização da comunicação, com processos decorrentes de meios virtuais de aprendizagem. (CAMARGO; DAROS, 2018).

2.3.6 Educação Matemática no contexto da Surdez

A aquisição de uma linguagem científica, como a matemática, pode ser um desafio para diversos alunos. Estudantes têm sentimentos de tensão, medo e desconforto, que comprometem o seu desempenho no aprendizado de conteúdos de matemática. O que pode ser agravado para os alunos surdos que necessitam acessar esse conteúdo, muitas vezes, não disponibilizado em sua primeira língua, libras (KUMADA; FARIAS, 2019).

De forma geral, o currículo para o ensino de matemática vem passando por adaptações e transformações, principalmente em metodologias de ensino. Houve uma ampliação de recursos e instrumentos utilizados em sala de aula, tais como: uso de materiais didáticos manipuláveis, representações visuais e ambientes tecnológicos. Pesquisas com esses tipos de recursos e instrumentos na área da surdez apresentaram bons resultados, pois permitiram que os alunos explorassem estruturas visuais, e também relacionassem a comunicação visual dos conhecimentos matemáticos e a libras (DESSBESEL; SILVA; SHIMAZAKI, 2018).

As abordagens no ensino da matemática no cotidiano precisam ser contextualizadas, abordando assuntos sociais, políticos e ambientais, para fugir dos processos metódicos e da memorização de fórmulas. Pesquisas que apresentaram resultados satisfatórios do ensino da disciplina de matemática para estudantes surdos foram baseadas num ensino de conteúdos de matemática contextualizados, abordando

assuntos históricos, culturais, e no conceito da libras como mediação para o aprendizado. Os alunos surdos demonstram facilidade em realizar cálculos e dificuldades quando lhes são apresentados os textos de problemas da matemática (DESSBESEL; SILVA; SHIMAZAKI, 2018).

Conceitos matemáticos servem de base para o desenvolvimento de outros conteúdos curriculares, tais como física, química, geografia, etc. No entanto, a articulação dos conteúdos de matemática, ou de outras disciplinas curriculares, mediado pela Libras ainda é um desafio (BORGES; NOGUEIRA, 2014). Além disso, ainda hoje são poucos os professores especializados na docência da matemática em Libras, pois os cursos de licenciaturas, de uma forma geral, carecem de disciplinas que ofereçam conhecimentos e práticas sobre a docência para estudantes surdos (GRÜTZZMAN; ALVES; LEBEDEF, 2020).

Apesar de haver muitas pesquisas sobre conteúdos trabalhados na matemática, ainda há carência de pesquisas para apresentação de recursos educacionais bilíngues a serem abordadas. Numa realidade inclusiva, a acessibilidade deve nortear todo o sistema escolar (professores, espaços, conteúdos, recursos didáticos etc.) e, para isso, pesquisas acadêmicas que considerem a diversidade surda e abordem materiais bilíngues precisam receber maior atenção (KUMADA; FARIAS, 2019).

Klôh e Carneiro em seu trabalho sobre um panorama histórico da educação de surdos e do ensino da matemática no Brasil desde os tempos da colonização portuguesa constataram que a educação da matemática para surdos no Brasil foi modificando-se ao longo da história de acordo com o contexto da época. Eles também afirmam que a “cada dia surgem mais pesquisas e trabalhos acadêmicos que auxiliam educadores no sentido de promover outras práticas, além de influenciarem políticas públicas” (KLÔH E CARNEIRO, 2020).

Na opinião deles, atualmente o foco está na formação de professores para ensinarem a matemática de forma contextualizada e que faça sentido para os alunos, levando em consideração a diversidade na sala de aula. Eles destacam a criação do Grupo de Trabalho que discute sobre a inclusão e educação de surdos da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Apesar das mudanças na formação de docentes, ainda há uma abordagem clínico-terapêutica da surdez, e o ensino da matemática com

memorização de conteúdos sem a contextualização adequada à realidade dos alunos. (KLÔH E CARNEIRO, 2020).

Na literatura há revisões sistemáticas sobre o uso de tecnologias para a educação de surdos. O estudo de Oliveira e Mill investigou por meio da metodologia da pesquisa bibliométrica, como as temáticas acessibilidade, inclusão e tecnologia assistiva vêm sendo trabalhadas nas pesquisas científicas da área de educação. Neste contexto, constatou-se preocupação com o ensino-aprendizagem da pessoa com deficiência, educação inclusiva, recursos pedagógicos, dentre outros assuntos. Em relação à deficiência auditiva, percebeu-se a preocupação dos autores de teses com a comunicação dessas pessoas e as diversas maneiras de ensinar e aprender. Já com o tema tecnologia, classificaram-se sete teses que utilizaram as tecnologias como recurso pedagógico. Essas teses estariam relacionadas à cultura digital e tecnologia assistiva incorporada na educação. Ao final concluiu-se que, apesar dos temas serem essenciais ao campo de conhecimento educacional, poucos pesquisadores tratam do assunto, principalmente em relação ao uso de recursos de tecnologia assistiva nas escolas ou na perspectiva da acessibilidade (OLIVEIRA; MILL, 2016).

A pesquisa de Granatto, Pallaro e Bim, apresentada no XV Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2016), mapeou a evolução das pesquisas relacionadas à área de acessibilidade, realizadas de 1998 a 2015. Elas procuraram identificar quantos trabalhos publicados no IHC possuem como foco temas relacionados à Acessibilidade Digital. Segundo o levantamento da pesquisa, os principais temas abordados até aquela edição foram: deficiências gerais, deficiência visual, deficiência auditiva, motora e terceira idade. Como resultado da revisão sistemática, destaca-se a resposta para a pergunta “Quais necessidades especiais foram abordadas até a última edição do IHC?” 31% dos trabalhos não especificaram a necessidade especial, considerou-se este resultado como categoria Geral. 25% dos trabalhos abordaram a deficiência visual, 18% a deficiência auditiva, 9% a deficiência motora e 8% a terceira idade e o baixo letramento (GRANATTO; PALLARO; BIM, 2016).

Assim do total de trabalhos analisados, pode-se observar o quantitativo de dezesseis trabalhos relacionados ao tema de acessibilidade digital voltado para deficiência auditiva, equivalente a 2% do total da base de dados selecionada. O que

demonstra haver muitas oportunidades de pesquisa para a área quanto ao tema deficiência auditiva. Também se destaca a resposta para a pergunta “Quais tecnologias já foram abordadas em trabalhos aceitos pelo IHC sobre Acessibilidade Digital?” A pesquisa identificou o domínio da web (52%) como tema da maioria dos trabalhos publicados no IHC. Não foi possível concluir qual seria a relação com as demais categorias, como por exemplo, tecnologias assistivas (GRANATTO; PALLARO; BIM, 2016).

2.3.7 Aspectos Legais quanto à Base Nacional Comum Curricular (BNCC)

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que estabelece os objetivos de aprendizagem essenciais que devem ser desenvolvidos por todos os estudantes do Brasil ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica. A BNCC não é currículo, ela assegura direitos de aprendizagem e desenvolvimento, de acordo com o Plano Nacional de Educação (PNE) e é referência nacional para a formulação dos currículos dos sistemas e das redes escolares. O currículo determina como os objetivos de aprendizagem serão alcançados (BRASIL, 2017).

Os objetivos de aprendizagem são definidos por dez competências gerais que acompanham o desenvolvimento dos alunos desde a educação infantil até o ensino médio. As competências gerais se desdobram ao longo de cada etapa da Educação Básica adequando-se às particularidades de cada fase do desenvolvimento dos estudantes. No ensino médio, por exemplo, as competências gerais se desdobram em habilidades que deverão ser desenvolvidas dentro das áreas do conhecimento (BRASIL, 2017).

A quarta competência geral da BNCC reconhece e estimula ações para assegurar o direito à aprendizagem de todo estudante surdo. E relaciona as diferentes linguagens.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo (BRASIL, 2017, p.9).

Em se tratando do ensino médio, especificamente, a Lei nº 13.415 de 16 de fevereiro de 2017 alterou a LDB, estabelecendo a composição do currículo pela BNCC

e por itinerários formativos, que deverão ser organizados por meio da oferta de diferentes arranjos curriculares, conforme o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino (BRASIL, 2017).

No tocante à matemática, a BNCC para o Ensino Médio a constitui como área de conhecimento (Matemática e suas Linguagens) e como componente curricular, evidenciando a importância do conhecimento matemático como base para outros conhecimentos, ampliando a compreensão do homem em relação ao mundo, permitindo-lhe resolver situações-problemas e transformar a realidade (PINTO, 2017).

A BNCC também ressalta a importância das tecnologias digitais e da computação, que estão cada vez mais presentes na vida de todos, ressaltando que o mundo produtivo e o cotidiano estão sendo movidos por tecnologias digitais, o que tende a aumentar cada vez mais no futuro. A preocupação com os impactos dessas transformações na sociedade está expressa na competência geral número 5 para a educação básica, relacionando diferentes dimensões que caracterizam a computação e as tecnologias digitais no que diz respeito a conhecimentos e habilidades com temas como atitudes e valores (BRASIL, 2017).

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p.9).

A competência 4 ressalta que o estudante deve entender, analisar e criticar diferentes tipos de linguagens, inclusive a digital. A competência 5 foca na criação, no uso e na compreensão das tecnologias na aprendizagem com senso crítico e ético (BRASIL, 2017).

2.4 Tecnologias Assistivas no Contexto da Surdez

Tecnologia Assistiva (TA) é "todo o arsenal de Recursos e Serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e consequentemente promover vida independente e inclusão" (BERSCH E TONOLLI, 2017). A TA para pessoas surdas ou com deficiência auditiva é baseada em três concepções (SONZA et al., 2013):

1. Tecnologia baseada na oralização – aplicativos ou jogos que auxiliam no

aprendizado da fala, a partir do controle de respiração, da intensidade sonora, da sensibilização e produção vocal e atividades lúdicas que facilitam a aquisição e desenvolvimento da linguagem dos alunos surdos.

2. Tecnologia baseada na libras – jogos ou aplicativos para auxílio no letramento tais como, *Karytu* (SONZA et al., 2013), *Multitrilhas*, Materiais da editora arara azul, *Ideographix* (BUENO, 2014). Tradutores com avatares, por exemplo, *TLIBRAS* (LIRA, 2018), *Rybená* (CTS, 2018), *Prodeaf* (PRODEAF, 2018), *Handtalk* (HANDTALK, 2018), *Voz do Mundo* (SONZA et al., 2013). Dicionários bilíngue (Libras-Português) ou trilingue (Libras-Português-Língua Estrangeira), *Signofone* (sistema computadorizado de sinais de Libras animados, falantes e selecionáveis pelo piscar, para comunicação do surdo paralisado com um ouvinte), *Buscasigno* (sistema de busca de sinais da Libras que os recupera pela forma de articulação das mãos e dos dedos e movimentos envolvidos) (SONZA et al., 2013). Ferramenta *CLAWS*, *plugin* para ser acoplado ao navegador composta de vários recursos para o usuário, como dicionários, banco de imagens e vídeos de uma central de intérpretes (CLAWS, 2012).
3. Tecnologia baseada na escrita da língua de sinais - sistema para representação de gestos utilizando símbolos visuais para representar as configurações de mão, expressões faciais e os movimentos do corpo da língua de sinais, o *SignWriting* (SONZA et al., 2013).

Historicamente, os mais antigos produtos de TA para surdos são os aparelhos de amplificação sonora. Até meados do século XIX foram utilizados objetos com o formato de corneta desde que ajudassem a amplificar o som, tais como: chifres de animais; folhas de plantas e objetos de bronze. Próteses auditivas foram criadas a partir do desenvolvimento científico-tecnológico (RAMOS; 2012).

No século XX surgiram tecnologias mais avançadas. Atualmente, pesquisas na área de perda auditiva focam no “implante coclear” (amplificador sonoro, implantado no cérebro do indivíduo, conectado a um receptor externo para captar os sons) (RAMOS; 2012). Outros exemplos de TA para surdos são (RAMOS; 2012) (LIMA; 2020):

- Produtos que utilizam luzes e sistema vibratório em substituição aos sons.
- Aparelhos FM para captação de voz.

- Amplificador para uso em telefones (para surdez moderada ou severa).
- "Hearing Loop" ou aro magnético para recepção auditiva em eventos, cinema, teatro (para ajudar aos que usam aparelhos auditivos).
- Aplicativos para auxiliar a fonoaudiologia.
- Dispositivo de telecomunicação para surdos (*Telecommunications Device for the Deaf*), equipamento que conectado ao telefone, transforma frases faladas em mensagens escritas.
- Materiais digitais com acessibilidade em Libras.
- Sistema de legendas (*closed-caption*).
- Acesso às centrais de intermediação telefônica Libras/Língua Portuguesa tanto para escrita e fala.
- Recursos de comunicação via Internet (MSN, Skype, Youtube e outros).
- Tradutores de língua de sinais digitais.

O uso de TAs desempenha um papel importante na vida de empregadores, familiares e professores que interagem com pessoas surdas. Várias tecnologias assistivas como por exemplo *SmartHear*, *Live Listen*, entre outras, podem melhorar a leitura, escrita e compreensão das habilidades físicas dos alunos possibilitando um aumento no desempenho e na participação desses alunos nos programas de educação (DHANJAL, SINGH; 2019).

Kbar et al. (KBAR et al., 2016) definem quatro modalidades para se caracterizar uma tecnologia assistiva, relacionadas abaixo:

1. fala para texto (ou texto para fala): converter texto em voz e vice-versa.
2. sistema de exibição (teclado ou tela sensível ao toque ou controle remoto): ler a entrada / saída do sistema.
3. feedback tátil ou visual (controle de gestos usando sensor ou câmera): receber sinais de alerta através de vibração no dispositivo ou uma luz intermitente.
4. suporte móvel (sistemas inteligentes integrando interface com o ambiente): usar telefone, tablet ou qualquer equipamento *wearable* associando a livre circulação do usuário.

Dhanjal e Singh (DHANJAL, SINGH; 2019) classificaram tecnologias assistivas para surdos em nove categorias, descritas a seguir:

1. Reconhecimento de língua de sinais a partir de luvas: luva construída para o reconhecimento de ortografia digital traduzindo línguas de sinais para texto e saída de voz sintetizada baseada em rede de sensores corporais.
2. Reconhecimento de língua de sinais por Dispositivo 3D: dispositivo baseados em sensor 3D bidirecional aliado a sistema de comunicação que podem traduzir fala / texto para a língua de sinais e vice versa.
3. Aplicativos para aprendizagem de língua de sinais: aplicativos desenvolvidos para aprender e fornecer comunicação entre surdos e pessoas ouvintes.
4. Reconhecimento de fala e cancelamento de ruído: sistemas para cancelamento de ruído aliados a outros sistemas para reconhecimento da fala para a tradução de voz para texto.
5. Serviço baseado na web: aplicativos web para entreter e serviços diversos em língua de sinais.
6. Aplicativos baseados em rede: dispositivos existentes, como equipamentos de telefonia, legendagem ou alarme, projetados para lidar com diferentes tipos de eventos usando vários sensores, tais como frequência de rádio e dispositivos de alerta ou sinalização para auxiliar tecnologias para alertarem o usuário surdo. Internet das coisas (IoT) utilizada em vibrações de dispositivos vestíveis e mensagens com imagens capturadas e enviadas ao usuário surdo, por servidores online.
7. Teletipos: dispositivos que permitem a digitação de mensagens de texto numa tela aliados a sistemas reconhecimento automático da fala para exibir legenda/texto com imagens relacionadas às mensagens.
8. Dispositivos vestíveis: dispositivos conectados a aplicativos para captura de fala ou detecção de ruídos para alertar eventos aos surdos.
9. Sistemas de alerta visual: sistemas que interagem com sensores para acionar sinais visuais direcionados a orientações de ações para usuários surdos.

2.4.1 Tecnologias assistivas como recursos educacionais utilizadas nas aulas de Matemática

No contexto dos ambientes digitais, a TA proporciona a seu usuário a facilidade de acesso e interação com o conteúdo apresentado no dispositivo digital (ROCHA, DUARTE; 2012). Ela possibilita “ampliar a comunicação, a mobilidade, o controle do

ambiente, as possibilidades de aprendizado, trabalho e integração na vida familiar, com os amigos e na sociedade” (SONZA et al., 2013).

A TA pode contribuir com a educação dos surdos, reduzindo a barreira comunicacional no processo de ensino-aprendizagem. Como exemplo, a combinação de vídeo, legenda e janela de Libras pode proporcionar a visualização do ambiente de ensino em uma só tela (PINTO; PRIETCH; 2014).

As TAs estão disponíveis gratuitamente ou pagas, para dispositivos móveis ou desktop. São considerados jogos ou aplicativos para o auxílio no letramento na língua de sinais, tradutores com avatares, dicionários bilíngues ou trilíngues, ou seja, sistemas de busca de sinais (forma de articulação das mãos e dos dedos e movimentos envolvidos) das línguas de sinais que os recuperam a partir da digitação de palavras escritas, sons ou imagens (OLIVEIRA; EIRAS; KELMAN, 2016), (ROCHA et al. , 2014) .

Um exemplo de TA para o ensino da matemática é o jogo desenvolvido no projeto *GeePerS*Math* (figura 2), jogos embasados em GPS(sistema de posicionamento global) para celular para atividades com operações básicas e unidades de medida (SHELTON, PARLIN; 2016).

A TA vídeo com Libras possui um importante papel considerando a perspectiva da Pedagogia Visual. Como exemplo os vídeos do MathLibras¹ que utilizam personagens e animações contextualizando conceitos matemáticos (figuras 3 e 4) (GRÜTZMANN, ALVES, LEBEDEFF; 2020).

¹ canal do Youtube, denominado “MathLibras”, Link <https://www.youtube.com/channel/UC7rtwOJBv4c4PyIhSFvg3Hg/videos>, criado para o projeto “Produção de videoaulas de Matemática com tradução em Libras”, resultante do Edital sobre Tecnologia Assistiva (Chamada CNPq/MCTIC/SECIS Nº 20/2016), o qual recebeu financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), desenvolvida junto ao Instituto de Física e Matemática (IFM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL).

Figura 2 – Telas do jogo *GeePerS*Math*



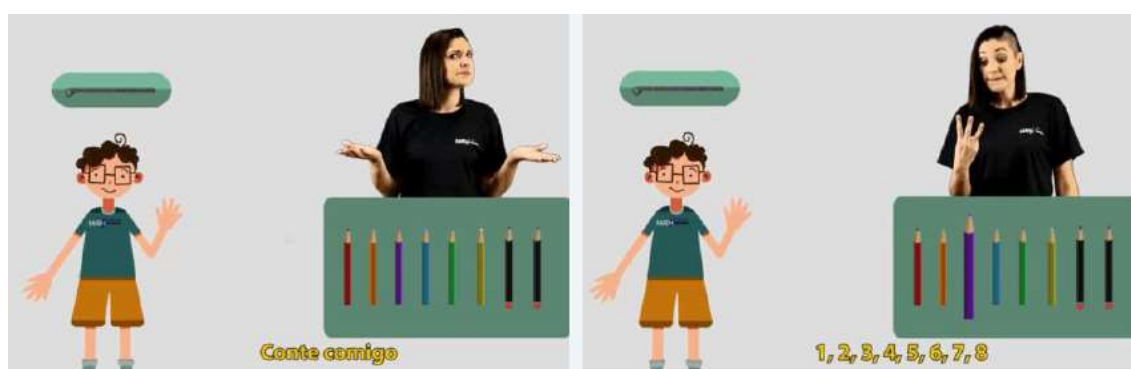
Fonte: copiado de Shelton e Parlin (SHELTON, PARLIN; 2016)

Figura 3 – cenas do vídeo sobre frações do *MathLibras*



Fonte: copiado de Grützmann, Alves e Lebedeff (GRÜTZMANN, ALVES, LEBEDEFF; 2020)

Figura 4 – cenas do vídeo sobre contagem do *MathLibras*



Fonte: copiado de Grützmann, Alves e Lebedeff (GRÜTZMANN, ALVES, LEBEDEFF; 2020)

2.5 Trabalhos Relacionados

A seguir, apresentam-se os trabalhos encontrados na literatura, relacionados ao tema da pesquisa. Foram investigados estudos que abordassem tecnologias para a educação de surdos, com objetivo de evidenciar como foram desenvolvidos aplicativos ou interfaces web acessíveis para indivíduos surdos nos últimos anos e que poderiam ser usados como recursos de aprendizagem em atividades para o ensino da Matemática. Ao comparar esses trabalhos com a presente pesquisa, pode-se perceber que nenhum deles objetivou levantar evidências dos requisitos para o desenvolvimento de recursos de aprendizagem que apoiem a resolução de problemas matemáticos.

Na literatura encontrou-se resultados de pesquisas que abordaram a temática do desenvolvimento de recomendações para aplicativos acessíveis com foco no público surdo e relatos de avaliações de utilização de recursos tecnológicos no processo ensino-aprendizagem de Matemática para surdos.

Eles concluíram que há carência de pesquisas na área de desenvolvimento de interfaces acessíveis. As tecnologias assistivas ainda são limitadas a casos específicos e não atendem a todos os requisitos desta comunidade.

Segundo Borges e Nogueira (BORGES; NOGUEIRA, 2014) a língua de sinais ainda está em construção, o ensino de matemática para alunos surdos com todos seus postulados, teoremas e demonstrações sofre com a falta de sinais em Libras para alguns conteúdos. Eles também alertam para situações em que o intérprete de Libras não tem domínio da matemática, gerando outras dificuldades para os surdos. Nesse sentido, Dessbesel, Silva e Shimazak relataram nos estudos, dificuldades dos alunos surdos em relação às quatro operações fundamentais (adição, subtração, multiplicação e divisão) e que os recursos e metodologias pensados para a sala de aula são diversos. Eles alertam que é necessário o desenvolvimento de mais pesquisas que discutam a ampliação do vocabulário em libras incluindo conceitos da matemática, que proponham espaços de formação inicial e continuada aos professores e que explorem os campos do ensino da matemática ainda ausentes nas propostas do ensino para surdos na etapa do Ensino Médio (DESSBESEL; SILVA; SHIMAZAK, 2018).

A seguir são apresentados alguns trabalhos relacionados ao tema desta tese. A fim de melhorar organização, classificaram-se os mesmos em a) trabalhos relacionados

ao desenvolvimento de recomendações para aplicativos acessíveis com foco no público surdo, b) avaliações da utilização de recursos tecnológicos no processo ensino-aprendizagem de Matemática para surdos.

A) Trabalhos relacionados ao desenvolvimento de recomendações para aplicativos acessíveis com foco no público surdo

Dos trabalhos descritos a seguir, o de Carmo, Paiva, Cagnin (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), foi obtido na participação do XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais (IHC 2019). Os trabalhos de Canal (CANAL, 2015) e Abreu (ABREU, 2010), foram selecionados a partir de uma pesquisa de teses e dissertações realizada para a qualificação da tese. Os termos utilizados na busca foram: acessibilidade; recomendações; surdo; surdez, na área de Ciência da Computação, período a partir de 2010. O trabalho de Barbosa (BARBOSA, 2018) é de uma integrante do grupo de pesquisa da autora desta tese.

How to develop accessible web interfaces for deaf people? (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019)

Carmo, Paiva e Cagnin elaboraram uma lista de requisitos de acessibilidade em softwares, jogos ou aplicações web desenvolvidas para usuários com deficiência auditiva, correlacionando-os com os critérios de sucesso do WCAG 2.1. Esta lista serviu de base para a elicitación dos requisitos de acessibilidade nos artigos selecionados pelo mapeamento sistemático realizado na pesquisa, descrito no Capítulo 4. Eles concluíram que há carência de pesquisas na área, particularmente para os surdos pré-linguísticos. Também observaram que as tecnologias assistivas ainda são limitadas a casos específicos e não atendem a todos os requisitos dessa comunidade (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019). Nesse trabalho são elicitados requisitos para desenvolvimento de softwares, jogos ou aplicações web, não objetivando conteúdos educacionais. O trabalho de Carmo, Paiva e Cagnin teve foco na acessibilidade, sob os aspectos da interação das pessoas com deficiência auditiva. O contexto do trabalho de Carmo, Paiva e Cagnin está relacionado com a presente pesquisa, porém o trabalho não descreve diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos que possam auxiliar desenvolvedores de sistemas.

A presente pesquisa identificou também, recomendações para estratégias,

organização e seleção do ambiente em que os usuários acessariam os aplicativos. Um número considerado de requisitos identificados por Carmo, Paiva e Cagnin foi verificado com a presente pesquisa, porém o trabalho é resultado de um mapeamento sistemático que apresenta requisitos de acessibilidade em softwares.

Acessibilidade em museus: um estudo de caso para apoiar as pessoas com deficiência auditiva com o uso de Realidade Aumentada (BARBOSA, 2018)

A pesquisa de Barbosa objetivou identificar as características de usabilidade e acessibilidade necessárias para desenvolver uma tecnologia assistiva com o uso da realidade aumentada que apoiasse a visitação espontânea de surdos a museus. Na pesquisa foi desenvolvido um protótipo de aplicativo para dispositivos móveis baseado na realidade aumentada para ser utilizado durante uma visita ao museu da Geodiversidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Após a realização das avaliações, identificaram-se correções necessárias para adequar a tecnologia a um melhor uso e a acessibilidade para o público surdo. Algumas observações realizadas foram verificadas com a presente pesquisa. Inicialmente pensou-se em utilizar o aplicativo como um recurso de aprendizagem, mas o recurso seria melhor adequado às disciplinas de geografia ou história.

Recomendações de Acessibilidade para Surdos dos Tipos de Questões Usadas na Avaliação Baseada em Computador em Ambientes Virtuais de Aprendizagem (CANAL, 2015)

A pesquisa de Canal investigou a acessibilidade dos tipos de questões usadas em avaliações baseadas em computador em ambientes virtuais e aprendizagem e propôs um conjunto de recomendações para melhorar a acessibilidade desses tipos de questões para estudantes surdos. Para o desenvolvimento do seu trabalho, Canal realizou a extração de recomendações referenciando o contexto de sua pesquisa em trabalhos já realizados na literatura. Canal também realizou a comparação entre os diferentes conjuntos de recomendações e as organizou em nove categorias. O conjunto de recomendações passou por avaliação com especialistas da área e por entrevistas com professoras surdas. O trabalho de Canal forneceu orientações práticas de como desenvolver questões acessíveis de acordo com contextos de perfis diferenciados, professores, alunos e desenvolvedores. Algumas das suas recomendações também foram verificadas na

presente tese, apesar do foco serem avaliações baseadas em computador, as recomendações foram aplicadas na criação de recursos de aprendizagem para conteúdos de matemática.

Recomendações para projetos de TICs para apoio a alfabetização com Libras (ABREU, 2010)

O trabalho de Abreu apresentou um conjunto de recomendações voltadas para acessibilidade do usuário surdo e para alfabetização de crianças surdas em projetos de tecnologias de informação e comunicação. Para gerar este conjunto de recomendações Abreu fez uma análise das diretrizes do W3C/WAI considerando a cultura e necessidades das pessoas surdas. Também fez entrevistas com professores de alfabetização de crianças surdas para identificar as questões relevantes ao contexto de sistemas interativos voltados para alfabetização. Outra parte das recomendações foram propostas a partir da aplicação do Método de Inspeção Semiótica na utilização de um aplicativo onde foi analisada a metacomunicação do designer para com o usuário. As suas recomendações também se relacionam com a presente pesquisa, porém limitada à alfabetização.

B) Avaliações da utilização de recursos tecnológicos no processo ensino-aprendizagem de Matemática para surdos

A maior parte dos estudos, que possui algum tipo de tecnologia assistiva, utiliza jogos ou aplicativos para auxílio no letramento na língua de sinais, tradutores com avatares, dicionários bilíngues ou trilíngues, ou seja, sistemas de busca de sinais (forma de articulação das mãos e dos dedos e movimentos envolvidos) das línguas de sinais que os recuperam a partir da digitação de palavras escritas, sons ou imagens. Não se identificou em nenhuma pesquisa, diretrizes específicas para a construção de recursos de aprendizagem que apoiem a resolução de problemas matemáticos. Ainda são escassos os estudos relacionados ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis para o ensino da matemática para usuários finais surdos pré-linguísticos, ou que relacionaram modelos conhecidos de acessibilidade juntamente com requisitos extraídos de experiências de usuários surdos. Algumas observações existentes nos trabalhos listados serviram de base para a elaboração das diretrizes propostas na presente tese.

Dos cinco trabalhos descritos a seguir, o primeiro, de Grützmann; Alves;

Lebedeff (GRÜTZMANN; ALVES; LEBEDEFF, 2020) foi indicado pela equipe do INES. Os demais trabalhos foram selecionados a partir do mapeamento sistemático realizado na fase de Mapeamento de Recursos Tecnológicos da presente pesquisa, cujo resumo do protocolo está descrito no Capítulo 4 (Tabela 7) e apresentado no Apêndice B.

Pedagogia Visual na Educação de Surdos: Uma Experiência com o Ensino da Matemática no Mathlibras (GRÜTZMANN; ALVES; LEBEDEFF, 2020)

O trabalho teve o objetivo de apresentar e analisar duas videoaulas produzidos no projeto de pesquisa “Produção de Vídeos de Matemática Básica com tradução em Libras – MathLibras”. O projeto possui outras videoaulas no seu Canal do YouTube. As vídeoaulas são apresentadas por personagens e animações que contextualizam a explicação do conceito matemático a partir de histórias contadas em Libras, com foco nos alunos dos anos iniciais da Educação Básica. As videoaulas são gravadas primeiramente em Libras, depois de validadas, o áudio é gravado e incluem-se as animações e legendagem. O trabalho passou por avaliação do Grupo de Pesquisa Educação, Mídias e Comunidade Surda do Departamento de Ensino Superior do INES e a TV INES.

Apesar do projeto também desenvolver objetos de aprendizagem que serviram de inspiração para os desenvolvidos na presente tese, não houve relatos de avaliação dos objetos de aprendizagem com alunos surdos e a equipe de professores de matemática do INES. Também não apresentaram diretrizes gerais para a confecção desses tipos de videoaulas.

The Development of Storytelling multimedia Book for Promotion of the Moral and Ethics for Hearing Impaired Students (TECHARAUNGRONG, 2019)

Techaraungrong desenvolveu um livro multimídia baseado em storytelling para promoção das habilidades morais e éticas para alunos com deficiência auditiva. Apresenta também um framework de desenvolvimento do aplicativo multimídia. O livro multimídia tem a tradução simultânea em língua de sinais e língua escrita. Algumas recomendações para desenvolvimento de multimídia para que os alunos aprendam melhor: utilização de palavras e gráficos e não palavras sozinhas ou explicações personalizadas; alunos iniciantes devem receber explicações iniciais de princípios ao

invés de deixá-los elaborem por conta própria; os alunos devem manipular os materiais, em vez de observar passivamente os outros manipularem; oportunizar a reflexão durante o processo de criação de significados. O aplicativo foi criado para promoção das habilidades morais e éticas, que apesar de serem temas universais, não utilizaram conteúdos específicos de alguma disciplina da Educação Básica.

Effects of New Supportive Technologies for Blind and Deaf Engineering Students in Online Learning (BATANERO ET AL., 2019)

Batanero et al. avaliaram se o aprendizado e o desempenho de alunos cegos e surdos melhoraram com o uso de uma plataforma de aprendizado adaptada. Uma extensão da plataforma Moodle foi criada para adaptar o conteúdo educacional digital, objetos de aprendizagem baseados nas necessidades específicas dos alunos com deficiência. A extensão desenvolvida foi capaz de atender uma variedade de disciplinas e testada empiricamente com estudantes de engenharia surdos, cegos e surdocegos. A adaptação da plataforma de aprendizagem foi feita em dois tutoriais em vídeo, que incluíam recursos visuais e auditivos de informações relacionadas ao uso de um osciloscópio e à topologia, tecnologia e operação de redes de comunicação. A versão de cada tutorial para deficiente auditivo incluiu legendas e linguagem de sinais. A avaliação foi feita através de questões fechadas pré e pós-testes com usuários finais. O desempenho do aprendizado dos alunos melhorou significativamente. O trabalho teve foco na avaliação do aprendizado dos conteúdos e não na avaliação dos objetos desenvolvidos.

