



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E GESTÃO DO
CONHECIMENTO

Natana Souza Da Rosa

**Diretrizes para o desenvolvimento de aplicações *mobile* no ensino de
Geometria para surdos**

Florianópolis
2023

Natana Souza da Rosa

Diretrizes para o desenvolvimento de aplicações *mobile* no ensino de Geometria para surdos

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de doutora em Mídia do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr^a. Vania Ribas Ulbricht

Coorientador: Dr. Tarcício Vanzin

Florianópolis

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de
Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Da Rosa, Natana Souza

Diretrizes para o desenvolvimento de aplicações mobile
no ensino de Geometria para surdos / Natana Souza Da Rosa
; orientador, Vania Ribas ULBRICHT, coorientador, Tarcício
Vanzin, 2023.

203 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia e Gestão do Conhecimento, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2. Surdo. 3.
Aplicativos móveis. 4. Geometria. 5. Acessibilidade. I.
ULBRICHT, Vania Ribas. II. Vanzin, Tarcício . III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós
Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. IV. Título.

Natana Souza da Rosa

Diretrizes para o desenvolvimento de aplicações *mobile* no ensino de Geometria para surdos

O presente trabalho em nível de doutorado foi avaliado e aprovado, em 31 de outubro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Gertrudes Dandolini, Dr(a).
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Francisco Fialho, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Gilson Braviano, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Lucélia Cardoso Cavalcante Dr(a).
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de doutora em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Prof. Dr. Roberto Carlos dos Santos Pacheco
Coordenador do Programa

Prof. Dr.^a Vania Ribas Ulbricht
Orientadora

Florianópolis, 2023.

A Deus, pelo dom da vida. A minha família...

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus.

Ao PPGECC, que oportunizou momentos únicos de reflexão e troca de experiências.

Aos amigos, técnicos e demais docentes do PPGECC, pelo apoio e disponibilidade sempre que necessário.

Minha admiração e agradecimento aos professores orientadores Dr^a. Vânia Ribas Ulbricht e Prof. Dr. Tarcício Vanzin, pois sempre estiveram ao meu lado, auxiliando em todos os momentos.

A minha vó Amália, pai e mãe que sempre me incentivaram em meu caminho e que desde cedo me mostraram a importância dos estudos.

Agradeço a todas as pessoas que simplesmente me ouviram ou de alguma forma me apoiaram e me incentivaram a chegar ao fim deste trabalho.

Por fim, agradeço ao povo brasileiro que, por meio de impostos, garantiram as condições para que este trabalho fosse concluído em uma instituição pública e gratuita, embora muitos deles tenham sido excluídos deste espaço.

RESUMO

Na atual sociedade do conhecimento, o acesso à informação e ao conhecimento tem influenciado em muitos aspectos o modo de vida das pessoas. Contudo, quando relacionadas ao âmbito educacional, tais mudanças ainda avançam de forma gradativa, mesmo levando em consideração os benefícios que as tecnologias digitais proporcionam a favor do aprendizado. Assim, levando em conta as inúmeras dificuldades encontradas no estudo da Matemática, tais recursos podem ser um importante aliado neste processo de aprendizagem. Deste modo, ao se preocupar e pensar em soluções que busquem contribuir para o processo de aprendizagem, não se pode deixar de lado o viés da educação inclusiva, englobando incluindo deste modo, o surdo. Dentro do cenário das atuais tecnologias, estão os aplicativos móveis, também denominados *apps*. Neste sentido, devido às lacunas existentes em relação às mídias digitais inclusivas e às dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem no campo da Matemática, este estudo busca encontrar soluções para o desenvolvimento de aplicativos móveis que sejam acessíveis ao público surdo, com foco na aprendizagem da Geometria Espacial. Para tanto, este trabalho tem como finalidade o cumprimento de alguns objetivos, como a estruturação do conteúdo relacionado aos conceitos da Geometria Espacial, a realização da modelagem e do desenvolvimento do artefato, sua testagem com estudantes surdos da Educação Básica, além da proposição de um conjunto de diretrizes para desenvolvimento de aplicativos móveis acessíveis ao público surdo, voltado à Geometria Espacial. Sobre a fase relacionada à coleta e análise dos dados, esta segue seis principais etapas, sendo elas: a realização da modelagem e desenvolvimento do artefato; contato com as escolas e com os alunos; aplicação do questionário “perfil dos estudantes”; acesso e leitura do protótipo pelos alunos; aplicação da pesquisa, utilizando um roteiro de perguntas; e, por fim, a análise dos dados e apresentação das diretrizes. O artefato foi desenvolvido de modo a fornecer ao longo do processo de aprendizagem as bases conceituais para a compreensão do tema envolvendo a Geometria Espacial. Por meio da utilização do artefato por parte dos alunos surdos e da etapa relacionada à coleta dos dados, diversos aspectos relacionados à interface, à linguagem e ao processo da aprendizagem do sujeito surdo puderam ser analisados. Assim, a elaboração deste conjunto de diretrizes voltadas ao desenvolvimento de aplicações móveis, traz contribuições tanto no que diz respeito ao processo de aquisição do conhecimento dos alunos surdos, quanto em relação aos aspectos associados à acessibilidade digital.

Palavras-chave: Surdo; Aplicativos móveis; Geometria; Acessibilidade.

ABSTRACT

In today's knowledge society, access to information and knowledge has influenced people's way of life in many ways. However, when related to the educational field, such changes are still advancing gradually, even taking into account the benefits that digital technologies provide in favor of learning. Thus, taking into account the numerous difficulties encountered in the study of Mathematics, such resources can be an important ally in this learning process. In this way, when worrying about and thinking about solutions that seek to contribute to the learning process, one cannot leave aside the bias of inclusive education, thus encompassing including the deaf. Within the scenario of current technologies are mobile applications, also called apps. In this sense, due to the existing gaps in relation to inclusive digital media and the difficulties encountered in the teaching and learning process in the field of Mathematics, this study seeks to find solutions for the development of mobile applications that are accessible to the deaf public, with a focus on learning. of Spatial Geometry. Therefore, this work aims to fulfill some objectives, such as structuring the content related to the concepts of Spatial Geometry, carrying out the modeling and development of the artifact, testing it with deaf students of Basic Education, in addition to proposing a set of guidelines for the development of mobile applications accessible to the deaf public, focused on spatial geometry. Regarding the phase related to data collection and analysis, it follows six main steps, namely: modeling and developing the artifact; contact with schools and students; application of the "student profile" questionnaire; access and reading of the prototype by students; application of the survey, using a script of questions; and, finally, data analysis and presentation of guidelines. The artifact was developed in order to provide, throughout the learning process, the conceptual bases for understanding the theme involving Spatial Geometry. Through the use of the artifact by deaf students and the step related to data collection, several aspects related to the interface, language and learning process of the deaf subject could be analyzed. Thus, the elaboration of this set of guidelines aimed at the development of mobile applications, brings contributions both with regard to the process of acquiring knowledge of deaf students, and in relation to aspects associated with digital accessibility.

Keywords: Deaf; Mobile apps; Geometry; Accessibility.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Principais etapas da pesquisa	24
Figura 2 - Passos do processo da Design Science Research.....	25
Figura 3 - Etapas para a Revisão Sistemática da Literatura	27
Figura 4 - Barreiras classificadas em categorias.....	43
Figura 5 - Princípios de acessibilidade na Web conforme WCAG 2.0 - W3C	46
Figura 6 - Os sete Princípios do Design Universal.....	49
Figura 7 - Barreiras relacionadas à surdez ou deficiência auditiva no meio digital.....	52
Figura 8 - Modelos de usabilidade de acordo com suas dimensões	63
Figura 9 - Subáreas da Geometria Euclidiana.....	74
Figura 10 - Aspectos desenvolvidos na cultura digital.....	87
Figura 11 - As características do m-learning	88
Figura 12 - Requisitos da Cognição Situada e da Aprendizagem Móvel.....	90
Figura 13 - Delimitação do tema envolvendo a Geometria	93
Figura 14 - Elementos voltados à acessibilidade digital e aprendizagem do surdo identificados na RSL	96
Figura 15 - Pré-diretrizes geradas a partir da RSL.....	97
Figura 16 - Ferramenta Balsamiq Mockup em sua tela inicial	99
Figura 17 - Template Smartphone na tela do Balsamiq Mockup.....	100
Figura 18 - Tela de abertura no desenvolvimento do protótipo	100
Figura 19 - Template em branco na plataforma Wix	101
Figura 20 - Tela inicial da aplicação móvel na plataforma Wix.....	102
Figura 21 - Etapas para a realização da pesquisa	103
Figura 22 - Exemplo do feedback apresentado quanto ao segundo desafio.....	114
Figura 23 - Primeiro desafio proposto no artefato envolvendo o conceito de poliedro e corpos redondos.....	115
Figura 24 - Segundo desafio proposto envolvendo o conceito de vértice e face	116
Figura 25 - Terceiro desafio proposto envolvendo o conceito de aresta	117
Figura 26 - Quarto desafio proposto envolvendo o conceito de prisma reto e oblíquo	118

Figura 27 - Quinto desafio proposto envolvendo pirâmide pentagonal e hexagonal	119
Figura 28 - Sexto desafio proposto envolvendo a planificação do cone.....	120
Figura 29 - Sétimo desafio proposto envolvendo planificação	121
Figura 30 - Oitavo desafio proposto envolvendo volume de uma pirâmide quadrangular	122
Figura 31 - Nono desafio proposto envolvendo o volume do cone.....	123
Figura 32 - Décimo desafio proposto envolvendo o volume do cilindro e do cone	124
Figura 33 - Décimo primeiro desafio proposto envolvendo a área da esfera	125
Figura 34 - Diretrizes para criação de aplicações móveis acessíveis ao público surdo votadas a aprendizagem da Geometria Espacial	127
Figura 35 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a proposição de desafios	130
Figura 36- Elementos pertencentes a diretriz relacionada a fácil visualização de botões	133
Figura 37 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a compreensão do domínio	136
Figura 38 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a organização do conteúdo seguindo níveis de complexidade.....	139
Figura 39 - Diretrizes para criação de aplicações móveis acessíveis ao público surdo votadas a aprendizagem da Geometria Espacial	140

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Procedimentos metodológicos utilizados de acordo com o objetivo específico	26
Quadro 2 - Artigos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura (continua)	28
Quadro 3 - Aplicativos relacionados ao ensino da Geometria Euclidiana (coninua)	32
Quadro 4 - Recomendações do WCAG 2.0	48
Quadro 5 - Princípios de Design Universal aplicados em Objetos de Aprendizagem	49
Quadro 6 - Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis ao surdo	50
Quadro 7 - Diretrizes MobiDeaf	60
Quadro 8 - Comparativo entre a aprendizagem tradicional e a situada	84
Quadro 9 - Expectativas de aprendizagem de acordo com objeto do conhecimento	98
Quadro 10 - Conteúdos conceituais e procedimentais no estudo da Geometria.	104
Quadro 11 - Perfil dos participantes (continua)	105
Quadro 12 - Expressões Chave e Ideias Centrais do Discurso do Sujeito Coletivo (continua)	108
Quadro 13 - Categorias de Análise e Ideias Centrais conforme os conteúdos das falas analisadas por meio do DSC	112
Quadro 14 - Discurso do Sujeito Coletivo a partir das Ideias Centrais.....	113
Quadro 15 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o primeiro desafio.....	116
Quadro 16 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o segundo desafio.....	117
Quadro 17 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o terceiro desafio.....	117
Quadro 18 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o quarto desafio	118

Quadro 19 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o quinto desafio	119
Quadro 20 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o sexto desafio	120
Quadro 21 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o sétimo desafio.....	121
Quadro 22 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o oitavo desafio	122
Quadro 23 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o nono desafio	123
Quadro 24 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o décimo desafio.....	124
Quadro 25 - Nível de dificuldade apontada pelos participantes sobre o décimo primeiro desafio.....	125
Quadro 26 - Recomendações para o design de ícones organizadas por fonte e critérios.....	131
Quadro 27 - Orientações para a elaboração de vídeos em Libras	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Etapas para a Revisão Sistemática da Literatura.....	28
Tabela 2 - Características das ferramentas ProDeaf e HandTalk	59
Tabela 3 - Número de alunos de acordo com a escola	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEE	Atendimento Educacional Especializado
App	Aplicativo móvel
Apps	Aplicativos móveis
AVA	Ambientes Virtuais de Aprendizagem
AVEA	Virtuais de Ensino e Aprendizagem
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
DSR	Design Science Research
EGC	Engenharia e Gestão do Conhecimento
GD	Geometria Dinâmica
GI	Geometria Interativa
IMS	Instructional Management Systems
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
LIBRAS	Língua Brasileira de Sinais
MEC	Ministério da Educação
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PPEGC	Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento
RA	Realidade Aumentada
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SAEB	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica
STI	Secretaria de Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologia da Informação e da Comunicação
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VPN	Virtual Private Network
W3C	World Wide Web Consortium
WoS	Web os Science
UX	Experiência do Usuário
DSC	Discurso do Sujeito Coletivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	18
1.2 PERGUNTA DE PESQUISA	21
1.3 OBJETIVO GERAL	21
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.5 JUSTIFICATIVA	21
1.6 ESCOPO	23
1.7 ABORDAGEM METODOLÓGICA.....	23
1.8 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	26
1.9 ORIGINALIDADE E RELEVÂNCIA	33
1.10 ADERÊNCIA AO EGC.....	34
1.11 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	35
2 O SUJEITO SURDO	37
2.1 A LÍNGUA DE SINAIS	37
2.2 A APRENDIZAGEM DO SUJEITO SURDO	39
2.3 ACESSIBILIDADE DIGITAL PARA SURDOS	42
2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	53
3 APLICATIVOS MÓVEIS NA EDUCAÇÃO	55
3.1 A CONVERGÊNCIA PARA OS APLICATIVOS MÓVEIS.....	55
3.2 APLICATIVOS MÓVEIS E O SURDO	58
3.3 APLICATIVOS MÓVEIS VOLTADOS AO ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA.....	66
3.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	71
4 O ESTUDO NO CAMPO DA GEOMETRIA	72
4.1 A IMPORTÂNCIA DOS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS	72
4.2 AS DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA.....	77
4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	82
5 TEORIAS DA APRENDIZAGEM	83
5.1 TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA	83
5.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM MÓVEL.....	85

5.3 REQUISITOS DA COGNIÇÃO SITUADA E DA APRENDIZAGEM MÓVEL ...	89
6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	95
6.1 LEVANTAMENTO DAS PRÉ-DIRETRIZES	95
6.2 MODELAGEM E PROTOTIPAGEM DO ARTEFATO	97
6.3 APLICAÇÃO DA PESQUISA COM OS ESTUDANTES	103
6.4 ANÁLISE DOS DADOS DA ENTREVISTA	107
6.5 NÍVEL DE DIFICULDADE ENCONTRADA NOS DESAFIOS	114
7 ELUCIDAÇÃO DAS DIRETRIZES.....	127
7.1 A PROPOSIÇÃO DE DESAFIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM.....	128
7.2 A INTERFACE DEVE POSSIBILITAR A FÁCIL VISUALIZAÇÃO DE BOTÕES	130
7.3 A LINGUAGEM DEVE FAVORECER A COMPREENSÃO DO DOMÍNIO	133
7.4 O CONTEÚDO DEVE SER APRESENTADO EM NÍVEIS GRADUAIS DE COMPLEXIDADE.....	137
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
REFERÊNCIAS.....	148
APÊNDICE.....	164
APÊNDICE I – PERFIL DO PARTICIPANTE	165
APÊNDICE II – ROTEIRO DE PERGUNTAS.....	166
APÊNDICE III - IMAGENS	167
APÊNDICE IV – PLATAFORMA WIX.....	193

1 INTRODUÇÃO

A inserção das tecnologias digitais no contexto escolar se faz importante no incentivo e participação dos estudantes no processo educacional, tornando-os sujeitos ativos na construção de sua própria aprendizagem. A sociedade contemporânea tem vivenciado um avanço no desenvolvimento e na utilização das tecnologias digitais, onde sua presença vem se intensificando na vida das pessoas e influenciando a produção, divulgação, disseminação e acesso às informações e, também, gradativamente, o processo de ensino e aprendizagem. Uma pluralidade de equipamentos eletrônicos, recursos e *softwares* têm emergido, com potencial para instigar a ressignificação da prática pedagógica. Ainda, as tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem, em especial da Matemática, desempenham função ímpar no que tange à dinamização das aulas e à percepção acerca de seus conhecimentos (GONÇALVES; OLIVEIRA; GHELLI, 2018).

A busca por soluções também deve ser lembrada e expandida para aqueles indivíduos que possuem algum tipo de deficiência, como a surdez. Para Pereira e Kriger (2018), as tecnologias digitais promoveram profundas modificações na sociedade. No que tange a educação, tais ferramentas impulsionaram novas formas de pensar o processo educacional, e a educação bilíngue de surdos necessita que atenda com qualidade as demandas específicas de sua aprendizagem (PEREIRA; VIEIRA, 2009).

Exercitar o direito da cidadania é uma necessidade e está visivelmente presente nos direitos civis, socioeconômicos e políticos. Contudo, para o pleno exercício desses direitos, também é necessário o acesso à informação e ao conhecimento, incorporando a capacidade de interpretação da realidade e a construção de sentido, tornando os cidadãos capazes de construir significados e construir seu senso crítico (ROCHA, 2000; FRADE, 2002, PINSKY; PINSKY, 2003; SILVA et al., 2005). A Internet, em virtude de suas características, apresenta potencial para apresentar diferentes possibilidades de acesso ao conhecimento aos surdos, além disso, é flexível para se adequar às características de diferentes públicos. É preciso que as particularidades do surdo sejam identificadas para que, assim, as tecnologias digitais sejam utilizadas para potencializar suas habilidades comunicativas e de aprendizagem, promovendo o efetivo acesso ao conhecimento (DUARTE et al., 2013).

Porém, embora reconhecido o potencial da tecnologia, muitos desafios precisam ser vencidos. Existe uma demanda de pesquisas para propiciar o efetivo acesso à informação e conhecimentos, visto que o surdo compõe a parcela da população pouco considerada como participante e usuária ativa dos meios digitais (OBREGON; FLORES, 2011; MIRANDA; ZISSOU, 2009; BUGAY, 2006).

Considerando o contexto apresentado, a próxima seção objetiva descrever o problema e a questão de pesquisa, os objetivos, bem como a justificativa do desenvolvimento desta pesquisa. Ademais, são apresentados, o escopo e o processo metodológico adotado ao longo deste estudo.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Na educação, questões como fracasso escolar e dificuldades de aprendizagem são desafios que ainda se impõem. No Brasil, por mais que ao longo dos anos tenha ocorrido a ampliação do número vagas nas escolas, não houve o desenvolvimento de ações significativas que tornasse o sistema de ensino, principalmente da educação básica, eficiente. A escola, que, por sua vez, tem como objetivo promover a melhoria das condições de vida da sociedade e a construção do conhecimento, acaba, muitas vezes, não atingindo tais propósitos. Seu papel está em desenvolver uma formação em que os jovens sejam capazes de analisar criticamente a realidade, e que, além disso, possam agir em prol de sua transformação (BOSSA, 2009).

Dentre as diversas dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem, estão os desafios de professores e alunos com relação à Matemática. Para Santos, França e Santos (2007), os problemas que se levantam no processo de ensino da Matemática em todos os níveis não são novos. De acordo com Chang e Yang (2016), a Matemática é a mãe da ciência, contudo, muitos estudantes apresentam dificuldades em estudá-la.

Na edição de 2017, o Inep (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) visitou mais de 73 mil escolas, e mais de 5,4 milhões de estudantes fizeram os testes de Língua Portuguesa e de Matemática nas etapas do 5º ano do Ensino Fundamental, 9º ano do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio. Através do Saeb (Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica), os dados apontaram que as proficiências médias em Matemática tiveram

uma pequena evolução nos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, mas caíram no Ensino Médio pela segunda vez consecutiva. Os resultados ainda apontaram que somente 4,52% dos estudantes do Ensino Médio superaram o nível 7 da Escala de Proficiência, sendo que essa escala é dividida entre os níveis 0 e 10 para Matemática. De acordo com resultados de anos anteriores, o Ensino Médio está praticamente estagnado desde 2009. Com relação ao 5º ano do Ensino Fundamental, o exame revelou avanços no desempenho de Língua Portuguesa e Matemática, no entanto os estudantes apresentam somente nível 4 de proficiência média, o que significa ser o primeiro nível do conjunto de padrões considerados básicos pela Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. No 9º ano do Ensino Fundamental, os estudantes brasileiros apresentaram nível 3 de proficiência média em ambas as áreas de conhecimento avaliadas, considerado insuficiente pelo MEC (Ministério da Educação), isso significa dizer que nos anos anteriores a situação era ainda mais precária no Ensino Fundamental (INEP, 2018).

O estudo da Matemática é dividido em cinco principais unidades temáticas, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), sendo elas: o numérico, o algébrico, o geométrico, grandezas e medidas e, por fim, a estatística e probabilidade. Todos eles contribuem para um importante conjunto de saberes. Entretanto, com relação ao ensino e a aprendizagem em Geometria, este ficou, por um longo tempo, relegado a segundo plano nos currículos de Matemática das escolas brasileiras. Este fato se deu, pois, muitos professores não tinham os conhecimentos necessários para ensinar Geometria e, além disso, os livros didáticos muitas vezes traziam esses conteúdos como um conjunto de fórmulas e definições que eram apresentados em seus capítulos finais, aumentando a possibilidade deste tema não ser estudado por falta de tempo (LORENZATO, 1995). Além do mais, percebe-se ainda que a Geometria recebe menos atenção do que os demais conhecimentos (MACHADO, 2003). Isso não muda o fato de que aprender este campo da Matemática é necessário, pois permite desenvolver habilidades como a percepção espacial e a visualização, bem como compreender conceitos relacionados ao bidimensional e ao tridimensional, conhecimentos relevantes para diversas áreas, como arquitetura, engenharias e as artes. Portanto, é de suma importância que os alunos da Educação Básica aprendam a Geometria.

Por mais que as dificuldades no processo de aprendizagem ainda aconteçam, a crescente utilização das mídias digitais como recurso pedagógico,

tem aberto caminhos para uma série de ferramentas que podem contribuir para a diminuição de tais obstáculos, sendo que a variedade desses recursos favorece para que a aprendizagem ocorra das mais diferentes formas. Na atual Sociedade do Conhecimento, a aprendizagem não está mais limitada a ocorrer somente dentro dos muros da escola e isso leva a uma importante necessidade, a de tornar o ciberespaço¹ um ambiente cada vez mais acessível, propício para a busca de conhecimento.

Deste modo, ao se preocupar em soluções que busquem contribuir para o processo de aprendizagem, não se pode deixar de lado o viés da educação inclusiva. Neste contexto, está o sujeito surdo, onde sua compreensão e interação com o mundo se dá por meio de experiências visuais, manifestando sua cultura, principalmente pelo uso da Língua Brasileira de Sinais (Libras) (BRASIL, 2005).

O simples acesso ao mundo digital pelo sujeito surdo não é sinônimo de total acessibilidade. De acordo com Gomes e Goés (2011), quando se trata de um usuário surdo, é preciso lembrar que ele é um indivíduo bilíngue, cujo domínio da Língua Portuguesa acontece como segunda língua. Dependendo de seu nível de proficiência, a leitura em Língua Portuguesa poderá se apresentar de maneira fragmentada e limitada, comprometendo a possibilidade de leitura imersiva. Deste modo, disponibilizar o conteúdo da Web em Libras é tornar esse ambiente acessível para aqueles cujo domínio da leitura em Língua Portuguesa é precário ou inexistente.

A utilização das mídias digitais no contexto da Geometria pode constituir-se em uma importante ferramenta pedagógica, permitindo ao aluno mais autonomia, de modo que possa evoluir de acordo com seu ritmo de aprendizagem. Neste sentido, além da importância da inclusão no ambiente escolar, também é preciso prestar atenção na inclusão no mundo digital.

Diante de tais fatos, surgem diversas indagações, porém, no intuito de um aprofundamento em apenas um quesito, está a possibilidade de uma contribuição mais significativa na construção de novos vieses para esse cenário. Assim, será apresentada, a seguir, a pergunta de pesquisa.

¹O prefixo “ciber” atua como predicativo do espaço e da cultura que decorrem do suporte digital (ALESSIO FERRARA, 2008). Podemos entender o ciberespaço como um universo virtual proporcionado pelas redes de telecomunicações, mormente a Internet. O ciberespaço pode ser concebido, também, como um novo mundo, um novo espaço de significações, um novo meio de interação, comunicação e de vida em sociedade (MONTEIRO, 2007).

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Devido às dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem da Geometria e à lacuna existente de mídias digitais inclusivas, especialmente de aplicativos móveis voltados ao público surdo, este trabalho busca contribuir com tal cenário, respondendo à seguinte pergunta de pesquisa:

como desenvolver um aplicativo móvel inclusivo para promover a aprendizagem da Geometria Espacial voltados aos alunos surdos?

1.3 OBJETIVO GERAL

- Desenvolver diretrizes que norteiem o desenvolvimento de *apps* acessíveis ao público surdo, voltados à aprendizagem da Geometria Espacial.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar uma Revisão Sistemática da Literatura;
- Estruturar o conteúdo relacionado aos conceitos da Geometria Espacial;
- Realizar a modelagem e o desenvolvimento do artefato; e
- Testar o artefato com estudantes surdos da Educação Básica.

1.5 JUSTIFICATIVA

A Internet e as mídias digitais fizeram emergir um novo paradigma social, descrito por alguns autores, como Sociedade do Conhecimento (HARGREAVES, 2003) ou Sociedade da Aprendizagem (POZO, 2004), onde não existem barreiras de tempo e de espaço para que as pessoas se comuniquem. Em relação ao processo de ensino e aprendizagem, tais mídias oferecem múltiplas possibilidades de aprendizado, onde o espaço físico da escola, tão proeminente em outras décadas, neste novo paradigma, deixa de ser o local exclusivo para a construção do conhecimento e preparação do cidadão. Silva e Gomes (2015), colocam que a utilização das tecnologias e mídias digitais pode ocorrer de forma a potencializar e dinamizar os processos de ensino e aprendizagem. Ainda segundo os autores, vive-

se em uma sociedade cuja tecnologia avança continuamente, não sendo possível retroceder ou desprezar o potencial pedagógico que as tecnologias e mídias digitais apresentam quando incorporadas à educação.

Souza e Giglio (2015) definem mídia digital como o conjunto de veículos e aparelhos de comunicação baseados em tecnologia digital, permitindo a distribuição ou comunicação digital das obras intelectuais escritas, sonoras ou visuais. As mídias digitais podem ser computadores, telefones celulares, *smartphones*, vídeos digitais, televisão digital, internet, jogos eletrônicos e outras mídias interativas. Sendo assim, a mídia digital vai além do suporte físico, incluindo também os recursos digitais contidos na mesma.

A Internet e as mídias digitais permitem a criação de novos espaços de interação e comunicação entre as pessoas, aumentando o leque de possibilidades de se construir o conhecimento, beneficiando assim pessoas com hábitos diferenciados e estilos de aprendizagem próprios (COUTINHO; LISBÔA, 2011). Neste sentido, devido ao fato de a educação estar inserida em uma era de grande disponibilidade tecnológica, torna-se importante que tais recursos sejam utilizados para a favorecimento do ensino e da aprendizagem. Daí a importância de tornar as mídias digitais cada vez mais acessíveis, objetivando contribuir com o processo de aquisição do conhecimento.

As mídias digitais estão presentes nos mais diferentes espaços e acabam favorecendo o desenvolvimento de novos modos de pensar e de aprender (BELLONI; GOMES, 2008; MATTAR, 2010). Diante disso, diversas dessas mídias, como softwares que podem obter diversas subdivisões, entre elas, jogos, objetos de aprendizagem e, mais recentemente, os aplicativos móveis (*apps*), estão sendo desenvolvidos para o contexto educacional.

De acordo com Mendonça (2009), tais mídias devem ser recursos instituintes de novas formas de aprender e ensinar, na perspectiva das redes colaborativas e da autonomia dos sujeitos. Seguindo este pensamento, o processo de ensino e aprendizagem realizado através de *apps* pode ser um importante meio de aproximação entre indivíduo e o conhecimento.

Em 2011, foram baixados mais de 270 milhões de aplicativos pedagógicos – um aumento de mais de dez vezes, desde 2009 (MCKINSE; COMPAN; GSMA, 2012 apud UNESCO, 2014). Ainda segundo a UNESCO (2014), existem mais de 5,9 bilhões de assinaturas de telefone celular em todo o mundo. Entretanto, embora

peças do mundo inteiro dependam muito da tecnologia móvel, nem educadores nem formuladores de políticas públicas para a educação têm conseguido aproveitar plenamente o seu potencial para melhorar o aprendizado. Deste modo, a educação e a tecnologia podem e devem evoluir lado a lado, para servir de apoio uma à outra e para melhor atender as necessidades de alunos e professores.

Dada a importância das mídias digitais para o processo de aprendizagem, é preciso o desenvolvimento de ferramentas que consigam suportar às necessidades do indivíduo com surdez. Assim, se faz necessário evoluir no desenvolvimento de *apps* acessíveis ao público surdo, e, particularmente, possa contribuir para um melhor aprendizado em relação à Geometria Espacial.

1.6 ESCOPO

Para o desenvolvimento deste estudo, foi adotado como universo de pesquisa as pessoas surdas ou com deficiência auditiva que utilizem como meio de comunicação a Língua Brasileira de Sinais (Libras) e que, além disso, sejam alunos da Educação Básica. Em relação ao conteúdo, este envolveu somente a unidade temática da Geometria Espacial. Deste modo, o trabalho se restringe ao desenvolvimento de um conjunto de diretrizes que norteie a criação de *apps* acessíveis para o ensino de Geometria ao público surdo. Para tanto, esta pesquisa está inserida no contexto da Aprendizagem Móvel, também conhecida como *Mobile Learning*.

1.7 ABORDAGEM METODOLÓGICA

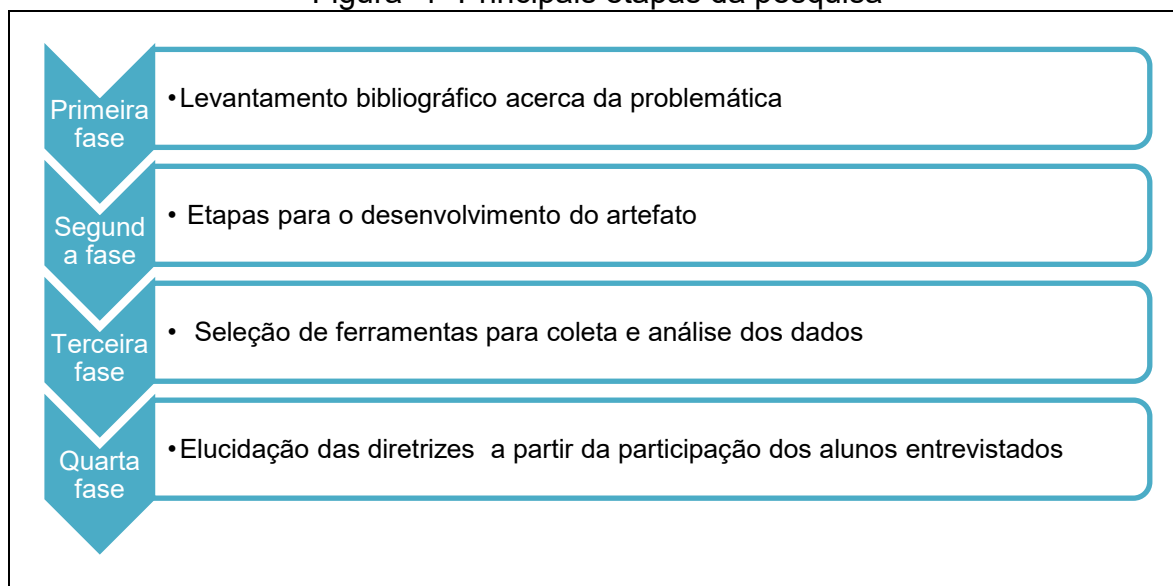
Esta pesquisa possui uma abordagem qualitativa, a qual, segundo Martins (2004), busca proporcionar um debate amplo entre todas as fontes de dados, permitindo que todos os aspectos do fenômeno que está sendo observado sejam considerados para a criação da convicção do pesquisador. Além disso, o método qualitativo apresenta como característica a flexibilidade na coleta de dados, possibilitando que as técnicas mais adequadas sejam adotadas para o processo de observação.

Trata-se de uma pesquisa aplicada, do tipo exploratória, pois busca a explicitação de um problema, favorecendo o aprimoramento de ideias e a

descoberta de hipóteses e premissas (GIL, 2002). Este tipo de pesquisa envolve pesquisa bibliográfica, entrevistas com pessoas que estão envolvidas com o problema e análise de exemplos que levam a uma melhor compreensão (GIL, 2010).

Portanto, como forma de organizar as etapas dessa pesquisa, tem-se quatro fases, como mostra a Figura 1.

Figura 1- Principais etapas da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora

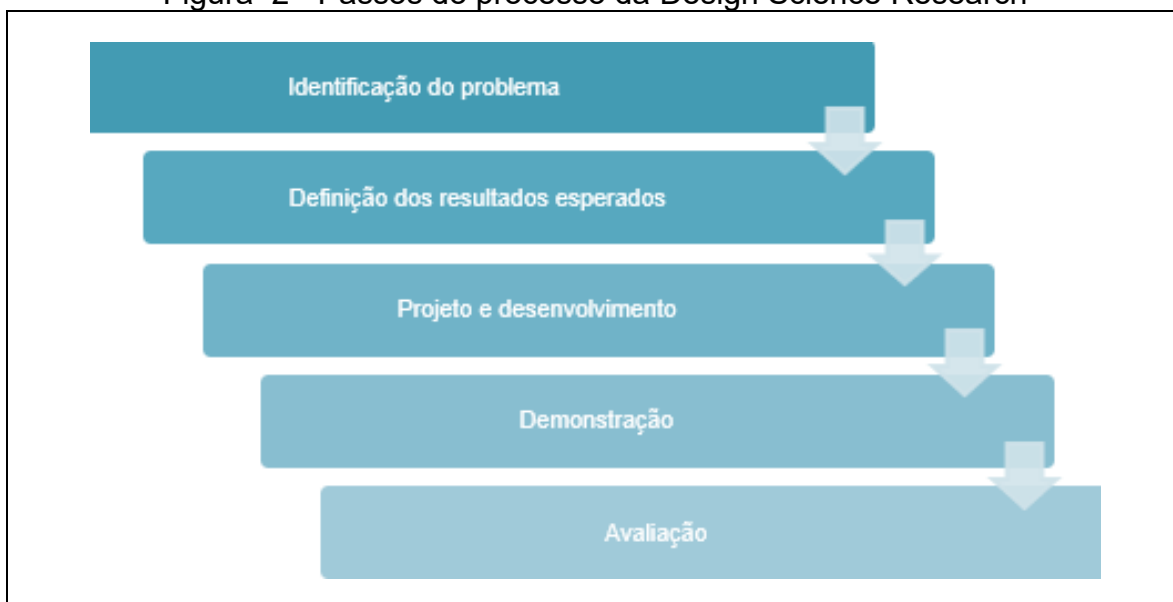
Para verificar o estado da arte referente ao tema, realizou-se uma Revisão Sistemática, assim como uma busca na loja de *apps Play Store*, cujas etapas estão descritas no tópico 1.8 deste trabalho. Esta segunda etapa se mostrou necessária, pois poderiam ser encontradas contribuições para este estudo que não estivessem presentes nos artigos científicos.

Em relação a etapa de desenvolvimento do artefato, adotou-se os passos da *Design Science Research (DSR)*, por ser uma metodologia de pesquisa baseada na produção de conhecimento a partir da construção de um artefato. A DSR é uma forma de produção de conhecimento científico que envolve o desenvolvimento de uma inovação, com a intenção de resolver problemas do mundo real. Os artefatos são projetados com o intuito de inserir alguma mudança em um sistema, resolvendo problemas e possibilitando seu melhor desempenho (DRESCH et al., 2014).

A primeira etapa deste método trata da *identificação do problema*, levando-se em consideração a relevância da pesquisa e a importância do problema. Na segunda etapa, é realizada a *definição dos resultados esperados* para o problema

que se busca solucionar. O *projeto e desenvolvimento* do artefato tem o papel de auxiliar na solução do problema. Na quarta etapa, ocorre a *demonstração*, ou seja, o uso de artefato, podendo acontecer por meio de experimentação / simulação, entre outros. A *avaliação* é definida como um processo rigoroso de verificação do comportamento do artefato, no ambiente para o qual foi projetado. O pesquisador deve realizar comparações entre os resultados encontrados e os requisitos definidos (segunda etapa). Se os resultados não corresponderem ao desejado, poderá retornar à terceira etapa, para o desenvolvimento de um novo artefato. A *comunicação* visa difundir o trabalho realizado, mostrando o rigor com o qual a pesquisa foi desenvolvida, assim como sua relevância (DRESCH et al., 2014). Assim, adotou-se as etapas indicadas por Peffers et al., (2007), como mostra a Figura 2.

Figura 2 - Passos do processo da Design Science Research



Fonte: Dresch et al., 2014

O levantamento de dados foi feito por amostra intencional, tendo como público entrevistado alunos surdos das séries finais do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, adotando como técnica de coleta de dados a Observação Direta Intensiva, realizada mediante a aplicação de entrevista com os estudantes. A aplicação do primeiro questionário (Apêndice I) tem como objetivo a identificação do perfil dos estudantes, verificando a escolaridade, o gênero, se utiliza Internet, se compreende o que estuda o campo da Geometria Espacial e se já estudou este tema anteriormente. Já a aplicação do segundo questionário (Apêndice II) tem como

intuito a identificação quanto as potencialidades e as fragilidades relacionadas à aprendizagem dos alunos e à interface do artefato.

A partir das respostas obtidas, utilizou-se como técnica a Análise do Discurso do Sujeito Coletivo para a etapa de análise de dados. Partindo desta análise, houve a formulação das diretrizes para o desenvolvimento de aplicativos móveis acessíveis ao público surdo voltadas ao ensino e aprendizagem da Geometria Espacial.

O Quadro 1 apresenta uma visão geral da pesquisa, relacionando os objetivos específicos às suas etapas no procedimento metodológico, bem como às técnicas utilizadas para que o objetivo seja atingido.

Quadro 1 - Procedimentos metodológicos utilizados de acordo com o objetivo específico

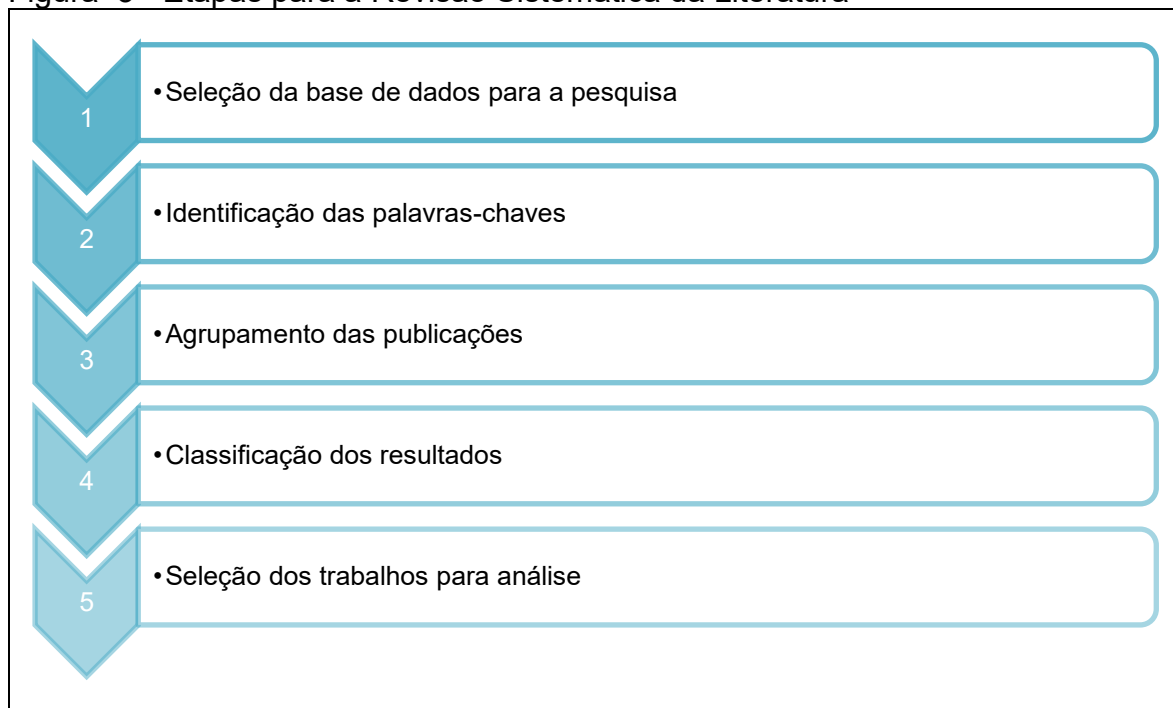
Objetivo Específico	Etapa do processo metodológico	Técnica de Pesquisa
Levantar o referencial teórico	Revisão teórica	Revisão Sistemática da Literatura
Estruturar o conteúdo relacionado aos conceitos da Geometria Euclidiana	Delimitação do conteúdo geométrico	Mapa conceitual
Modelar o desenvolvimento do artefato	Protótipo funcional	Observação Direta Intensiva
Propor um conjunto de diretrizes para desenvolvimento de <i>apps</i> voltados à Geometria Euclidiana	Requisitos de acessibilidade digital e resultados das entrevistas	Análise do Discurso do Sujeito Coletivo

Fonte: elaborado pela autora

1.8 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A Revisão Sistemática da Literatura ocorreu em setembro de 2019, buscando encontrar trabalhos relacionados aos aplicativos móveis, às pessoas surdas e, ainda, ao ensino-aprendizagem da Geometria. Contudo, uma atualização em agosto de 2022 foi realizada, a fim de verificar nas bases de dados estudos mais recentes. Para a realização da pesquisa, adotou-se os passos sugeridos pelas autoras Crossan e Apaydin (2010), conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 - Etapas para a Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Crossan e Apaydin, 2010

Como base de dados, a *Scopus*, *Web of Science (WoS)* e a *SciELO* foram selecionadas. O acesso se deu via *Virtual Private Network (VPN)*, fornecido pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), permitindo maior disponibilidade aos trabalhos indexados em tais bases, as quais foram adotadas pelo fato de serem multidisciplinares, apresentarem um grande número de trabalhos e, ainda, por sua relevância científica.

A busca se deu utilizando os termos *deaf**, *geometry*, *apps* e “*mobile apps*”. Verificou-se, também, o termo “*mobile application*” a partir dos termos anteriores. Título, palavras-chave e resumo foram campos de busca adotados e, além disso, para uma maior precisão, foram utilizadas as “” (aspas) para que a base científica identificasse apenas trabalhos que contivessem as palavras de forma conjunta e o * (asterisco) para retornar trabalhos que possuíssem alguma variação em relação ao termo que precede o asterisco.