Speech recognition and Filipino sign language E-tutor system (SAMONTE, 2019)

Samonte apresentou um experimento com alunos avaliando os pré e pós-testes de uso de um aplicativo web, sobre o conteúdo de estatística aplicada do ensino fundamental e médio. Esse aplicativo baseou-se no desenvolvimento de videoaulas de estatística, com reconhecimento de fala para texto ou visual e na utilização da língua de sinais filipina. A imagem de exemplo da vídeoaula é bem semelhante à proposta dos vídeos criados para o questionário sobre levantamento das dificuldades do ensino da matemática para alunos surdos pré-linguísticos (Apêndice A) (AMORIM e FERREIRA, 2019). Mas o trabalho não apresentou o foco em diretrizes para o desenvolvimento desses objetos e sim para avaliar a ajuda no aprendizado do conteúdo de estatística.

Constructivist Assistive Technology in a Mathematics Classroom for the Deaf: Going Digital at a Rural Namibian Primary School (ABIATAL; HOWARD, 2019)

Abiatal e Howard apresentaram dez softwares com o objetivo de reunir evidências científicas sobre os efeitos de uma tecnologia assistiva digital para surdos, aplicada especificamente ao ensino da matemática numa escola primária rural da Namíbia. O artigo mostra resultados positivos, negativos e mistos, para o uso de tecnologias assistivas para educação matemática. Baseado na teoria construtivista, que alunos constroem o conhecimento e significado em suas mentes, mas com base em suas interpretações de suas experiências do mundo, os alunos ficaram mais ativos, felizes e interessados. Os softwares: Signing Math Dictionary, Math Signer, GeePerS*Math project, Master Maths, Math Whiz, Microsoft Mathematics, Adaptive Mind Math, RekenTest, Mathblaster and Geometer's Sketchpad poderiam ser investigados para utilização na resolução de problemas em matemática. O que foi impossibilitado devido ao decreto de isolamento social e adaptação das aulas presenciais para remotas.

2.5.1 Discussões

A maioria dos trabalhos tenta fornecer recursos para oferecer conteúdo acessível para apoiar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos surdos. Muitos dos problemas apresentados poderiam ser solucionados pelo uso das diretrizes de acessibilidade na Web, a WCAG 2.1. No entanto, algumas diretrizes são genéricas, ou seja, não apresentam detalhes de como realizar ações que implementem tais diretrizes. Por exemplo, como estabelecer o que é relevante num texto para um determinado contexto de uma imagem, cuja diretriz do WCAG sugere o uso de equivalentes textuais relevantes para imagens. Portanto, para criar imagens e animações a partir dos textos de problemas matemáticos é preciso investigar as barreiras de acessibilidade encontradas nos recursos utilizados para a apresentação neste contexto, tanto do ponto de vista de professores, que utilizam esses recursos para a apresentação de problemas nas suas aulas, quanto de estudantes surdos, que devem ser capazes de compreendê-los e solucioná-los. Além de investigar as barreiras é preciso associar os textos às situações cotidianas dos alunos dando-lhes o sentido da cultura surda.

A partir do aprendizado da língua de sinais, a pesquisadora compreendeu o sentido da significação cultural do símbolo associado à imagem. Um exemplo de

significação cultural seria a diferença de sinalização em libras para o sentido da palavra queda. Em libras existem sinais diferentes para representar o sentido do verbo cair, é necessário associar a ação que o verbo representa à imagem cuja ação está inserida. Por exemplo, a sinalização da expressão “uma folha de papel caiu ao chão” é diferente da sinalização para a expressão “a árvore caiu”. A produção de vídeos para a apresentação dos textos de problemas matemáticos baseada nas características da libras pode ser um recurso de ensino para o aluno surdo, permitindo o acesso ao material tantas vezes quanto o aluno quiser. A apresentação dos textos de problemas matemáticos não pode ser restrita à tradução em libras na hora da aula.

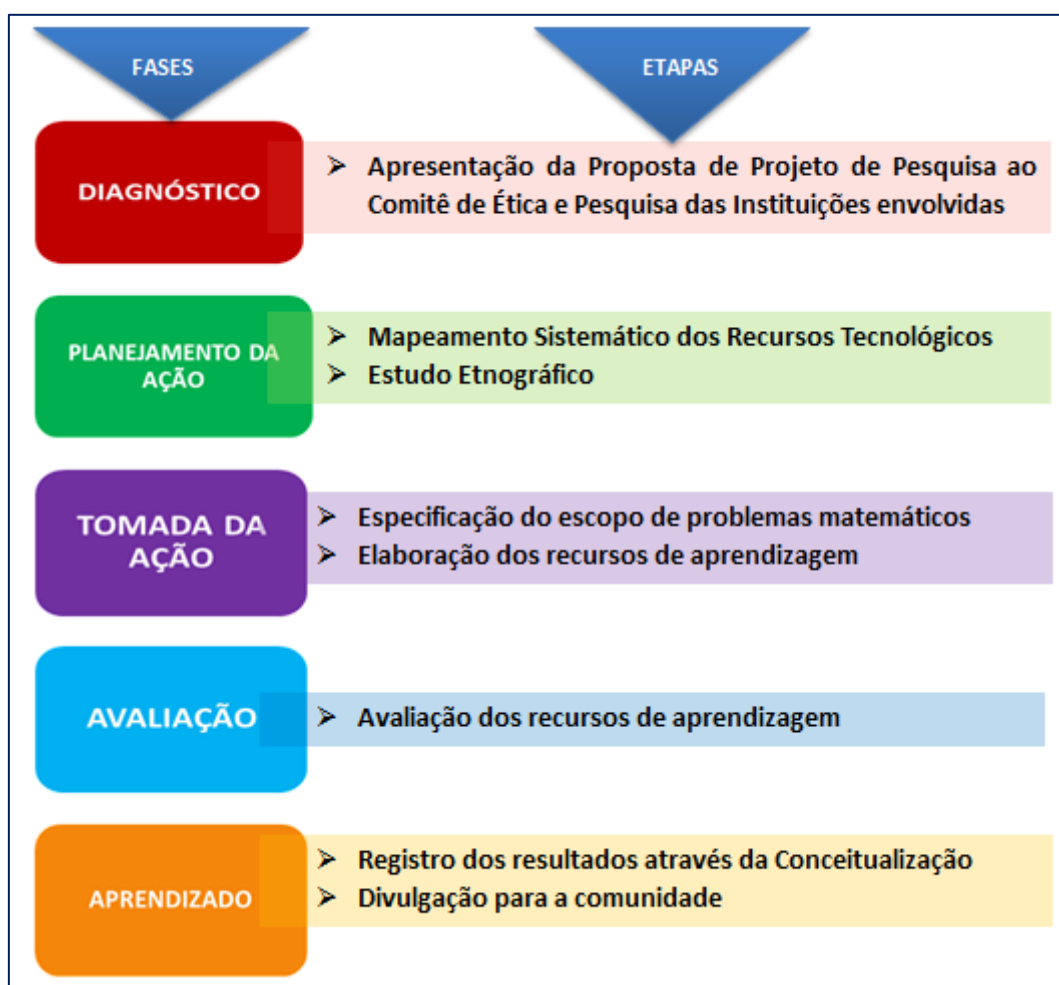
Além disso, baseando-se nos estudos apresentados nesta seção e nos trabalhos selecionados pelo mapeamento sistemático realizado na pesquisa, notou-se que muitas das pesquisas não apresentam foco em propor diretrizes para o desenvolvimento dos recursos tecnológicos, e sim para avaliar a ajuda do recurso no aprendizado de alguma disciplina ou na alfabetização de alunos surdos.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa, de caráter qualitativo, parte da observação e interpretação dos resultados de coleta de dados não estruturados a partir de amostras diretas do ambiente e dos objetos de estudo (SEIDMAN, 1998). No decorrer da mesma, como foram analisados diferentes recursos tecnológicos numa atividade de compreensão textual tentando amenizar a dificuldade dos surdos pré-linguísticos na interpretação de textos em língua portuguesa, ela foi enquadrada na modalidade de pesquisa-ação.

A pesquisa-ação, nessa perspectiva, como metodologia intervencionista busca mudar uma situação inicial em uma “ação” bem planejada a fim de chegar ao que se pretende durante o processo (ENGEL, 2000). A pesquisa-ação é atraente para a área de educação por poder levar a um resultado específico mais rápido, no contexto do ensino-aprendizagem (ENGEL, 2000). Há algum tempo que os métodos de investigação qualitativa de natureza intervencionista, que mesclam pesquisa e prática, tornaram-se abordagens aceitáveis para pesquisadores de sistemas de informação (PAPAS et al., 2012). A representação gráfica das fases e etapas dessa pesquisa-ação é apresentada na figura 5.

Figura 5 – apresentação das etapas de cada fase da pesquisa-ação



Fonte: elaborada pela autora

A seguir as descrições das etapas são apresentadas:

1) *Apresentação da Proposta de Projeto de Pesquisa ao Comitê de Ética e Pesquisa das Instituições envolvidas*

Após a qualificação da proposta para a pesquisa, iniciou-se o processo de contato com instituições de ensino que possuíam alunos surdos. Foram selecionadas quatro instituições do Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES) (INES, 2020); Instituto Nossa Senhora de Lourdes (INOSEL) (INOSEL, 2020); Instituto Helena Antipoff (IHA) (IHA, 2014) ligado à Secretaria Municipal e o Centro de formação de profissionais da educação e de Atendimento às pessoas com Surdez do Rio de Janeiro (CAS RJ) (CASRJ, 2020), que promove formação aos professores da Rede Estadual de Ensino.

Foram realizadas visitas presenciais no período entre agosto de 2018 a fevereiro de 2019 para verificar a possibilidade de firmar parceria para a pesquisa presencial. Durante as visitas, foi constatado que o INOSEL possuía baixo potencial para a presente pesquisa, devido ao baixo número de alunos surdos incluídos nas turmas do segmento, anos finais da instituição. As demais instituições demonstraram interesse na pesquisa, mas para firmar parceria, foi necessária a abertura de processos administrativos nas instituições e apreciação ética do projeto através do Sistema CEP/CONEP (CNS, 2016) (RIBEIRO; FERREIRA, 2016), feita a partir do cadastro do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil (<https://plataformabrasil.saude.gov.br/login.jsf>), que é a plataforma web utilizada para análise e acompanhamento de pesquisas que envolvem seres humanos de forma direta ou indireta.

Diante disso, foi escolhido o INES para a realização da pesquisa presencial, por ser um centro de ensino que oferece todos os segmentos da educação básica especializada em alunos com deficiência auditiva e surdez. Os alunos do Instituto participam de atividades extraclasse como aulas de informática, oficinas de temas específicos, etc.

Assim, iniciou-se o processo de submissão da proposta de pesquisa à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da universidade (CEP/UNIRIO) e da instituição parceira da pesquisa, o CEP/INES, uma vez que diversas etapas da pesquisa envolvem seres humanos. O primeiro parecer consubstanciado, emitido em 24 de abril de 2019, pelo CEP/UNIRIO (nº 3.280.945) não aprovou a pesquisa, considerando que havia sido feita uma etapa inicial envolvendo pesquisa com seres humanos.

Com isso, o projeto de pesquisa precisou ser reescrito e apresentado novamente para análise pelos CEPs UNIRIO e INES. Após ajustes necessários sugeridos, a pesquisa foi aprovada pelos pareceres consubstanciados nºs: 3.564.997 do CEP/UNIRIO de 10 de setembro de 2019 e 3.763.986 do CEP/ INES de 11 de março de 2020.

2) Mapeamento de recursos tecnológicos

Esta etapa consistiu na análise de um mapeamento sistemático realizado no período entre de 22 de novembro de 2019 a 10 de fevereiro de 2020, para obter uma

visão global do que foi pesquisado com relação à educação matemática do surdo em ambientes virtuais nos seis anos anteriores (2014 a 2019). Com a finalidade de identificar as tecnologias assistivas mais utilizadas e linguagens de programação relacionadas ao desenvolvimento de recursos de aprendizagens acessíveis para o ensino da matemática para pessoas surdas que pudessem ser utilizados na presente pesquisa.

O mapeamento sistemático seguiu as fases, definidas por Pertersen et al. (PERTERSEN et al., 2008) : planejamento; condução; extração dos dados e análise dos dados obtidos. Além de utilizar a ferramenta Web Parsifal (PARSIFAL, 2019) para organizar os artigos resultantes pelas buscas às bases. O número total de trabalhos encontrados foi 224 artigos com um total de dezessete artigos elegíveis para análise completa. O protocolo deste mapeamento é apresentado no Apêndice B e o seu resumo está descrito no Capítulo 4 (Tabela 7).

Como resultado inicial, identificou-se que ainda são escassos os estudos relacionados ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis para o ensino da matemática para usuários finais surdos pré-linguísticos. Nenhum trabalho apresentou de maneira simples e completa, como desenvolver um aplicativo acessível para tal finalidade. Além disso, poucos são os trabalhos que relacionaram modelos conhecidos de acessibilidade juntamente com requisitos extraídos de experiências de usuários surdos como visto na Seção 2.5 (trabalhos relacionados).

3) Estudo Etnográfico - Trabalho de Campo

O estudo teve como objetivo conhecer o comportamento dos alunos surdos, intérpretes e seus professores no seu ambiente de estudo, bem como sua interação com possíveis recursos tecnológicos e/ou tecnologias assistivas. Observou-se e registrou-se, o comportamento dos envolvidos. Esta etapa começou após a aprovação dos CEPs UNIRIO e INES.

Inicialmente, foi realizada uma reunião com a equipe de professores de Matemática do INES para apresentação e discussão do projeto de pesquisa, o que resultou na proposta de assistir às aulas do professor das turmas de terceiras séries do Ensino Médio no período de novembro a dezembro de 2019. Com relação aos alunos, acordou-se a aplicação de um questionário (survey) nas turmas observadas.

Após estas etapas, a partir de 2020, seriam realizadas entrevistas semiestruturadas com mais quatro professores do INES, individualmente. Também se acordou reuniões para apresentação do resultado do questionário aplicado aos alunos, para a escolha do tema base para a elaboração dos recursos de aprendizagem e o planejamento das atividades a serem desenvolvidas com alunos da série adequada ao conteúdo de matemática selecionado. Como estas etapas seriam realizadas a partir do início do ano letivo de 2020, com o advento da pandemia, precisaram-se adaptar essas etapas para reuniões virtuais usando a plataforma Zoom (ZOOM, 2020) e questionário via Google Forms (GOOGLE, 2020) ao invés de entrevistas individuais com os professores.

4) *Especificação do escopo de problemas matemáticos e elaboração dos objetos de aprendizagem*

Foi realizado um questionário com a comunidade surda, através de redes sociais e com alunos das terceiras séries do Ensino Médio do INES, para identificação da área da matemática com indicação de maior dificuldade de compreensão e resolução de problemas.

Para a realização desta etapa, a pesquisadora elaborou um questionário on-line bilíngue, criado no *Google Forms*², (Apêndice A) que foi distribuído pela internet para integrantes da comunidade surda no final de 2019. Para a tradução em Libras do questionário, a pesquisadora contratou uma intérprete de Libras. No dia 20 de setembro de 2018 acordou-se a tradução, o envio do questionário da pesquisa por e-mail e agendamento da filmagem dos vídeos da tradução em Libras das perguntas do questionário. No dia 8 de novembro de 2018 realizou-se a filmagem dos vídeos em Libras na instituição de trabalho da pesquisadora (AMORIM; FERREIRA, 2019).

As filmagens dos vídeos de tradução das perguntas do questionário em Libras foram realizadas sob a orientação da intérprete na sala de trabalho da pesquisadora; essa sala possuía um quadro mural forrado com feltro azul, o que possibilitou um contraste

² O questionário foi elaborado no Google Forms, versão para testes em <https://forms.gle/iKmJ4wosjjQyA3Ss7>. As questões estão escritas em Português e também, traduzidas e interpretadas em Libras pela intérprete Aline L'Astorina de Andrade Campos. Para acessar os vídeos precisa ter acesso ao canal do Youtube da pesquisadora e acesso liberado ao formulário. Os vídeos também estão legendados.

com a roupa utilizada pela intérprete e pela pesquisadora, que também gravou um vídeo para o agradecimento pela participação na pesquisa. Inicialmente foram gravados 38 vídeos, editados no software *VideoPad Video Editor* e *Format Factory*, cujo resultado final foi de 60 vídeos. Foram inseridas legendas, para permitir a participação de indivíduos que não dominem a Libras e, por sugestão da intérprete, a inclusão de um áudio de música caso algum ouvinte visualizasse o vídeo. Os vídeos editados estão armazenados no canal de *Youtube* da pesquisadora.

A aplicação do questionário às turmas de terceiras séries observadas no INES foi realizada no período de 2 a 10 de dezembro de 2019, durante as aulas de matemática. O resultado dos questionários levou a escolha do conteúdo “sequências numéricas” como tema principal para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem para as atividades a serem desenvolvidas durante as aulas de matemática.

A partir da definição do tema, elaborou-se uma sequência didática de atividades a serem propostas à equipe de professores de matemática do INES. Na reunião virtual realizada em 9 de setembro de 2020 foram definidas as atividades que serviram de base para a criação dos recursos de aprendizagem. O processo de definição do escopo de problemas matemáticos e a elaboração dos objetos de aprendizagem estão detalhados no capítulo 4.

5) *Avaliação dos recursos de aprendizagem*

De acordo com a situação de decreto de isolamento social, e a condição de ensino remoto na educação em 2020, precisou-se adaptar o projeto de pesquisa a nova realidade. O protocolo de pesquisa inicial previa num primeiro momento a realização de exercícios para verificar o conhecimento da turma acerca do conteúdo a ser trabalhado na atividade. Numa segunda fase seria apresentada a contextualização do conteúdo que seria trabalhado nos recursos de aprendizagem. Posteriormente, a turma seria dividida em dois grupos, um ficaria com o professor de matemática na sala de aula regular realizando os exercícios como usualmente seriam trabalhados e o outro participaria de uma oficina presencial no laboratório de informática com a pesquisadora. Na oficina a pesquisadora apresentaria os recursos de aprendizagem. Seria elaborado um roteiro de utilização para os alunos. Durante a realização das oficinas seriam registradas observações e entrevistas com os usuários. Por último seria realizado um pós-teste com

os dois grupos para tentar identificar diferenças ou similaridades entre as duas formas de realização das atividades. O grupo que ficaria com o professor também seria convidado para participar da oficina num outro momento (aula). Após a realização das oficinas e do pós-teste seria apresentado um questionário para avaliação dos recursos de aprendizagem.

Em virtude do distanciamento social exigido pela pandemia, a pesquisadora precisou realizar adaptações ao protocolo inicial da pesquisa. Em conjunto com a equipe de matemática do INES, definiu-se a criação de formulários Google, já que esta ferramenta permite inclusão de vídeos, criação de seções para organizar tópicos de conteúdos que serviram para apresentar as atividades com os recursos de aprendizagem. A pesquisadora elaborou uma seção para a apresentação de cada recurso de aprendizagem criado. A ferramenta também possibilitou a criação de uma seção para um questionário que serviu de registro das avaliações dos professores da equipe de matemática do INES.

Também se definiu a elaboração de um formulário Google para a apresentação das atividades para indivíduos surdos pré-linguísticos que seriam divulgados para a comunidade surda e para os alunos que responderam ao questionário para definir o escopo de problemas matemáticos. Esse formulário foi criado de forma diferente do formulário para avaliação dos professores. A pesquisadora elaborou duas seções com as apresentações de cada recurso de aprendizagem criado. Uma seção apresentou a forma tradicional com que os problemas de matemática são apresentados aos alunos pelos professores conforme a observação das aulas no INES e outra seção para apresentação do recurso de aprendizagem, idêntica a do formulário dos professores.

Foram elaboradas três atividades: a primeira para aqueles que estão no estágio básico da matemática, conseguindo realizar as quatro operações aritméticas; a segunda para aqueles que estão num estágio intermediário da matemática, que além das quatro operações básicas, teriam a noção de múltiplos e divisores dos números e a terceira atividade para aqueles que estão num estágio avançado da matemática, que além do estágio intermediário, têm habilidade de evoluir uma sentença para a escrita de uma função algébrica. A criação das atividades e o desenvolvimento dos recursos de aprendizagem estão detalhadamente descritos no Capítulo 4.

As atividades propostas foram apresentadas de duas formas (anteriormente descritas):

1. Modo Tradicional: apresentação como nas aulas observadas nas turmas de terceiras séries do INES em 2019, contextualização e explicação em libras e textos em língua portuguesa;

2. Modo em Blocos: as atividades foram apresentadas com a inserção dos recursos de aprendizagem visuais além da contextualização e explicação em libras.

Após a análise dos professores foi realizado o teste piloto com uma professora/pedagoga deficiente auditiva, conhecida da pesquisadora, que usa aparelho auditivo e faz leitura labial, a sua deficiência foi originada por meningite na primeira infância.

Após a análise das respostas do questionário de avaliação das atividades com os recursos de aprendizagem do teste piloto, as sugestões oferecidas pela avaliadora foram implementadas ao formulário Google e este finalmente disponibilizado para a comunidade surda. Os resultados desta etapa estão descritos no Capítulo 5.

4. DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS DE APRENDIZAGEM VISUAIS

Neste capítulo, detalham-se processo de definição do escopo de problemas matemáticos e a elaboração de recursos de aprendizagem. O desenvolvimento dos recursos de aprendizagem visuais foi baseado nos trabalhos de Barbosa (BARBOSA, 2018), Doerr (DOERR, 2014) e Garret (GARRET, 2003) que tratam os elementos da experiência do usuário na web para sistemas de informações hipertextuais e para interfaces de software para aplicativos móveis.

Figura 6 – metodologia de Barbosa

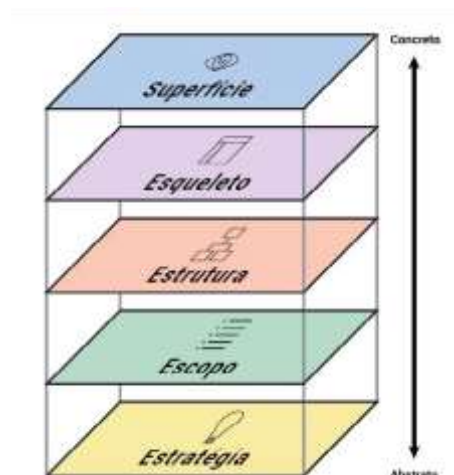


Fonte: (BARBOSA, 2018);

Figura 7 – metodologia *DESIGNMOB*

Fonte: (DOERR, 2014)

Figura 8 – metodologia de Garret



Fonte: tradução de Garret (GARRET, 2003)

As etapas utilizadas para o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem da presente pesquisa estão ilustradas na Figura 9. A etapa Superfície existente em (BARBOSA, 2018), (DOERR, 2014) e (GARRET, 2003) foi retirada, pois o design ficou limitado à possibilidade da ferramenta *Google Form* utilizada para a organização da apresentação dos recursos de aprendizagem. Esta ferramenta foi escolhida pela sua funcionalidade de questionário e possibilidade de incluir links de vídeos para disponibilizar a avaliação dos recursos de aprendizagem de forma remota, dada a condição de restrição de mobilidade (isolamento social) imposta pela pandemia SARS-COVID. A etapa Publicação, da metodologia DESIGNMOB (DOERR, 2014), foi adaptada para “Publicação Restrita”. Apesar dos vídeos estarem publicados no Youtube e os recursos de aprendizagem inseridos no *Google Form*, somente as pessoas que possuem o link do formulário tiveram acesso ao mesmo. Não houve uma submissão a uma Store de aplicativos.

Figura 10 - Etapas do desenvolvimento adaptada para a pesquisa



Fonte: elaborada pela autora

4.1 Estratégia

Nesta etapa acontecem as principais tomadas de decisão que nortearam o projeto, além das pesquisas de público alvo, definições técnicas, cronograma e orçamento (DOERR, 2014).

Foi criado um questionário on-line, denominado questionário para identificar as áreas da matemática nas quais os surdos encontram dificuldades de aprendizagem (QOIAMSEDA), elaborado no *Google Forms*, versão para testes em <https://forms.gle/iKmJ4wosjjQyA3Ss7>, para identificar as áreas da matemática nas quais os surdos encontram maior dificuldade de compreensão e resolução de problemas com a finalidade de definir qual o conteúdo programático que seria o tema para a elaboração dos recursos de aprendizagem.

Optou-se por um questionário on-line dada a possibilidade de atingir um maior número de pessoas surdas, além de diminuir o custo da pesquisa com a contratação de intérprete para a aplicação do questionário. Foi baseado nos seguintes trabalhos: Reis e Fernandes, *A opinião de surdos e ouvintes sobre o seu processo de aprendizagem em aulas de química* (REIS; FERNANDES, 2016); Silva, *Questionário Linguístico Para Surdos Bilíngues (Qlsb): Uma Proposta para a Avaliação de Perfis de Bilíngues do Par Libras-Português* (SILVA, 2019); Abreu, *Recomendações para projetos de TICs para apoio a alfabetização com Libras* (ABREU, 2010) e Alves, *Guia Orientador para Acessibilidade de Produções Audiovisuais* (ALVES, 2018).

A seguir, é apresentado um resumo das sete seções do QOIAMSEDA. Todas as questões possuem seus enunciados e itens de respostas em texto em língua portuguesa (LP) e filme sinalizado em Libras com legendas em LP (exemplo Figura 10, link do filme no Youtube, <https://youtu.be/H1zGbnUgzhI>). As seções dois a seis foram sinalizadas em Libras somente pela intérprete.

Figura 10 - Exemplo de Questão



Fonte: autora

Seção 1 – Apresentação e Agradecimento da Pesquisa: apresentação do Termo de consentimento de livre participação e a identificação da pesquisadora.

Seção 2 - Dados Pessoais: questões fechadas, identificação do nome, caso queira, idade, classificação da surdez, nível de escolaridade, grau de domínio da Libras e nível acadêmico.

Seção 3 - Conhecimento sobre a Matemática: perguntas relacionadas à importância de estudar matemática e identificação de situações no dia a dia.

Seção 4 - Conteúdos da Matemática: questões apresentando todos os conteúdos programáticos de matemática desde os anos finais do ensino fundamental até o ensino médio baseado nos currículos das secretarias de educação municipal e estadual do Rio de Janeiro (SME, 2018) (SEEDUC, 2018).

Seção 5 - Aprender Matemática: identificação das dificuldades de aprender matemática.

Seção 6 – Sucesso ao Aprender Matemática: identificação de sucesso no aprendizado da matemática.

Seção 7 - Agradecimento Final: agradecimento e coleta de e-mail caso o respondente

queira receber informações da pesquisa. Esta seção foi sinalizada pela pesquisadora.

O QOIAMSEDA foi elaborado de acordo com protocolo organizado em seis etapas relacionadas a seguir:

1. Especificação de conceitos a serem abordados no questionário: identificar causas para a dificuldade ou o sucesso em aprender matemática, apresentar conteúdos programáticos para serem selecionados de lista fornecida por órgãos públicos da gestão da educação básica;
2. Definição do formato: optou-se por um questionário on-line, dada a possibilidade de atingir um maior número de pessoas surdas. Além de diminuir o custo da pesquisa com a contratação de intérprete para a aplicação do questionário. Considerando-se a diversidade do grau de bilinguismo dos indivíduos surdos no cotidiano e a possibilidades de processamento da leitura de vídeos em Libras (KRUSSER, 2017), optou-se por um questionário bilíngue, cujas questões foram apresentadas com vídeos em libras e legendados em língua portuguesa, seguidas da versão da questão no formato de português escrito. A ferramenta para hospedagem do questionário selecionada foi o *Google Forms* (figura 11).
3. Elaboração das perguntas: nesta fase foram criadas perguntas abertas e fechadas. As perguntas abertas tiveram a finalidade de explorar a opinião dos indivíduos surdos e suas diversidades no dia a dia. Já as perguntas fechadas foram criadas para obter respostas padronizadas e relacionadas aos conteúdos programáticos de matemática adotados pelas secretarias Municipal e Estadual de Educação do Rio de Janeiro (SME, 2018) (SEEDUC, 2018).
4. Seleção e sequência dos itens: nesta etapa foram revisadas as questões da etapa anterior, criando inicialmente uma versão do questionário em português, posteriormente, foi criada a versão do questionário em libras. Inicialmente, vários itens foram elaborados, mas as questões foram adaptadas conforme o modelo encontrado no trabalho de Reis e Fernandes (REIS; FERNANDES, 2016), pois haviam muitas questões abertas. Priorizou-se na revisão, a escolha de questões objetivas para tentar padronizar as respostas.
5. Elaboração do questionário: Esta etapa foi construída em duas fases. Inicialmente foi feita uma tradução/interpretação, com o apoio de uma tradutora e intérprete de libras-português. Em seguida, foram criados os vídeos voltados para a introdução de cada seção do questionário, explicando o tema, bem como as suas respectivas questões.

Posteriormente, esta primeira versão em libras serviu de referência para a construção da segunda versão, que foi elaborada, em conjunto com uma pessoa surda. Essa abordagem foi escolhida buscando aproximar a pesquisadora ao máximo ao seu público de pesquisa, com o uso mais natural da libras. O questionário final continha doze questões, duas questões abertas e dez questões fechadas com número de opções de respostas variados.

6. Avaliação de questionário: esta etapa foi efetuada por uma especialista em Interação Humano-Computador que indicou a necessidade de correção de algumas questões, padronização da apresentação das questões, mesmo com as legendas, para os indivíduos que preferissem ler a assistir aos vídeos e, a inclusão de novas seções para as questões com múltiplos itens como resposta.

A avaliação de usabilidade do QOIAMSEDA foi feita por meio de inspeção por percurso cognitivo, com manipulação direta da primeira versão do questionário por uma especialista em IHC, integrante do grupo de pesquisa da pesquisadora. Essa especialista não participou da elaboração do QOIAMSEDA, para que a análise fosse feita sob um ponto de vista neutro (BARBOSA; SILVA, 2010). Para cada ação, a avaliadora se colocou no papel de usuário e levantou hipóteses de possíveis problemas encontrados, além de hipóteses de sucesso ou insucesso na interação de cada seção (BARBOSA; SILVA, 2010). Esta avaliação gerou um relatório contendo observações que foram consideradas na versão final do QOIAMSEDA.

Com base na inspeção por especialista e nos trabalhos que serviram de base, elaborou-se a seguinte lista de recomendações para a elaboração de questionários online para surdos pré-linguísticos:

1. Apresentação das informações em textos resumidos.
2. Inclusão, no grupo de elaboração do conteúdo do questionário, de um surdo pré-linguístico, para expressar a avaliação da interpretação/tradução em libras e da velocidade com que esta tradução é executada, recomendação encontrada na pesquisa do Ministério da Justiça (BRASIL, 2009 apud BARBOSA, 2018, p. 133).
3. Utilização de diferentes estratégias de comunicação na apresentação das questões, dada a diversidade do grau de bilinguismo dos indivíduos surdos no cotidiano. As recomendações de acessibilidades citadas por Barbosa e Abreu enfatizam a

disponibilização de uma mesma informação em diferentes formatos (ABREU, 2010), (BARBOSA, 2018).

4. Apresentação de informação ou feedback visual para as ações do respondente (ABREU, 2010), (BARBOSA, 2018).

5. Filmagem dos vídeos num ambiente que possua uma área que possa ser colocado um fundo na cor padrão azul ou verde (BARBOSA, 2018).

6. Edição dos vídeos das interpretações/traduições para inclusão das legendas. A legendagem para pessoas surdas não segue o padrão de legendagem de tradução de filmes internacionais, pode ocorrer em três linhas ou mais, mas o aconselhável é a utilização de duas linhas, centralizada na parte inferior do vídeo, para que espectador tenha tempo de harmonizar imagens e legenda, as quais também trazem a tradução da Libras (ALVES, 2018).