Com relação ao agrupamento das publicações, não houve restrição quanto à data ou o tipo de documento, buscando, assim, alcançar o maior número possível de trabalhos. Entretanto, quando colocados no campo de busca os termos *deaf**, *geometry* e *apps*, não houve o retorno de trabalhos, sendo necessário expandir a busca, utilizando, para isto várias combinações com duas palavras-chave, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Etapas para a Revisão Sistemática da Literatura

	Combinações de palavras-chave	Scopus	WoS	SciELO
Grupo 1	<i>geometry AND deaf*</i>	105	49	2
Grupo 2	<i>apps AND geometry</i>	79	40	0
	<i>"mobile apps" AND geometry</i>	12	2	0
	<i>"mobile application" AND geometry</i>	233	37	0
Grupo 3	<i>apps AND deaf*</i>	52	25	0
	<i>"mobile apps" AND deaf*</i>	12	7	0
	<i>"mobile application" AND deaf*</i>	166	59	0

Fonte: elaborado pela autora

Na etapa de classificação dos resultados, foi realizada a leitura do título e do *abstract* dos trabalhos encontrados, selecionando aqueles mais pertinentes ao tema e descartando, assim, os trabalhos sem qualquer relação com a área da educação. Além disso, houve a exclusão de artigos repetidos e ainda de artigos não disponibilizados na íntegra pela base.

A partir da leitura completa dos artigos, chegou-se a um total de 50 trabalhos, resultando em 13 no primeiro grupo, 22 no segundo e 15 no terceiro. O Quadro 2 apresenta os artigos selecionados, de acordo com cada grupo.

Quadro 2 - Artigos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura (continua)

	ARTIGOS	AUTOR
Grupo 1	A Negociação de Sinais em Libras como Possibilidade de Ensino e de Aprendizagem de Geometria	DE SALES, Elielson Ribeiro; PENTEADO, Miriam Godoy; MOURA, Amanda Queiroz.
	An intelligent tutoring system for improving application accessibility of disabled learners	EL-SATTAR, Hussein Karam Hussein Abd
	Factors predicting recall of mathematics terms by deaf students: Implications for teaching	LANG, Harry; PAGLIARO, Claudia
	Glossary of computational terms as a stimulus to programming logic: a case study with deaf students	GRANADA, Rafael Pinto; BARWALDT, Regina; ESPÍNDOLA, Danbia Bueno
	Improving geometry by using dialogic hypermedia tools: A case study. Interactive Educational Multimedia	GIMÉNEZ, Joaquim; ROSICH SALA, Núria
	O uso do multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico	ARNOLDO JR, Henrique; RAMOS, Maurivan Guntzel; THOMA, Adriana da Silva
	Spatial and numerical abilities without a complete natural language	HYDE, Daniel C. et al
	The math gap A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hardofhearing children	PAGLIARO, Claudia M.; KRITZER, Karen L.

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 2 - Artigos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura (continua)

	Analysis of deaf students understanding math concepts in the topic of geometry (rectangle shape): A case study	HUSNIATI, Andi et al
	Öğrenme Güçlüğüne Sahip ve İşitme Engelli Öğrencilerin Açık Kavrayışları	AKDENİZ, Dilşad GÜVEN; GÜREFE, Nejla; ARIKAN, Ahmet
	Beyond Words/Signs: DHH Learners' Spatial Reasoning in Mathematics as Embodied Cognition	THOM, Jennifer S.; HALLENBECK, Taylor
	Sign Language in Light of Mathematics Education: An Exploration Within Semiotic and Embodiment Theories of Learning Mathematics	KRAUSE, Christina M.; WILLE, Annika M.
	Brief report: What you see is what you get? Sign language in the mathematics classroom	KRAUSE, Christina M.
Grupo 2	Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles destinada a geometría (matemáticas ii)	SOLER BEATTY, Michael; LORENZO VALENTÍN, Gil
	Design and Implementation of Web-Based Dynamic Mathematics Intelligence Education Platform	GUAN, Hao et al.
	Developing a mobile app for game-based learning in middle school mathematics course	CHANG, Rong-Chi; YANG, Ching-Yu
	Lessons from designing geometry learning activities that combine mobile and 3D tools	SPIKOL, Daniel; ELIASSON, Johan
	A Model for Teaching Geometry to Schoolchildren Using Smartphone App	YADAV, Savita; CHAKRABORTY, Pinaki; YADAV, Sourabh
	Analysis of The Motivational Effect of Gamified Augmented Reality Apps for Learning Geometry	THAMRONGRAT, Pornpon; LAI- CHONG LAW, Effie
	Design and Evaluation of an Accessible Mobile AR Application for Learning About Geometry	KEŠELJ, Ana et al.
	Designing Effective Gamified Learning Experiences	EDER, Guzmán-Mendoza José et al.
	Designing augmented reality-based mathematics mobile apps for outdoor mathematics learning	AHSAN, M. G. K. et al.
	Designing Performance Tasks in Mathematics Using Technological Tools	DE LAS PEÑAS, Ma et al.
	Designing prototype model of virtual geometry in mathematics learning using augmented reality	SYAFRIL, S. et al.
	Development of a Mobile Application to Support the Learning Process of Geometry.	CRUZ, Mario Aquino et al.
	Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course	CHEN, Yu-ching.
	Geobook: Mobile App with Augmented Reality for Learning Geometry	CRUZADO, Johny Pretell et al.
	How effective is GeoGebra Software in improving students learning similarities of geometrical shapes	EID, Abdulla; ABDULLA, Thuraya J.
	ICTs and Geometry	GALITSKAYA, Viktoria; DRIGAS, Athanasios
	Influence of Augmented Reality for the learning of Geometric Solids in Primary School students.	BUITRÓN-LUNA, Juan; CABANILLAS-CARBONELL, Michael
	Keep it real: a window to real reality in virtual reality	LIN, Baihan
	Minecraft as a block building approach for developing spatial skills.	CARBONELL-CARRERA, Carlos et al.
Prospects of using the augmented reality application in STEM-based Mathematics teaching	KRAMARENKO, Tetiana H.; PYLYPENKO, Olha S.; ZASELSKYI, Volodymyr.	
Using Bayesian Networks to Provide Educational Implications: Mobile Learning and Ethnomathematics to Improve Sustainability in Mathematics Education	JOHNSON, Jason D. et al.	

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 2 - Artigos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura (continua)

Grupo 3	Work-in-Progress-The Use of Plane-Detection Augmented Reality in Learning Geometry.	NA, Hunhui.
	A usability evaluation of mobile application A review on usability model for the deaf	NATHAN, Shelena Soosay; HASHIM, Nor Laily; HUSSAIN, Azham.
	Deaf mobile application accessibility requirements	NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily.
	Empirical validation of evaluation model for deaf people on mobile applications	NATHAN, Shelena Soosay et al.
	Evaluation of speak_it application to identify usability heuristics loopholes with suggestions.	AHMED, Saadia; ARIF, Fahim.
	Guidelines for Developing Social Networking Mobile Apps to Deaf Audience: a Proposal Based on User eXperience and Technical Issues	SCHEFER, Ricardo Pezzotti; AREÃO, Andreza Silva; ZAINA, Luciana A. Martinez.
	Making ICT accessible for the deaf	YERATZIOTIS, George; VAN GREUNEN, Darelle
	Measuring Effectiveness of Mobile Application in Learning Basic Mathematical Concepts Using Sign Language	PARVEZ, Komal et al.
	Objective measurements analysis for usability evaluation of mobile applications for deaf people	NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily.
	Social and Communication Apps for the Deaf and Hearing Impaired	ALNFIAI, Mrim; SAMPALI, Sрни.
	Studies on deaf mobile application Need for functionalities and requirements	NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily.
	Subjective measurements analysis of usability evaluation for deaf people mobile applications	NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily.
	Supporting the development of social networking mobile apps for deaf users Guidelines based on user experience issues	SCHEFER, Ricardo Pezzotti; BEZERRA, Matheus Sousa; ZAINA, Luciana A. Martinez.
	Usability Evaluation of DEAF Mobile Application Interface: A Systematic Review	NATHAN, Shelena Soosay; HUSSAIN, Azham; HASHIM, Nor Laily.
	Analysis of user requirements for a mobile augmented reality application to support literacy development amongst hearing-impaired children.	AL-MEGREN, Shiroq; ALMUTAIRI, Aziza
	Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications	DE GODOI, Tatiany Xavier; GARCÍA, Laura Sánchez; VALENTIM, Natasha Malveira Costa.
	UX Testing for Mobile Learning Applications of Deaf Children	MOHAMAD, Normala; HASHIM, Nor Laily

Fonte: elaborado pela autora

O primeiro grupo, envolvendo as palavras-chave *geometry* e *deaf**, englobou trabalhos relacionados ao papel da linguagem na aprendizagem e no pensamento geométrico, além de estudos voltados ao desenvolvimento de sinais no contexto da Geometria (GRANADA; BARWALDT; ESPÍNDOLA, 2018; LANG; PAGLIARO, 2007; DE SALES; PENTEADO; MOURA, 2015; KRAUSE, 2019; KRAUSE; WILLE, 2021). Tendo em vista as dificuldades de compreensão de alunos surdos em Geometria, principalmente quando se trata da compreensão de conceitos abstratos, alguns estudos buscaram entender como se dá o processo de aprendizagem desses sujeitos. Foi possível identificar, portanto, que a utilização de objetos visuais

auxilia na aprendizagem desses alunos (HUSNIATI, et al., 2020; AKDENİZ; GÜREFE; ARIKAN, 2022). Trabalhos explorando o potencial das tecnologias também foram encontrados, apontando para a importância da acessibilidade digital e da usabilidade para pessoas com deficiência, possibilitando que essas pessoas consigam utilizar de maneira fácil e eficaz esses recursos (GIMÉNEZ; ROSICH SALA, 2007; EL-SATTAR, 2008).

O segundo grupo buscou por estudos relacionados aos aplicativos móveis e à Geometria. Foram encontrados trabalhos fazendo referência à utilização de jogos, bem como ao conceito de gamificação, sendo este reconhecido por seu aspecto motivacional. Houve, ainda, uma grande variedade de pesquisas relacionadas à utilização de aplicações móveis e à Realidade Aumentada (RA), as quais buscam apoiar o processo de aprendizagem na área da Geometria, fornecendo aos estudantes novas formas de aprendizado (CHANG; YANG, 2016; CHEN, 2019; KRAMARENKO; PYLYPENKO; ZASELSKYI, 2019; THAMRONGRAT; LAI-CHONG LAW, 2020; CRUZ, et al., 2020; AHSAN, et al., 2020; EDER, et al., 2021; SYAFRIL, et al., 2021). A Realidade Aumentada tem a capacidade de proporcionar experiências de aprendizagem de forma virtual e visual. Aponta-se para o fato de que, atualmente, as crianças estão rodeadas de tecnologia, no entanto, muitas vezes, tais ferramentas não são utilizadas no favorecimento da aprendizagem (CRUZADO, et al., 2020).




O terceiro grupo, o qual aborda a temática relacionada aos surdos e aplicativos móveis, apresentou diversos trabalhos explorando esta mídia como facilitadora do processo de aprendizagem da Língua de Sinais, além do desenvolvimento de aplicações móveis visando o estabelecimento da comunicação entre surdos e ouvintes. Apenas os artigos voltados à avaliação de usabilidade e acessibilidade em *apps* foram considerados mais alinhados ao objetivo da presente pesquisa e, portanto, selecionados.

Na etapa da revisão voltada ao levantamento de aplicativos móveis, foi consultada a principal loja de *apps*, a *Play Store*, por estar disponível em praticamente todo celular *Android* vendido no Brasil, sistema este dominante no mercado. Para a busca, as palavras-chave *surdo* e *geometria* foram utilizadas, assim como os termos em inglês: *deaf* e *geometry*. Deste modo, quando pesquisado na loja *Play Store* sobre surdo, houve o retorno de diversos aplicativos, onde vários deles estavam voltados à tradução da Língua de Sinais, como, por exemplo, Hand

Talk Tradutor para Libras, Sinalário Disciplinas em Libras, VLibras, Surdos Ajuda, Rybená Trautor Libras Voz, Talk to Deaf, Librário, Libras Tradutor de Vocábulo, Aprenda linguagem de sinais, entre outros. A busca retornou *apps* que, em sua descrição, objetivavam o ensino de Libras. Alguns jogos relacionados ao raciocínio foram encontrados, como é o caso do Jogo de Memória para Surdos, Jogo Quiz de Libras e Quiz de Libras. De modo geral, todos os *apps* encontrados, com exceção dos jogos, estão relacionados com a tradução da Língua de Sinais, ou seja, todos eles têm como objetivo contribuir com o processo de comunicação.



Do mesmo modo, pesquisou-se o termo Geometria, sendo encontrados aplicativos voltados tanto para a Geometria Plana, visando o cálculo da área de figuras planas ou o estudo de polígonos, quanto para a Geometria Espacial, com fórmulas para o cálculo de área e volume dos principais sólidos geométricos. Além disso, também houve a presença de aplicativos sobre Geometria Analítica e Diferencial. Verificando todos estes *apps*, nenhum deles apresentou características voltadas à acessibilidade para o público surdo. No entanto, alguns desses aplicativos podem conter elementos que contribuam para o desenvolvimento da pesquisa, portanto, o Quadro 3 mostra aqueles considerados de maior relevância, por estarem relacionados à área da Geometria Plana e da Geometria Espacial.

Quadro 3 - Aplicativos relacionados ao ensino da Geometria Euclidiana (continua)

Aplicativo	Descrição	
Geometria Calculadora	Faz o cálculo de área de polígonos como triângulo, quadrado, retângulo, paralelogramo, losango e trapézio, além do círculo, efetuando, também, o cálculo do volume de cubo, cilindro, cone, prisma e pirâmide.	
Geometryx: Geometria - Cálculos e Fórmulas	A aplicação calcula área, perímetro, volume, diagonais, medidas de ângulos (ângulo agudo, obtuso, reto, raso, completo), raio (interno, externo), área de superfície de base, área de superfície lateral e área de superfície total.	
Geometria plana e espacial	Permite aos alunos e professores explorar os conceitos geométricos, incluindo as fórmulas aplicadas e demonstração dos principais fundamentos e teoremas. O usuário pode criar e alterar as formas geométricas - manipulando todas as variáveis envolvidas, e visualizar nos modelos tridimensionais os elementos que definem cada um deles.	

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 3 - Aplicativos relacionados ao ensino da Geometria Euclidiana (conclusão)

GeoGebra Geometria	<i>Realiza construções com pontos, linhas, círculos, polígonos e ângulos, podendo explorar a geometria de modo interativo, arrastando pontos. Também é possível medir comprimentos e áreas.</i>	
À descoberta das figuras geométricas	Nesta aplicação, encontram-se os seguintes tópicos: Identificação de sólidos geométricos; Poliedros: faces, arestas, vértices.	

Fonte: elaborado pela autora

1.9 ORIGINALIDADE E RELEVÂNCIA

A originalidade e a relevância desta pesquisa foram identificadas por meio da pesquisa sistemática realizada em bases de dados de caráter interdisciplinar como *Scopus*, *Web of Science*, bem como a base *SciELO*, por serem bases de dados abrangentes no que se refere a temas relacionados a esta pesquisa. Buscou-se identificar pesquisas e publicações que abordassem a temática envolvendo acessibilidade para surdos em aplicativos móveis no contexto da Geometria Euclidiana. A revisão ficou organizada em três grupos, onde o primeiro buscou trazer estudos relacionados à Geometria e o surdo, o segundo grupo sobre aplicativos móveis e Geometria e o terceiro sobre aplicativos móveis e o surdo.

Os estudos selecionados no primeiro grupo trazem apontamentos relacionados ao processo de ensino e aprendizagem em Geometria e, ainda, a importância da Língua de Sinais para a efetivação do mesmo, contudo nenhum deles apresentou ter relação com a questão da acessibilidade em aplicativos móveis. O segundo grupo envolvendo a temática aplicativos móveis e Geometria trouxe uma variedade de estudos explorando a Realidade Virtual como estratégia de ensino no campo da Geometria, porém não estabeleceram relação com aspectos de acessibilidade, demonstrando o quanto é preciso evoluir neste caminho e, ainda, demonstrando a importância desta pesquisa. Já o terceiro grupo, envolvendo as palavras-chave aplicativos móveis e surdos, indicou que uma variedade de publicações pertence ao mesmo conjunto de autores e, portanto, alguns artigos tratam da mesma pesquisa. Os trabalhos encontrados neste terceiro grupo tratam, em geral, sobre avaliação de usabilidade e acessibilidade voltadas para o sujeito surdo em aplicações móveis, em que algumas Revisões Sistemáticas da Literatura

foram realizadas, apontando para uma escassez de estudos relacionados a este campo de pesquisa, principalmente por se tratar de avaliação de usabilidade e acessibilidade para pessoas com algum tipo de deficiência.

Deste modo, fica evidente a lacuna existente na literatura científica quando se trata de acessibilidade em aplicativos móveis para surdos no campo da Geometria, pois nenhum trabalho foi encontrado contemplando esta linha de pesquisa. Quando pesquisados também na loja de *apps* os aplicativos voltados ao campo da Geometria, não foram encontrados produtos que contivessem qualquer recurso que proporcionasse acessibilidade aos surdos. Logo, a relevância desta pesquisa encontra-se tanto no aspecto social quanto tecnológico, buscando contribuir com o avanço da acessibilidade em aplicativos móveis para o público surdo, bem como no processo de ensino e aprendizagem para este grupo de pessoas, no campo da Geometria.

1.10 ADERÊNCIA AO EGC

Este estudo visa contribuir com a criação, compartilhamento e o uso de conhecimento envolvendo *apps* acessíveis ao público surdo, pertencendo à linha de pesquisa Mídia e Conhecimento na Educação, na área de Mídia do Conhecimento, em que busca melhorar o processo de ensino por meio da utilização de tecnologias digitais (PPEGC). Este trabalho visa colaborar para o processo de inclusão social e digital de pessoas surdas, pois se preocupa tanto com aspectos relacionados à acessibilidade digital quanto a aprendizagem desses sujeitos. Existem, no programa, teses e dissertações que envolvem a temática de acessibilidade voltada à pessoa surda, como o de Busarello (2011), Pivetta (2016), Saito (2016), Quevedo (2013), Busarello (2016), Da Rosa (2017) e Scandolara (2020), nas quais abordam sobre Objetos de Aprendizagem e Ambientes Virtuais de Ensino e Aprendizagem (AVEA), e que colaboram para esta pesquisa. As áreas de Engenharia e Gestão do Conhecimento fornecem importantes subsídios para a elaboração do *app* e a estruturação das diretrizes, onde a primeira trata de modelagem e o desenvolvimento de sistemas do conhecimento, e a segunda do estabelecimento do ciclo estratégico do conhecimento, pois deve haver um gerenciamento na forma e distribuição do conteúdo relacionado à Geometria.

1.11 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

A seguir, apresentam-se uma breve descrição dos capítulos que compõem esta tese:

- Capítulo 1 – Este primeiro capítulo apresenta a pesquisa, estruturada em: problemática, objetivos, justificativa, escopo de desenvolvimento, bem como argumentos relativos à sua aderência ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento (EGC) da UFSC;

- Capítulo 2 – O segundo capítulo aborda a fundamentação teórica da tese, buscando promover uma aproximação entre os domínios de conhecimento que fundamentam sua construção. Contempla aspectos relacionados ao sujeito surdo e à Língua de Sinais, realizando a caracterização do público surdo em uma perspectiva sociocultural e apresentado um breve histórico sobre as diferentes abordagens de sua educação. São, também, apresentados aspectos da Língua de Sinais e das políticas linguísticas. Aborda pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de ambientes web acessíveis aos surdos;

- Capítulo 3 – No terceiro capítulo, são colocadas considerações sobre as aplicações móveis, seu contexto em relação à educação, bem como seu desenvolvimento para o público surdo;

- Capítulo 4 – Em relação ao quarto capítulo, este trata da importância dos conhecimentos geométricos, aspectos históricos que influenciaram sua aprendizagem, além das dificuldades encontradas no processo de ensino aprendizagem da Geometria;

- Capítulo 5 – O quinto capítulo traz a fundamentação sobre as teorias de aprendizagem relacionadas à Teoria da Cognição Situada e à Aprendizagem Móvel, que fornecem subsídios para esta pesquisa;

- Capítulo 6 – No sexto capítulo, tem-se a apresentação das etapas para o desenvolvimento do artefato, contemplando a fase de delimitação do tema envolvendo a Geometria, pois, dentre os temas relacionados a esta temática, a parte que trata dos *poliedros* e dos *corpos redondos* foi aquela trabalhada dentro do aplicativo. Aborda a fase relacionada à modelagem e prototipagem do artefato, mencionando as ferramentas selecionadas neste processo. O capítulo também descreve a etapa relacionada à coleta e análise dos dados. A pesquisa ocorreu de acordo com algumas principais etapas: contato com as escolas e com os alunos,

aplicação do questionário “perfil dos estudantes”, acesso e leitura do protótipo alunos, aplicação da pesquisa utilizando o roteiro de perguntas, e, por fim, análise dos dados e elucidação das diretrizes.

- Capítulo 7 – Sobre o sétimo capítulo, este contempla o objetivo central deste trabalho, pois apresenta a elucidação das diretrizes voltadas ao desenvolvimento de aplicativos móveis acessíveis ao público surdo no contexto da Geometria Euclidiana. A formulação de tais diretrizes se dará a partir da percepção e experiência de alunos surdos por meio da utilização do artefato;

- Capítulo 8 – O capítulo oito corresponde às considerações finais, indicando os elementos identificados por meio da aplicação desta pesquisa, oriundos do desenvolvimento do artefato e sua utilização por estudantes surdos pertencentes aos anos finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Tais considerações levantam os pontos que devem ser considerados ao se pensar em aplicações móveis acessíveis ao público surdo no contexto da Geometria, descrevendo elementos relacionados à interface, a linguagem e a aprendizagem. São apresentados aspectos relacionados a este trabalho que ainda podem ser aprimorados, além de sugestões de pesquisas que visem avançar em outras direções dentro do estudo da Matemática.

Referências Bibliográficas.

2 O SUJEITO SURDO

Será abordado neste capítulo, características relacionadas à comunicação, à aprendizagem da pessoa surda, e sobretudo os aspectos que devem ser observados quanto à acessibilidade digital voltadas ao surdo. Inicialmente aborda-se sobre aspectos da comunicação da pessoa surda, destacando a importância da língua de sinais para seu desenvolvimento. A segunda seção apresenta características sobre a cognição e as formas de aprendizagem do sujeito surdo. A terceira seção envolve o tema acessibilidade digital, colocando a importância de tornar o ciberespaço mais acessível.

2.1 A LÍNGUA DE SINAIS

A Língua de Sinais é uma língua baseada na configuração de mãos, movimentos, expressões faciais e movimentos do corpo como forma de comunicação. A lei nº 10.436 de 24 de abril de 2002 regulamentada pelo Decreto nº 5.626 de 22 de dezembro de 2005, que trata da formação de profissionais para atuar na educação das pessoas com surdez, dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais. A lei, aponta a Libras como uma língua usada pela comunidade surda brasileira e é reconhecida como meio legal de comunicação e expressão, incluindo outros recursos de expressão a ela associados. Também coloca que a Libras não poderá substituir a modalidade escrita da Língua Portuguesa (BRASIL, 2002). O decreto nº 5.626 também contribuiu para a estruturação de propostas educacionais em relação ao Bilinguismo, pois prevê a organização de turmas constituídas por alunos surdos e ouvintes, utilizando no mesmo ambiente escolar a Libras e a Língua Portuguesa, definindo que para os alunos surdos a Libras seria a primeira língua e como segunda seria a Língua Portuguesa na modalidade escrita (BRASIL, 2005). Segundo Quadros e Schmiedt (2006), a aprendizagem da Língua de Sinais é uma das formas de garantir a aquisição da leitura e escrita da Língua Portuguesa pelo surdo.

Atualmente, existe a preocupação em respeitar a autonomia da Língua de Sinais, e ainda promover estratégias educacionais adequadas à educação das pessoas surdas, considerando a Língua de Sinais como primeira língua. Foi a partir da realização do Congresso Mundial em San Laus no século XX que a Língua de

Sinais voltou a ser considerada como primeira língua. Isso porque, em 1880 a aprendizagem da língua oral passou a ser prioridade em toda a educação, assim os surdos foram proibidos de utilizar gestos para se comunicar. No Brasil em 1980, pesquisas a respeito da Língua Brasileira de Sinais e educação de surdos contribuíram para a difusão do Bilinguismo. No final de 1990 a Libras se tornou direito da pessoa surda, adquirindo maior visibilidade perante a sociedade (CABRAL, 2002).

Considera-se como data inicial dos estudos científicos das Línguas de Sinais dos surdos, os trabalhos realizados a partir de 1957 por William C. Stokoe sobre a ASL - American Sign Language, financiados pelo governo norte-americano. Sua primeira publicação, *Language Structure: An outline of the Visual Communication Systems of the American Deaf*, de 1960, sendo considerada fundamental para demonstrar a importância linguística das Línguas de Sinais (RAMOS, 2006).

Quadros (2009), define a Língua Brasileira de Sinais como sendo uma língua visual espacial articulada por meio das mãos, do corpo e das expressões faciais, sendo uma língua natural da comunidade surda brasileira. Ainda, de acordo com o autor, a Língua de Sinais possui uma riqueza de expressividade diferente da língua falada.

Embora, a Língua de Sinais e a falada compartilham propriedades abstratas, ambas diferem em sua forma externa. As línguas faladas são codificadas em mudanças acústico temporais, variações do som no tempo, enquanto a Língua de Sinais, baseia-se em mudanças viso espaciais (MENEZES, 2009). No entanto, assim como a língua falada, a Língua de Sinais também contém diversas variações em seu vocabulário.

Também é necessário destacar que a deficiência auditiva e a surdez apresentam características distintas. A primeira trata da perda auditiva de grau leve ou moderado, ocasionando uma diminuição da capacidade de perceber o som. Já a surdez, esta apresenta uma perda auditiva de grau severo ou profundo, levando a incapacidade de perceber o som. O deficiente auditivo geralmente se comunica através da fala, já o surdo tem sua comunicação baseada na Língua de Sinais (DEUS, 2013).

Os sinais são formados a partir da combinação do movimento das mãos com um determinado formato, em um determinado lugar, podendo este lugar ser uma parte do corpo ou um espaço em frente ao corpo. Estas articulações são chamadas

de parâmetros e podem ser: configuração das mãos que são formas das mãos; ponto de articulação que trata do lugar onde incide a mão predominante configurada, podendo esta tocar alguma parte do corpo; movimento, pois os sinais podem ter um movimento ou não; orientação, na qual os sinais podem ter uma direção e a inversão desta pode significar ideia de oposição e expressão facial e/ou corporal, pelo fato de que muitos sinais, além dos quatro parâmetros mencionados acima, exigem também a expressão facial e/ou corporal (RAMOS, 2006).

Fernandes (2005), aponta para a importância de propiciar à pessoa surda o contato a Língua de Sinais o mais cedo possível, obedecendo às fases naturais de sua aquisição, sendo que privá-la deste direito significa desrespeitá-la. Assim, para um melhor desenvolvimento da pessoa surda, seja social quanto cognitivo, o aprendizado precoce da Libras se faz essencial.

2.2 A APRENDIZAGEM DO SUJEITO SURDO

A comunicação é a primeira das várias barreiras que o professor encontra quando se depara com um aluno surdo em sua sala de aula. A falta de domínio de uma língua comum entre surdos e ouvintes dificulta a interação, a comunicação e a própria construção do conhecimento (DEUS, 2013).

A surdez impede a percepção de fonemas, intensidade da voz, palavras e discriminação de sons e isso faz com que alguns aspectos cognitivos sejam prejudicados, como a contextualização e a abstração por exemplo, pois constituem elementos importantes para a aprendizagem (CASTRO; PEDROSA, 2005).

Os entraves são ainda maiores no caso de alunos com surdez cujo aprendizado em relação à Libras ainda esteja defasado, dificultando assim a elaboração de conceitos para outras áreas do conhecimento. Isso significa que a Libras se constitui fundamental para que o aprendizado dos demais saberes consiga ser incorporado por esses indivíduos. Para Quadros e Schmiedt (2006), ter o conhecimento da Língua de Sinais proporciona ao educando uma nova perspectiva de aprendizagem, pois é através do conhecimento da Libras que o aluno pode ser alfabetizado e compreender a leitura e a escrita como processo facilitador da aprendizagem em relação ao português. Além disso, de acordo com Razuck (2011), o vocabulário desses sujeitos é mais focado em um vocabulário concreto, o que dificulta o domínio de temas abstratos. Isso faz com que os surdos tenham menos

recursos para se referir ao abstrato, e conseqüentemente, tenham pouco entendimento quanto a compreensão de falas e textos que não utilizem apenas o concreto.

Em decorrência da perda da audição e, além disso, do modo como se estruturam as propostas educacionais, as pessoas surdas enfrentam diversos obstáculos para participar da educação escolar (DAMÁZIO, 2007). Segundo Castro e Pedrosa (2005), o movimento da educação inclusiva pressupõe ser a escola quem deva se adaptar ao aluno, comprometendo-se a educar todas as crianças, independentemente de sua origem social, étnica e linguística. No entanto, por mais que existam políticas públicas voltadas para à inclusão no âmbito da educação, ainda assim existem uma série de dificuldades que precisam ser superadas para alcançar esta inclusão, pois o fato da criança frequentar a escola regular não significa que sua aprendizagem esteja sendo promovida com qualidade.

A inclusão da criança com deficiência auditiva ou com surdez na sala de aula regular requer uma boa preparação tanto do aluno quanto da escola. A educação inclusiva de alunos com surdez na escola regular, parte do reconhecimento e valorização da diversidade como fator de enriquecimento do processo educacional, provocando mudanças na escola e na formação docente, bem como uma reestruturação da educação a fim de beneficiar todos os alunos. A abordagem da educação inclusiva busca, portanto, atender às necessidades de aprendizagem desses educandos, melhorar a qualidade do ensino, atuar como impulsionadora das mudanças nas práticas educacionais, além de desafiar os professores a desenvolverem novas metodologias de ensino (DEUS, 2013). Ainda, Razuck (2011), coloca a proposta inclusiva ter por objetivo, garantir possibilidades de aprendizagem e desenvolvimento a todos, independentemente de suas características individuais, buscando não apenas a socialização.

Para que o aluno surdo tenha um melhor desenvolvimento, o professor da sala regular precisa criar estratégias e fazer adaptações curriculares, oportunizando que esse aluno acompanhe o que está sendo trabalhado. Outro aspecto é a presença do intérprete que se configura de fundamental importância neste processo. Mas, tratando especificamente do sujeito surdo, este tem a visão como meio de aprendizagem e por este motivo este recurso deve ser o mais explorado possível (SOUSA, 2015).

Neste sentido, o uso de materiais diversificados como, jornais, revistas, propagandas, noticiários, filmes, computador, televisão, entre outros recursos, de preferência visuais, têm potencial de fornecer um melhor entendimento do que está sendo apresentado para o estudante com surdez e até mesmo facilitar o entendimento por parte de todos, incluindo aqueles que têm algum problema de aprendizado ou os mais distraídos. Importante também ressaltar, que a linguagem e a comunicação são fundamentais no processo de aquisição dos conhecimentos, e para que o aluno surdo tenha acesso aos conteúdos curriculares de forma satisfatória, é necessário que ele participe dos momentos didáticos pedagógicos oferecidos no contra turno na própria escola (Atendimento Educacional Especializado - AEE) para o aprendizado da Libras, assim como da Língua Portuguesa (DEUS, 2013). Inclusive, a aquisição do português escrito é importante para o desenvolvimento do surdo, pois lhe proporciona uma maior articulação na sociedade (SOUSA, 2015).

Para Sousa (2015), este processo de aprendizagem da Língua Portuguesa, não é algo fácil, inclusive é bastante comum as pessoas com surdez apresentarem dificuldades na leitura de textos mais longos, e como consequência sua interpretação. De acordo, com Tenor et al., 2009, a apropriação da língua escrita tem sido objeto de preocupação dos educadores e especialistas que trabalham com crianças surdas, tendo em vista as dificuldades de leitura e produção escrita, comumente apresentadas por elas.

Assim como acontece com ouvintes, os alunos surdos têm uma grande dificuldade para expressar-se através da modalidade escrita. Não conhecer ou não dominar os aspectos linguísticos e estruturais da língua portuguesa dificulta essa aquisição da escrita. O fato de não ouvir, faz com que o aluno surdo, ao escrever, não se preocupe com a estruturação das frases, desrespeitando assim os padrões da língua portuguesa. Os surdos utilizam muitas frases curtas, onde priorizam o verbo e o sujeito da frase, "No ensino da língua escrita para alunos surdos, é preciso levar em conta que para eles não existe a associação entre sons e sinais gráficos; a língua escrita é percebida visualmente" (SOUSA, 2015).

Adotar práticas inclusivas requer mudanças, atualizações e desenvolvimento de outras compreensões, bem como, redefinir e ampliar as alternativas e ações pedagógicas educacionais, tornando-as compatíveis com a inclusão. Neste sentido, para a educação inclusiva, a escola deve ser um espaço de todos, no qual os educandos constroem o conhecimento, expressam suas ideias livremente,

participam ativamente das atividades propostas e se desenvolvem como cidadãos (NETA et al., 2017). Para Beyer (2006), a criança com deficiência é como todas as demais, porém com particularidades definidas na sua aprendizagem.

Sendo assim, a deficiência não torna o sujeito um ser com possibilidades a menos, mas com possibilidades diferentes, por isso o planejamento educacional deve orientar-se para os seus pontos fortes e não para a falta (SKLIAR, 2001).

Quando se discute a educação em sua dimensão básica, sabendo que ela é alicerce de uma vida social promotora da cidadania, dignidade, autonomia e independência do sujeito que se forma, observa-se que na relação ensino e aprendizagem há constantes debates a respeito das formas mais adequadas para se promover as relações que permeiam o conhecimento. Os desafios são cada vez mais realistas e constituem o escopo do espaço e do tempo escolares em sua integralidade, notadamente quando se busca meios para solucionar conflitos, dilemas e ambiguidades que emergem dos problemas relacionados à inclusão de pessoas com surdez neste espaço (NETA et al., 2017).

De acordo com os autores, o educando surdo, deve ser visto não pela diferença que a sua deficiência lhe impõe, mas por suas especificidades como ser humano. Um ser com potencialidades e dificuldades como qualquer outro, onde a aceitação de sua deficiência é fundamental para assegurar sua aprendizagem.

2.3 ACESSIBILIDADE DIGITAL PARA SURDOS

Acessibilidade é oferecer possibilidades de transpor as barreiras que existem na sociedade, garantindo que todas as pessoas possam participar efetivamente de vários âmbitos da vida social (SALTON; AGNOL; TURCATTI, 2017). Deste modo, a acessibilidade vai muito além de questões físicas e arquitetônicas, compreendendo um conjunto de dimensões que se complementam na construção de uma sociedade inclusiva, englobando, portanto, o contexto tecnológico e digital (SALTON; AGNOL; TURCATTI, 2017).

Figura 4 - Barreiras classificadas em categorias



Fonte: Salton; Agnol; Turcatti, (2017).

A Internet ocupa hoje um papel fundamental em todos os aspectos da vida cotidiana, onde as pessoas recebem e enviam recados, contatam clientes e amigos, compram e vendem produtos, acessam e produzem informação. A Internet mudou a forma como se vive o mundo e mudou também as relações com o saber (LÉVY, 1999).

Para Gomes e Goés (2011), o indivíduo que se mantém excluído das novas formas de comunicação e interatividade das redes, acaba ficando privado da apropriação criativa do ambiente Web. De acordo com Silva (2009), a esse excluído é negada a oportunidade de aprender a selecionar conteúdos, interferir, armazenar, imprimir, enviar, ou seja, tratar a informação como espaço de manipulação e de

negociação. Aponta para a participação criativa e colaborativa no universo online, pois não basta ter acesso às tecnologias digitais, é preciso saber operá-las.

Diante deste contexto, em que as mídias digitais e a Internet se constituem importantes recursos, inclusive no sentido de possibilitar o aprendizado, é fundamental que estes ambientes se tornem acessíveis a todos os indivíduos. Existem recomendações relacionadas à usabilidade e a acessibilidade Web e seus respectivos conteúdos digitais multimídia. Deste modo, a usabilidade pode ser mensurada, formalmente, e compreendida, como sendo o grau de facilidade de uso de um produto para o usuário que ainda não esteja familiarizado com o mesmo. A ISO² define a usabilidade em função da eficiência, eficácia e satisfação com a qual os usuários podem alcançar seus objetivos em ambientes específicos, quando utilizam determinado produto ou serviço. Em relação à acessibilidade, esta consiste em considerar a diversidade de seus possíveis usuários e as peculiaridades da interação dessas pessoas (TORRES; MAZZONI, 2004).

De acordo com Corradi (2007), a Web surge como mais um ambiente digital que pode ampliar as oportunidades de acesso aos conteúdos informacionais, permitindo democratizar o acesso às informações registradas e disponibilizadas, utilizando para isso diferentes formatos multimídia, além disso, contribui para a preservação e disseminação da cultura surda. Para Stumpf (2010), o uso do computador e da Internet inaugurou uma dimensão de possibilidades aos surdos, pois se para os ouvintes, as mesmas abriram perspectivas que levaram a modificações profundas nos usos e costumes de toda a sociedade, para os surdos, essas mudanças podem ser ainda mais significativas. Contudo, existem barreiras que dificultam a total acessibilidade por parte dos surdos, pois em sua grande maioria demandam sujeitos alfabetizados.

Neste sentido, reconhecer a necessidade de tornar a Web e as mídias digitais cada vez mais acessíveis, é contribuir para a promoção de uma equidade social e digital desses sujeitos (SILVA, 2009). De acordo com Macedo (2013), a Internet se tornou uma mídia dominante quando se trata também da aprendizagem. Porém, ao mesmo tempo em que facilita a formação continuada, a busca e difusão de

²ISO significa International Organization for Standardization (Organização Internacional de Normalização), seu objetivo é promover o desenvolvimento de normas, testes e certificação de bens e serviços.

informações e conhecimento, ainda apresenta barreiras de acesso aos indivíduos que possuem algum tipo de limitação.

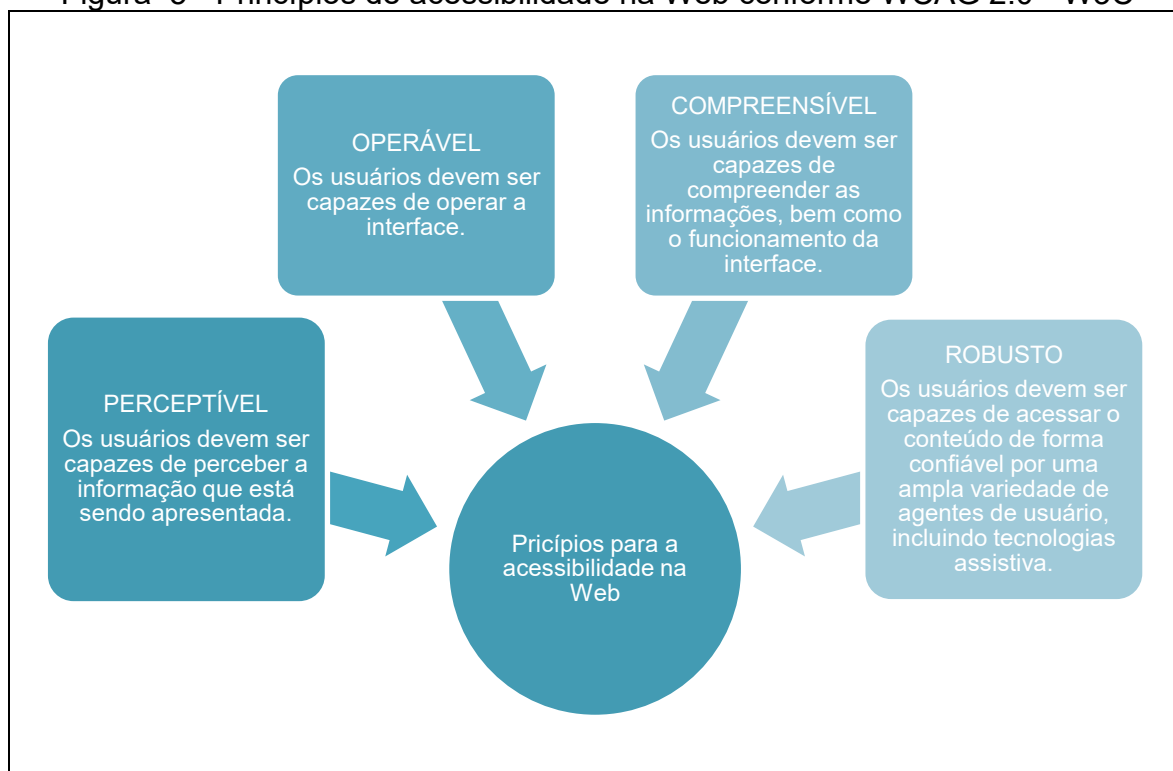
Para Torres e Mazzoni (2004), a acessibilidade no espaço digital consiste em tornar disponível ao usuário, de forma a que possa acessar a ela com autonomia, toda a informação disponível, independentemente de suas características orgânicas. Para promover a acessibilidade, é preciso combinar a apresentação da informação de múltiplas formas, com o uso de ajudas técnicas (sistemas de leitura de tela, sistemas de reconhecimento da fala, simuladores de teclado etc.), buscando maximizar as habilidades dos usuários que possuem algum tipo de deficiência.

Portanto, quando se trata do surdo, é preciso lembrar que seu domínio em Língua Portuguesa se dá como leitura em segunda língua, além disso, dependendo de seu nível de proficiência, a leitura em Língua Portuguesa poderá se apresentar de maneira fragmentada e limitada, comprometendo a possibilidade de leitura imersiva. Por este motivo, disponibilizar o conteúdo da Web em Libras seria tornar esse ambiente muito mais acessível para aqueles cujo domínio da leitura em Língua Portuguesa é precário ou inexistente (GOMES; GÓES, 2011).

Sendo assim, respeitar a diferença linguística do surdo possibilita que este desenvolva a sua identidade e, enquanto cidadão, atinja a real inclusão de que tanto se espera. É necessário refletir a respeito das adaptações essenciais no campo da linguagem dentro do ambiente Web, a fim de garantir a acessibilidade para os surdos, uma vez que a competência e o conforto linguístico da primeira língua é sempre superior ao da segunda para qualquer indivíduo. O acesso à informação e comunicação por meio da Libras é fundamental para a navegabilidade autônoma, interativa e criativa (GOMES; GÓES, 2011).

Existem diretrizes e recomendações relacionadas à acessibilidade digital, como é o caso do W3C (*World Wide Web Consortium*), considerada a principal organização de padronização da *World Wide Web* e cuja finalidade está no estabelecimento de padrões para a criação e a interpretação de conteúdo para a Web. Esses princípios orientam diretrizes para que autores/desenvolvedores possam tornar os conteúdos mais acessíveis para usuários com diferentes deficiências (BASSANI et al., 2010).