7. Sincronização da velocidade de leitura de uma legenda deve ser compatível com a velocidade da sinalização da libras que ela traduz (ALVES, 2018).

8. Inclusão de efeitos sonoros deve ser feita sempre que necessário em atenção às pessoas ensurdecidas ou ouvintes (ALVES, 2018).

9. Elaboração de grupos de questões por tipo de conteúdo abordado, por exemplo, questões sobre: dados pessoais pertinentes ao contexto da pesquisa, aprendizado de uma disciplina, conhecimentos adquiridos em relação à disciplina, situações que levam ao sucesso no aprendizado da disciplina (REIS; FERNANDES, 2016).

10. Divisão em grupos ou seções das questões com múltiplos itens como resposta para facilitar o entendimento e não permitir a confusão entre item e questão.

A resposta ao questionário foi realizada de duas formas:

1. Um formulário do *Google Forms* foi divulgado nas redes sociais, no período de outubro de 2019 a fevereiro de 2020, depois novamente de junho a agosto de 2020;
2. Outro formulário idêntico foi respondido pelos alunos de terceiras séries do INES durante as aulas de Matemática, no período de 2 a 10 de dezembro de 2019.

Respostas do formulário divulgado nas redes sociais

O perfil dos quatro respondentes foi de faixa etária diferenciada, dois com idade entre 25 e 40 anos e dois entre 41 e 65 anos. Todos possuem nível superior completo, um possui pós-graduação e um mestrado completos. Vale ressaltar que o questionário teve o objetivo de eliciar quais conteúdos de matemática foram considerados difíceis para os respondentes e os possíveis motivos das dificuldades encontradas ao longo da trajetória acadêmica de cada respondente. Três respondentes se caracterizaram como surdos pré-lingual e o mesmo número de respondentes se caracterizaram como oralizados (fazem leitura labial). O perfil de todos os participantes pode ser visto na tabela 1. Somente um respondente afirmou não dominar a libras e se caracterizou como surdo pós-lingual.

Tabela 1 – Perfil dos respondentes da divulgação pelas redes sociais

Respondente	Idade	Escolaridade	Surdo pré-lingual	É oralizado	Domínio da Libras
R01	entre 25 e 40 anos	superior completo	Sim	Sim	Sim
R02	entre 25 e 40 anos	pós-graduação	Sim	Não	Sim
R03	41 e 65 anos	superior completo	Não	Sim	Não
R04	41 e 65 anos	mestrado	Sim	Sim	Sim

Fonte: elaborado pela autora

Todos afirmaram ser muito importante o estudo da matemática. Quanto à utilização dos conhecimentos matemáticos adquiridos na escola para resolver, interpretar ou compreender uma situação prática do seu dia-a-dia, o respondente R01 afirmou “*Fazer as contas das compras, elaborar estratégias e calcular possibilidades pra solucionar problemas. Cotações das moedas do mundo.*” R02 informou “*era muito estudar conhecimento de matematica é diferente mas ta faculdade*”. Supõe-se que R02 quis expressar que os conhecimentos adquiridos na escola são muito diferentes dos aprendidos na faculdade. R03 informou que utiliza os conteúdos nas suas aulas, R04 informou que usa a matemática em cálculos de porcentagem, descontos, em medidas de área e também de peso/kg, além de utilizar muita “*proporção para descobrir o valor do*

número X de alguma coisa”.

A partir da Seção 4 do questionário (Conteúdos da Matemática), foram consideradas para análise somente as respostas daqueles que se caracterizaram como surdos pré-linguais (R01, R02 e R04).

Ao assinalarem os conteúdos considerados mais difíceis, somente o conteúdo “Probabilidade” foi escolhido pelos três respondentes. Na opinião de R02, todos os conteúdos listados no questionário foram classificados como difíceis. R02 ainda escreveu que os conhecimentos da matemática da escola foram diferentes da lógica matemática da faculdade.

Tabela 2 – Seleção dos conteúdos considerados difíceis

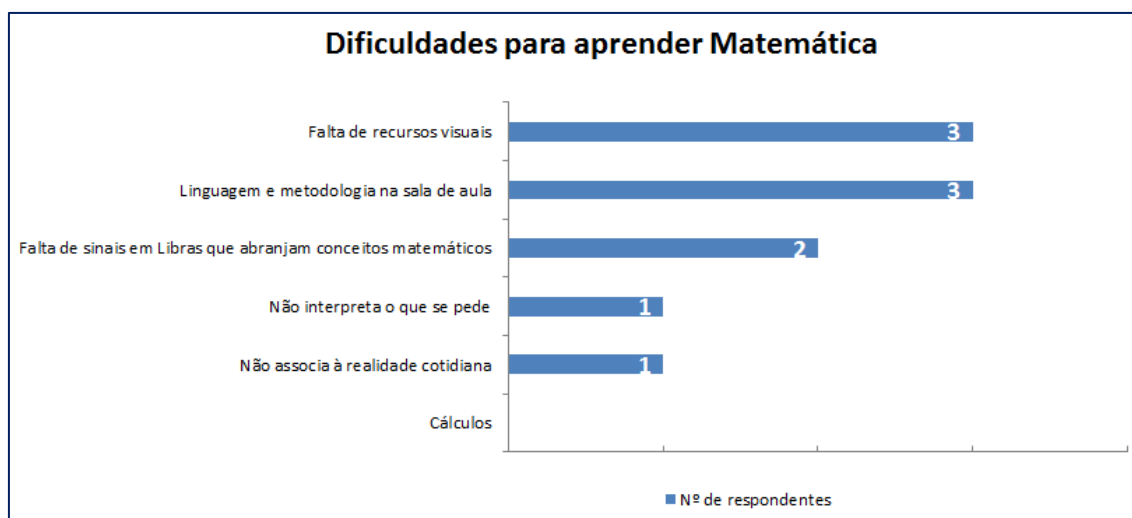
Conteúdos da Matemática	R01	R02	R04
Operações: +; - ; \times e \div com números naturais			
cálculo do M.M.C. e do M.D.C.			
Operações com Frações			
Sistemas de Medidas			
Estimativa e análise de dados			
Operações com Números Inteiros			
Operações com Números Racionais			
Operações com Números Irracionais			
Equações do 1º Grau			
Inequações do 1º Grau			
Equações do 2º Grau			
Sistemas de equações do 1º grau			
Geometria – Ângulos			
Geometria – Polígonos			
Geometria – Triângulos			
Geometria – Quadriláteros			
Conjuntos			
Sequências numéricas			
Progressão Aritmética			
Progressão Geométrica			
Juros simples			
Juros compostos			
Análise Combinatória			
Probabilidade			
Estatística			
Função polinomial do 1º Grau			
Função polinomial do 2º grau			

Conteúdos da Matemática	R01	R02	R04
Função Exponencial			
Função Logarítmica			
Matrizes e Determinantes			
Sistemas Lineares			
Números Complexos			
Polinômios e Equações Algébricas			
Razões trigonométricas no triângulo retângulo			
Trigonometria na circunferência			
Geometria Espacial			
Geometria analítica			

Fonte: elaborada pela autora

Quanto a opinião das possíveis dificuldades para aprender matemática, os respondentes escolheram as opções como apresentado no gráfico 1, destacando que todos acreditam que a falta de recursos visuais, linguagem e metodologia na sala de aula seriam as maiores dificuldades. Na opção para registrar dificuldades não exemplificadas, R01 e R02 não responderam, R04 informou que considera a falta de contextualização dos enunciados matemáticos como mais uma possível dificuldade para aprender matemática.

Gráfico 1 - Dificuldades para aprender Matemática



Fonte: elaborada pela autora

Na questão para exemplificar o conteúdo da matemática que aprenderam com sucesso, no momento da sua vida como estudante, R01 registrou que inicialmente teve dificuldades com o estudo da matemática, mas com a ajuda dos seus pais superou

conseguiu superá-las e tornou-se a sua matéria favorita. R01 escreveu “*Graças a isso, consegui solucionar muitas problemas no dia a dia, por exemplo, resolver as quebras cabeças, solucionar puzzles nos jogos, fazer as contas das compras, tudo. Sempre falo pra quem detesta matemática: mesmo que odeia a matemática, nunca vai fugir nela, sempre vai fazer a parte da sua vida. Então aprende a gostar.*” R02 não respondeu. R04 registrou os conteúdos medidas de comprimento e perímetros.

Ao final do questionário, na seção de observações gerais, todos os respondentes registraram elogios à iniciativa do questionário levar em consideração as especificidades individuais de proficiência em libras ou língua portuguesa do público surdo.

Respostas do formulário dos alunos do INES

O formulário foi apresentado a duas turmas de terceira série do ensino médio durante a aula de matemática. O total de alunos nas duas turmas era 28, oito alunos numa turma e vinte na outra. Na apresentação para a primeira turma, quando a pesquisadora mostrou o termo de consentimento livre e esclarecido textual, os alunos se assustaram com o tamanho do texto, e todos disseram não querer participar. O professor de matemática tentou ajudar a pesquisadora explicando o texto, chamou a intérprete que fez uma tradução resumida em libras, mas mesmo assim, a turma não quis participar. Com a segunda turma, a pesquisadora iniciou a apresentação com o auxílio da intérprete e do professor de matemática. Ela explicou que havia o termo de consentimento livre e esclarecido, mas que também existia a filmagem da interpretação em libras do termo de consentimento no início do formulário e perguntou se eles gostariam de ver antes da decisão de participar da pesquisa. Depois de assistirem o vídeo, os alunos concordaram em participar da pesquisa. A mesma estratégia foi adotada para a primeira turma em outro momento (aula) que após assistir o vídeo também aceitou fazer o teste.

Enquanto os alunos respondiam o formulário, o professor da turma relatou que já sugeriu a criação de vídeoaulas para os algoritmos básicos como, por exemplo: mínimo múltiplo comum; operações básicas; equações do 2º grau. Mas ele não teria disponibilidade de carga horária para isso. Esse material poderia ficar disponível num canal no *Youtube* para que os alunos acessassem de forma rápida e independente quando necessário. Ele alertou que os alunos geralmente não gostam de sites que precisem efetuar cadastro. O professor também informou que alguns alunos pedem para serem

reprovados, para continuarem na escola, onde encontraram o seu espaço.

Ao final dos testes nas duas turmas de terceira série, na turma que continha oito alunos, cinco estavam presentes e somente três concordaram em participar da pesquisa. Na outra turma, dos vinte alunos, treze estavam presentes e dez concordaram em participar. Todos que concordaram em participar eram maiores de idade.

O perfil dos alunos respondentes foi o de mesma faixa etária. Um aluno com 18 anos e o restante entre 19 e 24 anos. Analogamente ao formulário divulgado nas redes sociais, o questionário teve o objetivo de elicitare quais conteúdos de matemática foram considerados difíceis para os respondentes e os possíveis motivos das dificuldades encontradas ao longo da educação básica. Por isso a escolha das turmas de terceira série. O perfil de todos os alunos pode ser visto na tabela 3. Dos treze alunos que responderam o questionário, sete eram do sexo feminino e seis do sexo masculino. Quatro se caracterizaram como surdos pós-lingual e nove como pré-lingual. Em relação ao grau de domínio da libras, quatro alunos escolheram o nível básico e nove alunos o nível avançado de domínio da libras. Quanto à oralização, cinco alunos afirmaram serem oralizados.

Quanto ao tempo de execução do questionário (tabela 3) percebeu-se que três alunos concluíram o questionário em menos de 20 minutos, sete alunos entre 20 e 30 minutos e três alunos levaram mais de 30 minutos para responderem o questionário. Na inspeção realizada por especialista, ela relatou ter levado em torno de 10 minutos para responder, porém o menor tempo dos alunos foi de 18 minutos (23% dos respondentes) enquanto que o restante, 77% dos alunos responderam o questionário num tempo superior ao dobro do tempo de resposta da especialista.

Enquanto os alunos respondiam o questionário, todos interagiam no sentido de tirar as dúvidas de quem estava respondendo. Eram dúvidas referentes à associação do título do conteúdo ao que aprenderam, mesmo com os vídeos em libras. Os alunos A05, A06, A07 e A08 foram os que mais perguntaram para esclarecer dúvidas referentes aos títulos dos conteúdos. A pesquisadora notou que alguns alunos ficavam inibidos para responder as perguntas abertas enquanto ela estava por perto. Ao se afastar eles respondiam. O aluno A08 perguntou ao aluno A06 como era a escrita na Língua Portuguesa de alguns sinais, a pesquisadora percebeu a preocupação dele na escrita

correta de algumas palavras; houve momentos em que A06 perguntou para a pesquisadora ou para o professor. Alguns alunos tiveram dificuldade com o botão *NEXT* ao final da primeira seção do questionário, já que dependendo da configuração do computador, o formulário apresenta o termo *NEXT* ou *PRÓXIMO*. Notou-se que deveria ter algum aviso em Libras que indicasse a necessidade de clicar naquele botão para prosseguir. O mesmo aconteceu com alguns alunos quando finalizavam o questionário, pois era necessário clicar no botão *SUBMIT*. Eles confirmaram com a pesquisadora.

Tabela 3 - Perfil dos Respondentes do questionário para alunos

Aluno	Início	Fim	Tempo de resposta	Sexo	Classificação da Surdez	Idade	Grau de Domínio da Libras	Oralizado
A01	7:55	8:13	0:18	Masculino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Básico	Não
A02	8:15	8:37	0:22	Masculino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A03	8:30	8:49	0:19	Masculino	Pós-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A04	9:13	9:31	0:18	Masculino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A05	9:13	9:33	0:20	Feminino	Pós-lingual	18 anos	Avançado	Sim
A06	9:32	9:56	0:24	Feminino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A07	9:34	10:09	0:35	Masculino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A08	9:57	10:30	0:33	Feminino	Pós-lingual	Entre 19 e 24 anos	Básico	Sim
A09	10:06	10:31	0:25	Feminino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Básico	Não
A10	9:45	10:07	0:22	Feminino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Não
A11	10:08	10:29	0:21	Feminino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Básico	Sim
A12	9:32	10:06	0:34	Masculino	Pós-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Sim
A13	10:08	10:35	0:27	Feminino	Pré-lingual	Entre 19 e 24 anos	Avançado	Sim

Fonte: elaborada pela autora

Como a pesquisa é para o público surdo pré-linguístico (nove alunos), a análise das respostas com relação ao conhecimento e conteúdos sobre a matemática foram separadas e desconsideradas as respostas do público surdo pós-lingual.

Ao responderem se o estudo da matemática é muito importante, sete consideraram importante e os alunos A02 e A06 não. Quanto à utilização dos conhecimentos matemáticos adquiridos na escola para resolver, interpretar ou compreender uma situação prática do seu dia a dia, sete alunos responderam que utilizavam, mas não exemplificaram, registraram que a ajuda do professor é fundamental: “*prof sempre ensino matematica alunos entende tbm prof ajuda alunos*”; “*o professor explicar sobre matematica, eu tentar estudar conseguir mais entender*”; “*e*

bom pra estudar de matematica todo dia para guarda a memoria.Mas verdade nao precisa usar interprete, melhores od professores sabem a libras”. A tabela 5 apresenta os conteúdos considerados mais difíceis para os alunos.

A pesquisadora considerou conteúdos selecionados como mais difíceis aqueles escolhidos por mais de 50% dos respondentes (do total dos nove alunos do INES), o que corresponde a escolha de no mínimo cinco alunos. Os conteúdos estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 – Conteúdos considerados difíceis pelo grupo de alunos surdos pré-lingual

Conteúdo de Matemática
Operações: adição; subtração; multiplicação e divisão com números naturais
Operações com Números Racionais
Geometria – Ângulos
Geometria – Triângulos
Geometria – Quadriláteros
Conjuntos
Sequências numéricas
Juros simples
Função Exponencial
Matrizes e Determinantes
Razões trigonométricas no triângulo retângulo

Fonte: elaborada pela autora

Além dos 37 conteúdos disponíveis para seleção, o questionário possuía um campo para indicar qualquer outro conteúdo não mencionado. A aluna A11 registrou a informação de que já fez ENEM e que os professores deveriam ensinar os conteúdos que são cobrados no concurso, mas não têm tempo. A pesquisadora optou por transcrever registro na forma original, apesar de alguns erros de português: *“Eu queria aprender de mais a Matematica,mas eles nao tem tempo para ensinar os alunos.mas verdade eu ja fiz ENEM2.eu percebe alguns as materias.Os profs nunca enisar esse a materia a matematica ENEM2”*.

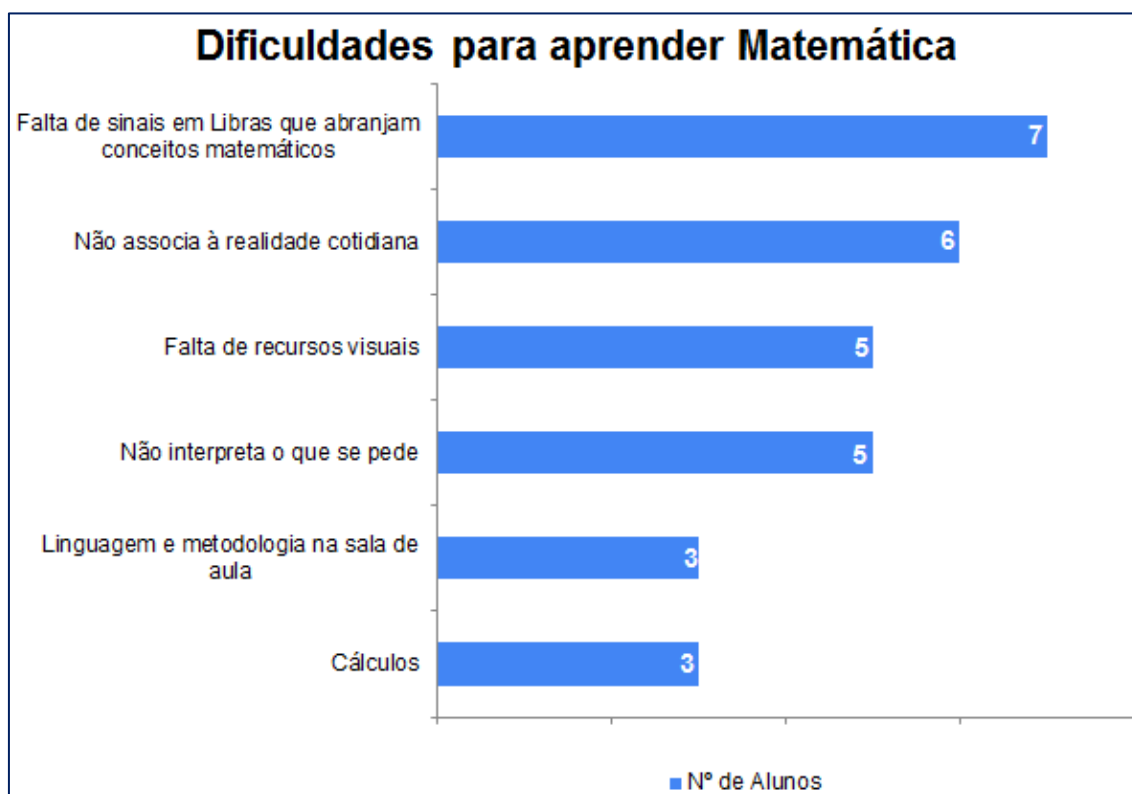
Tabela 5 – Conteúdos considerados difíceis pelos alunos surdos pré-linguísticos

CONTEÚDOS	ALUNOS								
	A01	A02	A04	A06	A07	A09	A10	A11	A13
Operações: adição; subtração; multiplicação e divisão com números naturais									
cálculo do M.M.C. e do M.D.C.									
Operações com Frações									
Sistemas de Medidas									
Estimativa e análise de dados									
Operações com Números Inteiros									
Operações com Números Racionais									
Operações com Números Irracionais									
Equações do 1º Grau									
Inequações do 1º Grau									
Equações do 2º Grau									
Sistemas de equações do 1º grau									
Geometria – Ângulos									
Geometria – Polígonos									
Geometria – Triângulos									
Geometria – Quadriláteros									
Conjuntos									
Sequências numéricas									
Progressão Aritmética									
Progressão Geométrica									
Juros simples									
Juros compostos									
Análise Combinatória									
Probabilidade									
Estatística									
Função polinomial do 1º Grau									
Função polinomial do 2º grau									
Função Exponencial									
Função Logarítmica									
Matrizes e Determinantes									
Sistemas Lineares									
Números Complexos									
Polinômios e Equações Algébricas									
Razões trigonométricas no triângulo retângulo									
Trigonometria na circunferência									
Geometria Espacial									
Geometria analítica									

Fonte: elaborada pela autora

Quanto à opinião das possíveis dificuldades para aprender matemática, os alunos escolheram as opções apresentadas no gráfico 2, destacando que a maioria (sete alunos) acredita que a falta de sinais em Libras que abranjam conceitos matemáticos seria a maior dificuldade. Em seguida, a opção de não associar à realidade cotidiana (seis alunos). Na opção para registrar dificuldades não exemplificadas, alguns alunos registraram que a educação da matemática é difícil, falta explicação clara, faltam recursos para os professores. No campo para registrar qual o conteúdo de Matemática ele teve sucesso em aprender e qual foi o principal motivo deste sucesso, dois alunos registraram que querem aprender bem a matemática para fazer faculdade. Inclusive o aluno A07 escreveu “*eu quero aprender futuro para faculdade de matemática*”.

Gráfico 2 - Dificuldades para aprender Matemática



Fonte: elaborada pela autora

Com base nas duas formas de coleta de dados junto ao público alvo, os conteúdos que seriam escolhidos pela pesquisadora e a equipe de professores de matemática do INES como tema para os recursos de aprendizagem estão representados na tabela 6. Com relação à primeira coleta, a pesquisadora considerou como mais difícil os conteúdos selecionados pelos respondentes R01 e R04, já que R02 selecionou todos

os conteúdos.

Tabela 6 – Conteúdos considerados difíceis nas coletas de dados

Conteúdos da Matemática
Operações: +; - ; \times e \div com números naturais
Operações com Números Racionais
Equações do 1º Grau
Inequações do 1º Grau
Sistemas de equações do 1º grau
Geometria – Ângulos
Geometria – Triângulos
Geometria – Quadriláteros
Conjuntos
Sequências numéricas
Progressão Aritmética
Progressão Geométrica
Juros simples
Análise Combinatória
Probabilidade
Estatística
Função Exponencial
Função Logarítmica
Matrizes e Determinantes
Números Complexos
Razões trigonométricas no triângulo retângulo
Geometria analítica

Fonte: elaborada pela autora

A título de curiosidade, os vídeos do questionário foram postados no canal de Youtube da pesquisadora com o parâmetro de visualização público, o que foi necessário para embarcar esses vídeos no formulário Google. Quando a pesquisadora acessou o canal do Youtube algum tempo depois, ela percebeu que um vídeo (pergunta sobre o grau de instrução) possuía mais de mil acessos e tinha cadastrado dois seguidores. Atualmente o canal possui vinte seguidores (figura 11) e o vídeo da pergunta sobre grau de instrução continua sendo o mais visualizado (figura 12).

Figura 11 – número de inscritos no canal de Youtube da pesquisadora



Fonte: baseado nas estatísticas do canal de Youtube da pesquisadora(<https://studio.youtube.com>)

Figura 12 – vídeo mais visualizado no canal de Youtube da pesquisadora

Vídeo		Duração média da visualização	Visualizações
1	 grau de instrução 24 de jan. de 2019	0:25 (72,9%)	1.259
2	 14. Geometria – Polígonos 24 de jan. de 2019	0:09 (142,8%)	87
3	 25. Estatística 24 de jan. de 2019	0:07 (106,9%)	74
4	 37. Geometria analítica 24 de jan. de 2019	0:08 (138,6%)	49

Fonte: baseado nas estatísticas do canal de Youtube da pesquisadora (<https://studio.youtube.com>)

Não foi identificado ainda o perfil dos inscritos. Supõe-se que sejam estudantes ou intérpretes de libras, além dos respondentes que participaram da pesquisa. Também deve ser levado em consideração que os respondentes puderam visualizar os vídeos quantas vezes eles quiseram. Porém o número de visualizações do vídeo sobre a

pergunta de grau de instrução difere do padrão dos outros vídeos.

Além da etapa de pesquisa junto ao público alvo, elaborou-se um mapeamento sistemático que pudesse nortear as definições técnicas para as etapas seguintes. Com o objetivo de identificar como as pesquisas estão relacionando aplicativos acessíveis, tecnologia assistiva e resolução de problemas matemáticos num ambiente computacional, a partir do ponto de vista dos alunos surdos, seus professores e intérpretes, e assim, nortear as definições técnicas para as etapas seguintes. E seguiu as fases, definidas por Pertersen et al.(Petersen, 2008): planejamento (etapa 1); condução (etapa 2); extração dos dados (etapa 3) e análise dos dados (etapa 4) obtidos. A descrição do mapeamento está registrada no Apêndice B.

Percebeu-se que ainda são escassos os estudos relacionados ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis para o ensino da matemática para usuários finais surdos pré-linguísticos. Além disso, poucos são os trabalhos que relacionaram modelos conhecidos de acessibilidade juntamente com requisitos extraídos de experiências de usuários surdos. Também não foi apresentado, de maneira simples e completa, como desenvolver um aplicativo acessível para o ensino da matemática para esses usuários finais.

A partir das observações apontadas no mapeamento sistemático, foram registradas recomendações para elaboração de objetos de aprendizagem que possam contribuir para a resolução de problemas matemáticos por alunos surdos. Além de identificada qual a tecnologia assistiva mais utilizada nas pesquisas consideradas, bem como quais jogos e ferramentas poderiam ser utilizadas. Também foi fornecido *insight* de como organizar objetos de aprendizagem de fácil utilização para professores e alunos. Um resumo do protocolo do mapeamento sistemático é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Resumo do protocolo do mapeamento sistemático

Etapa	Título	Resumo
1	Planejamento	<ul style="list-style-type: none"> Definição do objetivo do estudo, do protocolo e da avaliação deste protocolo. O protocolo de pesquisa apresenta as questões de pesquisa, a estratégia de busca, as fontes de bases de dados para pesquisa, as <i>strings</i> de busca e os critérios de inclusão e exclusão dos estudos primários (Genesis; Paiva; Cagnin, 2019 apud Kitchenham; Charters, 2007). Questão de pesquisa: como organizar um ambiente virtual de aprendizagem com aplicativos acessíveis para apoiar o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas? Subquestões de pesquisa: quais requisitos de acessibilidade têm sido considerados; quais tecnologias (frameworks, APIs e linguagens de programação) têm sido utilizadas para o ensino de matemática para surdos; quais recursos de tecnologia assistiva têm sido utilizados para o ensino de matemática para surdos e como os aplicativos desenvolvidos foram avaliados. Estratégia de busca se resumiu à seleção de termos em português e em inglês e adaptação da <i>string</i> de busca, de acordo com as peculiaridades de cada base de busca automática. Abrangendo o período de 2014 a 2019. Os termos selecionados em português utilizados nas <i>strings</i> de busca nas bases de busca foram: acessibilidade; deficiência auditiva; surdo; surdez; Perda auditiva; interface; tecnologia; tecnologia assistiva; aplicativo; projeto; criação; desenvolvimento; educação; matemática. As bases de busca automáticas selecionadas foram as comumente utilizadas em mapeamentos e revisões sistemáticas da área de Computação: <i>Scopus</i>, https://www.scopus.com/; <i>ACM Digital Library</i>, http://dl.acm.org/; e <i>Web of Science</i>, https://mjl.clarivate.com/home. Definição dos critérios de inclusão (Kitchenham; Charters, 2007), artigos que apresentam : <i>FRAMEWORKS</i> conceituais para desenvolvimento de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas; requisitos de acessibilidade para subsidiar desenvolvimento de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas; análise da utilização de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas e estudos de tecnologias assistivas para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas. Definição dos critérios de exclusão (Kitchenham; Charters, 2007), artigos que : não satisfazem nenhum critério de inclusão; não foram revisados por pares; são Publicação na forma de tutorial, keynote, resumo, demonstração e pôster e ou não escritos em língua diferente do inglês ou português.
2	Condução	<ul style="list-style-type: none"> As buscas foram feitas no período de 22/11/2019 a 10/02/2020, utilizando o a ferramenta Web Parsifal (Parsifal, 2019) para organizar os artigos resultantes pelas buscas às bases. O número total de trabalhos encontrados foi 224 artigos, o número de artigos de acordo com cada base de busca foram: SCOPUS (33); ACM (119) e WEB of SCIENCE (72). No aplicativo Parsifal iniciou-se a fase de triagem e remoção dos artigos duplicados. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, os artigos elegíveis para a leitura do texto completa por base de dados foi: SCOPUS (4); ACM (9) e WEB of SCIENCE (4).
3	Extração de Dados	<ul style="list-style-type: none"> Com o objetivo de guiar o processo de extração e coleta de dados, baseado no modelo de Kitchenham e Charters (Kitchenham e Charters, 2007), foi criado o formulário de extração de dados, cujos campos armazenavam as informações extraídas dos artigos selecionados para a leitura completa: identificador; base de dados; título; autores; ano da publicação; país de origem; tipo de publicação (periódico ou conferência); método de pesquisa; objetivo da pesquisa; tecnologias (vibrotátil, tátil, bluetooth, RFID, GPS, multimídias, outros); Plataforma Web ou Móvel (Android, IOS, Windows, BlackBerry); avaliação do artefato; como auxilia na educação da Matemática; língua ou codificação; observação. Tentou-se coletar todas as informações necessárias para responder as questões de pesquisa, seguindo os procedimentos descritos no protocolo definido na etapa 1.

Etapa	Título	Resumo
4	Análise dos Dados	<ul style="list-style-type: none"> Nesta etapa foi feita uma caracterização dos artigos elegíveis, estudos primários, através da análise das informações registradas nos campos contidos no formulário de extração de dados e os resultados relacionados às questões de pesquisa serão discutidos de forma mais detalhada a seguir.

Fonte: elaborada pela autora

Requisitos de acessibilidade considerados

O objetivo desta questão de pesquisa foi identificar os requisitos de acessibilidade considerados nos artigos selecionados, elicitados a partir das dificuldades observadas na experiência de indivíduos surdos ou com baixa audição no uso de aplicativos. Mesmo se tratando do público surdo ou com baixa audição, notou-se que alguns dos requisitos estão relacionados às dificuldades: de compreensão de textos, da precisão da tradução de textos em linguagens de sinais, da reprodução de legendas e de preocupações com o ambiente para utilização do aplicativo.

Identificaram-se também, recomendações para estratégias, organização e seleção do ambiente em que os usuários acessariam os aplicativos. Tais como:

- Escolha do local para realização das sessões de uso do aplicativo, que evite a possibilidade de distração externa;
- Sugestão de monitores para os alunos surdos ou com baixa audição, dentre os seus colegas de classe;
- Estímulos à realização das atividades pelos alunos surdos ou com baixa audição, individualmente, evitando a orientação externa antes da tentativa de resolução de uma atividade;
- Atenção para o limite máximo de indivíduos por atendimento de um intérprete para um grupo de surdos;
- Explicação prévia da atividade a ser realizada;
- Posicionamento dos meios de comunicação próximo aos alunos surdos (professor, intérprete, terminal de vídeo);
- Utilização de escala de medição de motivação e de ansiedade em relação à matemática para a calibragem da proposta de tipos de problemas matemáticos a serem resolvidos;

- Investimento em infraestrutura institucional acessível: disponibilidade de intérpretes, ambientes claros e sem barreiras físicas que impeçam o contato visual entre o indivíduo com deficiência e as outras pessoas, cadeiras preferenciais e internet rápida.

Tecnologias utilizadas para o ensino de matemática para surdos

O objetivo desta questão de pesquisa no mapeamento foi de identificar os frameworks, APIs e linguagens de programação utilizadas no desenvolvimento de aplicativos usados para o ensino de matemática. Das dezessete publicações selecionadas, doze artigos não apresentaram especificações técnicas sobre linguagem de programação, dos que fizeram especificação, identificaram-se as linguagens de programação: PHP; Flash; Scratch e MCSS.