Figura 5 - Princípios de acessibilidade na Web conforme WCAG 2.0 - W3C



Fonte: W3C

Ainda neste sentido, o trabalho desenvolvido por Macedo (2010), apresenta diversas diretrizes para a criação de Objetos de Aprendizagem Acessíveis. Tais diretrizes são resultantes da análise e convergência dos “Princípios de Design Universal”, juntamente com as “Recomendações de Criação de Conteúdo Acessível para Web” do W3C, e ainda as “Melhores Práticas para Produção de Aplicativos e de Conteúdo Acessível” apresentadas nas guias do *Instructional Management Systems* (IMS). A autora verificou através de entrevistas, que poucos professores autores de Objetos de Aprendizagem tinham conhecimento da existência e relevância destas recomendações. Sendo assim, as diretrizes apresentadas por Macedo (2010), constituem um conjunto de recomendações, onde a principal delas aponta que todo conteúdo de um Objeto de Aprendizagem deve apresentar pelo menos uma mídia equivalente³, em formato diferente ou uma mídia alternativa se não for possível inserir uma mídia equivalente, ou ainda, uma mídia de acesso textual, equivalente ou alternativo. Além disso, apresenta recomendações de acordo com as seguintes categorias: diretrizes para imagens em movimento ou para

³São conteúdos idênticos um ao outro, porém fornecido em uma modalidade diferente, por exemplo, um texto disponível em áudio e o mesmo texto associado a um arquivo para impressão em Braille (MACEDO, 2010).

imagens estáticas; diretrizes para textos ou para textos alternativos; diretrizes para tabelas e para gráficos e diretrizes para áudio. Todas essas recomendações podem ser adaptadas para diferentes contextos e para diferentes mídias digitais, como é o caso dos aplicativos móveis.

Os conteúdos digitais são criados em vários formatos e utilizam uma grande variedade de ferramentas de autoria sob a forma de Objetos de Aprendizagem, incluindo mídias variadas como textos, áudio, vídeos, imagens animadas, imagens estáticas, entre outras. No entanto, a variedade de mídias e tecnologia utilizadas para dar suporte ao aprendizado acaba muitas vezes ampliando os problemas de acessibilidade. Além do mais, a acessibilidade nos meios digitais está intrinsecamente ligada à mídia de apresentação do conteúdo. Desta forma, para que estes materiais se tornem acessíveis, seus criadores devem considerar as possíveis deficiências dos usuários (MACEDO, 2010).

Como foi apontado anteriormente, existem as recomendações do W3C - WCAG 1.0 e 2.0. Tais documentos são a recomendação formal para promover acessibilidade nas áreas de tecnologia, ferramentas, educação e pesquisa e desenvolvimento.

Estes documentos são extensos, estão em constante desenvolvimento, acompanham o surgimento de novas tecnologias e são direcionados aos desenvolvedores de conteúdo e de ferramentas de autoria, aos criadores de ferramentas de avaliação de acessibilidade e qualquer outro profissional que buscam por um padrão técnico para acessibilidade na web [...]. Os documentos WCAG 2.0 do W3C-WAI, tem o objetivo de explicar como proceder para tornar diretamente acessível, ao maior número de usuários possível, as informações contidas em uma página ou aplicação web, incluindo texto, imagens, formulários, sons, etc. (MACEDO, 2010).

O WCAG 2.0 apresenta quatro princípios de acessibilidade e para atender a estes princípios são apresentadas 12 recomendações (Quadro 4), com objetivos básicos, na qual os autores devem cumprir para tornar-se um conteúdo acessível.

Quadro 4 - Recomendações do WCAG 2.0

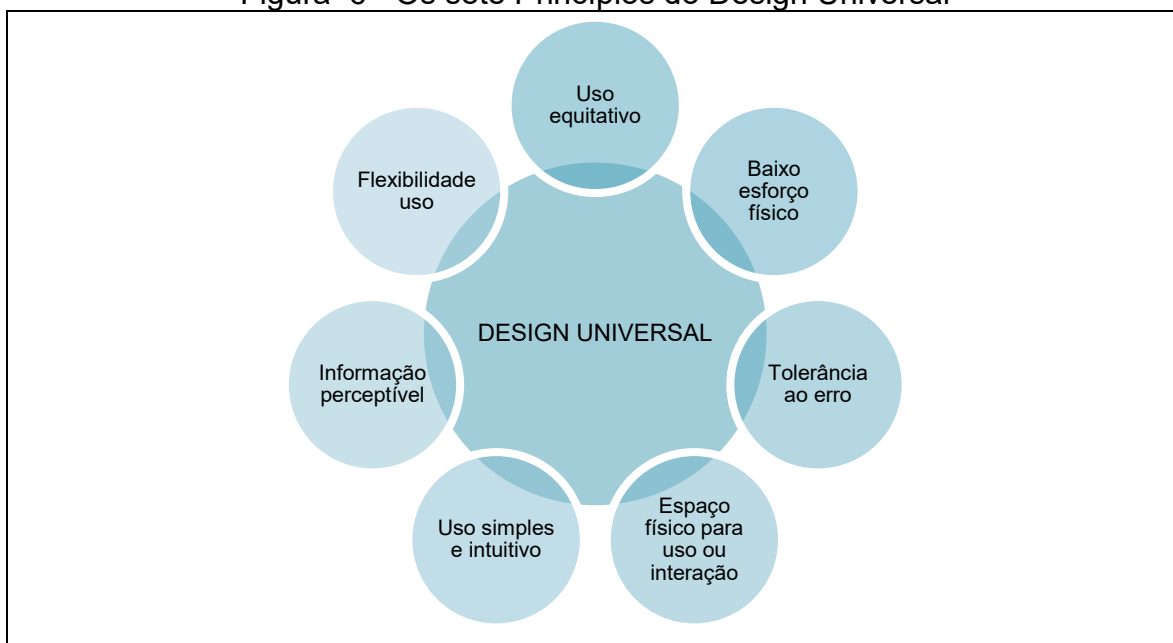
Categorias	Recomendações
<i>Perceptível</i>	a. Fornecer alternativas textuais para qualquer conteúdo não textual, permitindo que possa ser alterado se necessário, para outros formatos como impressão com tamanho de fontes maiores, Braille, falas, símbolos ou linguagem mais simples. b. Fornecer alternativas para mídias baseadas em tempo. c. Criar conteúdo que pode ser apresentado de modos diferentes sem perder informação ou estrutura. d. Tornar mais fácil aos usuários a visualização e audição de conteúdos incluindo as separações das camadas frontais e de fundo.
<i>Operável</i>	a. Fazer com que todas as funcionalidades estejam disponíveis também no teclado. b. Prover tempo suficiente para os usuários lerem e usarem o conteúdo. c. Não projetar conteúdo de uma forma conhecida por causar ataques epiléticos. d. Prover formas de ajudar os usuários a navegar, localizar conteúdos e determinar onde se encontram.
<i>Compreensível</i>	a. Tornar o conteúdo textual legível e compreensível. b. Fazer com que as páginas da Web apareçam e funcionem de modo previsível. c. Ajudar os usuários a evitar e corrigir erros.
<i>Robusto</i>	a. Maximizar a compatibilidade entre os atuais e futuros agentes do usuário, incluindo as tecnologias assistivas ⁴ .

Fonte: W3C WCAG 2.0, (2008).

Outro elemento que deve ser mencionado no que tange acessibilidade digital é o Design Universal, pois seus princípios (Figura 6), aplicados a soluções existentes de materiais educacionais digitais ou na criação de novos produtos ou soluções de objetos de aprendizagem, ampliam a usabilidade e diminuem os problemas de acessibilidade (MACEDO, 2010).

⁴O termo Tecnologia Assistiva constitui-se um termo recente, sendo utilizado para identificar todo o recurso e serviço que contribua para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência (BERSCH; TONOLLI, 2006)

Figura 6 - Os sete Princípios do Design Universal



Fonte: elaborado pela autora

Neste enfoque, Macedo (2010), sugere que quatro dentre os sete princípios de Design Universal são diretamente aplicáveis a criação e acesso de conteúdo de objetos de aprendizagem digital, como mostra o Quadro 5. O IMS também deve ser citado, pois fornece especificações para o desenvolvimento de tecnologia de aprendizagem, acrescentando elementos de acessibilidade nas suas especificações.

Quadro 5 - Princípios de Design Universal aplicados em Objetos de Aprendizagem

Uso equitativo	Estabelece que sejam fornecidos os mesmos meios de uso para todos os usuários, idêntico ou equivalente quando possível e quando não, alternativo; e também, que seja evitada qualquer segregação ou exclusão dos indivíduos deficientes ou não.
Flexibilidade de uso	Recomenda que se facilite e disponibilize ao usuário, escolha entre muitas formas de apresentação e método de uso.
Uso simples e intuitivo	Determina que se elimine toda complexidade desnecessária, que seja consistente com as expectativas e intuições dos usuários, e coerente com as habilidades de linguagem e conhecimento.
Perceptível	Recomenda que sejam usados modos diferentes, imagéticos, verbais, tátil, e redundante para toda informação essencial, além de contrastes evidente e maximização da visualização ou percepção.

Fonte: Macedo, (2010).

Assim, o trabalho desenvolvido por Macedo (2010), deriva das recomendações gerais de acessibilidade das organizações internacionais: IMS-

GLC e W3C-WCAG 1.0 e 2.0, e dos “Princípios de Design Universal” apresentando diretrizes voltadas a criação de conteúdo acessível para WEB. Tais diretrizes foram propostas de forma a atender diversos públicos, no entanto o quadro a seguir (Quadro 6) apresenta tais recomendações com direcionamento aos requisitos do surdo.

Quadro 6 - Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis ao surdo (continua)

IMAGENS EM MOVIMENTO	<p>Vídeos, animações ou scripts devem ter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Título claro que se relacione com o tema. • Descrição textual do tema do filme ou animação. • Mídia alternativa⁵, ao menos uma opção: <ul style="list-style-type: none"> o Transcrição completa textual ou em áudio o Legenda⁶, Captions⁷, ou interpretação em Libras se o conteúdo for sonorizado.
MAGENS ESTÁTICAS	<p>Fotos, diagramas, tabelas, gráficos, desenhos, arte ANSI, logos, <i>charts</i>, botões, imagens link, etc. devem ter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mídia alternativa, ao menos uma opção: <ul style="list-style-type: none"> o Texto alternativo com propósito equivalente ao da imagem. o Descrição completa equivalente em Áudio ou textual.
TEXTOS	<p>Todo texto apresentado deve ter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundo de cor sólida • Cores alteráveis e perceptíveis sem cor • Estrutura e formatação adequada <p>Pode ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformado em página somente textual • Traduzido ou transcrito em Libras • Impresso • Visualizado na tela na forma escrita • Imagem de texto • Texto alternativo ou descrição de outras mídias.

Fonte: Adaptado de Macedo, (2010).

⁵ Mídias alternativas: São conteúdos alternativos, é uma ampliação dos conteúdos equivalentes e são fornecidos de formas diferentes, porém com o mesmo objetivo final de aprendizagem.

⁶ Legenda: Descrição textual visual das falas.

⁷ Captions: Descrição textual que agrega além das falas, sons complementares.

Quadro 6 - Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis ao surdo (continua)

TEXTOS	<p>Linguagem no texto deve ser:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clara e simples • Concisa e factual e direta • Apresentado em estilo de escrita e terminologia condizente com o nível do conteúdo <p>Estrutura do texto deve apresentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação de cabeçalhos, e outros elementos estruturais. • Organização do conteúdo de forma lógica e ordem compreensível • Quebra do texto em segmentos, com título bem definido. • Abreviaturas e acrônimos especificados por extenso na sua primeira ocorrência • Definição de todas as palavras ou expressões não comuns, em texto alternativo ou link para glossário no documento. <p>Não usar texto justificado nem centralmente alinhado.</p>
TEXTO ALTERNATIVO	<p>O Texto alternativo deve ser adicionado a todo conteúdo não textual. É uma frase curta, suficiente para ser claro e entendido sem redundância. No máximo 150 caracteres.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Substitui uma imagem. • Contribuir para o entendimento da página. • Não é descrição de uma imagem, é uma Identificação sucinta que esclarece a função da imagem. • Quando não é suficiente, deve ser adicionada uma descrição completa: <ul style="list-style-type: none"> o Pode ser um link para outra página. o Pode ter até 300 palavras. <p>Não usar texto alternativo quando se tratar de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imagens decorativas e irrelevantes para compreensão do conteúdo. • Imagem que possui uma descrição no texto visível, ou uma legenda clara, ou explicação no conteúdo do texto.
TABELAS	<p>Devem ter:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação clara de títulos, cabeçalhos, linhas e colunas • Resumo textual • Toda a função da tabela descrita em Captions.

Fonte: Adaptado de Macedo, (2010).

Quadro 6 - Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis ao surdo (conclusão)

GRÁFICOS	<p>Devem apresentar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Texto descritivo do layout do gráfico, localização das variáveis e resultados apresentados. • Sumário do gráfico apresentado como título. <p>O objetivo principal é informação e significado, e não uma sequência de dados ou números.</p>
ÁUDIO	<p>Deve apresentar opção de mídia textual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Legenda • Captions • Descrição completa • Texto Alternativo visual • Tradução em Língua de Sinais <p>Controles aparentes de volume, pausa, liga/desliga.</p>

Fonte: Adaptado de Macedo, 2010

Em um outro trabalho, denominado “Manual de Acessibilidade em Documentos Digitais”, são apontadas as principais barreiras (Figura 7) que pessoas surdas ou com deficiência auditiva encontram no meio digital.

Figura 7 - Barreiras relacionadas à surdez ou deficiência auditiva no meio digital

<p>Áudio que não oferece opção para aumentar o volume.</p>
<p>Áudio e vídeo sem legenda, transcrição em texto e Libras.</p>
<p>Ausência de Libras ou imagens suplementares relacionadas ao conteúdo do texto (isso dificulta a compreensão por pessoas que têm a Libras como primeira língua).</p>
<p>Ausência de linguagem simples e clara.</p>

Fonte: Salton; Agnol; Turcatti, 2017

Portanto, no desenvolvimento de Objeto de Aprendizagem torna-se necessário a observância dos vários elementos, os quais envolvem a acessibilidade digital da pessoa da pessoa surda ou com deficiência auditiva que utiliza a Língua de Sinais. O enfoque está em tornar a experiência a mais agradável possível e assim, contribuir conseqüentemente com o processo de aprendizagem. A acessibilidade digital voltada às pessoas com algum tipo de deficiência se caracteriza crucial, pois amplia as possibilidades de acesso da pessoa surda à informação e ao conhecimento de forma independente.

2.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

A Língua Brasileira de Sinais se caracteriza por ser uma língua de modalidade gestual-visual, na qual se comunica por meio de gestos, expressões faciais e corporais. A Libras como também é denominada, tornou-se reconhecida como meio legal de comunicação e expressão através da Lei nº 10. 436 de 2002, sendo muito utilizada na comunicação de pessoas surdas e consistindo em uma importante ferramenta de inclusão social. Além do mais, quanto mais precoce for o contato da pessoa surda com a Língua de Sinais, maiores são as chances desse sujeito se desenvolver tanto no aspecto social quanto cognitivo.

O viés da educação inclusiva busca, atender às necessidades de aprendizagem dos alunos com algum tipo de deficiência, melhorando a qualidade do ensino e desafiando os professores a desenvolverem novas metodologias de ensino. Portanto, a educação inclusiva tem como intuito, garantir possibilidades de aprendizagem e desenvolvimento a todos, independentemente de suas características.

A acessibilidade compreende um conjunto de dimensões, as quais se complementam na construção de uma sociedade inclusiva, para tanto, o contexto digital e tecnológico também deve ser considerado. Portanto, algumas barreiras relacionadas à surdez ou deficiência auditiva no meio digital devem ser observadas como, por exemplo, ausência de linguagem simples e clara, ausência da Libras e recursos visuais, apresentação de áudio e vídeo sem legenda, transcrição em texto ou Libras, bem como áudio que não oferece opção para aumentar o volume

A acessibilidade digital tem como propósito tornar disponível ao usuário, toda a informação apresentada, acessando de forma que tenha autonomia. Além disso,

reconhecer a importância de tornar o ambiente Web cada vez mais acessível, contribui para a construção de uma sociedade mais inclusiva. Levando em conta o fato da Internet e das mídias digitais se caracterizarem importantes recursos nos mais diferentes aspectos, incluindo o da aprendizagem, é essencial que tais ferramentas se tornem acessíveis a todos os indivíduos.

É essencial refletir sobre a inserção das pessoas com deficiência na sociedade e isso significa pensar tanto na inclusão social, quanto digital desses sujeitos. Por mais que haja diversas diretrizes e recomendações voltadas à acessibilidade em relação à Web e seus conteúdos, na prática o processo acaba sendo mais lento do que se espera. Portanto, é preciso que exista um maior engajamento, tanto por parte de pesquisadores quanto da sociedade em geral, para que o ciberespaço e as mídias digitais consigam evoluir mais rapidamente no aspecto da acessibilidade.

3 APLICATIVOS MÓVEIS NA EDUCAÇÃO

Nesta seção envolvendo os aplicativos móveis, será abordado inicialmente sobre o conceito de aprendizagem móvel, bem como sobre o desenvolvimento de aplicações móveis voltados aos surdos e ao ensino e aprendizagem da Geometria, evidenciando ainda às lacunas existentes ao se tratar de temas considerados recentes.

3.1 A CONVERGÊNCIA PARA OS APLICATIVOS MÓVEIS

A sociedade tem vivenciado um avanço no desenvolvimento e na utilização das tecnologias digitais, estando cada vez mais presente na vida das pessoas e influenciando, sobretudo, na produção, divulgação, disseminação e acesso às informações. Uma pluralidade de equipamentos, recursos e softwares têm emergido, podendo instigar a ressignificação da prática pedagógica. Além disso, a inserção das tecnologias digitais no contexto educacional contribui para um aprendizado construtivista em que, por meio de experimentações, o aluno se torna protagonista de sua aprendizagem (GONÇALVES; OLIVEIRA; GHELLI, 2018). Para Costa, Duqueviz e Pedroza (2015), os termos Novas Tecnologias ou Tecnologias Digitais, têm sido utilizados para se referir a um conjunto de equipamentos, aplicações e recursos tecnológicos que, na maioria das vezes, propiciam a navegação ou utilizam como meio de propagação a Internet ou meios eletrônicos, tais como o computador, tablets, aparelhos celulares, vídeos, imagens, dentre outros.

Veen e Vrakking (2009), apontam o uso das tecnologias digitais como uma das possíveis soluções no contexto da educação, se constituindo parceira no processo de construção do saber, pois permite aproximar pessoas de diferentes origens, e, propicia o aparecimento de espaços para troca de informações e partilha de conhecimentos. A Internet e as tecnologias digitais promoveram a criação de novos espaços de interação e comunicação entre as pessoas, aumentando o leque de possibilidades de se construir o conhecimento para si e também para uma comunidade inteira numa perspectiva de colaboração (HOLMES et al., 2001), além do mais, propicia flexibilidade aos diferentes estilos de aprendizagem. Para Fernandes e Araújo, (2021), a utilização das TICs garante a difusão de novas

estratégias de veiculação da informação, bem como novos modelos de comunicação, abrindo um leque de possibilidades de mudanças comportamentais e atitudinais do ser humano em relação aos processos educacionais.

Dentro deste cenário envolvendo as mídias digitais, têm-se os aplicativos móveis, desenvolvidos para as mais diversas áreas e que buscam principalmente trazer soluções e praticidade aos seus usuários. Contudo, quando o contexto envolve a educação seu foco consiste em promover algum tipo de aprendizagem. De acordo com Lucena (2016), o crescimento acelerado do uso dos aparelhos celulares fez com que o desenvolvimento de aplicativos móveis também aumentasse bastante nos últimos tempos, possibilitando inclusive a interação das pessoas por meio de diferentes linguagens como, escrita, oral e hipermídia.

Basicamente, os aplicativos são programas desenvolvidos especificamente para o sistema operacional utilizado por um dispositivo móvel, como tablets e smartphones, que permitem a interação e navegação através do toque, pois são utilizados em aparelhos dotados de tela *touchscreen*. Os aplicativos abrangem diversas classes de programas como jogos, organizadores pessoais, editores de texto, leitores de e-books, bate-papos, entre outros (AMORIN; BIANCO, 2011). Eles possuem o propósito de facilitar o cotidiano de seu usuário, fornecendo-lhe as mais diversas funcionalidades e possibilidades. Os aplicativos podem ser instalados no dispositivo, sendo baixado pelo usuário através de uma loja online, ou já virem instalados no dispositivo direto de fábrica, onde uma parte dos aplicativos disponíveis são gratuitos, enquanto outros são pagos (SOUZA et al., 2016). A profusão de aplicativos móveis educacionais na atualidade é justificada pelo desenvolvimento da *mobile learning* ou também chamada aprendizagem móvel, que é caracterizada pelo uso das tecnologias móveis, que propiciam portabilidade, interatividade, sensibilidade ao contexto, conectividade e individualidade, e sinalizam como condição favorável para que os educadores pesquisem e desenvolvam abordagens de ensino que incluam aplicações destes dispositivos na aprendizagem (SILVA; OLIVEIRA; BOLFE, 2013).

Segundo documento da UNESCO (2014), as recentes inovações da tecnologia móvel têm se centrado, sobretudo na criação de conteúdo digital, especialmente livros didáticos digitais acessados por leitores eletrônicos, e no desenvolvimento de aplicativos móveis e plataformas de software para acessar recursos digitais usando dispositivos móveis. Além disso, em países desenvolvidos

os aplicativos educacionais têm crescido de forma exponencial, onde esses aplicativos fornecem novas ferramentas para atividades pedagógicas como anotação, cálculo, redação e criação de conteúdo. Com mais de 5,9 bilhões de assinaturas de telefone celular em todo o mundo, os dispositivos móveis já mudaram o modo de viver das pessoas. Para Cronemberger et al., (2017), fazer uso de um ambiente de ensino e aprendizagem com o empoderamento das novas tecnologias, em prol de estratégias de ensino aprendizagem que possibilitem extrair as potencialidades do aluno, ainda é algo desafiador para a grande maioria dos docentes. Portanto, o ato de incorporar tecnologias móveis em ambientes educacionais seria um fator importante para melhor atender as necessidades de alunos e professores.

O acesso aos dispositivos móveis tem promovido mudanças no modo de produção e compartilhamento do conhecimento. Assim, a aprendizagem móvel viabiliza o espaço de convergência da Internet com as telecomunicações, criando ampla rede de comunicação e de oportunidades de aprendizagem. Essa perspectiva reposiciona a sala de aula e todos os espaços fora dela como lugares possíveis para ensinar e aprender (MELO; CARVALHO, 2014).

A utilização de apps voltados à educação vêm crescendo e abrem espaço para a *mobile learning*, a qual envolve o uso de dispositivo móvel, sozinho ou em combinação com outras Tecnologias da Informação e Comunicação para promover o aprendizado. Diante dessa crescente utilização e dos diferentes perfis de usuários, é relevante garantir que esses aplicativos contemplem requisitos de usabilidade, uma vez que eles possuem objetivos de aprendizado (KRAUT, 2013; KNOLL, 2014), além disso, critérios de acessibilidade também devem ser considerados.

À medida que as tecnologias digitais de informação e comunicação são cada vez mais disseminadas na sociedade, principalmente os celulares e os tablets, novas formas de uso acabam emergindo, inclusive relacionadas com a educação. Termos como *e-learning*, *m-learning* e *u-learning* têm sido utilizados para designar diversas formas de aprendizagem, que mudam de acordo com o desenvolvimento tecnológico e, principalmente, com as facilidades que as tecnologias móveis oferecem. Importante ressaltar, portanto, que tais tecnologias possuem um potencial muito mais interessante do que simplesmente poder acessar a informação de qualquer lugar ou a qualquer momento, como tem sido proposto principalmente

pelos que pretendem, com as tecnologias móveis, resolver o problema de acesso à informação. O grande objetivo das tecnologias móveis está na criação de contextos de aprendizagem, permitindo auxiliar processos de construção de conhecimento, em que o aprendiz realiza na integração dos ambientes formais de educação, bem como os não formais e os informais (VALENTE, 2014).

Deste modo, dado o potencial que os aplicativos móveis podem gerar no contexto da educação e as inúmeras possibilidades de colaborar com os processos de aprendizagem é fundamental que tais ferramentas sejam desenvolvidas pensando-se também em usuários com algum tipo de deficiência. Pois, como aponta Silva (2004), as tecnologias digitais possibilitam a distribuição instantânea e global de ideias, envolvendo mudanças sociais advindas de seus impactos como desenvolvimento de novas formas de cultura, e por este motivo todos devem estar incluídos.

3.2 APLICATIVOS MÓVEIS E O SURDO

A inserção das tecnologias nos diversos contextos sociais aumentou de forma significativa e se tornou indispensável em inúmeros ambientes, dentre eles o educacional. Para os estudantes surdos, essa inserção representou um salto qualitativo no processo educacional, possibilitando a participação em atividades outrora inacessíveis, além disso, a viabilidade de inclusão de conteúdo multimídia em diversas plataformas sociais e educacionais possibilitou o compartilhamento de informações em Libras (PEREIRA; KRIGER, 2018). Deste modo, ao facilitar o acesso à conteúdos diversos e à comunicação, as tecnologias, também oportunizam a incorporação desses sujeitos nas relações sociais e políticas (MENESES; LINHARES; GUEDES, 2011). Segundo Pereira e Kriger (2018), as tecnologias digitais permitem contribuir com a prática pedagógica de envolvidos com a educação de surdos na educação básica, pois podem utilizar de tais recursos tecnológicos para explorar seus conteúdos de maneira visual e dinâmica.

Segundo Chee et al., (2016), a partir do advento da tecnologia móvel, o aprendizado móvel tornou-se uma abordagem pedagógica promissora no campo da educação, ao permitir que os alunos aprendam sem restrição de horário e local fixos. Contudo, existem barreiras quando se pensa em pessoas surdas, pois a

criação de *apps* para esse grupo e tantos outros ainda é negligenciado pelos desenvolvedores.

Deste modo, quando se trata de aplicativos móveis voltados ao público surdo, o campo que mais tem tido avanços é o da comunicação, onde a maioria dos *apps* encontrados tem como propósito a realização da tradução da Língua de Sinais para a Língua Portuguesa. Isso obviamente traz muitos benefícios para a sociedade como um todo, pois, permite aproximar pessoas surdas e ouvintes, porém claramente ainda é preciso avançar muito mais quando se fala em desenvolvimento de *apps* acessíveis. Tanto na literatura quanto nas lojas de *apps*, verificou-se que a maior parte dos aplicativos estão relacionados ao campo da comunicação, como, por exemplo, tradutores ou dicionários.

Para Pereira e Krieger (2018), o uso dos aplicativos de tradução virtual facilita a comunicação entre sujeitos que não compartilham a Língua de Sinais e facilita a aprendizagem da Libras pelos estudantes e professores que desconhecem a língua, bem como auxilia os estudantes surdos a edificarem suas produções em português. No estudo realizado pelos autores, são analisadas três propostas de tradutores digitais, o primeiro denominado ProDeaf realizava a tradução de texto e voz na Língua Portuguesa para Libras, porém não está mais disponível. O segundo trata-se do HandTalk, que realiza a tradução digital e automática para a Libras.

Tabela 2 - Características das ferramentas ProDeaf e HandTalk

	<i>ProDeaf</i>	<i>HandTalk</i>
Disponível para Android	Sim	Sim
Disponível para IOS	Sim	Sim
Disponível para Windows Phone 8	Sim	Não
Traduz Língua Portuguesa para Libras a partir da entrada de texto	Sim	Sim
Traduz Língua Portuguesa para Libras a partir da entrada de voz	Sim	Sim
Traduz Língua Portuguesa para Libras a partir da entrada de fotografias de texto	Não	Sim
Disponibiliza dicionário de sinais	Sim	Não
Funciona sem necessidade de acesso à Internet no momento da utilização	Sim	Não
É possível girar o personagem para visualizar o sinal em diferentes ângulos	Não	Sim
Permite fácil notificação acerca de algum erro identificado na sinalização	Sim	Não

Fonte: Corrêa et al., (2014).

O terceiro tradutor selecionado consiste no SuitVLibras, derivando de uma parceria entre a Secretaria de Tecnologia da Informação (STI) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB), que também busca traduzir conteúdos digitais (texto,

áudio e vídeo) em Libras. Tais aplicativos foram selecionados devido ao fato de possuírem versões gratuitas e interfaces mais intuitivas. Em um outro estudo, mas também com foco na análise dos aplicativos HandTalk e ProDeaf, Corrêa et al., (2014), apresenta uma tabela contendo as características de tais ferramentas, como mostra a seguir.

Embora tenha emergido categorias de análise que apontam tanto para aspectos positivos quanto negativos das ferramentas, a totalidade dos sujeitos envolvidos apresentou posicionamentos favoráveis à utilização dos aplicativos, mesmo em situações nas quais foram apontadas fragilidades. Portanto, os resultados obtidos revelaram o potencial inclusivo das ferramentas analisadas, nos âmbitos escolar e social, em aspectos como: interação, ampliação de vocabulário, constituição identitária e autonomia do sujeito surdo.

Todavia, quando o cenário envolve vários outros aplicativos móveis, muitos deles não disponibilizam comunicação através do uso de Libras. Usualmente, as aplicações são em Língua Portuguesa e sem nenhum outro tipo de ajuda. Neste sentido, diretrizes podem ser úteis para auxiliar os desenvolvedores na construção de apps acessíveis (SCHEFER; AREÃO; ZAINA, 2018). O estudo aponta para a existência de lacunas em relação ao uso de aplicações de redes sociais a partir de dispositivos móveis pelo público surdo. Para tanto, apresentam o MobiDeaf, um conjunto de diretrizes (Quadro 7) que visa dar apoio aos desenvolvedores na criação de aplicativos móveis de rede para usuários surdos e por mais que o foco tenha sido voltado às redes sociais, muitas delas também podem ser válidas quando aplicadas em outros contextos.

Quadro 7 - Diretrizes MobiDeaf (continua)

<p>MD1 - Interface simples valorizando o canal visual.</p>	<p><i>Descrição:</i> O público surdo em sua maioria tem dificuldade com a Língua Portuguesa, suas percepções ficam basicamente limitadas à visão e ao tato. <i>Recomendações:</i> (1) Dê preferência ao português simples e texto curto. (2) Não use palavras estrangeiras, a menos que elas sejam de uso comum ou sejam necessárias no contexto. (3) Use contraste apropriado entre os elementos e o fundo da interface. (4) Distribua os elementos ao redor da interface para que eles fiquem visíveis o suficiente, respeitando o espaço limitado dos dispositivos móveis. (5) Evite fontes com detalhes que possam dificultar a leitura. (6) Use os ícones de maior tamanho possível sem comprometer o espaço de <i>layout</i> do dispositivo móvel. Imagens devem ser facilmente identificáveis.</p>
<p>MD2 - Interface Direcionadora</p>	<p><i>Descrição:</i> Uma interface deve conter informação para direcionar o usuário surdo a fim de que este possa completar sua tarefa. <i>Recomendações:</i> (1) Evitar muitos elementos de interação ao mesmo tempo dando prioridade aos necessários à execução de uma tarefa organizando uma sequência de passos que possam ser concluídos um por vez. (2) Evite a exibição de informações desnecessárias e mantenha o usuário informado de onde se encontra e com a possibilidade de retornar à tela inicial do aplicativo.</p>

Fonte: Schefer; Areão; Zaina, 2018

Quadro 7 - Diretrizes MobiDeaf (continua)

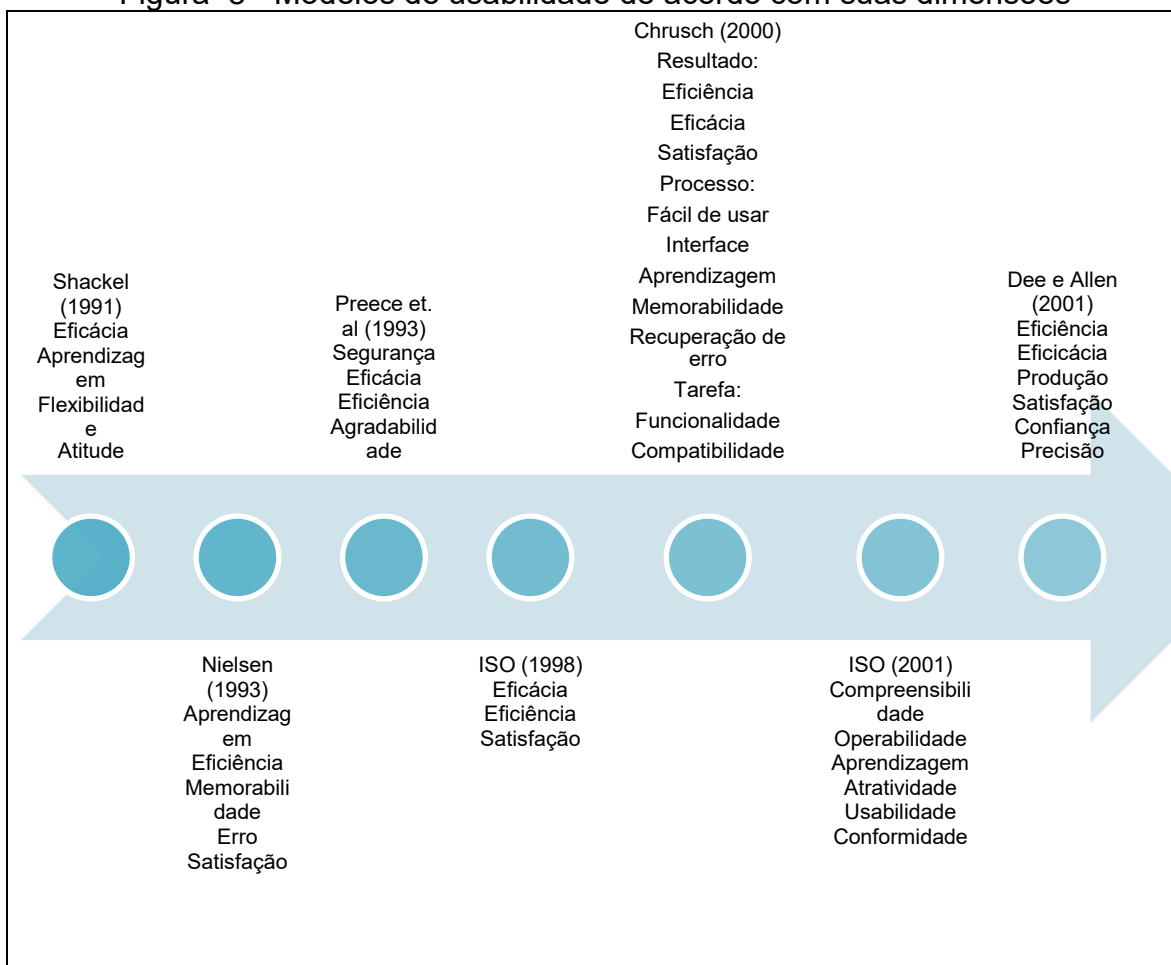
MD3 - Notificações devem ser emitidas em modo vibratório e visual e em momento propício	<i>Descrição:</i> Evite recursos de alertas em áudio. É importante que a notificação ocorra em momento apropriado. Ou seja, não ocorra quando o usuário esteja em meio a uma operação, pois o usuário surdo pode se distrair facilmente. <i>Recomendações:</i> Pode-se criar um controle de notificações para que estas não atrapalhem o andamento de uma tarefa; e só se tornem ativas quando o usuário não estiver em meio a uma operação.
MD4 - Consistências e Padrões adequados à cultura surda.	<i>Descrição:</i> Manter a consistência e o padrão de interface para usuários surdos. <i>Recomendações:</i> (1) Em mídia digital, é preciso usar elementos de interface tradicionais (elementos de senso comum, por exemplo, imagem de disquete para simbolizar "Salvar"). (2) Quando uma nova estratégia for implementada, certifique-se de que haja ajuda suficiente para entender seu uso (por exemplo, ao carregar um novo módulo, dê uma dica para mostrar como ele funciona). Dê preferência às explicações em Libras gravadas em vídeo exemplificando o uso. (3) Use
MD4 - Consistências e Padrões adequados à cultura surda.	elementos com a mesma função para todas as interfaces do sistema (por exemplo, o artefato usado para "Salvar" deve ser o mesmo em todas as telas). (4) Não altere o contexto de um determinado elemento quando ele recebe foco. (5) Ao usar imagens para explicar uma característica específica em Libras, procure por ilustrações que reproduzam esses gestos em Libras, juntamente com o texto em português. Regiões diferentes podem conter sinais diferentes, então procure o gesto mais comum para a maioria das pessoas surdas ou a representação de mais de um gesto. Esses artefatos devem ser validados pelos intérpretes de Libras.
MD5 - Feedback visual, vibratório ou ambos	<i>Descrição:</i> Sempre dar retorno sobre ação realizada pelo usuário em forma de vibração ou visual ou ambos. Essa comunicação da interface com o usuário surdo o mantém informado e seguro sobre suas ações. <i>Recomendações:</i> (1) <i>Feedbacks</i> de erros devem ser bem contextualizados para que o usuário possa compreender o erro. Dê preferência a <i>feedback</i> de quadros de mensagens para solicitar confirmação, a fim de conferir que o usuário o tenha percebido. Se possível, oferecer ao usuário a explicação do erro em Libras. (2) Em caso de um <i>feedback</i> de animação, respeitar as dimensões do dispositivo móvel, podendo esse ocupar toda a tela caso não interfira na realização da tarefa.
MD6 – Facilitadores	<i>Descrição:</i> Crie recursos que auxiliem e conduzam o usuário surdo em determinada tarefa. <i>Recomendações:</i> (1) Estes podem ser realizados em diversas formas dando a possibilidade de escolha ao usuário. Em tarefas mais complexas utilize exemplos. (2) O usuário surdo geralmente tem dificuldades em escrita, então é interessante utilizar recursos que o auxiliem a escrever. Por exemplo, usar um banco de "frases prontas" ou recursos de auto complementar.
MD7 - Flexibilidade para personalização do app conforme as necessidades do usuário	<i>Descrição:</i> Fornecer aos usuários formas que lhes permitam usar os aplicativos como eles querem. <i>Recomendações:</i> (1) Dar controle ao usuário para que este possa adaptar o aplicativo de acordo com sua preferência. Por exemplo: O usuário pode desativar o modo vibratório nas notificações, o usuário pode desativar a "Dica" do início da aplicação. (2) (3) Possibilitar a fácil inclusão e alteração de módulos com recursos de acessibilidade auditiva. Por exemplo, um novo artefato para acesso a um dicionário de libras pode ser incorporado pelo sistema sem a necessidade de o usuário precisar instalar ou configurar. Porém, o usuário deve ser notificado da novidade com explicações sobre o seu uso.
MD8 - Conteúdo de áudio em vídeo deve ser substituído por imagens, texto ou língua de sinais sempre que for relevante adequando estes ao espaço do mobile	<i>Descrição:</i> O conteúdo de áudio de vídeo pré-gravado deve ser interpretado por imagens, texto ou língua de sinais sempre que relevante. <i>Recomendações:</i> Em um vídeo de ajuda, usando transcrição simultânea de legendas ou língua gestual, pode resultar num espaço muito pequeno para o usuário visualizar. Nesse caso, o app poderia conter um recurso que intercalasse o vídeo e o texto ou imagens gestuais, semelhante ao que ocorria nos filmes mudos.

Fonte: Schefer; Areão; Zaina, 2018

Dos trabalhos encontrados na Revisão Sistemática da Literatura, a maior parte está relacionado à avaliação de usabilidade de aplicativos móveis para o público surdo, apontando para uma lacuna de conhecimento nesta área. Embora, tenham estudos focados na aprendizagem móvel de crianças surdas, tais pesquisas não possuem como objetivo a realização de testes voltados a experiência do usuário (UX). Neste sentido, os modelos de avaliação UX existentes não foram desenvolvidos para serem aplicados em testes no contexto da aprendizagem móvel de crianças surdas (MOHAMAD; HASHIM, 2021).

Segundo Nathan, Hussain e Hashim (2017), a avaliação da usabilidade de *apps* para surdos é crucial, pois seus requisitos são diferentes dos exigidos para as demais pessoas. A usabilidade é um atributo importante e que precisa de cuidado para que a produção de uma aplicação móvel seja de sucesso. Atualmente, os aplicativos móveis para surdos aumentaram consideravelmente com o aumento do uso de telefones celulares. Contudo, um modelo de avaliação de usabilidade que melhor se adapta à avaliação de aplicativos móveis para surdos ainda é bastante limitada, o que torna tal avaliação mais desafiadora e difícil (NATHAN; HASHIM; HUSSAIN, 2016). Os autores apresentam vários modelos existente para avaliação de usabilidade como mostra a Figura 8, mas que não são desenvolvidas com foco nas exigências do público surdo.

Figura 8 - Modelos de usabilidade de acordo com suas dimensões



Fonte: elaborado pela autora

A revisão da literatura realizada pelos autores, Nathan, Hussain e Hashim (2017), revelou que até o momento, não há nenhum modelo de usabilidade que tenha sido desenvolvido para atender à avaliação de usabilidade de *apps* para surdos. Segundo os autores, embora existam muitos aplicativos sendo desenvolvidos para ajudar a comunidade surda, ainda não há um modelo de usabilidade adequado para orientar desenvolvedores. Neste estudo, foram identificados alguns dos principais requisitos, são eles: *alertas vibratórios e visuais*: o som de alerta é substituído com vibração ou alerta visual; *mensagens*: recursos de mensagens para surdos deve oferecer uma alternativa diferente e não com foco apenas em serviços de texto, para isso vídeo e multimídia devem ser adicionados; *multimídia*: recursos de imagem ou vídeo permitem um melhor uso do celular pelos surdos, pois na maioria das vezes possuem um nível baixo de alfabetização em língua portuguesa; *videoconferência*: ajuda os surdos se comunicarem mais facilmente com outras pessoas através de vídeo em tempo real; e

legendas: fornecer legendas para vídeos ou filmes é um recurso importante. Assim, de acordo com o avanço da tecnologia, os aplicativos móveis, especialmente para as pessoas surdos, precisam de mais consideração no desenvolvimento.

Para aplicativos móveis, apenas alguns modelos estão sendo propostos, como por exemplo, Hussain (2012), que envolve avaliação de aplicativos baseada no modelo GQM. Harrison et al., (2013), propõe um modelo para avaliação de usabilidade para aplicativos móveis baseado na combinação da ISO 9241-11 (ISO, 1998). No entanto, esses modelos são focados em aplicativos móveis de modo geral e nenhum estão disponíveis para avaliar qualquer aplicativo móvel que seja desenvolvido para usuários com necessidades específicas. Portanto, esses modelos gerais de usabilidade não conseguem identificar informações específicas (NATHAN et al., 2017).

Em um outro estudo, também desenvolvido por Nathan, Hussain e Hashim (2018), novamente uma RSL é realizada a fim de identificar as principais dimensões que suportam o modelo de usabilidade para a comunidade surda em uma aplicação móvel. Sendo assim, um total de 515 artigos foram encontrados, selecionando para o estudo um total de 44 artigos. Os resultados mostram que as dimensões de maior usabilidade exibidas são: eficácia, eficiência, capacidade de aprendizagem, acessibilidade e satisfação.

Nathan, Hussain e Hashim (2016), apontam para o fato de que os recursos de acessibilidade estão intimamente ligados ao Design Universal. Segundo eles, os aplicativos móveis desenvolvidos para surdos geralmente estão voltados para o Design Universal, porém não destacam os requisitos específicos do surdo. Para tanto, este estudo por meio de uma pesquisa bibliográfica buscou identificar quais são esses requisitos. Shaffiei et al. (2011), constataram que áudio, vídeo, animação e texto são alguns dos requisitos importantes que devem ser considerados para aplicativos móveis voltados aos surdos, contudo o áudio é considerado um aspecto menos significativo. Na pesquisa desenvolvida por Adamo-Villani (2007), também se destacou a animação como sendo um importante aspecto. Já o estudo realizado por Ariffin e Faizah (2010), aponta que os requisitos mais importantes em tecnologia assistiva para surdos são a navegação, a linguagem e o fluxo do conteúdo. Para os autores, o desenvolvimento de aplicações móveis para surdos é algo que ainda precisa de atenção, até mesmo porque o resultado da pesquisa mostrou que este tema é pouco pesquisado, trazendo poucos resultados.