Dentre os artigos que não especificaram tecnologias, Samonte (SAMONTE, 2019) apresentou um experimento com alunos para avaliar o uso de aplicativo web, avaliando os pré e pós-testes sobre o conteúdo de estatística aplicada do ensino fundamental e médio. Esse aplicativo baseou-se no desenvolvimento de vídeo aulas de estatística, com reconhecimento de fala para texto ou visual, utilizando a língua de sinais filipina e reconhecimento da fala (*speech-to-text* e *speech-to-visual*) (SAMONTE, 2019). A imagem de exemplo da vídeoaula é semelhante aos vídeos criados para o questionário desenvolvido por Amorim e Ferreira para a pesquisa com o público alvo descrita anteriormente (AMORIM; FERREIRA, 2019).

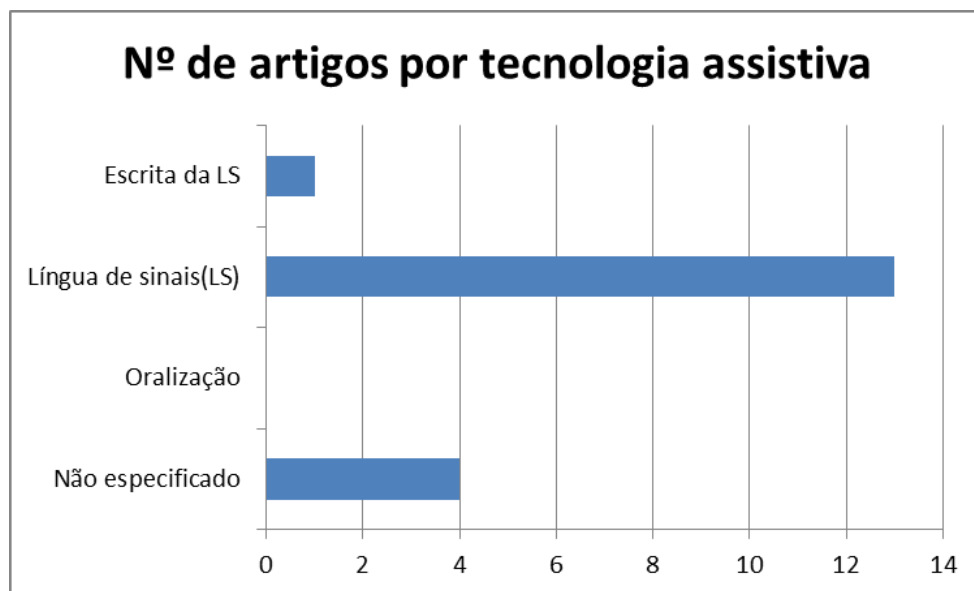
Das dezessete publicações selecionadas, duas especificaram a utilização da linguagem de programação PHP, uma linguagem de *script open source*, usada no desenvolvimento de aplicações Web e que pode ser embutida dentro do HTML (PHP GROUP, 2020). Outras usaram a combinação entre aplicativos, ambientes virtuais de aprendizagem, redes sociais e tecnologias assistivas, o que poderia caracterizar um ambiente educacional inclusivo. Além de sistema conversor de voz em texto, software que traduz texto em voz utilizando tecnologia móvel.

Recursos de tecnologia assistiva (TA) utilizados no ensino de matemática para surdos

Com o objetivo de obter uma visão de “quais tecnologias assistivas têm sido

utilizadas para o ensino de matemática para surdos”, classificou-se TA para pessoas com deficiência auditiva baseada em três concepções: oralização; língua de sinais e escrita da língua de sinais (SONZA et al., 2013) *conforme visto no capítulo 4.*

Gráfico 3 - Número de artigos por tecnologia assistiva



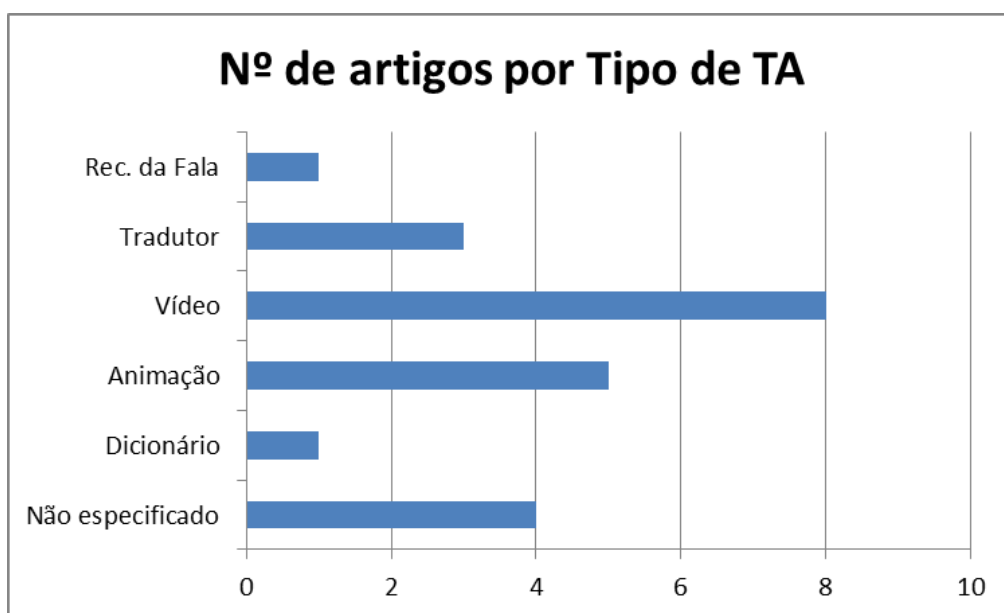
Fonte: elaborada pela autora

Como observado no gráfico 3, a maior parte dos estudos, que possui algum tipo de tecnologia assistiva, utiliza jogos ou aplicativos para auxílio no letramento na língua de sinais, tradutores com avatares, dicionários bilíngues ou trilíngues, ou seja, sistemas de busca de sinais (forma de articulação das mãos e dos dedos e movimentos envolvidos) das línguas de sinais que os recuperam a partir da digitação de palavras escritas, sons ou imagens. Não se identificou em nenhum artigo, tecnologia assistiva baseada na concepção de oralização, que auxiliasse no aprendizado da fala.

Segundo Kbar et al. (KBAR et al., 2016), há cinco modalidades para se caracterizar uma tecnologia assistiva para deficientes auditivos: fala para texto; texto para fala; sistema de exibição; feedback tátil ou visual e suporte móvel. Para a pesquisa, cinco modalidades foram selecionadas para ilustrar as tecnologias assistivas encontradas nos dezessete artigos selecionados, tradutor, vídeo, dicionário, animações e reconhecimento da fala. Em quatro artigos não foi possível especificar o tipo de tecnologia assistiva utilizada. Três artigos possuíam duas modalidades de tecnologia assistiva, vídeo e animação. Um possuía as modalidades, vídeo e tradutor. Outro possuía as modalidades, animação e tradutor. Quanto à tecnologia assistiva mais utilizada, oito

artigos apresentaram o vídeo, talvez pela fácil confecção e inserção deste recurso nos atuais ambientes virtuais. A segunda tecnologia assistiva mais utilizada foi animação, verificada em cinco estudos. O uso de dicionário foi especificado em apenas um estudo e, o uso de tradutores foi especificado em três artigos (gráfico 4). Além das modalidades citadas de tecnologias, não foi especificada em nenhum trabalho a escrita de sinais (*signwriting*). Uma suposição seria o fato de não ser um processo simples, exigindo capacitação de equipe e materiais complexos.

Gráfico 4 - Número de artigos por tipo de tecnologia assistiva



Fonte: elaborada pela autora

Dos dezessete artigos selecionados, dois trabalhos apresentaram recursos de tecnologia assistiva para tipos diversos de deficiência. Todos os trabalhos especificaram usuários com deficiência auditiva, não especificando se atendem tanto surdos pós-linguísticos quanto pré-linguísticos.

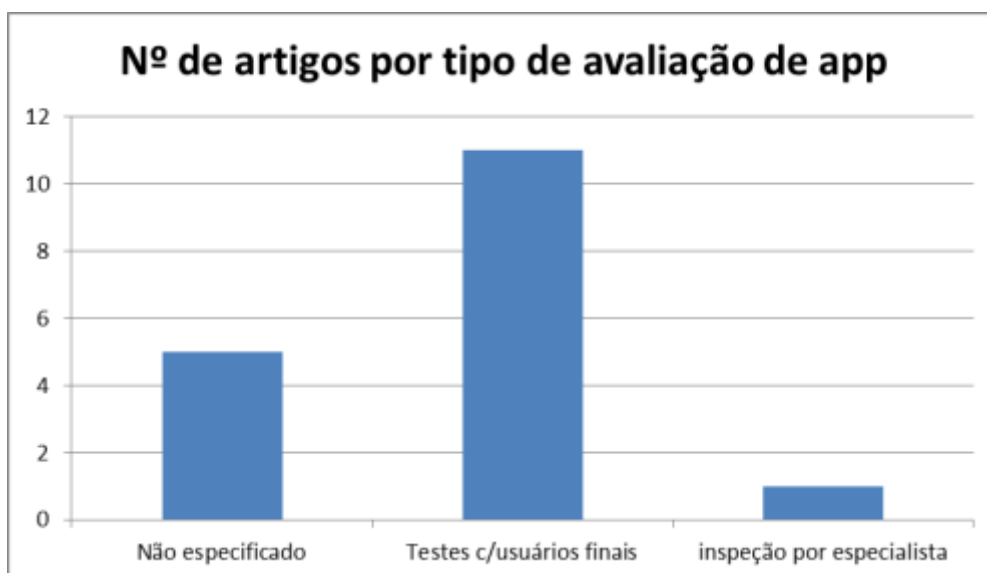
No mapeamento notou-se uma ausência significativa da especificação das linguagens de programação, frameworks e APIs utilizados por parte dos autores (doze artigos). Porém, identificaram-se a especificação de tecnologias assistivas na maioria dos artigos (gráfico 4), apenas quatro artigos não apresentaram tal especificação. Isso dificulta o uso de soluções e práticas já adotadas, a partir de estudos já realizados, mas permite deduzir que a tecnologia assistiva mais viável para se utilizar num ambiente computacional que apoie a resolução de problemas matemáticos para alunos surdos é o

vídeo.

Avaliação dos aplicativos desenvolvidos

Com o objetivo de identificar qual a metodologia mais usada para se avaliar um aplicativo desenvolvido para auxiliar o ensino da matemática para surdos, observou-se que, dos dezessete artigos, cinco (29%) não especificaram qual o tipo de avaliação aplicada na pesquisa realizada. Apenas um (6%) especificou a realização de avaliação por especialistas e a grande maioria, onze artigos (65%) especificaram a realização de testes com usuários finais (gráfico 5).

Gráfico 5 - Número de artigos por tipo de avaliação do aplicativo



Fonte: elaborada pela autora

Os resultados mostrados no gráfico 5 indicam que as avaliações por testes dos aplicativos desenvolvidos com usuários finais são bem mais frequentes. Essas avaliações se deram através de questionários pré e pós-testes, entrevistas ou observações da utilização dos aplicativos pelos usuários finais, ressaltando a importância desse tipo de avaliação.

Alguns artigos selecionados apresentaram resultados de maneira geral e superficial, sem necessariamente especificar quais recursos de tecnologias assistivas foram utilizados ou como os aplicativos foram desenvolvidos. Porém, o mapeamento realizado mostrou que a avaliação feita com usuários finais surdos, corrobora a conclusão de Barbosa (BARBOSA, 2018), a inclusão de pessoa com deficiência

auditiva ou surda nas equipes dos projetos de desenvolvimento de aplicativos é essencial. O olhar dessas pessoas no momento do desenvolvimento ajuda a evitar problemas, como por exemplo, a velocidade da execução da língua de sinais no momento da gravação dos vídeos. E ressalta o protagonismo da pessoa surda em atuar em projetos que são desenvolvidos por e para elas (BARBOSA, 2018).

4.2 Escopo

Nesta etapa foram criados a base do projeto, cenários de uso e requisitos de conteúdo do projeto (DOERR, 2014).

Com início programado para fevereiro de 2020, o cronograma da pesquisa considerava entrevistas com professores da equipe de Matemática do INES, para a escolha do conteúdo a servir de tema para os objetos de aprendizagem. Houve um atraso devido à mudança de Coordenação da disciplina matemática no INES, o que acabou coincidindo com a aprovação final do CEP-INES em 11 de março de 2020, através do parecer final consubstanciado número 3.910.580. A partir de 17 de março começou o isolamento social devido à pandemia de SARS COVID-19, o que inviabilizou as entrevistas presenciais no INES.

A partir do mês de maio estabeleceu-se contato com o novo coordenador de matemática do INES, que informou estar se reunindo com os professores por videoconferências semanalmente. Inicialmente ele solicitou a proposta do projeto aprovado pelo CEP-UNIRIO-INES e do roteiro das entrevistas com os professores. Depois da apresentação à equipe dos documentos encaminhados, surgiram questionamentos quanto à elaboração das questões das entrevistas, pois as questões estariam direcionadas para um público surdo numa escola regular com alunos incluídos e não para uma escola bilíngue especializada como o INES.

Iniciou-se a reelaboração das questões da entrevista com base nas orientações e solicitações feitas pelo coordenador de matemática. Em reunião virtual na plataforma ZOOM, com o coordenador, ficou acordado a transformação das entrevistas em questionário, para facilitar o acesso dos professores que não teriam pacote de dados ou banda larga adequada para uma entrevista por videoconferência. Já que os professores usavam a sua internet para as atividades laborativas já existentes devido à situação de

homeoffice.

Outro ponto muito discutido com o coordenador de matemática da instituição foi a diferença entre os termos tecnologias assistivas e tecnologias educacionais. Na sua opinião, o termo tecnologias assistivas estaria ligado a um passado não muito distante, cuja visão dos surdos era a de deficientes, incapazes, que precisam de ajuda, que têm problema, representando uma visão médica. O termo tecnologias educacionais, expressaria que o público alvo tem potencial para aprender e que a tecnologia pode ser um recurso pedagógico que facilite essa aprendizagem. Isso porquê no final do século passado, começou a surgir no Brasil uma visão socioantropológica, que enxerga o surdo como uma minoria linguística, um grupo (para alguns "povo") que tem a sua própria língua e pode aprender qualquer conteúdo, desde que respeitada as suas especificidades e períodos adequados de aquisição de linguagem para comunicação. Nas palavras do coordenador, *“O termo tecnologia assistiva carrega um preconceito. Um aluno nunca aprende mais do que o professor espera dele, se a concepção do professor em relação ao surdo é que ele é um deficiente, devemos fazer "o que dá", o que ele aprender está bom”*.

Dadas essas considerações, definiu-se que seria apresentado um texto explicando as definições e características que definem tecnologias assistivas, que serviu de base para a pesquisa. Esse texto fez uma correlação entre os termos tecnologias assistivas e tecnologias educacionais e seria apresentado no início das perguntas elaboradas sobre conhecimento de tecnologias assistivas.

No final de junho foi encaminhado o questionário para identificar as áreas da matemática nas quais os surdos encontram dificuldades de aprendizagem sob o ponto de vista dos professores, em substituição às entrevistas presenciais planejadas no protocolo inicial da pesquisa, que precisaram ser adaptadas devido à pandemia SARS-COVID e o decreto de isolamento social. O questionário ficou aberto durante vinte dias em julho, recebendo a resposta de cinco dos dez professores da equipe.

O perfil desses respondentes foi o de mesma faixa etária, escolaridade e tempo de experiência na profissão e na educação de surdos. Todos são ouvintes. O perfil de todos os participantes pode ser visto na tabela 8.

Tabela 8 - Perfil dos Respondentes do questionário para professores

Respondente	Idade	Escolaridade	Cargo/Função	Tempo de experiência na profissão	Tempo de experiência com alunos surdos
PO1	entre 41 e 59 anos	Mestrado	Coordenador de Disciplina ou de Área	Acima de 20 anos	Entre 6 e 10 anos
PO2	entre 41 e 59 anos	Mestrado	Professor Regente	Entre 11 e 15 anos	Entre 6 e 10 anos
PO3	entre 41 e 59 anos	Mestrado	Professor Regente	Entre 11 e 15 anos	Entre 11 e 15 anos
PO4	entre 41 e 59 anos	Doutorado	Professor Regente	Acima de 20 anos	Entre 6 e 10 anos
PO5	entre 41 e 59 anos	Mestrado	Professor Regente	Entre 11 e 15 anos	Entre 11 e 15 anos

Fonte: elaborada pela autora

Ao relatarem como tem sido a sua experiência em ministrar aulas para alunos surdos, todos os professores consideram gratificante e prazerosa. PO2 e PO4 relataram que estratégias utilizadas com ouvintes precisaram ser repensadas para serem utilizadas com os alunos surdos. Apenas PO5 expressou que considera desafiador, trabalhoso, e algumas vezes se sente desmotivado. Todos precisaram fazer curso de libras oferecido pela instituição. Na questão de solicitação de intérprete para auxílio em algum momento na sua aula, PO3 afirmou não recordar de já ter solicitado, e os demais professores responderam que solicitaram auxílio em situações como: relatos de experiências dos alunos em sala devido aos diferentes níveis linguísticos de domínio da libras; para confirmação de sinais em libras ou para auxílio de estagiários que fizeram prova de aula durante as aulas de matemática.

Na questão da identificação dos conteúdos mais fáceis e difíceis para serem desenvolvidos (construídos) com os alunos surdos, o professor PO1 respondeu que *“Existe um mito de que o surdo teria facilidade em matemática por conta de uma visualização mais apurada. Infelizmente, isso não é verdade!”*. A percepção e a organização espacial de algoritmos não tem relação com o domínio do conceito e sua aplicação. A classificação dos conteúdos como difíceis e fáceis pelos professores é apresentada na tabela 9.

Tabela 9 - Classificação dos conteúdos por professores

Professor	Conteúdos difíceis	Conteúdos fáceis
P01	estudo de funções; análise combinatória e situações problemas de maneira geral	
P02	conteúdos que envolvem linguagem matemática, Libras e Língua portuguesa.	algoritmos; regras prontas; cálculo simples de porcentagem; multiplicação, exercícios do tipo calcule
P03	equação quadrática, probabilidade, algoritmo da divisão	Progressão Aritmética; conceito de fração e operações e múltiplos de um número natural
P04	conteúdos que possuem muito texto como, por exemplo, análise de gráficos.	conteúdos que são exemplificados usando a visualização. Em equações, por exemplo, utilizando o equilíbrio de balanças.
P05	conteúdos mais abstratos	conteúdos que possuem uma interpretação visual

Fonte: elaborada pela autora

Na opinião dos professores as maiores dificuldades no processo de ensino com alunos surdos estão nas questões linguísticas, tais como: falta de estratégias apropriadas de comunicação; aquisição tardia da língua de sinais, fazendo com que muitas informações que os ouvintes já possuem ao entrar na escola, de um ensino formal (conhecimentos numéricos como contar, par e ímpar, figuras e conhecimentos linguísticos como "a mais", menos, maior, e tantos outros, que já são de amplo conhecimento dos ouvintes ao entrar na escola, no caso dos surdos, em geral é desconhecido) e os alunos têm dificuldade de memorização de vocabulário.

Para a identificação de recursos pedagógicos e estratégias adotados para a elaboração de aulas em Libras, uma língua de modalidade espaço-visual, os professores foram unânimes em afirmar que utilizam software de apresentação, especificamente o Powerpoint®. Eles elaboram apresentações com muitas imagens coloridas, esquemas visuais tentando tornar o conteúdo abordado na apresentação o mais visual possível. PO1, PO2 e PO3 afirmaram utilizarem também material concreto (qualquer objeto que possa ser manipulado como recurso pedagógico, podendo ser natural ou industrializado). PO4 afirmou que utiliza muito material impresso, com imagens ilustrativas. PO3 também informou acessar sites como o *cdme* (Conteúdos digitais para

o ensino e aprendizagem de matemática e estatística, <http://www.cdme.im-uff.mat.br>) da Universidade Federal Fluminense, que possui objetos de aprendizagem digitais que auxiliam na construção do conceito de alguns conteúdos.

Quando questionados sobre conhecimento de tecnologias assistivas, as que utilizam como recursos pedagógicos seriam: softwares de apresentação; vídeos do Youtube; imagens; softwares matemáticos, tais como Geogebra; sites de conteúdos digitais e pesquisas na Web.

Na opinião dos professores P01, P02, P03 e P04 o uso desses recursos de tecnologias no processo de ensino com alunos surdos é fundamental para a compreensão de certos conceitos, principalmente quando apresenta um diferencial do papel e caneta. P02 exemplificou que ao utilizar um software para construção de gráficos, pode-se variar o valor da incógnita "a" no gráfico da função do segundo grau. O aluno pôde perceber que se $a > 0$, a concavidade é para cima, se $a < 0$, a concavidade é para baixo e se $a = 0$, passa a ser uma reta. Isso mostra porque na definição precisa colocar $a \neq 0$. No entanto, P02 ressalta que os professores precisam identificar qual o objetivo de usar o recurso, pois se algo pode ser feito sem o recurso, não há necessidade de incluí-lo. O professor P05 alertou que, algumas vezes os recursos auxiliam o processo, em outras não. Dependendo do público, como alunos do sexto ano, por exemplo, o trabalho com material concreto produz melhores resultados de aprendizagem. P01 informou sentir necessidade de tempo para explorar novos recursos tecnológicos.

4.3 Estrutura

Nessa etapa o projeto começa a tomar forma, organizando visualmente tudo que foi pensado, pesquisado e definido anteriormente. Nesse momento não importa ainda o design visual, apenas a divisão de espaços e organização das informações nas telas (DOERR, 2014).

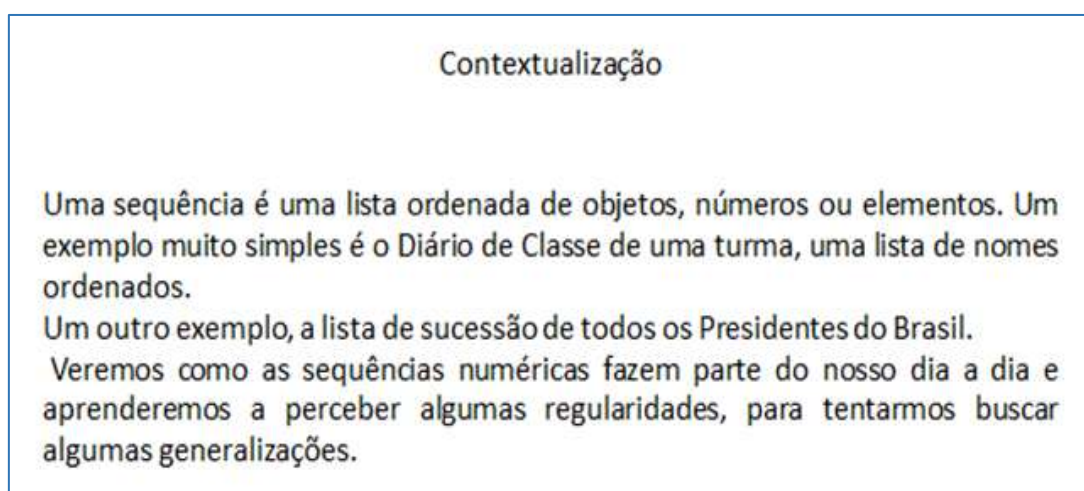
Inicialmente foi realizada uma reunião virtual com o coordenador de matemática do INES no final de agosto de 2020, apresentando o resultado das etapas anteriores. A discussão sobre as propostas iniciais do tema para o desenvolvimento dos recursos de aprendizagem, baseado na experiência da equipe de professores, foi realizada uma

reunião virtual, na qual definiu-se o tema “sequências numéricas” para o tema base para os recursos de aprendizagem. Esse tema foi escolhido por ter sido um dos mais selecionados pelos alunos do INES e por ser um tema de mais fácil elaboração para as atividades serem executadas individualmente de forma remota. Este tema também é abordado ao longo das séries da educação básica. O coordenador sugeriu que a pesquisadora fizesse uma sequência didática para apresentar à equipe.

Neste momento foi apresentado o questionário desenvolvido para a etapa da pesquisa com o público alvo. A pesquisadora sugeriu seguir o modelo do formulário no *Google Forms*, devido à situação da pandemia SARS-COVID e isolamento social. O coordenador de matemática aprovou e agendou uma nova reunião com a equipe. Nesta reunião, a pesquisadora apresentou a proposta de sequência didática de cinco atividades pesquisadas e os professores de matemática escolheram três atividades.

Os professores alertaram para a necessidade de um texto simples para contextualização antes das atividades (figura 13). A elaboração desses conteúdos foi feita pela pesquisadora que tem a sua formação inicial em matemática e experiência em docência na educação básica. Apresentamos a seguir as atividades selecionadas (figuras 14, 15 e 16).

Figura 13 – quadro da contextualização



Fonte: elaborada pela autora

Figura 14 – atividade 1 – Sequência de Fibonacci

Inserir a cena do filme O Código Da Vinci, que mostra Robert Langdon, tentando desvendar o mistério da morte do curador do museu do Louvre.

Explicação

Ao lado do corpo da vítima, havia uma mensagem cifrada:
 $13 - 3 - 2 - 21 - 1 - 1 - 8 - 5$
 Sophie Neveu, especialista em criptografia, verificou que se tratava de da sequência numérica de Fibonacci.
 $1 - 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 13 - 21$
 Vocês já ouviram falar desta sequência?

Janela de Tradução

Fonte: elaborada pela autora

Nesta atividade a professora P02 sugeriu a inclusão do filme que apresenta as sementes de girassóis e outros exemplos que são representados pela sequência de Fibonacci na natureza.

Figura 15 – atividade 2 – Camisas e Pregadores

Em geral, escrever uma expressão algébrica que descreva alguma situação não é uma tarefa muito simples. Vamos ver mais um exemplo.

Filme animado para a situação problema.
 Dona Maria lavou as camisas do time de futebol de seu neto Lulu e vai colocá-las para secar da seguinte maneira: ..cada camisa é presa por 2 pregadores; ..cada camisa é ligada à seguinte por um pregador. a. Quantos pregadores D. Maria usará para pendurar 3 camisas? E 4 camisas? E 8 camisas? b. E 10 camisas? E 11 camisas? c. D. Maria comprou duas cartelas de 12 pregadores cada. Esse número de pregadores será suficiente para prender as camisas de 22 jogadores? Justifique sua resposta. d. Com base nos resultados acima, construa uma tabela colocando na primeira coluna o número de camisas (C) e na segunda, o número de pregadores (P). e. Escreva uma expressão que represente o número P de pregadores necessário para pendurar um número C qualquer de camisas.


Janela de Tradução

Fonte: elaborada pela autora

Os professores foram unânimes em sugerir uma simplificação da atividade do cálculo do termo geral de uma sequência, dada a situação das atividades serem apresentadas de forma remota. Eles sugeriram questionar qual seria o próximo termo. Eles alertaram que seria prudente verificar junto ao intérprete de libras o glossário de termos dos conteúdos a serem abordados.

Figura 16 – atividade 3 – Emojis

Filme animado para a situação problema.
Observe a sequência de figuras e suponha que a lei de formação continue a mesma



Desenhe a figura que está faltando.
Qual será a figura que ocupará a 10ª posição nessa sequência?
Qual o padrão você pode verificar?
Qual será a figura que ocupará a 38ª posição nessa sequência?
Qual será a figura que ocupará a 120ª posição nessa sequência?

Janela de Tradução

Fonte: elaborada pela autora

P02 gostou muito desta atividade, pois poderia perguntar qual a figura da sequência está faltando e qual seria a próxima (depois da última). P02 ainda afirmou que os alunos adoram os emojis. Também alertou que esta atividade tem a possibilidade de trabalhar com a noção de múltiplos. P02 sugeriu uma reorganização das atividades. Após a apresentação desses conteúdos definiu-se a ordem das atividades como apresentada na figura 17.

Figura 17 – Organização dos Conteúdos

Atividade 1 - Sequência de Fibonacci	Atividade 2 - Emojis	Atividade 3 - Camisas e pregadores
<ul style="list-style-type: none"> • estágio básico da matemática • realiza as quatro operações básicas 	<ul style="list-style-type: none"> • intermediário da matemática • estágio básico + identificar múltiplos, divisores dos números 	<ul style="list-style-type: none"> • estágio avançado da matemática • estágio intermediário + habilidade de evoluir uma sentença para uma função

Fonte: elaborada pela autora

4.4 Conteúdo em Libras

Com objetivo de atender a demanda de pessoas com problemas de audição severa, é necessário dedicar um tempo especial para a elaboração do conteúdo em libras (BARBOSA, 2018).

Em conjunto com a equipe de professores de matemática, em reunião virtual no início de setembro de 2020, a pesquisadora apresentou o conteúdo a ser traduzido em libras. Após aprovação do conteúdo pela equipe, os textos de contextualizações e as perguntas elaboradas para verificar o entendimento do conteúdo foram encaminhados para a intérprete. A mesma intérprete que fez a tradução do questionário elaborado na fase da *Estratégia*. Esta fase também foi feita remotamente, onde a pesquisadora enviou os arquivos textos e a intérprete gerava os vídeos em libras e um arquivo em áudio com o texto em seu estúdio particular. Depois o material era enviado por e-mail. O arquivo em áudio serviu de base para a pesquisadora identificar o início da tradução e ter como fazer a legendagem dos vídeos em libras.

A intérprete de libras fez as adaptações características da Língua Brasileira de Sinais. Em alguns momentos, quando foi apresentado nomes ou não havia um sinal específico da libras, foi necessário utilizar o recurso da datilologia (sinalização do termo com o

alfabeto em libras). Outro recurso utilizado para auxiliar a compreensão do conteúdo foi a inclusão de imagens junto a contextualização.

Como houve a inserção da cena do filme “O Código da Vinci” que apresenta a sequência Fibonacci, foi necessário identificar o momento do apoio da imagem para a tradução. Assim, o intérprete saberia o momento para traduzir a fala e o lado da gravação, apresentando a imagem no vídeo de libras de forma interativa e relacionada ao que foi traduzido. Todo o contato com a intérprete foi de forma remota, via e-mail e mensagens trocadas por Whatsapp.

4.5 Desenvolvimento

Segundo Doerr (DOERR, 2014), nessa etapa ocorre todo o desenvolvimento tecnológico do projeto: a codificação, testes, análises e revisões a fim de proporcionar a garantia de qualidade ao produto final e aprovação do cliente. Os recursos de aprendizagem foram desenvolvidos pela pesquisadora, utilizando os softwares: *Powerpoint 2010®* e *VideoPad Video Editor®* (versão 6.29). O primeiro foi escolhido por ser o software de apresentação utilizado pelos professores de matemática do INES e o segundo por ser um software de edição de vídeos com uma versão gratuita para uso não-comercial que permite criar vídeos com qualidade profissional dada a sua manipulação bem intuitiva e também por já ter sido usado para a criação dos vídeos inseridos nos formulários da etapa de estratégia.

Para cada atividade e para cada conteúdo de contextualização dos recursos de aprendizagem, foram criadas animações no *Powerpoint 2010®* com inserção de efeitos de entrada, saída e realce. O *Powerpoint 2010®* também possibilitou salvar a apresentação como arquivo de vídeo, exemplo figura 18.

A partir dos quatro filmes iniciais, criados pela intérprete, foi realizada a edição dos filmes de cada conteúdo editados no aplicativo *VideoPad Video Editor®*, totalizando 32 filmes editados com legenda e sem áudio.