Em um outro estudo realizado pelos autores, intitulado *Studies on deaf mobile application: Need for functionalities and requirements*, identificou-se através de uma revisão de literatura que linguagem gráfica, legendas, multimídia e tradução da Língua de Sinais estão entre os recursos mais exigidos para serem incluídos em aplicativos móveis a fim de que tais *apps* sejam utilizáveis para esta comunidade.

Alnfiai e Sampali (2017), buscaram identificar quais barreiras são encontradas por pessoas surdas ao utilizarem aplicativos móveis. O resultado revelou poucos estudos relevantes e nenhuma revisão abrangente, bem como para o fato de nenhum deles abordar sobre as dificuldades enfrentadas pelo público surdo ao utilizar aplicativos móveis. Isso mostra a fragilidade que este campo de pesquisa possui e evidencia a necessidade de uma maior atenção por parte de pesquisadores e desenvolvedores ao tema.

A tecnologia desempenha um papel importante em nossa sociedade, especialmente no campo da educação, isso porque os surdos, ainda enfrentam muitos desafios para adquirir uma educação. Seus métodos de aprendizado são diferentes quando comparados os das pessoas ouvintes e são obrigados a se esforçarem ainda mais para compreender conceitos utilizando pedagogias convencionais. Portanto, há uma necessidade significativa de que recursos alternativos sejam desenvolvidos com objetivo de melhorar a capacidade de aprendizado e compreensão desses indivíduos (PARVEZ et al., 2019).

O fácil acesso aos dispositivos móveis vem modificando a forma como as pessoas se comunicam, porém, a pessoa surda ainda se vê segregada em muitas dessas mídias. Ainda que se tenha algumas recomendações, estas são muito genéricas, não satisfazendo de forma plena a interação do surdo nesses ambientes. Diante desse cenário, o público surdo, não é considerado na criação desses aplicativos, seja porque os desenvolvedores de interface não conhecem ou não encontram informações diretas e precisas sobre as necessidades deste grupo (SCHEFFER, 2016).

Pesando assim, Yeratziotis e Van Greunen (2013), também salientam para fato de que o acesso à informação e a capacidade de compartilhar informações não deve ser um privilégio apenas para um grupo de pessoas. Tornar as mídias digitais acessíveis a todos deve ser uma prioridade. Para fazer isso, é preciso ter em mente não apenas as limitações das pessoas, mas também suas habilidades.

Por mais que já existam algumas iniciativas relacionadas à acessibilidade digital para o público surdo, ainda existe uma lacuna quanto à realização de pesquisas e ao desenvolvimento de mídias acessíveis no campo da educação a este público.

3.3 APLICATIVOS MÓVEIS VOLTADOS AO ENSINO E APRENDIZAGEM DA GEOMETRIA

Tendo em vista o avanço tecnológico ocorrido nos últimos anos, parece pouco sensato pensar em educação sem pensar em usufruir dos benefícios proporcionados pelas novas tecnologias digitais disponíveis, tornando, assim, evidente a necessidade de se repensar as práticas pedagógicas. A utilização da computação gráfica em dispositivos móveis, como *tablets* e *smartphones*, pode ser um recurso em potencial ao estudo da Geometria Espacial, por exemplo (MACEDO; SILVA; BURIOL, 2016). De acordo com os autores, jogos, vídeos e aplicativos usando Realidade Virtual e Realidade Aumentada estão se popularizando cada vez mais, até mesmo porque, o aumento da capacidade de processamento gráfico dos dispositivos tem permitido ampliar o acesso a tais tecnologias. Esses recursos seriam de grande valor para aqueles alunos que apresentam dificuldades em visualizar figuras tridimensionais, nas quais são representadas de forma planificada nos livros didáticos. Essas dificuldades fazem com que muitos alunos não compreendam por completo os conceitos, propriedades e demonstrações geométricas.

Ao se buscar por estudos envolvendo aplicativos móveis e Geometria, a Realidade Aumentada aparece como um dos temas mais recorrentes. Esta surge como uma ferramenta capaz de facilitar a compreensão dos alunos em relação aos conceitos teóricos. Assim, o trabalho desenvolvido por Kešelj, et al., (2021), apresenta como proposta, um aplicativo móvel acessível voltado a aprendizagem da Geometria, especificamente sobre corpos geométricos. A Realidade Aumentada consiste em uma tecnologia com possibilidade de ampla utilização em diversos dispositivos e ao mesmo tempo apresenta potencial de engajamento e motivação para o usuário, sendo que tais características são especialmente importantes no campo educacional. De acordo com os autores, o número de protótipos desenvolvidos nesta área vem aumentando rapidamente, no entanto apenas uma

pequena parte considera a implementação da acessibilidade, embora este aspecto seja considerado fundamental.

Diante deste contexto, o aplicativo denominado AppiRAmide foi desenvolvido com o propósito de auxiliar o processo de aprendizagem da Geometria Espacial por meio da Realidade Aumentada. A tecnologia de RA permite utilizar dispositivos móveis para visualizar e interagir com objetos geométricos virtuais. No processo de ensino e aprendizagem a RA tem sido capaz de oferecer características como alto grau de manutenção do interesse e facilitação da compreensão dos conceitos estudados, a partir da possibilidade de interação direta com seus objetos representativos. O aspecto lúdico intrínseco da utilização desta tecnologia também consiste em um elemento de destaque (FORTE; KIRNER, 2009).

O trabalho conduzido por Syafril, et al., (2021), também baseado em Realidade Aumentada objetivou a criação de um aplicativo móvel, bem como a testagem de sua eficácia. Os resultados mostraram que o VirGO possui três vantagens, na qual a primeira consisti em sua capacidade de exibição dos objetos e do material didático de forma realista. A segunda está em sua interatividade suportada por recursos avançados como vídeos, imagens e animações, e a terceira está na elevação do interesse por parte dos alunos em aprender Geometria. Diante deste cenário, Buitrón-Luna e Cabanillas-Carbonell (2021), também apontam para o fato das aplicações móveis pautada em Realidade Aumentada influenciarem positivamente o processo de aprendizagem no campo de conhecimento da Geometria.

A disponibilidade de dispositivos móveis e o desenvolvimento de ferramentas de modelagem e visualização 3D tem proporcionado novas oportunidades ao processo de aprendizagem em Matemática (SPIKOL; ELIASSON, 2010). Os autores em seu estudo apresentam os resultados de um projeto envolvendo um aplicativo móvel com foco na Geometria para alunos do Ensino Médio. O objetivo do projeto foi implementar um protótipo que combinasse tecnologias móveis e visualização 3D que permitisse aos alunos colaborar, explorar e discutir conceitos geométricos.

Silva (2017), também sugere que o uso dessas tecnologias pode viabilizar uma educação matemática de qualidade, propiciando a formação de cidadãos críticos e detentores de conhecimento matemático. Em seu artigo, foi realizado um mapeamento sistemático, permitindo identificar os principais trabalhos de pesquisa,

tecnologias e aplicativos utilizados na área da Geometria, e os resultados obtidos serviram de requisitos para o desenvolvimento do aplicativo ARSolids, que aborda conteúdos da Geometria, mais precisamente sobre os sólidos de Platão e suas particularidades, utilizando recursos de Realidade Aumentada. Como afirma o autor, em escolas de educação básica a interação com os mais diversos tipos de materiais, que na maioria das vezes faltam nas salas de aula, como os sólidos geométricos, pode ser substituída pelo uso de dispositivos móveis com recursos de RA. Além disso, a expansão das TICs e o contato diário pelas pessoas com diferentes mídias, contribuíram para a ocorrência de mudanças num sentido positivo na forma de ensinar e aprender. Uma vez inseridas no âmbito escolar, as TICs geram novos paradigmas educacionais, fomentando interações diferenciadas e permitindo a contextualização dos conhecimentos. Em se tratando dos *smartphones*, estes são populares entre crianças de todas as faixas etárias e têm o potencial de tornar o processo de aprendizagem interativo e envolvente. Uma mistura de abordagens envolvendo o uso de aplicativos pode propiciar uma melhor compreensão de conceito geométricos (YADAV; CHAKRABORTY; YADAV, 2022).

Para Beatty e Valentine (2019), as tecnologias digitais melhoram a qualidade da educação, em que o uso dessas ferramentas influencia positivamente o ensino. Sendo assim, também com foco na Geometria Espacial, os pesquisadores buscaram contribuir com as dificuldades envolvendo a assimilação e a visualização de alunos do Ensino Médio por meio da aplicação GeoBac. Os autores apontam a simplicidade, o design atraente, a usabilidade e acessibilidade, a disponibilidade, a multifuncionalidade e adaptabilidade às necessidades do usuário como sendo fatores importantes a serem considerados em um aplicativo de sucesso.

Em um estudo conduzido por Chang e Yang (2016), é realizado o desenvolvimento de um aplicativo relacionado ao campo da Geometria, contemplando temas como o de área, perímetro e volume. A aplicação com características interativas foi desenvolvida no formato de jogo, no qual os resultados encontrados foram positivos em relação ao aprendizado dos estudantes, verificando também o fato de que houve um aumento considerável no interesse dos alunos em aprender o tema. Segundo os autores, nos últimos anos, com o avanço e a popularização da ciência e da tecnologia, os materiais digitais de aprendizagem foram sendo gradualmente introduzidos no cenário educacional, onde atualmente

diferentes recursos digitais são disponibilizados aos alunos e permitindo uma diversificação nos modos de aprendizagem.

Outro conceito encontrado foi o da Geometria Dinâmica (GD). No entanto, de acordo com Guan et al., (2018), esta tecnologia precisa ser melhor desenvolvida, pois a interatividade desses *softwares* apresenta potencial de melhoria quanto a aprendizagem de conhecimentos matemáticos abstratos. Também conhecida como Geometria Interativa (GI), considera que a representação e a manipulação do espaço geométrico, por meio de interfaces amigáveis, podem contribuir, de modo significativo, para o processo de ensino e aprendizagem da Geometria (PEDRO et al., 2012). A pesquisa apresenta o estudo, planejamento e desenvolvimento de uma ferramenta de GI para ser utilizada em dispositivos móveis, identificando um modelo adequado de interface e interação para a ferramenta, de modo a se obter um ambiente de aprendizagem alinhado aos princípios da GI. Para os autores as tecnologias e dispositivos móveis, tais como celulares, *smartphones* e *tablets* evoluem de maneira cada vez mais rápida quando comparados, por exemplo, aos computadores pessoais. A cada ano são encontradas novas formas de utilizar esses aparelhos, que vão além das finalidades de comunicação originais para os quais foram desenvolvidos. A ampla disseminação destes dispositivos, proporcionados pelos baixos custos e avançados recursos envolvidos, justificam a investigação e pesquisas sobre o potencial uso dos mesmos em ambientes educacionais (PEDRO et al., 2012).

No contexto da Geometria Dinâmica ou da Geometria Interativa é possível citar o Geogebra, um *software* bastante difundido, que combina conceitos de Geometria e Álgebra e que mais recentemente recebeu sua versão também no formato de *app*. O termo “interativo” do nome pode ser entendido como oposição à forma “estática” com que as construções da Geometria tradicional são apresentadas aos alunos (ISOTANI; BRANDÃO, 2004). Este tipo de *software* permite que se crie um ambiente dinâmico e interativo, onde os alunos constroem seu aprendizado, manipulando e alterando objetos geométricos na tela do computador ou ainda na tela de um dispositivo móvel (BRANDÃO, ISOTANI; MOURA, 2006). O ensino aprendizagem da Geometria tem apresentado mudanças devido à variedade de softwares e aplicativos móveis que podem ser incorporados neste contexto. Em um estudo que buscou investigar o uso do GeoGebra no ensino de Geometria, especificamente sobre as semelhanças do conceito de triângulos, constatou que a

utilização desta ferramenta melhora a visualização de formas geométricas, assim como, o aprendizado de conceitos geométricos (EID; ABDULLA, 2021). Assim, atividades baseadas no uso do GeoGebra oferecem aos alunos diferentes possibilidades de aprendizagem, desde a percepção visual de regularidades até a identificação de relações e propriedades geométricas abstratas (GUTIÉRREZ; JAIME; GUTIÉRREZ, 2021).

Para Cruz et al., (2008), a utilização dos dispositivos móveis na educação pode auxiliar em novas práticas pedagógicas com foco no aluno e na aprendizagem, sendo necessário que professores e alunos se apropriarem da nova linguagem e dos novos significados diante da proposta diferenciada de trabalho. De acordo com Júnior (2012), os dispositivos móveis apresentam como característica serem leves e ágeis e principalmente permitem a mobilidade das pessoas ao utilizar estes aparelhos. Por possuírem essas características podem ser grandes aliados na difusão e aquisição de conhecimento, inclusive por meio da utilização de aplicativos móveis (SILVA, 2017).

De acordo com o documento Orientações Curriculares para o Ensino Médio, documento este produzido pelo Ministério da Educação, as novas Tecnologias de Informação e Comunicação contemplam o ensino de matemática sob duas dimensões: “a matemática como ferramenta para entender a tecnologia, e a tecnologia como ferramenta para entender a matemática” (BRASIL, 2006, p. 8). Para Macedo, Silva e Buriol (2016), a tecnologia digital, quando utilizada como ferramenta para entender a matemática, pode ser percebida nos aplicativos e programas, buscando contribuir com o aluno no processo de resolução de problemas, no teste de hipóteses e na criação de suas próprias conjecturas. Portanto, o fazer matemático através do uso das tecnologias deve provocar certa reflexão, e, sobretudo a organização consciente do conhecimento.

Pensando mais especificamente na aprendizagem da Geometria, seja ela, voltada ao bidimensional ou ao tridimensional, esta tem mais recentemente podido contar com o apoio dos aplicativos móveis, que com diferentes possibilidades buscam contribuir com as dificuldades encontradas neste campo do saber e instigar ainda mais a aprendizagem.

3.4 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

A utilização das tecnologias digitais foi mudando o modo de vida das pessoas, influenciando na produção, divulgação, disseminação e acesso às informações. Em relação aos processos de ensino e aprendizagem, algumas mudanças também são percebidas. A Internet e as tecnologias digitais promovem diversas possibilidades no sentido de criar espaços de interação e comunicação entre as pessoas, colaborando inclusive com o compartilhamento de informação e conhecimento.

Relacionado a este cenário, tem-se os aplicativos móveis também chamados apps, que quando voltados ao contexto educacional seu foco está na promoção de algum tipo de aprendizagem. Diante deste contexto, surge o conceito da aprendizagem móvel, caracterizada pelo uso das tecnologias móveis e que possibilita a portabilidade, interatividade, conectividade e a individualidade. A *mobile learning* como pode ser chamada, viabiliza espaços para a ocorrência de processos que envolvem a construção do conhecimento. Assim, os aplicativos móveis podem servir como um elemento facilitador do processo de aprendizagem. Em relação aos apps e o estudo da Geometria, verificou-se que diferentes estratégias podem ser exploradas ao se fazer uso desta ferramenta. Uma delas é a Realidade Aumentada, aparecendo como um dos temas mais recorrentes e indicando ser uma ferramenta capaz de facilitar a compreensão dos alunos quanto a conceitos e propriedades da Geometria.

Ao se pensar em aplicativos móveis voltados ao público surdo, o enfoque maior tem sido no desenvolvimento de aplicações voltadas ao processo de comunicação, onde a maioria apresenta como foco a realização da tradução entre Língua de Sinais e a Língua Portuguesa. Fica evidente, portanto, que outros aspectos relacionados à aprendizagem e à acessibilidade digital do surdo precisam de atenção, seja por parte de pesquisadores quanto de desenvolvedores. Além do mais, quando se trata de outros aplicativos móveis, também foi percebido a ausência de elementos atrelados à acessibilidade digital. Isso se deve ao fato, das aplicações estarem dispostas apenas em Língua Portuguesa e não apresentarem ao menos a tradução em Libras. Deste modo, a observância de diretrizes relacionadas a acessibilidade digital ao público surdo, a fim de nortear os desenvolvedores na construção de apps acessíveis seria fundamental.

4 O ESTUDO NO CAMPO DA GEOMETRIA

Neste capítulo será discutido sobre a importância dos conhecimentos geométricos, seu contexto histórico, além das dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem relacionadas a este campo do conhecimento.

4.1 A IMPORTÂNCIA DOS CONHECIMENTOS GEOMÉTRICOS

Considerando a história da Matemática, o seu desenvolvimento se deu a partir da necessidade do homem, como, por exemplo, a contagem, a qual favoreceu o desenvolvimento de um sistema de numeração, bem como a necessidade de divisão de terras que levou ao surgimento das frações (RIBEIRO et al., 2019). São muitas as situações que poderiam ser mencionadas e que contribuíram para o avanço da sociedade. Os saberes matemáticos estão presentes no currículo da educação básica devido a sua importância para a formação profissional e a vida em sociedade. É através da Matemática que se promovem conhecimentos como o de: contar, medir, resolver problemas, desenvolvimento do raciocínio lógico, entre outros (SILVA, 2017).

De acordo com Vitrac (2006), ao se pensar, portanto, na história da Geometria, a explicação mais aceita em relação a sua origem está relacionada com o historiador grego Heródoto (século V a.C) em seu segundo livro de sua Enquete, trazendo a mais antiga menção da palavra *geometria*. A história diz que o rei Sesóstris, no Egito, dividia o solo entre todos os egípcios agricultores, atribuindo um lote igual a cada um e determinando que cada detentor passaria a lhe dever um tributo anual. Porém, uma vez ao ano ocorriam as cheias do rio Nilo e inundava parte das terras. O agricultor solicitava uma verificação do quanto o terreno havia diminuído para então providenciar um abatimento proporcional do tributo a ser pago. Sendo assim, ao que tudo indica segundo Heródoto, este foi o fato pelo qual iniciou o surgimento da Geometria. Mas, na verdade as afirmações sobre a origem da Geometria são incertas e podem ter surgido antes da arte de escrever. A Geometria foi empregada pelos povos primitivos na construção de objetos de decoração, de utensílios, de enfeites e na criação de desenhos para a pintura corporal. Formas geométricas bastante variadas apareceram em cerâmicas, cestos e pinturas de

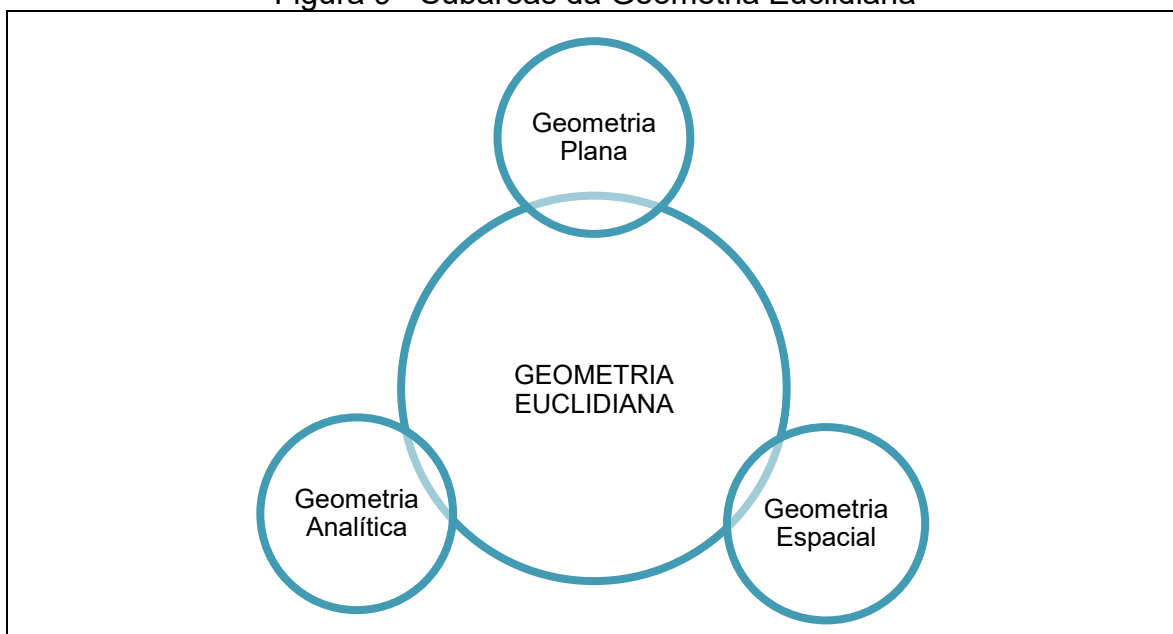
diversas culturas, com a presença de formas como triângulos, quadrados e círculos, além de outras mais complexas (SOARES et al., 2009).

Segundo Soares et al., (2009), por volta dos séculos VII e VI a.C os gregos começaram a pensar a Matemática como uma ciência e neste período surge o chamado *Sumário Eudemiano* de Proclus, que se constitui de páginas de abertura de comentários sobre Os Elementos, onde aparece um resumo sobre o desenvolvimento da Geometria Grega, de seus primórdios até Euclides. Existiu uma vasta produção matemática que remonta a muitos séculos antes de Euclides e toda essa produção recebeu o nome de Geometria Pré-Euclidiana, contudo, o ápice da Geometria Grega é atingido no período helenístico. Euclides de Alexandria viveu entre 300 e 200 a.C. e desenvolveu o método axiomático (estrutura lógica de pensamento), pois sua habilidade de expor didaticamente o conhecimento geométrico foi como o primeiro passo na história do pensamento matemático, bem como da organização da própria Matemática.