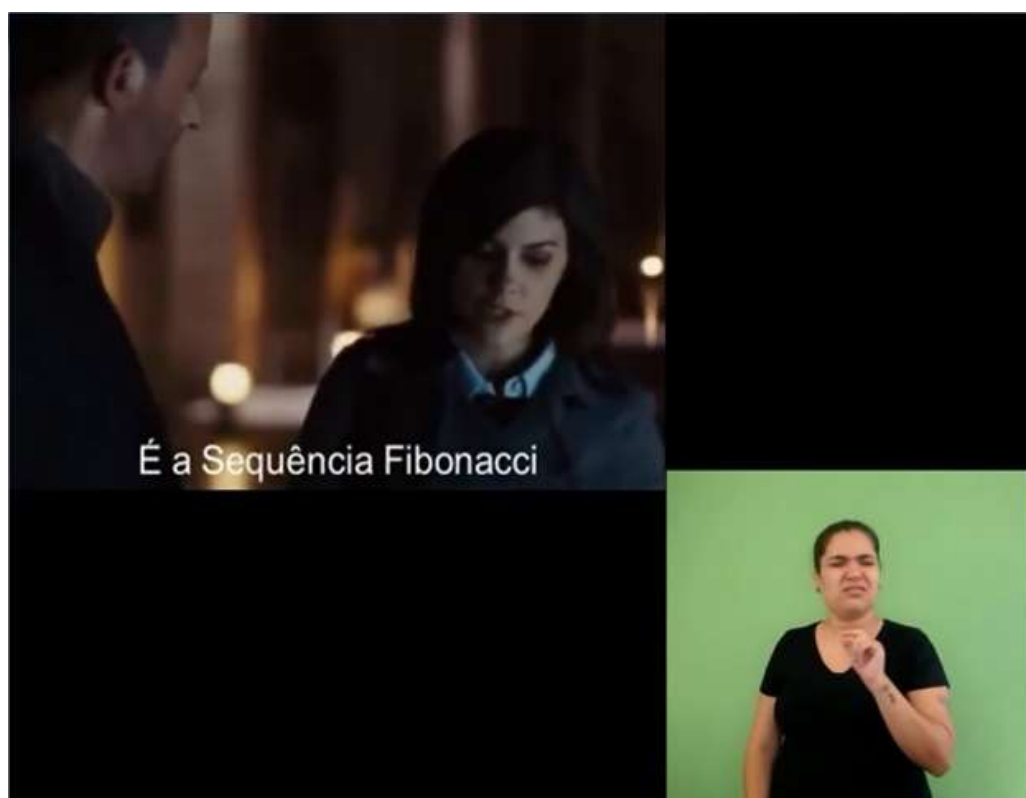
Figura 18 – Slide da animação de sequência de presidentes



Fonte: elaborado pela autora no Powerpoint, 2010.

Para inserir a cena do filme “O Código da Vinci” e os vídeos da intérprete para as traduções em libras, utilizou-se o aplicativo *VideoPad Video Editor*® para editar as legendas no vídeo da tradução e depois uniu-se os dois vídeos num slide do *Powerpoint 2010*® e gravou-se novo vídeo (exemplo figura 19, *link* do filme no Youtube, <https://youtu.be/ybqzW8jrW7I>). Para a elaboração deste vídeo, considerou-se o modelo apresentado por (NAVES et al; 2019) (figura 20).

Figura 19 – slide com cena do filme e vídeo em Libras



Fonte: elaborado pela autora no Powerpoint, 2010.

Figura 20 – janela de Libras na tela



Fonte: guia para produções audiovisuais acessíveis (NAVES et al; 2019)

Ao final, os vídeos foram agrupados em quatro conjuntos: contextualização (exemplo link do filme no Youtube, <https://youtu.be/UsSOkhEtBUs>); atividade 1 – Sequência de Fibonacci (exemplo link do filme no Youtube,

<https://youtu.be/ybqzW8jrW7I>); atividade 2 – Emojis (exemplo link do filme no Youtube, <https://youtu.be/35A8Bf9q9u8>) e atividade 3 – camisas e pregadores (exemplo link do filme no Youtube, <https://youtu.be/SADgNPeXYlc>).

Inicialmente, parte do material foi organizado na plataforma Google Forms (dezenove vídeos), para serem avaliados pelos professores. Os itens em libras e português podem ser visualizados numa cópia da atividade de contextualização de Sequências Numéricas no link <https://forms.gle/pD5eP8DofDT36NJbA>. A seguir é apresentado um resumo das seis seções do formulário. Todas as questões possuem seus enunciados e itens de respostas em texto em língua portuguesa (LP) filme sinalizado em libras com legendas em LP.

Seção 1 – Atividade de contextualização de Sequências Numéricas: apresentação do termo de consentimento de livre participação e a identificação da pesquisadora.

Seção 2 – Contextualização: contém duas animações apresentando definições de sequências numéricas, seus exemplos (imagem do diário de classe e a sequência dos presidentes do Brasil) e uma questão para identificar o número que representa a regra de construção da sequência dos presidentes.

Seção 3 – Atividade 1 – Sequência de Fibonacci: apresenta cena do filme o “Código da Vinci”, com termos da sequência. Apresenta também dois vídeos: explicação da cena do filme e explicação da definição de sequência de Fibonacci. A cena do filme “*Nature by Numbers*” de Cristóban Vila. Uma animação apresentando a fórmula de cálculo dos termos da sequência e uma questão para identificar o próximo número da sequência de Fibonacci.

Seção 4 – Atividade 2 – Emojis: apresenta um vídeo, uma animação contextualizando a apresentação dos Emojis. Apresenta também duas tarefas: selecionar a figura (emoji) que está faltando e identificar qual a próxima figura (emoji) a aparecer na sequência.

Seção 5 – Atividade 3 – Camisas e Pregadores: apresenta inicialmente um vídeo e uma animação contextualizando a atividade para cálculo do número de pregadores para prender camisas utilizando dois pregadores por camisa. Apresenta depois três perguntas: a quantidade de pregadores para quatro; para onze camisas e indicar a expressão que representa o número “P” de pregadores necessário para pendurar um número “C”

qualquer de camisas. Em seguida apresenta uma animação contextualizando a atividade para cálculo do número de pregadores para prender camisas de outra forma, cada camisa é presa por dois pregadores, porém, cada camisa é ligada à seguinte por um pregador. Depois as três perguntas são refeitas para essa nova forma de cálculo dos pregadores.

Seção 6 – Avaliação das atividades pelos professores: questionário (detalhado no Capítulo 5) com o objetivo de obter a opinião dos professores com respeito à interação com as atividades desenvolvidas.

Para a avaliação das atividades com o público surdo, organizou-se o material também num formulário *Google Forms*, contendo dez seções com as atividades apresentadas de duas formas:

- Modo Tradicional - contextualização e explicação em libras e textos em língua portuguesa;
- Modo em Blocos - inserção dos objetos de aprendizagem visuais além da contextualização e explicação em libras.

A diferença da apresentação das atividades do formulário de avaliação dos professores para a apresentação do formulário de avaliação dos indivíduos surdos está na inclusão de das atividades no modo tradicional relacionadas a cada uma das atividades no modo em blocos. Para a organização das atividades criaram-se mais três seções extras ao formulário de avaliação dos professores. Assim, cada atividade foi apresentada de duas formas, modo tradicional e modo em blocos, onde cada modo foi apresentado numa seção do formulário. Além de uma seção final para agradecimento da participação. Para o formulário de avaliação das atividades com o público surdo, foram criados mais treze vídeos com texto em língua portuguesa (LP) filme sinalizado em libras com legendas em LP.

Após o desenvolvimento dos recursos de aprendizagem e da organização dos formulários, foram feitos testes a fim de verificar as falhas que puderam ser corrigidas. Os testes foram realizados acessando o formulário por e-mail diferente do domínio Google e por celular. Esta revisão foi realizada pela pesquisadora. Os recursos de aprendizagem desenvolvidos foram veiculados nos formulários criados em virtude do distanciamento social exigido pela pandemia. A pesquisadora precisou realizar adaptações às propostas das etapas presenciais do protocolo inicial da pesquisa. Este

seria o momento de apresentação dos recursos criados aos professores e realização das oficinas e seus respectivos pré e pós-testes com os alunos.

4.6 Publicação Restrita

A publicação é o período de entrega para o cliente, onde pode ocorrer a publicação nas *Stores*. É também o momento de avaliação do projeto com a equipe de trabalho (DOERR, 2014). Na pesquisa foi considerada a *Publicação Restrita* por não haver submissão à *Stores*.

Uma primeira avaliação dos recursos desenvolvidos ocorreu a partir do teste piloto, realizado por uma usuária com deficiência auditiva severa, usa aparelho auditivo e é oralizada. As avaliações dos professores de matemática do INES e dos usuários surdos estão descritas no capítulo 5.

O teste-piloto iniciou no dia 16 de novembro de 2020, com o envio do link do formulário do *Google Forms* (link <https://forms.gle/eXQfzum9xDqtPyG58>) para a usuária ver os objetos de aprendizagem e responder um questionário ao final das seções de apresentações das atividades no próprio formulário. A resposta da usuária aconteceu em 22 de novembro de 2020. Este teste teve a finalidade de contribuir para a validação das apresentações, bem como sua interação com os recursos de aprendizagem. As tarefas referentes às atividades foram todas realizadas de forma correta. As perguntas e respostas do questionário para análise dos recursos de aprendizagem estão apresentadas na tabela 10.

Após a análise das observações feitas pela usuária, foram feitas alterações na organização do formulário para apresentação das atividades com os recursos de aprendizagem desenvolvidos e a avaliação do público surdo. Foram criadas seções entre as seções do Modo Tradicional e do Modo em Blocos, apresentando vídeos em libras e legendados, perguntando se desejava rever a explicação ou refazer as tarefas já realizadas no modo tradicional. O formulário final contém 23 seções (link <https://forms.gle/3MHMCBBM88UbhV4o6>).

Tabela 10 – questionário do teste piloto

Perguntas		Respostas
1	Qual a sua impressão sobre a organização das informações das atividades? Está de forma simples?	Sim
2	Foi mais fácil compreender as informações no modo em blocos?	Sim
3	As informações foram apresentadas de forma mais clara no modo em blocos do que no modo tradicional?	Sim
4	A apresentação das atividades em bloco seria útil para apoiar o estudo da matemática para os surdos?	Sim
5	Para você, os enunciados das questões podem ser retirados, já que estão traduzidos em Libras?	Não
6	Você acha que deveria ter a opção de finalizar a pesquisa após a primeira atividade e também após a segunda atividade?	Sim
7	Você acha que as questões para solução das atividades deveriam ser apresentadas uma única vez?	Não
8	Você gostou da qualidade dos vídeos?	Sim
9	Você considerou o modo em blocos de apresentação das atividades melhor do que a forma com a qual você viu esse conteúdo com o seu professor de matemática?	Sim
10	Qual a forma de apresentação das atividades que você mais gostou?	Modo em blocos
11	O que você mais gostou?	A apresentação do conteúdo em blocos e em vídeo, com imagens e texto!
12	O que você não gostou?	As perguntas e vídeos se repetem de slide para slide, se tornou cansativo responder as mesmas questões diversas vezes.
13	O que você acredita que poderia mudar para melhorar as atividades?	Tirar a repetição de vídeos e perguntas.
14	Você tem mais algum comentário para fazer?	Parabéns pelo trabalho desenvolvido! Foi inovador.

Fonte: elaborado pela autora

5. AVALIAÇÃO DOS RECURSOS DE APRENDIZAGEM

De acordo com a situação de decreto de isolamento social, definiu-se com a equipe de matemática do INES, a criação de dois formulários Google apresentando as atividades com os objetos de aprendizagem, um para o registro das avaliações dos professores da equipe de matemática do INES e de um outro formulário Google para a apresentação das atividades para indivíduos surdos pré-linguísticos que foram divulgados, por e-mail e redes sociais, para a comunidade surda e para alunos do INES que responderam ao questionário para definir o escopo de problemas matemáticos.

Vale lembrar que, em virtude do distanciamento social exigido pela pandemia, a pesquisadora precisou realizar adaptações ao protocolo inicial da pesquisa. A ferramenta *Google Forms* foi considerada adequada para a apresentação das atividades com os recursos de aprendizagens elaborados, pois permite a inclusão de vídeos, a criação de seções para organizar os tópicos de conteúdos e a apresentação do questionário para o registro das avaliações dos usuários.

Avaliação dos professores da equipe de Matemática do INES

Em 22 de outubro de 2020, foi enviado para o coordenador de matemática do INES o link do formulário do *Google Forms* (link da cópia <https://forms.gle/Kw6Hd4T7x8fgDt9z5>), para que os professores que participaram da etapa *Escopo* do desenvolvimento dos objetos de aprendizagem, avaliassem os objetos de aprendizagem criados. Para isso, foi elaborado um questionário ao final das seções de apresentações das atividades no próprio formulário e esse ficou disponível para resposta até 10 de dezembro de 2020. Ao final do período disponibilizado, quatro professores responderam ao questionário. Dos cinco professores que participaram da etapa *Escopo*, apenas P01 e P03 realizaram a avaliação dos objetos de aprendizagem.

Os dois outros professores foram identificados pela pesquisadora como P06 e P07. As perguntas e respostas estão apresentadas na tabela 11.

Todos os professores consideraram que a organização das atividades está simples, gostaram dos vídeos e usariam as atividades nas suas aulas. P01 as usaria pelas imagens, pelo texto em português escrito e por ter considerado a sinalização em libras muito bem feita, mas sugeriu o aumento da janela de intérprete, problema gerado pela formatação da ferramenta utilizada. Ele não gostou da parte do filme que contextualiza o conteúdo de sequências, pois as imagens dos presidentes com a indicação de diferentes períodos poderiam induzir os alunos a erros na questão de identificar o período da sequência da eleição de presidentes.

Além de simples, P03 considerou as atividades contextualizadas, facilitando o entendimento e bem elaboradas. Ele também levou em consideração a possibilidade de erro dos alunos informada por P01 e alertou para que se usasse uma única cor para os pregadores no objeto de aprendizagem da atividade 3. P06 achou o conteúdo com exemplificação prática e P07 apreciou as questões elaboradas na forma de inclusão gradativa de dificuldade além das atividades serem variadas, interessantes e com ótimo desenvolvimento, mas sugeriu que os vídeos com apresentação de generalizações fossem incluídos ao final da atividade e não durante.

Somente P07 gostaria que uma música suave, relaxante fosse incluída nos vídeos. Todos foram unânimes em não retirar os enunciados das questões mesmo com a tradução em Libras e também não incluir desvios condicionais que permitissem a finalização após a realização das atividades 1 e 2.

Quanto à classificação da Atividade 1, Sequência de Fibonacci, como atividade para aluno em estágio básico da matemática, 50% dos professores concordaram. A outra metade (P03 e P07) a classificaria como atividade para aluno em estágio intermediário. Para classificar a Atividade 2, Emojis, também metade (P03 e P07) a classificaria como atividade para aluno em estágio básico e não intermediário. A outra metade concordou com a classificação sugerida, estágio intermediário. Todos concordaram com a classificação de estágio avançado da matemática para a Atividade 3, Camisas e Pregadores, pois a atividade exige a evolução de sentenças para funções.

Tabela 11 – avaliação dos professores

Perguntas		Profes- sores	Respostas
1	Qual a sua impressão sobre a organização das informações das atividades? Está de forma simples?	P01	Sim
		P03	Sim
		P06	Sim
		P07	Sim
2	Por quê?	P01	
		P03	As questões estão contextualizadas, facilitando o entendimento. Os vídeos estão muito bons também.
		P06	Associação sucinta do conteúdo com a exemplificação prática.
		P07	As atividades têm desenvolvimento gradativo de dificuldades.
3	Você gostou da qualidade dos vídeos?	P01	Sim
		P03	Sim
		P06	Sim
		P07	Sim
4	Você gostaria que os vídeos tivessem áudio, como por exemplo, uma música suave, relaxante ?	P01	Não
		P03	Não
		P06	Não
		P07	Sim
5	Para você, os enunciados das questões podem ser retirados, já que estão traduzidos em Libras?	P01	Não
		P03	Não
		P06	Não
		P07	Não
6	Você usaria essas atividades nas suas aulas?	P01	Sim
		P03	Sim
		P06	Sim
		P07	Sim
7	Por quê?	P01	Apresenta o texto em português escrito, a sinalização muito bem feita em Libras e as imagens.
		P03	Porque estão bem elaboradas, mas sugeriria algumas alterações.
		P06	Associação sucinta do conteúdo com a exemplificação prática.
		P07	São atividades variadas e bem interessantes.
8	O que você mais gostou?	P01	A junção da sinalização em Libras com as imagens, começando com um exemplo simples para posteriormente generalizar.
		P03	De tudo de forma geral.
		P06	a contextualização foi muito feliz no tocante de associar conteúdo.
		P07	Da forma bem dosada como os vídeos são apresentados. A atividade que envolve a sequência de Fibonacci é muito bem desenvolvida e interessante.

Perguntas		Profes- sores	Respostas
9	O que você não gostou?	P01	Acho que a parte do filme e as imagens dos presidentes FHC 8 anos, Lula 8 anos, Dilma 5 anos, pode levar o aluno ao erro.
		P03	Na questão dos presidentes, pelo fato deles terem sido eleitos mais de uma vez (como FHC e Lula) não sei se eles saberão responder a sequencia. Seria melhor perguntar de quantos em quantos anos ocorre a votação. Na questão do Fibonacci, trocaria o antepenúltimo e penúltimo vídeos, porque teve uma quebra entre o enunciado e a pergunta da questão. A questão do Emoji está ótima e a do varal eu só teria colocado todos os pregadores verdes e não vermelho e verde no segundo vídeo . Quando eu estava assistindo, antes de aparecer o primeiro número de pregadores, eu achei que você iria contar só os verdes.
		P06	
		P07	Os vídeos complementares sobre diversos assuntos matemáticos poderiam ser apresentados ao final de todas as atividades e não durante,
Para responder às perguntas 10 a 14, considere a seguinte classificação para as atividades: 1. aluno em estágio básico da matemática - realiza as quatro operações básicas; 2. aluno em estágio intermediário da matemática – além das características do aluno em estágio básico da matemática, sabe identificar múltiplos, divisores dos números; 3. aluno em estágio avançado da matemática - além das características do aluno em estágio intermediário, possui a habilidade de evoluir uma sentença para uma função.			
10	Você concorda que a Atividade1-Sequência de Fibonacci seja classificada como atividade para aluno em estágio básico da matemática?	P01	Sim
		P03	Não
		P06	Sim
		P07	Não
11	Se você selecionou não, como você a classificaria?	P03	atividade para aluno em estágio intermediário da matemática
		P07	atividade para aluno em estágio intermediário da matemática
12	Você concorda que a Atividade2-Emojis seja classificada como atividade para aluno em estágio intermediário da matemática?	P01	Sim
		P03	Não
		P06	Sim
		P07	Não
13	Se você selecionou não, como você a classificaria?	P03	atividade para aluno em estágio básico da matemática
		P07	atividade para aluno em estágio avançado da matemática
14	Você concorda que a Atividade3-Camisas e Pregadores seja classificada como atividade para aluno em estágio avançado da matemática?	P01	Sim
		P03	Sim
		P06	Sim
		P07	Sim

Perguntas		Profes- sores	Respostas
15	Você concorda em incluir um desvio para a seção de avaliação das atividades ao final de cada atividade. Isto é, o aluno poderia escolher finalizar o formulário após a atividade 1 ou após a atividade 2.	P01	Não
		P03	Não
		P06	Não
		P07	Não
16	O que você acredita que poderia mudar para melhorar as atividades?	P01	A janela com o intérprete poderia ser maior, bem maior.
		P03	As observações que fiz lá em cima na pergunta referente ao que eu não havia gostado.
		P06	Em nada.
		P07	Considero as atividades bem elaboradas e com ótimo desenvolvimento.
17	Você tem mais algum comentário para fazer?	P01	
		P03	Parabéns pelo trabalho.
		P06	Nada a mais para incluir e/ou mudar.
		P07	Parabéns, Patrícia! É perceptível que seu trabalho é fruto de uma séria pesquisa, visando à confecção de atividades interessantes e acessíveis aos alunos surdos.

Fonte: elaborada pela autora

Avaliação dos indivíduos surdos pré-linguísticos

Durante o período de 3 de dezembro de 2020 a 28 de fevereiro de 2021, foi divulgado o link do formulário do *Google Forms* (link da cópia <https://forms.gle/bvjftGbAQww9we4B6>), nas redes sociais e por e-mail. Os e-mails além de terem um texto explicativo, também possuíam um vídeo em libras e legendado em língua portuguesa. Foram criados três modelos de e-mails e vídeos:

- O primeiro modelo (link <https://youtu.be/dfdtbmIX9MM>) foi enviado para os alunos que responderam o formulário sobre dificuldades no ensino de matemática, durante a aula de matemática no INES e que registraram o seu e-mail para receber informações futuras e resultados da pesquisa;
- O segundo modelo (link <https://youtu.be/o6D4wIbgdgM>) foi enviado para os respondentes do formulário sobre dificuldades no ensino de matemática divulgado nas redes sociais e que também registraram o seu e-mail para receber informações futuras e resultados da pesquisa;
- O terceiro (link <https://youtu.be/o6D4wIbgdgM>) modelo foi enviado para

divulgação do formulário de forma geral.

A primeira divulgação aconteceu em 3 de dezembro de 2020, uma segunda divulgação aconteceu em 9 de janeiro de 2021. E a terceira divulgação aconteceu em 11 de fevereiro de 2021. Essas divulgações foram feitas através de: envio de mensagens via *whatsapp* para pessoas surdas, mensagens via *messenger* para as páginas de associações ou grupos da comunidade surda e e-mail para os respondentes do questionário sobre dificuldades no ensino da matemática realizado na etapa *Estratégia* do desenvolvimento dos objetos de aprendizagem.

Ao final do período disponibilizado, três pessoas participaram da avaliação dos objetos de aprendizagem. Esses respondentes fazem parte do grupo que participou da primeira fase da pesquisa, eles responderam o formulário sobre dificuldades no ensino de matemática divulgado nas redes sociais e registraram o seu e-mail para receber informações futuras e resultados. Uma pessoa informou por mensagem no *Whatsapp* não ter conseguido carregar o formulário no seu celular, enviando inclusive uma foto com a mensagem que lhe foi apresentada. A pesquisadora sugeriu que ela tentasse no computador, o que também não foi possível, acontecendo o mesmo problema. Não houve retorno de nenhum aluno do INES que participou da pesquisa respondendo o questionário sobre as dificuldades no ensino da matemática durante as aulas presenciais no final de 2019, acredita-se que tiveram dificuldades para acessar o formulário devido ao número de seções e arquivos de imagens incluídos no formulário. As publicações do formulário em grupos do Facebook também não apresentaram respondentes, mesmo tendo sido feita três publicações, já descritas anteriormente.

Inicialmente estava previsto a finalização da pesquisa com os jovens que participaram da fase inicial da mesma, quando as aulas ainda aconteciam de forma presencial. Durante o ano letivo 2020, em decorrência do decreto de isolamento social e suspensão das aulas presenciais nas escolas públicas, tornou-se impossível a realização de qualquer atividade presencial com alunos no INES. O coordenador de matemática informou que as aulas estavam de forma remota e alertou que muitos alunos tinham dificuldades ou não tinham internet para acessar os materiais disponibilizados. A publicação do formulário aconteceu no início de dezembro, o coordenador de matemática disponibilizou o link do formulário para aqueles alunos cujo contato ele tinha em suas redes sociais. No início de fevereiro a pesquisadora tentou novo contato

com o coordenador e nova divulgação nas redes sociais, mas não obteve resposta de nenhum aluno. Como aconteceu na passagem de 2019 para 2020, deve ter ocorrido mudança na coordenação de matemática. E os alunos do INES podem ter tido dificuldades nos acessos à internet ou mesmo a falta destes.

A pesquisadora nomeou os respondentes da seguinte forma: I01; I02 e I03. O perfil deles foi de mesma faixa etária, coincidentemente, idade entre 41 e 65 anos. Todos possuem nível superior completo, um possui pós-graduação, outro mestrado e o terceiro doutorado. Dois respondentes se caracterizaram como surdos pré-linguais e todos se caracterizaram como oralizados (fazem leitura labial). O perfil de todos os participantes pode ser visto na tabela 12. Somente um respondente afirmou não dominar a Libras e se caracterizou como surdo pós-lingual.

Tabela 12 – Perfil dos respondentes

Respondente	Idade	Escolaridade	Surdo pré-lingual	É oralizado	Domínio da Libras
I01	entre 41 e 65 anos	mestrado	Sim	Sim	Sim
I02	entre 41 e 65 anos	superior completo	Não	Sim	Não
I03	entre 41 e 65 anos	doutorado	Sim	Sim	Sim

Fonte: elaborado pela autora

As perguntas e respostas referentes à avaliação das atividades estão apresentadas na tabela 13. Já as respostas e questões das atividades estão no Apêndice C. Todos os respondentes gostaram dos vídeos e consideraram a organização das atividades de forma simples. Para os três, as informações no modo em blocos foram de mais fácil compreensão, com a apresentação mais clara do que no modo tradicional e seria útil para apoiar o estudo da matemática para os surdos. Todos consideraram o modo em blocos melhor do que a forma com a qual aprenderam os conteúdos das atividades com o professor de matemática que eles tiveram.

Quanto ao que os respondentes mais gostaram, I01 informou ser o vídeo da atividade3- *Camisas e Pregadores*, por ser raciocínio lógico, apresentando a máquina de lavar e quantos pregadores seriam necessários para prender camisas. I02 gostou da clareza da

sinalização em libras, da apresentação em blocos com imagens e vídeos e da legendagem. I03 da facilidade de entender a apresentação dos módulos em blocos. Em relação ao que não gostaram e o que poderia ser mudado para melhorar as atividades, I01 respondeu não ter apreciado a sequência numérica (provavelmente a sequência de Fibonacci) e que deveriam ser mais contextualizadas. Achou a Atividade2-*Emojis* muito fácil, pois é bem visual, o que facilitaria a percepção dos surdos. I03 informou não ter gostado do recurso utilizado para refazer a resposta dada a uma questão, mas gostou do modo em blocos, foi mais fácil o entendimento. I02 não mudaria nada.

Tabela 13 – avaliação dos indivíduos surdos pré-linguísticos

Perguntas		Respondentes	Respostas
1	Qual a sua impressão sobre a organização das informações das atividades? Está de forma simples?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
2	Foi mais fácil compreender as informações no modo em blocos ?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
3	As informações foram apresentadas de forma mais clara no modo em blocos do que no modo tradicional?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
4	A apresentação das atividades em bloco seria útil para apoiar o estudo da matemática para os surdos?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
5	Você gostou da qualidade dos vídeos?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
6	Você considerou o modo em blocos de apresentação das atividades melhor do que a forma com a qual você viu esse conteúdo com o seu professor de matemática?	I01	Sim
		I02	Sim
		I03	Sim
7	Você gostou mais de qual forma de apresentação das atividades ?	I01	Modo em blocos
		I02	Modo em blocos
		I03	Modo em blocos
8	O que você mais gostou?	I01	Gostei mais daquele vídeo da máquina de lavar e quantos pregadores são usados para pendurar as camisas. Raciocínio lógico.
		I02	Da clareza das LIBRAS e da apresentação em blocos com imagens e vídeos. A legendagem também foi muito importante!
		I03	Da apresentação dos módulos em blocos; são mais fáceis para entendermos.

Perguntas		Respondentes	Respostas
9	O que você não gostou?	I01	Não gostei daquela sequência numérica.
		I02	Nada!
		I03	Bem... há uma resposta que é $P=C \times 2$; já na sequência seguinte, a resposta é $P=C+1$. Nos blocos, Patrícia, percebi que havia errado na resposta; decidi voltar para corrigir. Foi aí que bagunçou um pouquinho, pois não sabia mais onde eu estava. Por isso, não sei se corriji a minha resposta. Assim, mesmo sabendo fazer a questão (os módulos em bloco ajudaram), não sei se consegui corrigir a questão. Na minha modesta opinião, precisamos ver como tornar mais fácil o retorno para a correção.
10	O que você acredita que poderia mudar para melhorar as atividades?	I01	Acho que deveria ser mais contextualizado. Aquela atividade de emoticons achei muito fácil, pois é bem visual. Os surdos percebem as diferenças.
		I02	Nada, está perfeito a apresentação da intérprete!
		I03	A resposta anterior responde esta pergunta. Mas posso antecipar que o sistema por blocos fica muito mais fácil o entendimento. Gostei bastante.
11	Você tem mais algum comentário para fazer?	I01	
		I02	Parabéns pelo trabalho!!!!!!
		I03	Achei sua proposta maravilhosa para os surdos; é um avanço e tanto. Parabéns!

Fonte: elaborado pela autora

Comparando as avaliações dos professores e dos respondentes, todos consideraram que a organização das atividades está simples, gostaram dos vídeos. Os professores afirmaram que utilizariam as atividades (objetos de aprendizagem) em suas aulas, os respondentes surdos que as atividades apresentadas no modo em blocos foram melhores do que a forma com a qual eles aprenderam os conteúdos das atividades com o professor de matemática que eles tiveram (modo tradicional). Portanto eles aprovaram os objetos desenvolvidos.

Quanto à classificação do nível de conhecimento de matemática, a pesquisa foi inconclusiva devido à não participação dos alunos do INES na fase final da pesquisa, em decorrência das possíveis dificuldades de acesso à internet ou outras geradas pela pandemia mundial.

A observação do respondente I03 quanto ao recurso para refazer uma questão respondida no modo tradicional, após a visualização do modo em blocos, é uma decorrência da alteração realizada na organização das seções no Google formulário, após o teste piloto. Essa melhoria deverá ser realizada numa versão futura.

6. DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO DE RECURSOS DE APRENDIZAGEM – DCRA

Para encontrar o conjunto de diretrizes para a criação de recursos de aprendizagem que auxiliem a interpretação de textos de problemas matemáticos, foi realizada a etapa de especificação do escopo dos problemas e a elaboração de recursos de aprendizagem (Capítulo 4). Para a definição desse escopo, foi realizado o questionário online bilíngue (também apresentado no Capítulo 4). Inicialmente enumeraram-se as recomendações para a elaboração de questionário on-line para surdos pré-linguísticos e posteriormente as recomendações para a construção de objetos de aprendizagem para auxiliar a interpretação de textos de problemas matemáticos a partir das avaliações realizadas pelos professores de Matemática do INES e por indivíduos surdos (Capítulo 5). Além das recomendações geradas, a pesquisa também verificou recomendações obtidas a partir do mapeamento sistemático realizado.

As diretrizes foram especificadas com o propósito de ajudar os desenvolvedores de recursos de aprendizagem a contribuir para a qualidade desejada pelos usuários surdos. As diretrizes também poderão ser utilizadas como um instrumento de inspeção de qualidade. Para atender a esses propósitos, as diretrizes são apresentadas neste capítulo numa forma mais didática. Cada diretriz está apresentada com os seis itens descritos a seguir:

1. **Objetivo:** estabelece a finalidade na diretriz;
2. **Motivação:** situa a área de atuação da diretriz e motiva a sua utilidade e aplicabilidade;
3. **Conceito:** apresenta e ilustra os conceitos e a teoria que fundamenta a diretriz, e correlaciona com diretrizes similares encontradas na literatura;
4. **Definição:** a descrição propriamente dita da diretriz;
5. **Anexos:** informações complementares, tais como exemplos de sua aplicação;

6. Bibliografia: referências bibliográficas usadas para especificar a diretriz.

6.1 Diretrizes Baseadas na elaboração de questionário on-line para surdos pré-linguísticos

DCRA01 - *Inclusão de efeitos sonoros.*

1. Objetivo: incluir efeito sonoro;
2. Motivação: atender pessoas ensurdecidas ou ouvintes que visualizem o recurso e aprendizagem em conjunto com um indivíduo surdo;
3. Conceito: a inclusão é a equiparação de oportunidades, onde os processos sociais devem ser acessíveis e atender a todos;
4. Definição: esta diretriz pode ser usada sempre que necessária em atenção às pessoas ensurdecidas ou ouvintes que porventura estejam assistindo à produção audiovisual juntamente com a pessoa surda;
5. Anexos: na elaboração de um questionário online que possa ser respondido durante uma atividade escolar, inserir no recurso audiovisual uma música suave, de preferência instrumental;
6. Bibliografia: (ALVES, 2012), (REZENDE et al., 2013) e (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA02 - *Fornecimento das informações de forma visual.*

1. Objetivo: privilegiar informações visuais;
2. Motivação: leitura de imagens;
3. Conceito: ser capaz de observar os aspectos constitutivos das imagens, o que elas querem indicar em diferentes contextos e como representam a realidade;
4. Definição: dar preferência para a apresentação visual das informações e oferecer legendas para cada vídeo, figura e texto apresentados.
5. Anexos: quando apresentar uma imagem ou vídeo com um intérprete é importante o uso da legenda para ajudar a enriquecer o vocabulário da língua portuguesa de pessoas surdas;
6. Bibliografia: (SANTAELLA, 2012) e (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA03 - *Divisão em grupos ou seções das questões com múltiplos itens como resposta.*

1. Objetivo: facilitar o entendimento e não permitir a confusão entre item e questão;
2. Motivação: identificar com único recurso uma produção audiovisual que possua questão e vários itens como resposta;
3. Conceito: o agrupamento formata visualmente os vídeos que compõe o recurso. Na apresentação de questão com múltiplos itens de resposta uma produção audiovisual para cada objeto (questão e item), com o tempo a pessoa surda poderia já não identificar se estaria vendo a produção audiovisual do item ou se seria outra questão, visto que esses objetos visualmente têm o a mesma formatação;
4. Definição: criar uma forma visual de agrupamento dos vídeos da questão e suas respostas;
5. Anexos: figura 21;
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019).

Figura 21 – Exemplo de enunciado e itens de uma questão



Fonte: elaborada pela autora

DCRA04 - *Escolha do local para realização das sessões de uso do aplicativo recurso de aprendizagem.*

1. Objetivo: permitir foco na realização da atividade com recurso de aprendizagem;
2. Motivação: observações realizadas nas aulas presenciais;
3. Conceito: como os alunos surdos são motivados pelo sentido da visão, deve-se criar estratégias para diminuir o impacto de distração externa;
4. Definição: O local para as sessões de uso do recurso de aprendizagem deve evitar possíveis distrações externas, como visualização dos corredores de passagem, para que os alunos não se distraiam com possíveis brincadeiras dos colegas;
5. Anexos: nas observações realizadas, aconteceram mais interrupções na aula realizada na sala com portas abertas em virtude da falta de ar condicionado do que na aula realizada no laboratório de química, que era totalmente fechado;
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA05 - *Sugestão de monitores para os alunos surdos ou com baixa audição, dentre os seus colegas de classe.*

1. Objetivo: dinamizar a realização da atividade com recurso de aprendizagem;
2. Motivação: realização da atividade com recurso de aprendizagem por todos os alunos;
3. Conceito: "mediadores de aprendizagem", descrevem o a natureza da interação do aluno com outro aluno, a discussão entre companheiros com diferentes pontos de vista na resolução de uma atividade, ajuda a aprendizagem;
4. Definição: estimular alunos surdos que já tenham entendido como realizar a atividade com recurso de aprendizagem a auxiliar os colegas que não compreenderam tais conteúdos, já que possuem domínio de vocabulário equivalente;
5. Anexos: observações na realização de atividades tradicionais nas aulas de matemática e na aplicação do questionário inicial da pesquisa, onde aqueles que já tinham respondido ajudavam aqueles que tinham alguma dúvida no vocabulário das questões;
6. Bibliografia: (VYGOTSKY, 1962) e (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA06 - *Estímulos à realização das atividades pelos alunos surdos ou com baixa audição, individualmente, evitando a orientação externa antes da tentativa de resolução*

de uma atividade.

1. Objetivo: aluno adquirir aprendizado de forma individual a partir da utilização do recurso de aprendizagem;
2. Motivação: fomentar o aprendizado a partir de conhecimentos prévios dos alunos;
3. Conceito: Fornecer tempo suficiente para compreensão a partir da "zona de desenvolvimento próximo ou potencial" do aluno, significa interiorização progressiva e estável do aprendizado do aluno em relação ao seu cotidiano;
4. Definição: tentar a resolução individual do aluno antes da ajuda de professores, intérpretes ou alunos monitores para que o aluno desenvolva a sua aprendizagem de acordo com as suas habilidades já adquiridas e capacidade de entendimento;
5. Anexos: observações na realização de atividades tradicionais nas aulas de matemática, o professor incentivava inicialmente a solução de atividades individualmente, sanando as dúvidas de cada um de acordo com o conhecimento de cada aluno;
6. Bibliografia: (VYGOTSKY, 1962) e (AMORIM; FERREIRA, 2019).

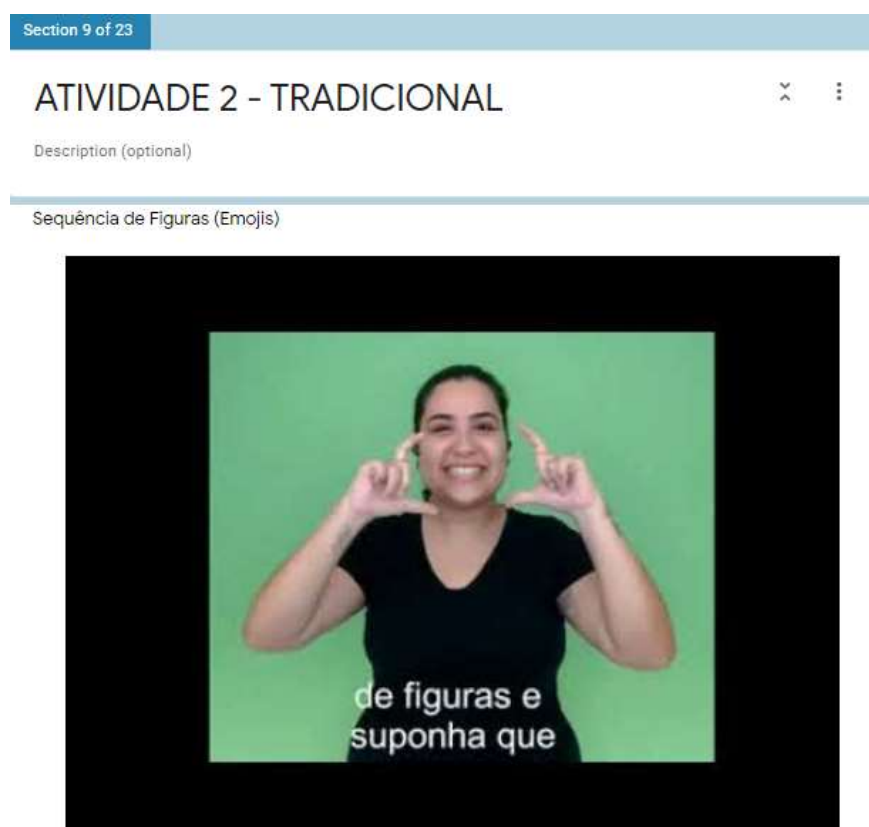
DCRA07 - Atenção para o limite máximo de indivíduos por atendimento de um intérprete para um grupo de surdos.

1. Objetivo: facilitar a visualização para a tradução do intérprete de libras;
2. Motivação: tornar acessível o conteúdo apresentado;
3. Conceito: o recurso de aprendizagem deve evitar qualquer problema que atrapalhe a visualização da tradução em libras;
4. Definição: Tornar a visualização do intérprete a melhor possível, provendo precisão na reprodução da linguagem de sinais. No caso de escolas especializadas, se torna similar à visualização do intérprete em conferências ou mesmo em janelas de Libras apresentadas em programas ou propagandas da televisão. Entretanto no caso de escolas com alunos incluídos em turmas regulares, é aconselhável o posicionamento dos alunos numa região comum dentro da sala de aula, para que não tenham dificuldade em visualizar o intérprete;
5. Anexos: observações realizadas quando a pesquisadora precisou do auxílio do intérprete para traduzir a apresentação da pesquisa na aula de matemática e na entrevista com o professor da turma;
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA08 - *Explicação prévia da atividade a ser realizada.*

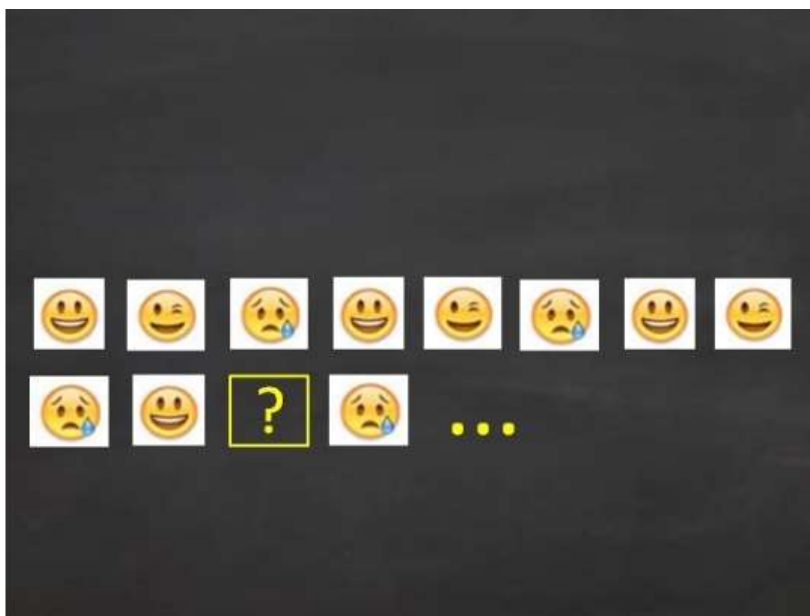
1. Objetivo: contextualizar conteúdos a serem abordados, disponibilizando vídeos em libras pré-gravados;
2. Motivação: facilitar o entendimento do tema que será abordado na atividade para os alunos surdos;
3. Conceito: contextualização inicial do conteúdo facilita o entendimento do tema que será abordado no recurso de aprendizagem;
4. Definição: elaboração de um vídeo em libras apresentando resumidamente a contextualização do conteúdo a ser abordado;
5. Anexos: observações realizadas quando a pesquisadora precisou do auxílio do intérprete para traduzir a apresentação da pesquisa na aula de matemática e na entrevista com o professor da turma (figuras 22 e 23);
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019) e (W3C, 2019).

Figura 22 – contexto do recurso de aprendizagem



Fonte: elaborada pela autora (link vídeo no Youtube <https://youtu.be/u2jVP5268g0>)

Figura 23 – objeto de aprendizagem com emojis



Fonte: elaborada pela autora (link vídeo no Youtube <https://youtu.be/35A8Bf9q9u8>)

DCRA09 - *Posicionamento dos meios de comunicação próximo aos alunos surdos (professor, intérprete, terminal de vídeo).*

1. Objetivo: fornecer tradução para a língua de sinais;
2. Motivação: tornar acessível o conteúdo apresentado;
3. Conceito: evitar dificuldades para a visualização do recurso de aprendizagem;
4. Definição: evitar qualquer tipo de impedimento à visualização dos canais de informações visuais para os indivíduos surdos.
5. Anexos: observações realizadas quando a pesquisadora aplicou o questionário presencialmente na aula de matemática;
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA10 - *Investimento em infraestrutura institucional acessível.*

1. Objetivo: prover acessibilidade e inclusão da pessoa com deficiência;
2. Motivação: tornar a instituição acessível a alunos surdos;
3. Conceito: eliminar barreiras físicas e possibilitar aos alunos surdos usufruírem os benefícios e realizarem as atividades cotidianas de uma instituição de ensino com mínimas restrições;
4. Definição: as instituições devem prover intérpretes, ambientes claros e sem barreiras

físicas que impeçam o contato visual entre o indivíduo surdo e as outras pessoas e internet rápida.

5. Anexos: observações realizadas quando a pesquisadora aplicou o questionário presencialmente na aula de matemática, caso a escola não seja especializada, mas tenha alunos surdos incluídos, deve fornecer cadeiras preferenciais, posicionadas próximo ao intérprete;

6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019).

6.2 Diretrizes elaboradas a partir da avaliação dos recursos de aprendizagem criados

DCRA11 - *Inclusão de questões para resolução pelos alunos após a apresentação do recurso de aprendizagem de conteúdo.*

1. Objetivo: incluir mecanismo para auxiliar a fixação do conteúdo;
2. Motivação: auxiliar os alunos surdos a fixarem o conteúdo apresentado;
3. Conceito: construir o conhecimento a partir da resolução de problemas concretos;
4. Definição: incluir questões após a apresentação do recurso de aprendizagem;
5. Anexos: observações realizadas quando a pesquisadora aplicou o questionário presencialmente na aula de matemática e entrevista com os professores de matemática (figuras 24 e 25);
6. Bibliografia: materiais de registro da presente tese.

Figura 24 – recurso de aprendizagem da contextualização de sequência numérica



Fonte: elaborada pela autora (link vídeo no Youtube <https://youtu.be/GrkVP16sFM8>)

Figura 25 – questão incluída no recurso de aprendizagem

que representa
a regra de construção

Qual é o número que representa a regra de construção da sequência dos presidentes?

☐ 2
☐ 4
☐ 8
☐ Não sabe

Fonte: elaborada pela autora

DCRA12 - *Utilização de animações, gifs ou memes que estejam circulando nas redes sociais.*

1. Objetivo: incluir temas do dia a dia dos alunos nos recursos de aprendizagem;
2. Motivação: fomentar o aprendizado a partir de conhecimentos prévios dos alunos;
3. Conceito: Fornecer recursos de aprendizagem que proporcionem a compreensão a partir da "zona de desenvolvimento próximo ou potencial" do aluno ou do grupo, significa interiorização progressiva e estável do aprendizado do aluno em relação ao seu cotidiano;
4. Definição: incluir objetos que se apresentam no dia a dia dos alunos, para que eles se identifiquem com as atividades e sintam mais prazer em realizá-las. Porém todo objeto deve ser adaptado com legendas e janela de libras, caso possuam textos;
5. Anexos: observações na realização de atividades tradicionais nas aulas de matemática e da análise das respostas do questionário com os professores, figura 23;
6. Bibliografia: (VYGOTSKY, 1962), materiais de registro da presente tese.


DCRA13 - *Inclusão gradativa de nível de dificuldade.*

1. Objetivo: organizar os conteúdos que serão apresentados nos recursos de aprendizagem;
2. Motivação: fomentar o aprendizado do aluno de forma gradativa, com a inclusão de dificuldade numa escala crescente, levando em consideração os conhecimentos prévios dos alunos;
3. Conceito: fornecer recursos de aprendizagem cujo grau de dificuldade seja apresentado de forma gradativa, tanto dos conteúdos quanto das questões para verificação da aprendizagem, isto é, organizar a apresentação da questão ou do conteúdo em itens sequenciais, onde a cada item possa ser incluído uma explicação que incrementa o que já foi apresentado anteriormente. Atentando para que as inclusões gradativas proporcionem a compreensão a partir da "zona de desenvolvimento próximo ou potencial" dos alunos;
4. Definição: o grau de dificuldade dos conteúdos apresentados ou das questões para fixação da aprendizagem deve ser ofertado de forma gradativa, isto é, a cada item subsequente pode ser incluído uma explicação que incrementa o que já foi apresentado anteriormente;
5. Anexos: observações na realização de atividades tradicionais nas aulas de

matemática, análise das respostas do questionário com os professores e sugestão dos professores em reunião virtual para a escolha das atividades. Exemplos figuras 26, 27 e 28;

6. Bibliografia: materiais de registro da presente tese.

Figura 26 – primeira questão da atividade 3



quantos pregadores

E agora, para 4 camisas, quantos pregadores Miguel usará? *

☐ 5

☐ 6

☐ 8

☐ Não sabe

Fonte: elaborada pela autora

Figura 27 – segunda questão da atividade 3



Para prender 11 camisas

E para 11 camisas? *

☐ 12


☐ 22

☐ 27

☐ Não sabe

Fonte: elaborada pela autora

Figura 28 – terceira questão da atividade 3



de pregadores

Selecione o item que apresenta a expressão que representa o número P de pregadores necessário para pendurar um número C qualquer de camisas.

☐ $P = C + 1$

☐ $P = C \times 2$

☐ $P = C + 2$

☐ Não sabe

Fonte: elaborada pela autora

DCRA14 - *Disponibilização do material em repositórios de fácil acesso, e de preferência que não precisem de cadastro pessoal.*

1. Objetivo: organizar repositório para armazenamento e disponibilização de recursos de aprendizagem;
2. Motivação: facilitar o acesso aos recursos de aprendizagem;
3. Conceito: disponibilizar os recursos de aprendizagem em canais de rápido acesso;
4. Definição: os alunos apreciam canais de rápido acesso para visualização de vídeos que auxiliem na compreensão de algum conteúdo e não gostam de preencher cadastros;
5. Anexos: análise da resposta da entrevista presencial com o professor, análise das respostas do questionário dos professores e sugestão dos professores em reunião virtual para a escolha das atividades. Exemplo canal do Youtube, denominado “MathLibras”, link www.youtube.com/channel/UC7rtwOJBv4c4PyIhSFvg3Hg/videos (GRÜTZMANN, ALVES, LEBEDEFF; 2020);
6. Bibliografia: (GRÜTZMANN, ALVES, LEBEDEFF; 2020), materiais de registro da presente tese.

DCRA15 - *Verificação junto ao intérprete de Libras do glossário de termos específicos para o conteúdo de Matemática a ser abordado.*

1. Objetivo: verificar glossário de termos que serão apresentados nos recursos de aprendizagem;
2. Motivação: oferecer coesão e linguagem simples na tradução para a língua de sinais;
3. Conceito: verificar a tradução da libras disponibilizada nos recursos de aprendizagem;
4. Definição: é prudente verificar se para um termo matemático específico já existe um sinal de libras criado. Também vale atentar para sinais que apesar de possuírem a mesma configuração de sinal, possuem significados diferentes;
5. Anexos: observações na elaboração do questionário inicial, análise da resposta da entrevista presencial com o professor, sugestão dos professores em reunião virtual para a escolha das atividades.
6. Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019), (W3C, 2019), materiais de registro da presente tese.

6.3 Diretrizes baseadas na literatura

DCRA16 - *Oferta de linguagem simples das informações textuais.*

1. Objetivo: Apresentar as informações em textos resumidos;
2. Motivação: oferecer coesão e linguagem simples;
3. Conceito: facilitar a compreensão e tradução de textos em línguas de sinais, criando frases na ordem sujeito-verbo-objeto. A língua de sinais é baseada em atributos visuais, é comum a ocorrência de movimentos como direção do olhar, da cabeça ou do corpo como recurso para a concordância nas frases;
4. Definição: devem-se evitar textos grandes em português, para apresentar as informações, pois a língua de sinais tem uma estrutura diferenciada. A construção de uma frase possui uma sequência diferente dos elementos que compõe a frase construída por ouvintes, a construção de frases é mais simplificada;
5. Anexos: exemplo de simplificação de texto. A frase “eu gosto muito de chocolate” pode ser simplificada para “gostar chocolate”, onde as palavras eu e muito serão expressas pela expressão facial.
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (W3C, 2019) e (QUADROS; KARNOPP, 2004).

DCRA17 - *Inclusão no grupo de elaboração do conteúdo do questionário um surdo pré-linguístico.*

7. Objetivo: avaliar o conteúdo elaborado a partir do ponto de vista do usuário final;
 8. Motivação: oferecer coesão e linguagem simples em língua de sinais;
 9. Conceito: verificar a avaliação da interpretação/tradução em língua de sinais e da velocidade da execução da tradução;
 10. Definição: deve-se incluir um indivíduo surdo na fase de elaboração dos conteúdos para permitir a avaliação da interpretação/tradução em língua de sinais e da velocidade da execução da tradução;
 11. Anexos: deve-se executar um teste piloto com um usuário surdo;
- Bibliografia: (AMORIM; FERREIRA, 2019), (W3C, 2019), (BRASIL, 2009 apud BARBOSA, 2018).

DCRA18 - *Utilização de diferentes estratégias de comunicação (diferentes formatos) na apresentação dos recursos de aprendizagem.*

1. Objetivo: disponibilizar a mesma informação em diferentes formatos;
2. Motivação: recomendações de acessibilidades encontradas na literatura;
3. Conceito: disponibilizar a mesma informação apresentada em diferentes formatos, tais como, vídeo em língua de sinais, legendas no vídeo e informação textual;
4. Definição: disponibilizar uma mesma informação em diferentes formatos; tais como, vídeo em língua de sinais, legendas no vídeo e informação textual;
5. Anexos: exemplo figura 29;
6. Bibliografia: (ABREU, 2010), (CANAL, 2015), (BARBOSA, 2018).

Figura 29 – apresentação da pesquisa em diferentes formatos



Apresentação da Pesquisa

Esta atividade faz parte de um estudo sobre recomendações para criação de objetos de aprendizagem acessíveis para surdos voltados para a Educação Básica. Esta pesquisa é desenvolvida pelo Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), coordenado pela Professora Dr^a Simone Bacellar Leal Ferreira (professora do curso de Sistemas de Informação do Departamento de Informática Aplicada da UNIRIO) e elaborado pela doutoranda Patrícia Felipe Amorim, com parceria da equipe de professores de Matemática da Educação Básica do Instituto Nacional de Educação de Surdos (INES).

A acessibilidade é um tema que está cada vez mais, despertando a atenção de governos e organizações públicas e privadas, o que motivou o presente estudo. Solicitamos sua colaboração, ao realizar a atividade. Isto não tomará mais que vinte minutos e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre esse tema no Brasil.

Esta atividade é uma proposta para integrar algumas tecnologias com o objetivo de auxiliar a contextualização do conteúdo Sequência Numérica da Matemática. Os dados de identificação não serão mencionados no relatório da pesquisa, o que preservará o anonimato e o sigilo dos respondentes. Ao realizar a atividade você estará concordando em participar da pesquisa.

Se houver necessidade de maiores esclarecimentos, por favor envie um e-mail para os responsáveis pela pesquisa:

Nome Aluno: patricia.amorim@unirio.br
 CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4788395799497168>
 Simone Bacellar Leal Ferreira: simone@unirio.br
 CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2928018459123736>

Fonte: elaborada pela autora

DCRA19 - *Apresentação de informação ou feedback visual para as ações do respondente.*

1. Objetivo: evidenciar a ação realizada;
2. Motivação: recomendações de acessibilidades encontradas na literatura;
3. Conceito: disponibilizar *feedback* visual para ações finalizadas;
4. Definição: disponibilizar um sinal visual que evidencie a finalização da ação;
5. Anexos: exemplo figura 30;
6. Bibliografia: (ABREU, 2010), (CANAL, 2015), (BARBOSA, 2018).

Figura 30 – apresentação de *feedback* visual



Fonte: elaborada pela autora

DCRA20 - *Filmagem dos vídeos num ambiente que possua uma área que possa ser colocado um fundo na cor padrão azul ou verde.*

1. Objetivo: permitir o uso do efeito *Chroma Key*;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: utilizar padrão de cores como fundo para a tela de filmagem dos vídeos, para possibilitar o efeito *Chroma Key*, o efeito de recorte do fundo, quer seja para o desenvolvimento de algum recurso de aprendizagem utilizando realidade aumentada ou simplesmente para a mudança do fundo da tela do vídeo;
4. Definição: utilizar padrão de cores (azul ou verde) para permitir o uso do efeito *Chroma Key*;
5. Anexos: exemplo figura 31;
6. Bibliografia: (BARBOSA, 2018) (ALVES, 2018).

Figura 31 – filmagem com fundo de tela no padrão recomendado



Fonte: elaborada pela autora

DCRA21 - *Edição dos vídeos das interpretações/traduições para inclusão das legendas.*

1. Objetivo: apresentar legendas em vídeos ao vivo ou gravados;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: disponibilizar a legenda em no máximo três linhas, mas o aconselhável é a utilização de duas linhas, centralizada na parte inferior do vídeo;
4. Definição: a legendagem para pessoas surdas não segue o padrão de legendagem de tradução de filmes internacionais, pode ocorrer em três linhas ou mais, mas o aconselhável é a utilização de duas linhas, centralizada na parte inferior do vídeo, para que espectador tenha tempo de harmonizar imagens e legendas, as quais também trazem a tradução da língua de sinais;
5. Anexos: exemplo figura 32;
6. Bibliografia: (CANAL, 2015), (ALVES, 2018), (W3C, 2019).

DCRA22 - *Sincronização da velocidade de leitura e da velocidade de sinalização.*

1. Objetivo: ajustar a velocidade do vídeo de acordo com a velocidade de leitura das legendas incluídas no vídeo;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: sincronizar a velocidade da apresentação das palavras das legendas e/ou do vídeo em língua de sinais;
4. Definição: a velocidade de leitura da legenda deve ser compatível com a velocidade da sinalização da língua de sinais que a legenda representa, para que o indivíduo surdo possa ler as legendas e ver a produção audiovisual confortavelmente;
5. Anexos: quando a legenda incluída possui tempo de duração maior do que a tradução na língua de sinais, deve-se aplicar o efeito de câmera lenta disponível nos aplicativos de edição de vídeos;
6. Bibliografia: (CANAL, 2015), (ALVES, 2018), (W3C, 2019).

DCRA23 - *Elaboração de grupos de questões por tipo de conteúdo abordado.*

1. Objetivo: agrupar questões por tipo de conteúdo;
2. Motivação: facilitar a identificação da produção audiovisual que possui questão e vários itens como respostas;
3. Conceito: o agrupamento formata visualmente os vídeos que compõe o recurso. Na apresentação de um recurso de aprendizagem com múltiplas questões, a pessoa surda poderia já não identificar se estaria vendo a produção audiovisual questão ou se seria outro grupo de questões, caso os objetos visualmente tenham a mesma formatação;
4. Definição: devem-se agrupar questões de mesma origem ou conteúdo;
5. Anexos: na elaboração de um questionário no *Google Forms*, criar uma seção por cada conteúdo, por exemplo, informação sobre dados pessoais pertinentes ao contexto da pesquisa, aprendizado de uma disciplina, conhecimentos adquiridos em relação à disciplina e situações que levem ao sucesso no aprendizado da disciplina (QOIAMSEDA versão para testes em <https://forms.gle/iKmJ4wosjjQyA3Ss7>);
6. Bibliografia: (REIS; FERNANDES, 2016), (AMORIM; FERREIRA, 2019).

DCRA24 - *Fornecimento de interface adaptativa de acordo com deficiência e/ou preferência.*

1. Objetivo: oferecer alternativas equivalentes (legendas ou descrições textuais) para

vídeos em língua de sinais;

2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: adicionar legendas ao vídeo em libras gravado ou disponibilizar a informação textual;
4. Definição: os indivíduos surdos possuem preferências com relação à visualização das informações, devido ao nível de proficiência da língua de sinais e a forma escrita da língua portuguesa. Muitos podem preferir o vídeo na língua de sinais, mas outros o texto na forma escrita;
5. Anexos: oferecer opção na ferramenta de vídeo para que o aluno possa escolher como, por exemplo, vídeo em língua de sinais, vídeo em língua de sinais com legenda ou informações textuais;
6. Bibliografia: (CANAL, 2015), (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019).

DCRA25 - Provimento de precisão na reprodução de textos e linguagem de sinais.

1. Objetivo: facilitar a compreensão do conteúdo do recurso de aprendizagem para o indivíduo surdo;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: adicionar legendas ao vídeo em libras gravado referente a alguma informação textual ou visual apresentada;
4. Definição: adicionar legendas em tempo real (*Closed Caption*) ou pré-gravadas ao vídeo, contextualizando o conteúdo visual, ou mesmo para indicar as falas legendadas;
5. Anexos: um dos recursos de aprendizagem elaborados na presente pesquisa teve a inclusão de uma cena do filme “O Código da Vinci” e os vídeos da intérprete para as traduções em libras. Nesta elaboração do recurso, utilizou-se o aplicativo *VideoPad Video Editor®* para editar as legendas no vídeo da tradução e depois unir os dois vídeos num slide do *Powerpoint 2010®* e gravou-se novo vídeo (exemplo figura 20, *link* do filme no Youtube, <https://youtu.be/ybqzW8jrW7I>);
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015), (ALVES, 2018).

DCRA26 - Disponibilização de vídeo em língua de sinais.

1. Objetivo: Prover reprodução de textos e áudios em linguagem de sinais;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: prover informação visual a toda informação textual ou em áudio;

4. Definição: disponibilizar vídeo em língua de sinais para todo texto escrito, contextualizando conteúdos ou mesmo traduzindo falas de diálogos;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem oferecer as informações baseadas em texto ou áudio em língua de sinais como, por exemplo, na figura 20, as informações de tradução do áudio e do vídeo bem como as identificações dos falantes foram traduzidas num vídeo em língua de sinais, disponibilizando um vídeo dentro do outro (exemplo figura 20, *link* do filme no Youtube, <https://youtu.be/ybqzW8jrW7I>);
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA27 - Apresentação de legendas nos vídeos gravados com língua de sinais.

1. Objetivo: apresentar legendas nos vídeos elaborados em língua de sinais;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: prover legendas na parte inferior do vídeo em língua de sinais;
4. Definição: ao oferecer o uso de texto e vídeo em conjunto tem-se a oportunidade de enriquecer o vocabulário dos alunos surdos;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem criados com vídeo em língua de sinais devem disponibilizar a legenda na parte inferior central do vídeo, aconselhável duas linhas. As legendas podem ser editadas no vídeo através de um aplicativo como, por exemplo, o *VideoPad Video Editor*®.
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (ALVES, 2018), (CANAL, 2015) (ABREU, 2010).

DCRA28 - Fornecimento de tempo suficiente para compreensão das legendas;

1. Objetivo: apresentar legendas nos vídeos em linguagem de sinais;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: a legendagem deve favorecer o movimento de deflexão, no qual o indivíduo surdo lê as legendas e olha as imagens da produção audiovisual de forma harmoniosa e sem desconforto;
4. Definição: O limite de tempo para visualização do conteúdo deve ser adequado à compreensão do público surdo, possibilitando ao indivíduo surdo repetir a leitura quantas vezes desejar;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem criados com vídeo em língua de sinais devem ter legendas editadas que permitam uma boa recepção entre o texto da legenda e o vídeo. Para que isso ocorra, a velocidade de leitura de uma legenda precisa ser

compatível com a velocidade da fala ou sinalização em língua de sinais que ela traduz. De acordo com a regra dos seis segundos europeia, existem três velocidades as quais um espectador pode assistir confortavelmente a uma produção audiovisual, 145, 160 ou 180 palavras por minuto (ppm). Quando a velocidade da fala for maior do que 180 ppm, o texto precisará ser editado para que o indivíduo surdo possa mover os olhos da legenda para a imagem acompanhando o vídeo harmoniosamente. O tempo de tradução para legendagem pode ser dividido em caracteres por segundo e de acordo com o tempo dos *frames* ou fotogramas (imagens individuais) do vídeo. Por exemplo, se um vídeo que possui 20 fotogramas, tem uma sinalização com duração de um segundo e esta sinalização aparece no 20º fotograma, a legenda pode ter até 25 caracteres se considerar o limite de 145ppm. Essa contagem de tempo pode ser realizada através de um aplicativo de edição de vídeos como, por exemplo, o *VideoPad Video Editor*®.

6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (ALVES, 2018), (CANAL, 2015) (ABREU, 2010).

DCRA29 - *Disponibilização de dicionário para linguagem de sinais e texto;*

1. Objetivo: prover definições específicas de palavras ou expressões idiomáticas em linguagem de sinais;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: facilitar a compreensão do conteúdo apresentado no vídeo em língua de sinais;
4. Definição: identificar definições específicas de palavras ou expressões idiomáticas através de um dicionário com a imagem do sinal, a palavra e sinônimos, pode facilitar a compreensão do conteúdo apresentado;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem criados com vídeo em língua de sinais devem disponibilizar acesso a um dicionário e glossário de termos para que possa auxiliar o indivíduo surdo a compreender o conteúdo apresentado;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA30 - *Garantia de facilidade e usabilidade na navegação;*

1. Objetivo: facilitar a navegação;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: prover interface para usuário surdo baseada em objetos visuais, tais como, ícones ou imagens;

4. Definição: As informações da estrutura de navegação nas telas de apresentação dos conteúdos devem estar disponíveis em língua de sinais, ícones ou imagens;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem deve ser criados explorando o uso de ícones representativos para que possa auxiliar o indivíduo surdo a compreender a navegação no recurso. Por exemplo, na figura 31, optou-se pela inclusão de vídeo em língua de sinais já que a ferramenta *Google Forms* não permitia alterar o conteúdo do botão voltar, ou seja, tirar a palavra voltar e incluir um ícone;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA31 - *Oferta de interface simples;*

1. Objetivo: facilitar a compreensão dos elementos integrantes da *interface*;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: evitar o uso exclusivo de textos para a interação do usuário surdo com a *interface*;
4. Definição: Prover uma interface para o usuário surdo baseada em objetos visuais, tais como, ícones, *gifs*, ao invés do uso excessivo de textos;
5. Anexos: as *interfaces* dos recursos de aprendizagem devem ser criadas explorando o uso de ícones representativos para que possam facilitar a interação do indivíduo surdo com o recurso;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA32 - *Substituição de áudio por imagens, textos ou língua de sinais;*

1. Objetivo: representar as informações pré-gravadas em áudio usando informações visuais;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: fornecer conteúdos visuais para os recursos de áudios pré-gravados;
4. Definição: deve-se oferecer alternativa para o áudio pré-gravado apresentado, através de vídeo em língua de sinais, imagens, animações ou legendas;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem prover recursos visuais aos conteúdos apresentados em áudios pré-gravados, tais como, texto simplificado, apresentações gráficas, imagens, vídeos em língua de sinais ou animações;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA33 - *Apresentação de legendas em vídeos ao vivo ou pré-gravados;*

1. Objetivo: prover vídeos pré-gravados de legenda pré-gravada e vídeos ao vivo com legenda ou tradução em língua de sinais em tempo real;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: incluir legenda para qualquer recurso de aprendizagem em vídeo;
4. Definição: devem ser incluídas as legendas sincronizadas para todo o conteúdo de vídeo pré-gravado. No caso de vídeo ao vivo a oferta do recurso *Closed Caption* deve ser disponibilizado;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem apresentar minimamente a inclusão de legendas aos conteúdos apresentados em vídeos;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA34 - *Oferta de reconhecimento e tradução para linguagem de sinais;*

7. Objetivo: prover vídeos em língua de sinais;
8. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
9. Conceito: incluir legenda para qualquer recurso de vídeos;
10. Definição: a interpretação em língua de sinais deve ser fornecida para todo o conteúdo de áudio pré-gravado ou texto existente;
11. Anexos: os recursos de aprendizagem devem atentar para que o vídeo da tradução em língua de sinais capte todos os detalhes sobre os movimentos das mãos, olhos e boca do intérprete;
12. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019), (CANAL, 2015).

DCRA35 - *Definição de idioma regionalizado (linguagem de sinais regionalizada);*

1. Objetivo: prover vídeos em língua de sinais regionalizada;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: incluir vídeo em língua de sinais regionalizada para qualquer recurso de aprendizagem;
4. Definição: a disponibilização de escolha da região para a apresentação da interpretação em língua de sinais serve para evitar a compreensão errada dos conteúdos apresentados;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem atentar para que o vídeo da tradução em língua de sinais apresente as nuances de linguagens referentes à regionalização pertinentes à apresentação dos recursos, uma vez que a língua de sinais pode possuir

diferentes sinais para uma mesma palavra ou expressão idiomática da língua falada de acordo com a região do país;

6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019).

DCRA36 - Fornecimento de notificações em modo vibratório ou visual;

1. Objetivo: possibilitar a apresentação de notificação para o indivíduo surdo de forma compreensível a sua especificidade;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: disponibilizar no recurso de aprendizagem, quando necessário, notificação para o indivíduo surdo na forma visual ou vibratória;
4. Definição: oferecer alternativas equivalentes para uma notificação que originariamente seria textual, apresentando o conteúdo da informação equivalente em vídeo pré-gravado, preferencialmente vídeos em língua de sinais ou imagens associadas a sinais vibratórios;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem apresentar notificações em relação às atividades realizadas pelo indivíduo surdo usando imagens ou vídeos, preferencialmente em língua de sinais;
6. Bibliografia: (CARMO; PAIVA; CAGNIN, 2019).

DCRA37 - Oferta de legenda para objetos audiovisuais em línguas estrangeiras;

1. Objetivo: prover legendas pré-gravadas para objetos audiovisuais em línguas estrangeiras pré-gravados;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: incluir legenda para qualquer recurso de aprendizagem que contenha objeto audiovisual em língua estrangeira;
4. Definição: quando se desejar utilizar um objeto audiovisual estrangeiro numa atividade proposta, devem ser incluídas as legendas na segunda língua dos alunos surdos, a língua escrita, para auxiliar na interpretação do conteúdo;
5. Anexos: os recursos de aprendizagem devem apresentar minimamente a inclusão de legendas sincronizadas para todo o conteúdo de objetos audiovisuais em línguas estrangeiras pré-gravados;
6. Bibliografia: (CANAL, 2015).

DCRA38 - *Utilização de escala de medição de motivação e de ansiedade em relação à matemática para a calibragem da proposta de tipos de problemas matemáticos a serem resolvidos;*

1. Objetivo: prover motivação para resolver um problema matemático;
2. Motivação: recomendações encontradas na literatura;
3. Conceito: utilizar testes que permitam diagnosticar uma escala de motivação e ansiedade em relação à resolução de problemas matemáticos;
4. Definição: a motivação para resolver um problema matemático se manifesta nas crenças sobre a importância do problema (cognição) e no comportamento, tristeza ou raiva, sentida pelo fracasso em resolver o problema;
5. Anexos: os problemas matemáticos devem ser incluídos nos recursos de aprendizagem com base nos resultados dos testes para diagnosticar a escala de motivação e ansiedade em relação à resolução de problemas pelo aluno ou grupo de alunos surdos;
6. Bibliografia: (HANNULA, 2006 apud ARIAPOORAN, 2017).

A partir das observações feitas pelos avaliadores que participaram tanto da avaliação do questionário on-line, como dos recursos de aprendizagem, elaborou-se esse conjunto de diretrizes. Espera-se que esse trabalho ofereça diretrizes de acessibilidade para o contexto de elaboração de recursos de aprendizagem para auxiliar a interpretação de textos de problemas matemáticos para estudantes surdos, tanto quanto para contextos de outras disciplinas.

7. CONCLUSÕES

7.1 Conclusões

A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, teve como objetivo propor recomendações para o desenvolvimento de ~~objetos~~ recursos de aprendizagens educacionais que contextualizassem problemas matemáticos para o público surdo pré-linguístico com base na pedagogia visual, para isso foi necessário elicitar requisitos não funcionais de usabilidade e acessibilidade necessários para o desenvolvimento de tais recursos.

Além disso, foram identificados aplicativos para serem utilizados como apoio às atividades de compreensão textual na resolução de problemas matemáticos, utilizando os recursos tecnológicos e/ou tecnologias assistivas adequadas para a atividade de interpretação de texto.

Devido à situação de pandemia mundial vivenciada desde março de 2020, o trabalho precisou ser adaptado à nova realidade. A pesquisa seria baseada em atividades presenciais: entrevistas com professores e intérpretes, observação das aulas de Matemática e participação em aulas ministradas em conjunto com os professores para utilizar os objetos de aprendizagem. Contudo as etapas previstas precisaram ser reformuladas para serem realizadas de forma virtual e remota. A princípio foi planejado utilizar aplicativos já existentes, que pudessem ser testados em oficinas com alunos durante as aulas de Matemática. Com o isolamento social, que impactou drasticamente a presente pesquisa, pensou-se em elaborar objetos de aprendizagem a partir de aplicativos que fizessem parte do dia a dia dos professores que ministram aulas no INES.

Juntamente, realizou-se um mapeamento sistemático para verificar recursos

computacionais e estratégias que pudessem ajudar os docentes e facilitar o acesso dos alunos surdos aos conteúdos de resolução de problemas matemáticos a partir do letramento visual para interpretação e compreensão dos textos desses problemas.

Também foi necessário o estudo de trabalhos já realizados por professores que atuam com alunos surdos e das normas brasileiras para produção de material audiovisual em Libras. Depois do levantamento dos trabalhos relacionados e das técnicas para o desenvolvimento de produções audiovisuais para surdos, identificaram-se recomendações para serem utilizadas no desenvolvimento dos objetos de aprendizagem.

Após o desenvolvimento dos objetos de aprendizagem e da organização das atividades em conjunto com a equipe de professores de Matemática do INES, um teste piloto foi realizado para validar as atividades, bem como a interação com os objetos de aprendizagem. Essa avaliação gerou alterações na organização do formulário a partir das observações feitas pela usuária e gerou a redução de tempo de execução do formulário de 46 minutos para 36 minutos (tempo medido pela pesquisadora).

A avaliação não obteve resposta dos alunos que participaram da seleção dos conteúdos de Matemática classificados como difícil e a escolha do tema gerador dos objetos de aprendizagem, porque aqueles que informaram o seu e-mail como contato não responderam aos três e-mails enviados no período de 3 de dezembro de 2020 a 28 de fevereiro de 2021. Acredita-se que possam ter tido dificuldades em acessar o formulário devido ao número de seções e arquivos de imagens embarcados no formulário. Talvez não estivessem com acesso à internet no período ou outros problemas derivados da situação de pandemia SARS COVID.

O uso de tecnologias assistivas como recurso pedagógico pode ajudar o ensino e a aprendizagem da Matemática, relacionando a Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), a Língua Portuguesa e a Matemática como relatado nas observações realizadas pelos professores e usuários finais que avaliaram os objetos de aprendizagem. O desenvolvimento de objetos de aprendizagem baseado numa concepção visual dos conteúdos facilitaram o envolvimento dos avaliadores com as atividades.

Os conteúdos apresentados em Libras foram elogiados pelos professores avaliadores, porém o tamanho da janela da intérprete de Libras foi indicado como

problema por um dos professores enquanto que os avaliadores surdos não identificaram isso. A situação relatada pelo avaliador surdo quanto ao recurso para refazer uma questão respondida no modo tradicional, após a visualização do modo em blocos, é uma alteração necessária para se fazer futuramente.

Os professores avaliadores afirmaram que utilizariam os objetos de aprendizagem em suas aulas. Eles sugeriram alterações que poderão ser implementadas em versões futuras. Tanto os professores quanto a respondente do teste piloto afirmaram que os enunciados das questões deveriam ser apresentados também na forma escrita, além da legendagem e da sinalização em Libras, pois na comunidade surda existem vários níveis de proficiência na leitura do português escrito bem como da visualização da Libras. Isso inclusive pode ajudar na aquisição de vocabulário para os alunos surdos. Apesar dos avaliadores surdos terem níveis altos de instrução, eles elogiaram a iniciativa do trabalho e afirmaram que preferiam as atividades apresentadas em blocos com os objetos de aprendizagem visuais do que o modo como os conteúdos foram apresentados por seus professores no passado.

Com o presente trabalho, foi possível entender as necessidades dos alunos surdos e propor objetos de aprendizagem a partir da experiência dos professores da instituição e de insights ocorridos durante as reuniões virtuais. Acredita-se que as diretrizes possam ser aplicadas a contextos de diferentes conteúdos da Matemática ou mesmo de outras disciplinas.

Como o propósito do presente trabalho foi identificar requisitos para auxiliar o desenvolvimento de recursos de aprendizagem educacional visual que contextualizassem problemas matemáticos, foi necessária a realização de duas atividades de avaliação, a primeira realizada com os professores especialistas de uma instituição de ensino secular e consagrada em relação à educação de surdos, e a segunda com os principais *stakeholders*, indivíduos surdos. Por meio da avaliação dos objetos de aprendizagem, realizada de forma remota, foi possível concluir de forma clara e precisa o conjunto de diretrizes que são a alma deste trabalho. Esse trabalho possibilitou a identificação de 38 diretrizes, sendo 15 elaboradas pela autora, 23 obtidas da literatura sendo 13 (das 23 obtidas) baseadas na WCAG 2.1.

Entre os resultados obtidos nas avaliações, destaca-se que os avaliadores surdos

conseguiram vivenciar uma experiência de aprendizado visual, valorizando a cultura surda. Rompendo com o domínio da simples tradução do contexto em Língua Portuguesa para a Libras.

As evidências coletadas indicam que este trabalho tem grande potencial de prover instrumentos de suporte à construção de objetos de aprendizagem acessíveis, por consequência, potencializar uma educação mais inclusiva. As principais contribuições dessa pesquisa foram a apresentação do que se tem hoje para o ensino da Matemática de alunos surdos, e o conjunto de diretrizes para o desenvolvimento de objetos de aprendizagem visuais para esse ensino.

Esse trabalho também contribui para os “Grandes Desafios da Pesquisa em Interação Humano-Computador no Brasil” (GrandIHC-BR) indicando o tema de Acessibilidade e Inclusão Digital (GRANATTO; PALLARO; BIM, 2016) e para a agenda de pesquisas sugeridas no segundo grande desafio, o tema “Acessibilidade e Inclusão Digital: Utopia ou Grande Desafio?”, com os objetivos de fomentar o desenvolvimento de interfaces, considerando “contextos da diversidade cultural brasileira e promover recomendações de Interação Humano-Computador especializadas em deficiências” (FERREIRA et al., 2017).

7.2 Recomendações de Trabalhos Futuros

Para pesquisas futuras, recomenda-se a elaboração de objetos de aprendizagem com opção de seleção de conteúdo de acordo com a série ou faixa etária referente ao público que fará uso desses objetos. Além de criar objetos para todos os conteúdos trabalhados na educação básica.

Certamente outra possibilidade de pesquisa também seria a personalização dos objetos de aprendizagem, talvez utilizando *storytelling* ou mesmo a elaboração de jogos de interpretação de papéis (RPGs), a utilização de realidade aumentada e virtual para a construção de objetos de aprendizagem. Outra sugestão seria uma pesquisa que elaborasse um aplicativo validador das recomendações elencadas no presente trabalho.

Criar um canal do Youtube específico para situar as produções audiovisuais elaboradas e um ambiente virtual que organize os links dos objetos sitiados no canal,

viabilizando o acesso por conteúdo, série ou faixa etária. Também poderão ser feitos estudos sobre as estatísticas de acesso às produções audiovisuais a partir das ferramentas oferecidas pelo Youtube.

Após o período de isolamento, devido à pandemia, organizar oficinas para apresentar aos professores do INES como os objetos foram criados e manter a parceria firmada para dar continuidade ao desenvolvimento de objetos de aprendizagem visual para os conteúdos trabalhados no ensino médio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIATAL, L. K. S.; HOWARD, G. R.. Constructivist Assistive Technology in a Mathematics Classroom for the Deaf. Proceedings of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists 2019 on ZZZ - SAICSIT '19. Anais...New York, New York, USA: ACM Press, 2019. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3351108.3351136>

ABREU, Pollyanna Miranda de. A162r Recomendações para projetos de TICs para apoio a alfabetização com Libras / Pollyanna Miranda de Abreu. — Belo Horizonte, 2010.xx, 99 f. : il. ; 29cm Dissertação (mestrado) — Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Ciência da Computação

ALVES, A. S. Estudo do Uso de Diálogos de Mediação para Melhorar a Interação de Surdos Bilíngues na Web. 2012. Dissertação (Mestrado em informática). Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2012.

ALVES, A. S. Construção do framework ASAS para apoiar a interação e a comunicação entre usuários surdos pré-linguísticos e profissionais de saúde. 2020. Tese (Doutorado em informática). Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2020.

ALVES, S.F.. Guia Orientador para Acessibilidade de Produções Audiovisuais. Universidade Federal do Ceará. CE. Brasil. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/internet/agencia/pdf/guia_audiovisuais.pdf>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

AMORIM P.F., FERREIRA, S.B.L. 2019. An Online Survey Design Approach Considering the Diversity of Pre-Linguistic Deaf Respondents. In Proceedings of 18h Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC 2019). October 21-25, Vitória, Brazil. ACM, New York, NY, USA, 11 pages. <https://doi.org/10.1145/3357155.3360476>.

ANTUNES, D.R. Proposta de um modelo computacional para representação de sinais em uma arquitetura de serviços HCI-SL para Línguas de Sinais. 2015. Tese (Doutorado em Informática) – Programa de Pós-graduação em Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ARIAPOORAN, S. (2017). Mathematics Motivation, Anxiety, and Performance in Female Deaf/Hard-of-Hearing and Hearing Students. *Communication Disorders Quarterly*. 38. 172-178. 10.1177/1525740116681271.

BARBOSA, Priscyla Gonçalves Ferreira. Acessibilidade em museus: um estudo de caso para apoiar as pessoas com deficiência auditiva com o uso de Realidade Aumentada. Rio de Janeiro. 2018. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Estado do Rio

de Janeiro. RJ. Brasil.

BARBOSA S.D.J; SILVA, B.S. Interação humano-computador. Ed. Elsevier, 9ª. Tiragem. 2010. Rio de Janeiro – RJ.

BATANERO, C. et al. Effects of New Supportive Technologies for Blind and Deaf Engineering Students in Online Learning. IEEE Transactions on Education, v. 62, n. 4, p. 270–277, nov. 2019.

BBC. 2017. Subtitle Guidelines. Disponível em: <<http://bbc.github.io/subtitle-guidelines/>>. Acesso em: 20 novembro 2018.

BEHARES, L. E., PELUSO, L. A Língua Materna dos Surdos. Revista Espaço. INES, Rio de Janeiro, n. 6, p. 40-48, mar.1997.

BERSCH, Rita; TONOLLI, José. Introdução ao conceito de tecnologia assistiva. c2017. Disponível em: <<http://www.assistiva.com.br/>>. Acesso em: 4 Jun. 2018.

BORGES, F. A.; NOGUEIRA, C. M. I. O ensino de matemática para surdos e pesquisas educacionais atuais. In: LIPPE, E. M. O.; ALVES, F. S. (Orgs.). Educação para surdos no Brasil: desafios e perspectivas para o novo milênio. Curitiba: CRV, 2014. p. 131-150.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/CON1988_05.10.1988/art_205_.asp>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. Declaração de Salamanca e Linha de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais. Coordenadoria Nacional para Integração da Pessoa Portadora de Deficiência, 1994. Disponível em:<http://cape.edunet.sp.gov.br/textos/declaracoes/3Declacao_Salamanca.doc>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dez. de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: <<https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109224/lei-de-diretrizes-e-bases-lei-9394-96>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. Lei n. 10.436, de 24 de abr. de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/821803.pdf>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – Libras e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm>. Acesso em: 15 mai. 2018.

BRASIL. LEI Nº 13.146, DE 6 DE JULHO DE 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), Brasília,DF, jul 2015. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/113146.htm >. Acesso em: 01 mai. 2017.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017. Disponível em:

<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf>. Acesso em 29 Set. 2020.

BUENO, J. Diretrizes para o desenvolvimento de recursos educacionais de apoio ao letramento bilíngue de crianças surdas. 2014. Tese (Doutorado em Informática) – Programa de Pós-graduação em Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CAMARGO, F.; DAROS, T. A sala de aula inovadora: estratégias para fomentar o aprendizado ativo. Porto Alegre: Penso, 2018.

CAMPELLO, A.R.S. Pedagogia Visual/sinal na Educação de Surdos. In: QUADROS, R.M.; PELIN, G.(Orgs). Estudos Surdos II. Petrópolis: Arara Azul, p.101-131, 2007.

CAMPELLO, A. R. S. Pedagogia visual na educação dos surdos-mudos.2008. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação de Educação. Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

CANAL, M.C. recomendações de acessibilidade para surdos dos tipos de questões usadas na avaliação baseada em computador em ambientes virtuais de aprendizagem. 2015. 179p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CANTERI, R. P., 2014. Diretrizes para o design de aplicações de jogos eletrônicos para educação infantil de Surdos. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CARMO, G.M., PAIVA,D.M.B., CAGNIN, M.I.. 2019. How to develop accessible web interfaces for deaf people? In Proceedings of the 18th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC '19). Victoria – Brasil. Article 30, 1–10. DOI:<https://doi.org/10.1145/3357155.3358437>.

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, June 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382017000200215&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 Mai.2018.

CASRJ. Centro de Atendimento às Pessoas com Surdez. Rio de Janeiro, RJ. 2020. Disponível em: <www.casrio.blogspot.com>. Acesso em: 21 Set. 2020.

CAVALCANTE, N. W. F. Compreensão de Conteúdo Multimídia na Web por Deficientes Auditivos: Um Estudo de Caso com Campanhas de Saúde. 2015. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2015.

CLAWS. Ferramenta Colaborativa de Leitura e Ajuda na Web para surdos. São Paulo. c2012. Disponível em: < <http://ferramenta-claws.blogspot.com/>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

CNS. Conselho Nacional de Saúde (Brasil). 2016. Resolução no 510. Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos (aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais). Acessado em 6 de Junho de 2019, de:

http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/reso_16.htm

CTS. Projeto Rybená. Disponível em: <http://www.grupoicts.com.br/>. Acesso em: 18 mai., 2018.

DALCIN, G. Um Estranho no Ninho: um estudo psicanalítico sobre a constituição da subjetividade do sujeito surdo. In: QUADROS, Ronice M. (org.). Estudos Surdos I. Petrópolis-RJ, Arara Azul, pp.186-216, 2006.

DESSBESEL, Renata da Silva; SILVA, Sani de Carvalho Rutz da; SHIMAZAKI, Elsa Midori. O processo de ensino e aprendizagem para alunos surdos: uma revisão sistemática. *Ciência e Educação*. Bauru, v.24, n.2, p.481-500, 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v24n2/1516-7313-ciedu-24-02-0481.pdf>> . Acesso em 21 Set. 2020.

DHANJAL, A. S.; SINGH, W. "Tools and Techniques of Assistive Technology for Hearing Impaired People," 2019 International Conference on Machine Learning, Big Data, Cloud and Parallel Computing (COMITCon), Faridabad, India, 2019, pp. 205-210, doi: 10.1109/COMITCon.2019.8862454. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/8862454>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

DOERR, M. M. DESIGNMOB: proposta metodológica para criação de interfaces digitais para dispositivos móveis. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design Digital)–Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2014.

DOMINGUES, J. M. A facilitação da leitura de mundo e de textos escritos através da contação de histórias e de obras de arte. In: Fórum –Instituto Nacional de Educação de Surdos. 2006.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. *Educar*, Curitiba, n. 16, p. 181-191. 2000. Disponível em: <http://www.educarevista.ufpr.br/arquivos_16/irineu_engel.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2018.

ESDRAS, D.; GALASSO, B. Panorama da educação de surdos no Brasil: ensino superior. Instituto Nacional de Educação de Surdos – INES (Org.). Rio de Janeiro, 2017.

ETS. Special Education: Education of Deaf and Hard of Hearing Students. Educational Testing Service. Disponível em: <https://www.ets.org/s/praxis/pdf/5272.pdf>. Acesso em: 26 Mai. 2018.

FALCÃO, L. A. B. Aprendendo a LIBRAS e reconhecendo as diferenças: um olhar reflexivo sobre a inclusão: estabelecendo novos diálogos. Recife, Ed. do Autor, 2007.

FARIAS, S. P. Ao pé da letra não! Mitos que permeiam o ensino da leitura para surdos. In: QUADROS, R. M. Estudos Surdos I. Petrópolis, RJ, Arara Azul, pp. 252-283, 2006.

FELIPE, T. A. Libras em Contexto: Curso Básico: Livro do Estudante. 8ª. Ed. Rio de Janeiro, WalPrint, 2007. FENEIS. Fiocruz: além da porta de emprego, a visão do profissional surdo. *Revista da Feneis* v. 7, n. 31, pp.17-21, 2007.

FERNANDES, E. Problemas lingüísticos e cognitivos do surdo. Rio de Janeiro, Agir, 1990

FERREIRA, S.B.L. NUNES R.R. E-usabilidade. Rio de Janeiro. LTC. 2008.

FERREIRA, S.B.L. et al.. Accessibility and Digital Inclusion: Utopia or a Great Challenge? In Proceedings of the 16th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC'17). Brazilian Computer Society, Joinville, Santa Catarina, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320715904_Accessibility_and_Digital_Inclusion_Utopia_or_a_Great_Challenge>. Acesso em: 19 de março de 2018.

FRANZIN, R.F.; ZWAN, L.D.R.; ROSISKI, A.M. a educação de surdos e o contexto tecnológico: uma experiência com a lousa digital. XII ENEM-Encontro Nacional de Educação Matemática, 2016. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/enem2016/anais/pdf/7723_3560_ID.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2018.

GADOTTI, M. Alfabetização e Letramento têm o mesmo significado? In: Pátio – revista pedagógica. Ed.Artimed. Ano IX, n.34. Maio/Junho 2005.

GAGNÉ, R. Como se realiza a aprendizagem. Rio Janeiro: Cosmos, 1971.

GARRETT, James. The elements of user experience: User-Centered Design for the web. New Riders. 2003.

GESUELI, Z.M. A escrita como fenômeno visual nas práticas discursivas de alunos surdos. In: LODI, A.C.B.; MELO, A.D.B. e FERNANDES E. Letramento, bilinguismo e educação de surdos. 2ª ed. Porto Alegre: Mediação, 2015.

GÓES, M. C. R. Linguagem, Surdez e Educação. Campinas-SP, Autores Associados, 1996.

GOOGLE. Google Forms. 2020. Disponível em: < www.google.com.br > Acesso em: 20 ago 2020.

GOLDFELD, M. A criança surda: linguagem e cognição numa perspectiva sócio-interacionista. São Paulo, Plexus, 2002.

GRANATTO, C.; PALLARO, M; BIM, S. Digital Accessibility: Systematic Review of Papers from the Brazilian Symposium on Human Factors in Computer Systems. In Proceedings of the 15th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems (IHC'16). Brazilian Computer Society, São Paulo, Brazil, 2016. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=3033722>>. Acesso em: 19 Mai. 2017.

GRÜTZZMAN, T.P. ALVES, R.S. LEBEDEF, T.B. A pedagogia visual na educação de surdos: uma experiência com o ensino da matemática no mathlibras. Revista Praxis Educacional, Vitória da Conquista, v. 16, n. 37p. 51-74, Edição Especial, 2020. Disponível em: < <http://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/5982/4484> >. Acesso em: 21 Sept. 2020.

GUIMARÃES, C.; ANTUNES, D. R.; GARCIA, L. S.; PERES, L. M.; FERNANDES, S. F. Pedagogical Architecture – Internet Artifacts for Bilingualism of the Deaf (Sign Language Portuguese). 46th HICSS. IEEE CPS, v.46, 40-49, 2013.

HANDTALK. Disponível em: <http://www.handtalk.com.br/>. Acesso em: 18 mai., 2018.

IBGE. Censo 2010: Dados Referentes à Deficiência. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2018.

IHA. Instituto Municipal Helena Antipoff. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<https://ihainforma.wordpress.com/>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

INES. Surdez e prevenção. Rio de Janeiro, Instituto Nacional de Educação e Integração de Surdos, 1998. 241p.

INES. Instituto Nacional de Educação e Integração de Surdos. Rio de Janeiro, RJ. 2020. Disponível em: <www.ines.gov.br>. Acesso em: 21 Set. 2020.

INOSEL. Instituto N. Sra de Lourdes. Rio de Janeiro, RJ. 2020. Disponível em: <www.inosel.org.br>. Acesso em: 21 Set. 2020.

KBAR, Ghassan et al. (2016). Assistive technologies for hearing, and speaking impaired people: a survey. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(1), 3–20. doi:10.3109/17483107.2015.1129456

KELMAN, Celeste A. Multiculturalismo e surdez: respeito às culturas minoritárias. In: LODI, Ana Claudia Balieiro; MÉLO, Ana Dorziat Barbosa de; FERNANDES, Eulalia (Orgs.). *Letramento, bilinguismo e Educação de Surdos*. Porto Alegre, Mediação, 2 ed., 2015.

KLÔH, L.M.; CARNEIRO, R.F. História da educação de surdos e do ensino de matemática no contexto brasileiro. *Educação*, vol. 43, núm. 1, e31296, 2020. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. RS. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/jatsRepo/848/84866269009/html/index.html>>. Acesso em: 15 Jan. 2021.

KOZLOWSKI, L. O Modelo Educacional Bilíngue no INES. *Revista Espaço*, pp. 18-19, Dez. 2002.

KRUSSE R.S. Design Editorial Na Tradução de Português para Libras. 2017. Tese Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/177595>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

KUMADA, K.O., FARIAS, G.M. Revisão de literatura sobre o ensino de matemática para surdos. *Educação, Batatais*, v. 9, n. 1, p. 109-133, jan/jun 2019. Disponível em: <<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MsehN8okq58J:https://intranet.redeclaretiano.edu.br/download%3Fcaminho%3D/upload/cms/revista/sumarios/837.pdf%26arquivo%3Dsumario6.pdf+%&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 21 Sept. 2020.

LACERDA, Cristina B.F. de. Um pouco da história das diferentes abordagens na educação dos surdos. *Cad. CEDES*, Campinas, v. 19, n. 46, p. 68-80, Sept. 1998. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32621998000300007&lng=en&nrm=iso>. access on 21 Sept. 2020.

LACERDA, C.B.F.; SANTOS, L.F.; Tenho um Aluno Surdo e Agora? Introdução à Libras e Educação de Surdos. São Paulo. EdUFSCar, 2013.

LACERDA, C. B. F. de; SANTOS, L. F. dos; CAETANO, J. F. Estratégias metodológicas para o ensino de alunos surdos. In: LACERDA, C. B. F. de; SANTOS, L. F. dos (Org.) Tenho um aluno surdo, e agora?: Introdução à LIBRAS e educação de surdos. São Carlos: EdUFSCar, 2013. Cap. 11, p.185-200.

LEBEDEFF, T.B. Aprendendo “a ler” com outros olhos: relatos de oficinas de letramento visual com professores surdos. Cadernos de Educação (UFPel), v.36, p.175-196, 2010.

LEBEDEFF, T. B.O povo do olho: uma discussão sobre a experiência visual e surdez. In: LEBEDEFF, T. B. (Org.). Letramento visual e surdez. Rio de Janeiro: WAK Editora, 2017, p. 226-251

LIRA, G. A. Projeto TLIBRAS – Tradutor Português x LIBRAS (Língua Brasileira de Sinais). Acessibilidade Brasil. Disponível em: <http://www.acessibilidadebrasil.org.br/joomla/component/content/category/85-projetos>. Acesso em: 18 mai., 2018.

LIMA, Eliane Maria dos Santos. Tecnologia assistiva no âmbito educacional para o aluno surdo. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 06, Vol. 06, pp. 66-74. Junho de 2020. ISSN: 2448-0959. DOI: 10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/educacao/aluno-surdo. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/aluno-surdo>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

MACHADO, P.C. Integração/inclusão na escola regular: um olhar do egresso surdo. In Quadros, R.M.(Org.). *Estudos surdos* I. Petrópolis. Arara Azul, 2006. Disponível em: <<http://www.editora-arara-azul.com.br/ParteA.pdf>>. Acesso em: 7 mai. 2018.

MARQUES, J.M.S; FERREIRA, S.B.L.; e CAPPELLI, C. Identificando as principais dificuldades na compreensão de gráficos pelos cidadãos cegos (SBSI2017). XIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, Lavras, Minas Gerais, 2017. Disponível em: <http://nau.uniriotec.br/images/pdf/publicacoes/2017-sbsi-joao_marcelo.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2018.

MESERLIAN, K.T.; VITALIANO, C.R. Análise sobre a trajetória histórica da educação dos surdos (EDUCERE2009). IX Congresso Nacional de Educação, Paraná, 2009. Disponível em: <https://aedmoodle.ufpa.br/pluginfile.php/241832/mod_resource/content/1/TEXT0%20II.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2018.

MOREIRA, Paula. Surdos Oralizados: nós existimos, muito prazer!! Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<https://cronicasdasurdez.com/surdos-oralizados-nos-existimos-muito-prazer/>>. Acesso em: 17 abril 2020.

MOURA, M.C. Surdez e Linguagem. In: LACERDA, Cristina Broglia Feitosa de; SANTOS, Lara Ferreira dos (Orgs.). Tenho um Aluno Surdo, e Agora? Introdução à Libras e Educação de Surdos. São Carlos EdUFSCar, 1 ed., 2014.

NAVES, S. B. et al. Guia para produções audiovisuais acessíveis. Brasília: Ministério da

Cultura/Secretaria do Audiovisual, 2016. Disponível em: <https://noticias.unb.br/images/Noticias/2016/Documentos/Guia_para_Producoes_audiovisuais_Acessiveis__projeto_grafico_.pdf>. Acesso em: 20 novembro 2018.

NETFLIX. 2016. Timed Text Style Guide: General Requirements. Retrieved February 8, 2018. Disponível em: <<https://backlothelp.netflix.com/hc/enus/articles/215758617-Timed-Text-Style-Guide-General-Requirements>>. Acesso em: 20 novembro 2018.

OLIVEIRA, C.D., MILL, D. Acessibilidade, inclusão e tecnologia assistiva: um estudo bibliométrico. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, [S.l.], p. 1169-1183, oct. 2016. ISSN 1982-5587. Disponível em: <<https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/8194>>. Acesso em: 09 abr. 2018.

OLIVEIRA, T.F.; EIRAS, J.M.C.; KELMAN, C. A. Surdez, Prática Docente e Recursos: uma análise das publicações dos Congressos de Educação Especial. Anais do 7º congresso brasileiro de educação especial, 2016. Disponível em: <<https://proceedings.science/cbee7/trabalhos/surdez-pratica-docente-e-recursos-uma-analise-das-publicacoes-dos-congressos-de-educacao-especial>>. Acesso em: 26 mai. 2018.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE, 2018. 10 Facts About Deaf. Genebra, Suíça. World Health Organization; The World Bank. Disponível em: <<http://www.who.int/features/factfiles/deafness/en/>> Acesso em 01 mai. 2018.

PAIM, JS; SILVA, LMV. Universalidade, integralidade, equidade e SUS. Boletim do Instituto de Saúde (Impresso), 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/5975>>. Acesso em: 15 mai. 2018.

PAPAS, et al.. (2012). The action research vs design science debate: Reflections from an intervention in eGovernment. European Journal of Information Systems , 21, pp. 147-159.

PARSIFAL. 2019. Release Notes for Parsifal 2019 Parsifal. Disponível em: <<https://parsif.al/about/>> Acesso em: 12 dez 2018.

PETERSEN, K. et al.. 2008. Systematic Mapping Studies in Software Engineering. In 12th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering (EASE). BCS Learning & Development Ltd., Swindon, UK, 68–77.

PFEIFER, Paula. Surdos que ouvem. Rio de janeiro. 2020. Disponível em: <<https://surdosqueouvem.com/perguntas-respostas/>>. Acesso em: 17 abril 2020.

PHP GROUP. Disponível em: <https://www.php.net/manual/pt_BR/intro-what-is.php> Acesso em : 25 abr 2020.

PINTO, Antonio Henrique. A Base Nacional Comum Curricular e o Ensino de Matemática: flexibilização ou engessamento do currículo escolar. Bolema, Rio Claro , v. 31, n. 59, p. 1045-1060, dez. 2017 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103636X2017000301045&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 29 set. 2020. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n59a10>.

PINTO, J. M. A.; PRIETCH, S. S. Ubi-Converge: Uma Tecnologia Assistiva para suporte ao Processo de Ensino Aprendizagem de Estudantes Surdos. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, Santiago, v. 10, p. 74-84, 2014. ISBN: 978-956-19-0889-5. Disponível em: <<http://www.tise.cl/volumen10/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

PRODEAF. Soluções. Disponível em: <http://www.prodeaf.net/>. Acesso em: 18 mai., 2018.

QUADROS, R. M.; KARNOPP, L. B. “Língua de Sinais Brasileira: Estudos Lingüísticos”. Porto Alegre: Artmed, 2004, 222 p.

QUADROS, R. M. O ‘bi’ em bilinguismo na educação de surdos. In: FERNADES, E. (Org.). *Surdez e bilinguismo*. Porto Alegre: Editora Mediação, v. 1, 2005, p. 26-36.

RAMOS, C.R. Tecnologia Assistiva para Surdos: Produtos, estratégias, recursos e serviços. *Revista Virtual de Cultura Surda e Diversidade*. v. 9. 2012. Disponível em: <<https://www.porsinal.pt/index.php?ps=artigos&idt=artc&cat=12&idart=173>>. Acesso em: 29 jun 2020.

REIS, I.F.; FERNANDES, J.M. A opinião de surdos e ouvintes sobre o seu processo de aprendizagem em aulas de química: uma análise proveniente de questionários semiestruturados . In: XVIII ENEQ - Encontro Nacional de Ensino de Química. Florianópolis, SC. 2016. Disponível em: <<http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0611-1.pdf>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

REZENDE, A.L.A.et al. A trajetória da inclusão. In: SONZA, A.P. et al.(Org.). *Acessibilidade e Tecnologia Assistiva: pensando a inclusão sociodigital das PNEs..* Bento Gonçalves. Instituto Federal do Rio Grande do Sul. RS. 2013, p. 23-66.

RIBEIRO, S.A.B.; FERREIRA, S.B.L. Pesquisa envolvendo seres humanos: comite de etica em pesquisa. 2016.Tutorial. Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2016. Disponível em: <<http://nau.uniriotec.br/images/pdf/guia/tutorialComiteEtica.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2018.

ROCHA, A. L. C. DA; ECKERT, C. Etnografia: saberes e práticas. In: PINTO, C. R. J.; GUZZELLI, C. A. B. *Ciências Humanas: pesquisa e método*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2008.

ROCHA, D. et al. (2014). Uma Revisão Sistemática sobre a Educação do Surdo em Ambientes Virtuais Educacionais. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/3074>>. Acesso em: 20 ago. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.5753/cbie.sbie.2014.1263>.

ROCHA, J. A. P.; DUARTE, A. B. S. Diretrizes de acessibilidade web: um estudo comparativo entre as WCAG 2.0 e o e-MAG 3.0. *Inclusão Social*, Brasília-DF, v. 5, n. 2, p. 73-86, 2012. Disponível em< <http://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1678>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

SACKS, O. *Vendo vozes: uma viagem ao mundo dos surdos*. São Paulo, Companhia das Letras, 1998.

SAMONTE M. J. C. Speech recognition and Filipino sign language E-tutor system. Proceedings of the 2nd International Conference on Image and Graphics Processing - ICIGP '19. Anais...New York, New York, USA: ACM Press, 2019Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3313950.3313970>.

SANTAELLA, L. Leitura de Imagens. São Paulo. Editora Melhoramentos. 2012.

SANTOS, Luiz Cláudio Machado dos. Aprendizado bilíngue de crianças surdas medida por um software de realidade aumentada. 188 f. il. 2015. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2015.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: o paradigma do século XXI. Revista da Educação Especial, Brasília, v.1, n.1, p.19-23, out. 2005.

SCHEFER, R.P.. AREÃO, A.S.. ZAINA, L.A.M. 2018. Guidelines for Developing Social Networking Mobile Apps to Deaf Audience: a Proposal Based on User eXperience and Technical Issues. In XVIII Simpósio Brasileiro sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais. Belém. Brasil.

SEEDUC. Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro. RJ. Disponível em:<<http://www.rj.gov.br/Secretarias.aspx#>>. Acesso em: 19 de março de 2018.

SEIDMAN, Irving. Interviewing as Qualitative Research: a guide for researchers in Education and the Social Sciences. New York: Teachers College Press, 1998.

SME. Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro. RJ Disponível em: <<http://prefeitura.rio/web/sme>>. Acesso em: 19 de março de 2018.

SHELTON, B.E.; PARLIN, M.A., " Teaching Math to Deaf/Hard-of-Hearing (DHH) Children Using Mobile Games: Outcomes with Student and Teacher Perspectives". International Journal of Mobile and Blended Learning, V.8, Jan-Mar 2016. Disponível em: < <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1108554.pdf>> . Acesso em: 29 jun 2020.

SILVA, G.M.. Questionário Linguístico Para Surdos Bilíngues (Qlsb): Uma Proposta para a Avaliação de Perfis de Bilíngues do Par Libras-Português. Revista (Con) textos Linguísticos 12 (23), 68-87. 2019. Disponível em:< <http://www.periodicos.ufes.br/contextoslinguisticos/article/viewFile/23173/15992>>. Acesso em: 06 mai. 2019.

SILVA, Joseli Alves da. As percepções e reflexões do professor que ensina matemática sobre a inclusão do aluno surdo na rede regular de ensino. 116 f. il. 2018. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018.

SKLIAR, C. (Org.). A surdez: um olhar sobre as diferenças. Porto Alegre: Mediação, 1998.

SEEDUC. Secretaria do Estado de Educação do Rio de Janeiro. RJ. Disponível em:<<http://www.rj.gov.br/Secretarias.aspx#>>. Acesso em: 19 de março de 2018.

SME.Secretaria Municipal de Educação do Rio de Janeiro. RJ Disponível em: <<http://prefeitura.rio/web/sme>>. Acesso em: 19 de março de 2018.

SOARES, N. W. F. Análise das dificuldades de efetuar compras online por pessoas surdas pré-linguísticas bilíngues: um estudo de caso com o site das lojas americanas. 2016. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Informática, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. 2016.

SONZA, A.P. Tecnologia assistiva e software educativo. In: SONZA, A.P. et al.(Org.). Acessibilidade e Tecnologia Assistiva: pensando a inclusão sociodigital das PNEs.. Bento Gonçalves. Instituto Federal do Rio Grande do Sul. RS. 2013, p. 199-304.

SOUZA, Isabelle Lima; GEDIEL, Ana Luisa. OS SINAIS DOS SURDOS: UMA ANÁLISE A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA CULTURAL. Trab. linguist. apl., Campinas , v. 56, n. 1, p. 163-185, Apr. 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010318132017000100163&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 17 Sept. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/010318135158183181>.

STENO Grupo. Surdos oralizados e sinalizados: conheça as diferenças. São Paulo. 2019. Disponível em: < <http://steno.com.br/surdez-e-deficiencia-auditiva-conheca-as-diferencas/>>. Acesso em: 17 novembro 2019.

STREIECHEN, Eliziane Manosso. LIBRAS: aprender está em suas mãos. Curitiba: CRV, 2013.

STUMPF, Marianne Rossi. Educação de surdos e novas tecnologias. Florianópolis:Universidade Federal de Santa Catarina, 2010. Disponível em: <http://www.libras.ufsc.br/colecaoLetrasLibras/eixoFormacaoPedagogico/educacaoDeSurdosENovasTecnologias/assets/719/TextoEduTecnologia1_Texto_base_Atualizado_1_.pdf>. Acesso em: 20 Mai. 2018.

TESKE, O. A relação dialógica como pressuposto na aceitação das diferenças: o processo de formação das comunidades surdas. In: SKLIAR, C. (org), A surdez: um olhar sobre as diferenças. Porto Alegre-RS, Mediação, pp. 139- 156, 1998.

TECHARAUNGRONG, P. The Development of Storytelling multimedia Book for Promotion of the Moral and Ethics for Hearing Impaired Students. Proceedings of the 2019 5th International Conference on Education and Training Technologies - ICETT 2019. Anais...New York, New York, USA: ACM Press, 2019. Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3337682.3337688>

TOFFOLO, ANDREIA CHAGAS ROCHA et al . Os benefícios da oralização e da leitura labial no desempenho de leitura de surdos profundos usuários da Libras. Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro , v. 22, n. 71, e227165, 2017 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782017000400227&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 2 set. 2020.Epub 07-Dez-2017. <https://doi.org/10.1590/s1413-24782017227165>.

VYGOTSKY, L. S. Thought and language. Cambridge, 1962. MA: MIT Press.

W3C BRASIL. Cartilha Acessibilidade na Web – Introdução: Fascículo I. Disponível em: <https://ceweb.br/cartilhas/cartilha/>. Acesso em: 18 de agosto de 2019

ZOOM. Zoom Meetings. 2020. Disponível em: < www.zoom.us> Acesso em: 20 ago 2020.

APÊNDICE A

QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR AS ÁREAS DA MATEMÁTICA NAS QUAIS OS SURDOS ENCONTRAM DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM (questionário on-line LINK <https://forms.gle/iKmJ4wosjjQyA3Ss7>)

Este questionário faz parte de um estudo sobre recomendações para criação de objetos de aprendizagem acessíveis para surdos, desenvolvido pelo Núcleo de Acessibilidade e Usabilidade (NAU) da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), coordenado pela Professora Simone Bacellar Leal Ferreira (professora do curso de Sistemas de Informação do Departamento de Informática Aplicada da UNIRIO) e elaborado pela doutoranda Patricia Felipe Amorim.

A acessibilidade é um tema que está, cada vez mais, despertando a atenção de governos e organizações públicas e privadas, o que motivou o presente estudo. Solicitamos sua colaboração, respondendo a algumas questões. Isto não tomará mais que dez minutos e será uma contribuição importante para a pesquisa sobre esse tema no Brasil.

Este instrumento de pesquisa foi proposto para identificar as áreas da Matemática nas quais os surdos encontram dificuldades de aprendizagem. Os dados de identificação não serão mencionados no relatório da pesquisa, o que preservará o anonimato e sigilo dos respondentes. Ao responder o questionário você estará concordando em participar da pesquisa.

Se houver necessidade de maiores esclarecimentos, por favor envie um e-mail para os responsáveis pela pesquisa:

Nome_Aluno: patricia.amorim@uniriotec.br

CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4768395799497168>

Simone Bacellar Leal Ferreira: simone@uniriotec.br

CV Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0926018459123736>

Dados Pessoais

Nome: _____

01. Classificação da Surdez:

☐ Pré-lingual - já nasceu surdo ou perdeu a audição antes do desenvolvimento da fala e da linguagem, utiliza a Língua Brasileira de Sinais.

☐ Pós-lingual - perdeu a audição após a aquisição e desenvolvimento da fala e da linguagem. Consegue realizar a leitura labial.

02. Qual a sua idade?

☐ Menos que 8

☐ Entre 8 e 13

☐ Entre 14 e 18 anos.

☐ Entre 19 e 24 anos.

☐ Entre 25 e 40 anos.

☐ Entre 41 e 65 anos.

☐ Acima de 65 anos.

03. Grau de Domínio da Língua Brasileira de Sinais (Libras):

☐ Nenhum

☐ Básico

☐ Avançado

04. É oralizado?

☐ Sim

☐ Não

05. Grau de instrução:

- ☐ Sem escolaridade
- ☐ Ensino fundamental incompleto
- ☐ Ensino fundamental completo
- ☐ Ensino médio incompleto
- ☐ Ensino médio completo
- ☐ Superior incompleto
- ☐ Superior Completo
- ☐ Pós-graduação
- ☐ Mestrado
- ☐ Doutorado

Conhecimento sobre a Matemática

06. Você acha importante estudar Matemática?

- ☐ Sim
- ☐ Não

07. Você utiliza os conhecimentos matemáticos adquiridos na escola para resolver, interpretar ou compreender uma situação prática do seu dia-a-dia?

- ☐ Sim
- ☐ Não

08. Se você respondeu sim, por favor, cite pelo menos um exemplo:

09. Assinale abaixo os conteúdos de matemática que, na sua opinião, são os mais difíceis de serem aprendidos.

- ☐ Operações: adição; subtração; multiplicação e divisão com números naturais.
- ☐ cálculo do M.M.C. e do M.D.C.
- ☐ Operações com Frações
- ☐ Sistemas de Medidas
- ☐ Estimativa e análise de dados
- ☐ Operações com Números Inteiros
- ☐ Operações com Números Racionais
- ☐ Operações com Números Racionais
- ☐ Equações do 1º Grau
- ☐ Inequações do 1º Grau
- ☐ Equações do 2º Grau
- ☐ Sistemas de equações do 1º grau
- ☐ Geometria – Ângulos
- ☐ Geometria – Polígonos
- ☐ Geometria – Triângulos
- ☐ Geometria – Quadriláteros
- ☐ Conjuntos
- ☐ Sequências numéricas
- ☐ Progressão Aritmética
- ☐ Progressão Geométrica
- ☐ Juros simples

- ☐ Juros compostos
- ☐ Análise Combinatória
- ☐ Probabilidade
- ☐ Estatística
- ☐ Função polinomial do 1º Grau
- ☐ Função polinomial do 2º grau
- ☐ Função Exponencial
- ☐ Função Logarítmica
- ☐ Matrizes e Determinantes
- ☐ Sistemas Lineares
- ☐ Números Complexos
- ☐ Polinômios e Equações Algébricas
- ☐ Razões trigonométricas no triângulo retângulo
- ☐ Trigonometria na circunferência
- ☐ Geometria Espacial
- ☐ Geometria analítica
- ☐ Outro: _____

10. Na sua opinião qual é a maior dificuldade para aprender Matemática?

- ☐ Cálculos
- ☐ Linguagem e metodologia na sala de aula
- ☐ Falta de sinais em Libras que abranjam conceitos matemáticos

- ☐ Falta de recursos visuais
- ☐ Não associa à realidade cotidiana
- ☐ Não interpreta o que se pede
- ☐ Outro: _____

11. Escreva qual o conteúdo de Matemática que você aprendeu com sucesso em um momento de sua vida como estudante e, no seu entendimento, qual foi o principal motivo deste sucesso.

12. Desejar receber informações sobre a pesquisa?

- ☐ Sim
- ☐ Não

APÊNDICE B

PLANEJAMENTO DO MAPEAMENTO SISTEMÁTICO SOBRE TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS APLICADAS AO ENSINO DE MATEMÁTICA PARA SURDOS

Este apêndice descreve a análise de um mapeamento sistemático para obter uma visão global do que está sendo pesquisado com relação à educação matemática do surdo em ambientes virtuais nos últimos seis anos (2014 a 2019). Com a finalidade de identificar as tecnologias assistivas mais utilizadas, as linguagens de programação relacionados ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis a pessoas surdas para serem usadas no ensino da matemática. Como resultado inicial, identificou-se que ainda são escassos os estudos relacionados ao desenvolvimento de aplicativos acessíveis para o ensino da matemática para usuários finais surdos pré-linguísticos. Também não apresentou de maneira simples e completa, como desenvolver um aplicativo acessível para tal finalidade. Além disso, poucos são os trabalhos que relacionaram modelos conhecidos de acessibilidade juntamente com requisitos extraídos de experiências de usuários surdos.

O presente trabalho apresenta um mapeamento sistemático seguindo as fases, definidas por Pertersen et al.(Petersen, 2008): planejamento (etapa 1); condução(etapa 2); extração dos dados (etapa 3) e análise dos dados (etapa 4) obtidos.

Etapa 1 – Planejamento

Nesta etapa ocorreu a fase de definição do objetivo do estudo, do protocolo e da avaliação deste protocolo. O protocolo de pesquisa apresenta as questões de pesquisa, a estratégia de busca, as fontes de bases de dados para pesquisa, as strings de busca e os critérios de inclusão e exclusão dos estudos primários (Genesis; Paiva; Cagnin, 2019 appud Kitchenham; Charters, 2007).

O primeiro passo definido foi a questão de pesquisa: como organizar um

ambiente virtual de aprendizagem com aplicativos acessíveis para apoiar o ensino da Matemática para pessoas surdas pré-linguísticas?

A partir desta questão de pesquisa, identificaram-se as seguintes subquestões:

- Quais requisitos de acessibilidade têm sido considerados?(QP1)
- Quais tecnologias (frameworks, APIs e linguagens de programação) têm sido utilizadas para o ensino de matemática para surdos?(QP2)
- Quais recursos de tecnologia assistiva têm sido utilizados para o ensino de matemática para surdos?(QP3)
- Como os aplicativos desenvolvidos foram avaliados?(QP4)

A partir destas questões norteadoras, iniciou-se o segundo passo, a estratégia de busca: obter trabalhos nacionais, no idioma português, e internacionais, com referência ao idioma inglês.

Esta estratégia de busca se resumiu à seleção de termos em português e em inglês e adaptação da string de busca, de acordo com as peculiaridades de cada base de busca automática, para encontrar os estudos primários relevantes para responder a questão de pesquisa. Abrangendo o período de 2014 a 2019, na intenção de obter estudos primários, nos últimos seis anos. Levou-se em consideração também o fato de que as revisões sistemáticas realizadas por Rocha (Rocha et al., 2014) e Oliveira; Eiras; Kelman (Oliveira; Eiras; Kelman, 2016), abrangeram períodos anteriores a 2014 e temas mais amplos em relação à educação.

Os termos selecionados em português utilizados nas strings de busca nas bases de busca foram: acessibilidade; deficiência auditiva; surdo; surdez; Perda auditiva; interface; tecnologia; tecnologia assistiva; aplicativo; projeto; criação; desenvolvimento; educação; matemática.

As bases de busca automáticas selecionadas foram as comumente utilizadas em mapeamentos e revisões sistemáticas da área de Computação: Scopus, <https://www.scopus.com/>; ACM Digital Library, <http://dl.acm.org/>; e Web of Science, <https://mjl.clarivate.com/home>.

De acordo com Kitchenham e Charters (Kitchenham; Charters, 2007), a fase de planejamento de um mapeamento sistemático é uma etapa muito interativa, pois permite mudanças no momento de avaliação do protocolo. É nesta fase também que se define os critérios de seleção, ou seja, os critérios de inclusão e de exclusão que determinam, quais artigos resultantes da busca às bases de dados serão incluídos ou excluídos (Kitchenham; Charters, 2007). Os critérios de inclusão estão definidos na tabela 1 e os de exclusão na tabela 2.

Tabela 1: Critérios de inclusão

Identificador	Descrição dos critérios de inclusão
CI1	Artigos que apresentam FRAMEWORKS conceituais para desenvolvimento de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas.
CI2	Artigos que apresentam requisitos de acessibilidade para subsidiar desenvolvimento de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas.
CI3	Artigos que apresentam a análise da utilização de aplicativos para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas.
CI4	Artigos que apresentam estudos de tecnologias assistivas para o ensino da matemática para pessoas surdas pré-linguísticas.

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 2: Critérios de exclusão

Identificador	Descrição dos critérios de exclusão
CE1	Artigos que não satisfazem nenhum critério de inclusão.
CE2	Artigos que não foram revisados por pares.
CE3	Publicação na forma de tutorial, keynote, resumo, demonstração e pôster
CE4	Artigo escrito em língua diferente do inglês ou português
CE5	Publicação não apresenta nada novo – é apenas uma versão mais concisa/estendida de outra publicação
CE6	Publicação não aborda a questão de pesquisa (app que auxilia ensino da Matemática para pessoas surdas pré-linguísticas)

Fonte: elaborada pela autora

Os trabalhos resultantes das pesquisas às bases de dados automáticas foram divididos em dois grupos para serem avaliados por dois pesquisadores envolvidos nessa pesquisa. Assim, cada avaliador ficou responsável por extrair os dados de um grupo e conferir os dados extraídos do outro grupo.

Etapa2 - Condução

Definido o protocolo do mapeamento sistemático, iniciou-se a fase de condução da pesquisa nas bases de dados automáticas. Na base de dados Scopus, a busca com termos em português (Tabela 3), não houve resultado. Para a busca com termos em inglês (Tabela 1), resultaram 33 artigos.

Tabela 3: Termos para String de Busca na Scopus

Idioma dos Termos de Busca	String de Busca na Base Scopus
Português	TITLE-ABS-KEY ((acessibilidade) AND ("Deficiência auditiva" OR surdo OR surdez OR "Perda auditiva") AND (interface OR tecnologia OR "tecnologia assistiva") AND (aplicativo OR projeto OR criação OR desenvolvimento) AND (educação OR matemática)) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2020
Inglês	TITLE-ABS-KEY ((accessibility) AND ("hearing impaired" OR deafness OR deaf OR "hard off hearing") AND (interface OR technology OR "assistive technology") AND (app OR software OR design OR development) AND (education OR mathematics)) AND PUBYEAR > 2013 AND PUBYEAR < 2020

Fonte: elaborada pela autora

Durante este processo, realizaram-se adaptações à string de busca original, já que nas bases de dados há diferenças em seus mecanismos de busca. Isso porque, cada mecanismo funciona de uma maneira específica. Na base de dados ACM Digital Library, para a busca com termos iguais à busca na base Scopus, obteve-se inicialmente, zero artigos. Mudando a query de busca e aplicando filtro de refinamento "artigos de pesquisa", resultaram 4.544 artigos. Porém, após início da análise dos títulos percebeu-se que muitos estavam completamente fora do tema de pesquisa do mapeamento. Portanto mudou-se novamente a query de busca como apresentado na tabela 4, com filtro de refinamento "artigos de pesquisa", obteve-se 119 artigos.

Tabela 4: String de Busca na ACM

[All: deaf*] AND [[All: technology] OR [All: "assistive technology"]] AND [[All: app] OR [All: software] OR [All: design] OR [All: development] OR [All: and] OR [All: "inclusive education"]] AND [All: mathematics] AND [Publication Date: (01/01/2014 TO 12/31/2019)]
--

Fonte: elaborada pela autora

Na base de dados Web of Science, para a busca com termos iguais à busca na base ACM, obteve-se inicialmente resultado de zero artigos. Aplicando-se refinamentos e novas tentativas obteve-se a quantidade de 72 artigos para o resultado da busca com a string apresentada na tabela 5.

Tabela 5: String de Busca na Web of Science

("deaf") AND ("mathematics" OR "education") AND ("Publication Date: (01/01/2014 TO 12/31/2019)")

Fonte: elaborada pela autora

As buscas foram feitas no período de 22/11/2019 a 10/02/2020, utilizando o a ferramenta Web Parsifal (Parsifal, 2019) para organizar os artigos resultantes pelas buscas às bases. O número total de trabalhos encontrados foi 224 artigos, o número de artigos de acordo com cada base de busca está apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Número de artigos obtidos por base de busca

Bases de Dados	Nº Artigos
SCOPUS	33
ACM	119
WEB OF SCIENSE	72
total	224

Fonte: elaborada pela autora

Após a captura dos artigos nas bases de dados, no aplicativo Parsifal iniciou-se a fase de triagem e remoção dos artigos duplicados. Nesta fase, as seguintes ações foram realizadas:

1. Criação do projeto intitulado “Tecnologias Acessíveis Aplicadas ao Ensino de Matemática para Surdos”, descrevendo as questões de pesquisa e os autores(avaliadores) do mapeamento, o primeiro autor (Autor Principal) e o segundo autor (Colaborador);
2. Definição, na aba Planejamento, seção Protocolo, os objetivos da pesquisa, a definição de População, Intervenção, Comparação, Resultados (Outcomes) e Contexto (PICOC), as palavras chaves (keywords), as bases de dados a serem analisadas e os critérios de inclusão e exclusão;
3. Preenchimento na aba Condução, seção Pesquisa, das Strings utilizadas em cada base de dados (ACM, Web of Science, Scopus);

4. Importação, na aba Condução, seção Importar Estudos, dos artigos produzidos pelas Strings validadas de todas as bases de dados;
5. Classificação, na aba Condução, seção Seleção de Estudos, dos artigos de acordo com os critérios de inclusão e exclusão definidos anteriormente.

Nessa etapa, com o auxílio da ferramenta web Parsifal, foi possível excluir um artigo duplicado nas bases de dados. Resultando um total de 223 artigos para terem os critérios de exclusão aplicados manualmente e individualmente por cada avaliador, a partir da leitura do título e resumo dos trabalhos. Foram excluídos 206 artigos, por não atenderem nenhum dos critérios de inclusão da Tabela 1.

De acordo com a tabela 2, critérios de exclusão, dos 206 artigos excluídos, 195 artigos foram eliminados pelo CE6 (publicação não aborda a questão de pesquisa). Apenas dois artigos foram excluídos pelo critério CE5 (publicação não apresenta nada novo, é apenas uma versão estendida de outra publicação). E nove artigos foram excluídos pelo critério CE3 (publicação na forma de tutorial, keynote, resumo, demonstração e pôster).

A quantidade dos artigos elegíveis para a leitura do texto completa por base de dados está apresentada na tabela 7.

Tabela 7: Número de artigos elegíveis para leitura completa por base de busca

Bases de Dados	Nº Artigos
SCOPUS	4
ACM	9
WEB OF SCIENSE	4
total	17

Fonte: elaborada pela autora

Etapa 3 – Extração dos Dados

Após a etapa da condução do mapeamento, a extração de dados ocorreu a partir da leitura total dos dezessete artigos selecionados. Com o objetivo de guiar o processo de extração e coleta de dados, baseado no modelo de Kitchenham e Charters (Kitchenham e Charters, 2007), os autores criaram o formulário de extração de dados: “formulário contendo campos para registro das análises e resultados do estudo, além de comentários adicionais do pesquisador que extraiu os dados “(Amorim et al., 2018). Os

campos criados no formulário, armazenavam as informações extraídas dos artigos selecionados para a leitura completa: identificador; base de dados; título; autores; ano da publicação; país de origem; tipo de publicação (periódico ou conferência); método de pesquisa; objetivo da pesquisa; tecnologias (vibrotátil, tátil, bluetooth, RFID, GPS, multimídias, outros); Plataforma Web ou Móvel (Android, IOS, Windows, BlackBerry); avaliação do artefato; como auxilia na educação da Matemática; língua ou codificação; observação.

Na etapa seguinte, os dados coletados foram analisados de acordo com os critérios de extração. Tentou-se coletar todas as informações necessárias para responder as questões de pesquisa, seguindo os procedimentos descritos no protocolo definido na etapa 1.

Etapa 4 – Análise dos Dados

Nesta etapa foi feita uma caracterização dos artigos elegíveis, estudos primários, através da análise das informações registradas nos campos contidos no formulário de extração de dados e os resultados relacionados às questões de pesquisa foram detalhadas.

APÊNDICE C

RESPOSTAS DOS SURDOS ÀS QUESTÕES APRESENTADAS NOS OBJETOS DE APRENDIZAGEM

Tabela 1 - Respostas às questões apresentadas na seção de contextualização do conteúdo

Respondentes	Selecione abaixo a frase que para você define uma Sequência Numérica.	Cite um exemplo de Sequência Numérica	Qual é o número que representa a regra de construção da sequência dos presidentes?
I01	Sequência numérica é uma sucessão de números ordenados.	Sequência de números pares (0,2,4,6,8,10 etc), ordem de classificação de alunos no Diário de Classe.	4
I02	Sequência numérica é uma sucessão de números ordenados.	0,1,2,3,4,5,6...	4
I03	Sequência numérica é uma sucessão de números ordenados.	10, 11, 12, 13, 14...	4

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 2 - Respostas às questões apresentadas na seção da Atividade 1 – Sequência de Fibonacci

Você saberia identificar o próximo número da sequência de Fibonacci?
34
34
34

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 3 - Respostas às questões apresentadas na seção da Atividade 2 – Emojis

Selecione o desenho (emoji) que está faltando	Você consegue identificar qual será o próximo emoji a aparecer na sequência?
Figura (emoji) piscando o olho	Figura (emoji) sorrindo
Figura (emoji) piscando o olho	Figura (emoji) piscando o olho
Figura (emoji) piscando o olho	Figura (emoji) sorrindo

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 4 - Respostas às questões apresentadas na seção da Atividade 3 – Camisas e

Pregadores, utilizando dois pregadores por camisa

E para 4 camisas, quantos pregadores Miguel usará?	E para 11 camisas?	Selecione o item que apresenta a expressão que representa o número P de pregadores necessário para pendurar um número C qualquer de camisas.
8	22	$P = C \times 2$
8	22	$P = C \times 2$
8	22	$P = C \times 2$

Fonte: elaborada pela autora

Tabela 5 - Respostas às questões apresentadas na seção da Atividade 3 – Camisas e

Pregadores, utilizando um pregador comum a duas camisas

E para 4 camisas, quantos pregadores Miguel usará?	E para 11 camisas?	Selecione o item que apresenta a expressão que representa o número P de pregadores necessário para pendurar um número C qualquer de camisas.
6	22	$P = C \times 2$
5	12	$P = C + 1$
5	12	$P = C + 1$

Fonte: elaborada pela autora