Euclides foi responsável por sistematizar o conhecimento de geometria de sua época. A ordenação da Geometria de seu tempo, que realizou em um sistema dedutivo (do todo para as partes), é um trabalho notável. Ele tomou um pequeno número de conceitos geométricos simples e procurou demonstrar todos os demais como conseqüências lógicas desses primeiros, isto é, Euclides estabeleceu um sistema axiomático (lógico-dedutivo. “Os Elementos” de Euclides representam de um modo perfeito, o tipo de Geometria que dominou as ciências durante todo o período compreendido entre a Antiguidade e a Idade Moderna. Sem dúvida, eles representam uma das contribuições mais importantes para a Metodologia das Ciências (SOARES et al., 2009, pg. 46).

A Geometria é dividida em Geometria Euclidiana e Geometrias não Euclidianas, no entanto a que está presente no currículo da Educação Básica é a Euclidiana, responsável por estudar as propriedades das figuras planas e dos corpos geométricos baseando-se nos postulados de Euclides (NACARATO; PASSOS, 2003). Além disso, a Geometria Euclidiana pode ser dividida nas seguintes subáreas, como mostra a Figura 9.

Figura 9 - Subáreas da Geometria Euclidiana



Fonte: elaborado pela autora

De acordo com Barbosa (2003), durante séculos, a Geometria foi ensinada na sua forma dedutiva e formava a base das Ciências Exatas, da Engenharia, da Arquitetura e do desenvolvimento tecnológico. Contudo, a partir da metade do século passado, porém, o movimento da “Matemática Moderna” levou os matemáticos a desprezarem a abrangência conceitual e filosófica da Geometria Euclidiana. Desta forma, a Geometria foi praticamente excluída dos programas escolares e também dos cursos de formação de professores do Ensino Fundamental e do Ensino Médio, com consequências que se seguiram por um longo tempo.

A partir dos anos setenta, iniciou-se, em todo o mundo, um movimento a favor do resgate do ensino da Geometria, visando ampliar sua participação na formação integral do educando. Dentre os objetivos a serem alcançados foram priorizados os seguintes: · Induzir no aluno o entendimento de aspectos espaciais do mundo físico e desenvolver sua intuição e seu raciocínio espaciais; · Desenvolver no aluno a capacidade de ler e interpretar argumentos matemáticos, utilizando a Geometria como meio para representar conceitos e as relações Matemáticas; · Proporcionar ao aluno meios de estabelecer o conhecimento necessário para auxiliá-lo no estudo de outros ramos da Matemática e de outras disciplinas, visando uma interdisciplinaridade dinâmica e efetiva; · Desenvolver no aluno habilidades que favoreçam a construção do seu pensamento lógico, preparando-o para os estudos mais avançados em outros níveis de escolaridade (BARBOSA, 2003, p. 3).

O estudo da Geometria é uma área particularmente propícia à realização de atividades de natureza exploratória e investigativa, exigindo do indivíduo a intuição e a visualização, assim como, a manipulação de materiais concretos. Assim, a Geometria torna-se, talvez mais do que qualquer outro domínio da Matemática, especialmente propícia a um ensino fortemente baseado na realização de descobertas e na resolução de problemas. Nela, há um imenso campo para a escolha de tarefas de natureza exploratória e investigativa, que podem ser desenvolvidas na sala de aula, sem necessidade de um grande número de pré-requisitos e evitando, sem grande dificuldade, uma visão da Matemática centrada na execução de algoritmos para resolver exercícios (ABRANTES, 1999)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) destacam a importância desse ramo da Matemática que também serve de instrumento para outras áreas do conhecimento. Permite ao aluno desenvolver um tipo especial de pensamento, como o de compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. [...] O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula a criança a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa. Além disso, se esse trabalho for feito a partir da exploração dos objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, ele permitirá ao aluno estabelecer conexões entre a Matemática e outras áreas do conhecimento (BRASIL, 1997).

A aprendizagem das propriedades geométricas possibilita e exige de fato uma grande variedade de concretizações. Todo este estudo é feito de forma intuitiva e experimental, fazendo com que a criança, através da “visualização” e do fazer, estabeleça comparações e construa os conceitos. A Geometria oferece um vasto campo de ideias e métodos de muito valor quando se trata do desenvolvimento intelectual do aluno, do seu raciocínio lógico e da passagem da intuição e de dados concretos e experimentais para os processos de abstração e generalização. [...] Ela desempenha papel primordial no ensino, porque a intuição, o formalismo, a abstração e a dedução constituem a sua essência (BARBOSA, 2003, p. 7).

Portanto, a Geometria valoriza o descobrir, o conjecturar e o experimentar. A história das civilizações está repleta de exemplos ilustrando o papel fundamental que a Geometria teve na conquista de conhecimentos artísticos, científicos e, em especial, matemáticos. Ela se interliga com a Aritmética e com a Álgebra porque os objetos e relações dela correspondem aos das outras, deste modo, conceitos, propriedades e questões aritméticas ou algébricas podem ser clarificados pela

Geometria. Na Matemática, a criança parte de situações concretas para comparar, classificar, contar, ordenar, tirando as suas conclusões e enriquecendo a sua própria estrutura cognitiva, podendo ocorrer situações que envolvam percepção espacial, construções e relações geométricas (BARBOSA, 2003).

De acordo com Clemente et al., (2015), a exploração das formas geométricas, propicia o aluno desenvolver a percepção do mundo em que está inserido, descrevendo-o, representando-o e aprendendo a localizar-se nele. O trabalho com as noções geométricas deve instigar os educandos a serem observadores, a perceberem semelhanças e diferenças e a identificarem regularidades. Essa construção, em relação à criança, ocorre de forma gradual e tem como início a percepção do próprio corpo, a presença no mundo e o seu redor, construindo suas primeiras noções espaciais por meio dos sentidos e dos movimentos. Somente em um momento posterior, a criança atinge a compreensão do espaço representado em desenhos, mapas e outras configurações. Lorenzato (2006), destaca que a criança realiza suas primeiras experiências de vida quando vê, ouve e manuseia com a ajuda da linguagem, mas principalmente com o auxílio da percepção espacial iniciando suas descobertas.

É importante ressaltar que a criança deve ser incentivada a explorar o espaço em que vive, pois, o pensamento geométrico desenvolve-se inicialmente pela visualização: a criança é capaz de identificar uma figura apenas por sua forma, aparência física e geral e, enfim, por sua imagem. A partir daí, têm início as representações mentais que lhe permitirão trazer à memória objetos e espaços ausentes (CLEMENTE et al., 2015).

Para Barbosa (2003), a Geometria exige do aluno uma maneira específica de raciocinar, onde ser bom conhecedor de Aritmética ou de Álgebra não é suficiente para resolver problemas envolvendo Geometria. Na verdade, sem estudar a Geometria, as pessoas não desenvolveriam o pensar geométrico ou o raciocínio visual e, sem essa habilidade, elas dificilmente conseguiriam resolver as situações de vida que são geometrizadas; também não poderiam se utilizar da Geometria como fator altamente facilitador para a compreensão e resolução de questões de outras áreas de conhecimento humano. Como destacou Lorenzato (1995), a Geometria está por toda parte, basta conseguir enxergá-la.

4.2 AS DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO APRENDIZAGEM EM GEOMETRIA

Como mencionado anteriormente, com o movimento da Matemática Moderna, a partir de 1950, o ensino da Geometria passou a enfatizar o simbolismo e a exigir dos alunos maiores abstrações, distanciando a Matemática da vida real. Ainda, os cursos de formação dos professores não abordavam os conteúdos geométricos e, por isso, estes não possuíam conhecimentos sobre a Geometria, que era colocada como um complemento no currículo desses cursos (LORENZATO, 1995).

Como consequência deste movimento, muitos professores não tinham os conhecimentos necessários para ensinar Geometria, além da exagerada valorização atribuída aos livros didáticos, que muitas vezes, traziam esses conteúdos como um conjunto de fórmulas e definições apresentados em seus capítulos finais, aumentando mais ainda a possibilidade de tais não serem estudados dada a limitação do tempo. Deste modo, o ensino e a aprendizagem da Geometria ficaram por um longo tempo em segundo plano nos currículos de Matemática das escolas brasileiras, estando ausente ou quase ausente (CLEMENTE et al., 2015). Isso fez com que os alunos formados por esse currículo aprendessem pouco de Geometria, pois quando não bem compreendida, pouco estimula o aluno a observar, perceber semelhanças, diferenças e solucionar problemas (TASHIMA; SILVA, 2007).

Alguns fatores, como a influência das propostas curriculares aprovadas na década de noventa pelo MEC buscaram mudar tal cenário. Contudo, um estudo conduzido por Barrantes et al., (2004), apontou que muitos estudantes continuam a chegar às universidades com a falta de conhecimentos em Geometria e que além disso, as experiências em sala de aula exploram com pouca frequência materiais e recursos distintos dos tradicionais, como o livro didático. Em um outro trabalho (FONSECA et al., 2001), desenvolvido num curso para formação de professores, foi solicitado para que estes relatassem os tópicos de matemática nos quais eram mais priorizados durante o ano letivo nas séries iniciais e foi percebido que o conteúdo de Geometria apareceu sempre no final, dando a entender que é um estudo deixado para o fim do período letivo. Também se observou que a tônica do ensino de Geometria está centrada na nomeação e classificação das figuras planas mais

conhecidas e que a inclusão de “ponto, reta, plano segmento, semirreta, ângulos” numa fase muito inicial da escolaridade é frequente, num estudo centrado na apresentação formal de conteúdos em detrimento da exploração dos conceitos.

Ainda, segundo Fonseca et al., (2001), após movimento de pesquisadores da Educação Matemática, estão havendo algumas mudanças, ainda diminutas, com relação ao currículo de Matemática e a inserção da Geometria com importância destacada. Basta verificar que os livros didáticos que estão apresentando os temas geométricos alternadamente com os temas algébricos, não mais os deixando para o final conforme apresentavam anteriormente.

O abandono do ensino da Geometria, por muitos anos, trouxe consequências graves que até hoje permeiam as salas de aulas de nossas escolas. Atualmente, o ensino da geometria vem ganhando força nas salas de aula e os conteúdos geométricos já estão mais presentes nos currículos de matemática, às vezes, de maneira integrada com a Álgebra e Aritmética. Nos livros didáticos essa mudança também vem ocorrendo. Mas essa realidade não foi sempre assim (REZENDE, 2015, p. 1).

Para Tashima e Silva (2007), o fraco desempenho em Geometria por parte dos alunos, muitas vezes, é resultado da utilização de práticas que não atendem às suas expectativas, dentre outras coisas, do abismo existente entre o modo como os professores e alunos percebem a Matemática, pois o aluno não consegue vê-la do mesmo modo, e por isso não a compreende. Por isso, a contextualização se torna importante, sendo um recurso que tem como objetivo estabelecer relações entre o conteúdo proposto e a realidade histórico-social a partir de conhecimentos relevantes da ciência, da cultura, da arte, da leitura e da filosofia, tornando mais significativo o aprendizado de conceitos matemáticos.

Segundo Fonseca (2005), torna-se cada vez mais evidente a necessidade de contextualizar o conhecimento matemático, não apenas inserindo-o numa situação problema, ou numa abordagem dita “concreta”, mas buscando suas origens, acompanhando sua evolução, explicitando sua finalidade ou seu papel na interpretação e na transformação da realidade para a qual o aluno se depara. Deste modo, contextualizar a matemática é essencial para todos (D’AMBRÓSIO, 2005).

A falta de contextualização no processo de ensino/aprendizagem gera uma cultura de desvalorização da matemática, impossibilitando despertar nos estudantes a verdadeira importância do saber matemático, causando dificuldades na assimilação dos conteúdos e ocasionando uma desmotivação no aprender que é constatada através da falta de atenção e

até mesmo pela indisciplina. Visando diminuir esses problemas, há necessidade de criar uma cultura de valorização do conhecimento da matemática dentro de suas rotinas, diárias, ensinando a criança a entender como administrar as despesas do lar, ou seu futuro salário ou sua futura empresa. Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, destacam como prática viável para o ensino, identificar a vivência dos alunos entendendo suas condições culturais, desde o ensino fundamental. Indicam como objetivos, envolver o aluno com o conhecimento matemático de modo que ele possa transformar o mundo a sua volta, estimulando o interesse e a curiosidade e tornando o caminho da aprendizagem uma “investigação” (SILVA, 2017, pg. 17).

Em estudo conduzido por docentes da Universidade Federal de Minas Gerais, verificou-se que professores em exercício no Ensino Fundamental encontravam-se distantes das questões essenciais da prática de ensino da Geometria. Portanto, a preocupação em resgatar o ensino da Geometria como uma das áreas fundamentais da Matemática tem motivado professores e pesquisadores a se dedicarem à elaboração, implementação e avaliação de alternativas, que busquem superar as dificuldades não raro encontradas na abordagem desse tema, na educação básica ou em níveis superiores de ensino (FONSECA et al., 2001).

As pessoas, em seu cotidiano, ao se depararem com situações novas ou desafiadoras, dobram a atenção para dominá-las, isso ocorre porque essas atividades não são mecânicas, assim o modo de se abordar a Matemática em sala de aula pode começar com atividades que agucem a curiosidade diante de desafios a serem resolvidos (STAREPRAVO, 2009). Além disso, na escola o objeto de aprendizagem precisa levar em consideração o contexto específico da vivência do aluno, transformando esta experiência de saber utilizável em diferentes outras situações. Deste modo, na construção de uma aprendizagem significativa o educador faz a mediação entre o saber e o aluno e este faz uso como lhe for conveniente, sendo que a vivência do aluno servirá para contextualizar o conteúdo proposto em aula. Atividades desafiadoras, situações problemas, pesquisas e muitas outras atividades que aguçam a curiosidade e despertam o desejo de descobertas (SILVA, 2017).

De acordo com Barbosa (2003), na grande maioria das escolas de Ensino Fundamental, é comum a não prática de atividades nas aulas de Matemática que favoreçam a visualização e a percepção do espaço a nossa volta. Apesar do mundo ser tridimensional, a maior parte do material visual geométrico que se apresenta às crianças é bidimensional. É necessário que tanto o professor quanto o aluno recorram ao raciocínio espacial para representar o mundo real. Em estudo realizado

por Rogenski e Pedroso (2019), tomando-se por base as experiências da prática pedagógica, verificou-se a dificuldade dos alunos de Ensino Médio quando se trata da Geometria Espacial, com relação à visualização, conhecimentos básicos da Geometria Plana e nas relações existentes entre as formas. Além disso, quando o aluno se depara com cálculos de área e volume, o entendimento torna-se ainda mais complicado, realizando-os por mecanização, não compreendendo, portanto, sua aplicação em situações. Esse fato ocorre devido à defasagem existente no Ensino Fundamental, em que a Geometria nem sempre é apresentada ao aluno relacionada com os demais conteúdos estruturantes, como a Álgebra e Números, tornando-se mera ilustração e exemplificação, sem entendimento de conceitos e propriedades. Outro aspecto que vale ressaltar, é o fato de que a abordagem de conceitos e construções geométricas, no Ensino Fundamental, constitui-se de grande importância para o entendimento de outros conteúdos do Ensino Médio, seja na Trigonometria, na Geometria Espacial e Analítica, entre outros das diferentes áreas de ensino.

Algumas estratégias são consideradas bastante necessárias quando se pensa em contribuir com o processo de aprendizagem deste campo do conhecimento. Sendo assim, um importante recurso para a Geometria, é a representação dos conceitos geométricos por meio de desenhos. Quer seja na representação de figuras planas ou espaciais, o desenho tem sido, na realidade, uma passagem quase obrigatória no processo de conceitualização geométrica. Além disso, a aprendizagem neste campo engloba necessariamente uma razoável habilidade racional de trabalho, com boas imagens mentais associadas não só aos conceitos como também aos teoremas e situações geométricas fundamentais. Para os interesses do ensino da geometria, são os objetos e os desenhos que podem principalmente estimular a formação de boas imagens (PAIS, 1996).

Embora o desenho seja um forte aliado, outro recurso é a manipulação de sólidos geométricos ou de objetos, também colaboram com a aprendizagem dos conhecimentos geométricos e deveriam ser mais explorados nas salas de aula. De acordo com Barbosa (2003), na grande maioria das escolas de Ensino Fundamental, é comum a não prática de atividades nas aulas de Matemática que favoreçam a visualização e a percepção do espaço a nossa volta.

Rezende (2015), neste mesmo viés, destaca para a necessidade da interpretação e visualização de um objeto geométrico, a partir da sua manipulação,

construção e exploração. Aponta também para o fato de que a Geometria pode ser uma importante ferramenta na compreensão do cotidiano, na medida em que existe a possibilidade de medir, comparar, relacionar e analisar algum conceito geométrico com a realidade em que o aluno está inserido.

Estamos imersos num mundo de formas. Para onde quer que se direcione o olhar, as ideias geométricas estão presentes no mundo tridimensional, seja na natureza, nas artes, na arquitetura ou em outras áreas do conhecimento. Daí a constituição da geometria como um dos conteúdos estruturantes para o Ensino Fundamental e para o Ensino Médio. Essa é ponte que une diferentes conteúdos, é rica em elementos facilitadores à aprendizagem da álgebra e números. Sabe-se que a geometria é considerada a ciência do espaço, pois trabalha com formas e medições [...]. Essa ciência favorece a percepção espacial e a visualização, sendo conhecimento relevante para as diferentes áreas, permitindo que o aluno desenvolva sua percepção, sua linguagem e raciocínio geométrico de forma a construir conceitos (ROGENSKI; PEDROSO, 2019, p. 1).

De acordo com os autores citados anteriormente, os conteúdos trabalhados em sala de aula, quando partem de situações vivenciadas pelo aluno, facilitam o entendimento do “espaço como referência, de modo que seja possível situá-lo, analisá-lo e perceber seus objetos para então ser representado” e, posteriormente, explorar todas as propriedades dos objetos. Além disso, a geometria está presente na física, na natureza, nas obras de arte, no artesanato, nas esculturas, nas pinturas, nas artes em geral, e deveria por este motivo ser explorada inclusive por outras disciplinas.

Com relação à pesquisa, como afirma Rodrigues e Bernardo (2011), o ensino e a aprendizagem da Geometria têm se mostrado um campo em que tem sido estudado, tanto a nível internacional como nacional, muito embora não de forma tão extensiva como tem sucedido em outros campos de investigação. Dada a importância deste ramo da Matemática, bem como a relevância que a sua aprendizagem assume no contexto da Educação Matemática, a Geometria continua a ser uma área carente de investigação, sendo possível a partir de estudos, encontrar uma compreensão mais aprofundada da forma como se desenvolve o pensamento geométrico dos alunos, bem como das implicações didáticas emergentes.

4.3 CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Os distintos campos da Matemática estão organizados, de acordo com o documento da BNCC, em cinco unidades temáticas, correspondendo, desta forma ao campo dos Números, da Álgebra, das Grandezas e medidas, da Probabilidade e Estatística e o da Geometria.

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) a Geometria serve de instrumento para o aprendizado dos demais campos de conhecimento da Matemática, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades como a compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. Contribui ainda, para a aprendizagem de números e medidas e estimula o aluno a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades e vice-versa. Por meio deste estudo, é possível realizar a exploração de objetos do mundo físico, de obras de arte, pinturas, desenhos, esculturas e artesanato, possibilitando ao aluno estabelecer relações com diversos tipos de conhecimento.

A Geometria é um campo propício para a elaboração de atividades com características investigativas e exploratórias, favorecendo no desenvolvimento de habilidades que os levem a refletir, visualizar, solucionar problemas e a manipular. Contudo, nem sempre as práticas pedagógicas exploram este campo do conhecimento com a adoção de estratégias e elementos instigantes ao aluno. Diante disso, a contextualização se apresenta como sendo um fator importante nos processos de aprendizagem, visto que, além de propor problemas também é importante buscar por uma abordagem, a qual mostre as origens e evolução dos saberes geométricos, bem como sua importância voltada aos mais diferentes contextos da realidade. Contextualizar os processos de ensino e aprendizagem, possibilita ao aluno estabelecer relações com os mais diferentes saberes, bem como perceber a relevância que existe no estudo da Geometria.

5 TEORIAS DA APRENDIZAGEM

No contexto da Psicologia e da Educação as teorias da aprendizagem estão relacionadas aos modelos que visam entender e explicar os processos de aprendizagem pelos indivíduos. Este campo de estudo aborda sobre o desenvolvimento cognitivo das pessoas, existindo diversas teorias com diferentes características. Deste modo, para o desenvolvimento desta pesquisa foram adotados os princípios da Teoria da Cognição Situada e também da Aprendizagem Móvel, também chamada de *Mobile Learning*. Os próximos tópicos apresentam, portanto, os fundamentos destas duas teorias de aprendizagem.

5.1 TEORIA DA COGNIÇÃO SITUADA

Esta pesquisa se baseia nos princípios da Teoria da Cognição Situada, pois está pautada nas relações sociais dos indivíduos e no estabelecimento de relações para o processo de construção do conhecimento.

A natureza da aprendizagem situada é de caráter relacional entre o aprendiz, o objeto de conhecimento e o contexto em que ocorre a aprendizagem (LAVE; WENGER, 1991). Na Cognição Situada o aluno não é um receptor passivo de conhecimento e também não constrói conhecimento centrado em si, à parte das situações que o rodeiam. Ao contrário, engajando-se em uma comunidade de prática⁸, ele age sobre as situações e com as situações acarretando recíproca mudança (OLIVEIRA; SANTOS, 2011). Esta teoria define que todo ato cognitivo é um ato experiencial, e, portanto, situado, resultante do acoplamento estrutural e da interação congruente do organismo em seu ambiente. A cognição não é, portanto, a representação de um mundo pré-concebido, cujas características podem ser especificadas antes de qualquer atividade cognitiva (VENÂNCIO; BORGES, 2006).

A Cognição Situada origina-se de uma corrente que intui conhecer, compreender e explicar os fundamentos de como os humanos se comportam baseados em estudos nos mais diversos campos do conhecimento, como: tratamento da informação, resolução de problema, tomada de decisão,

⁸As comunidades de prática estão mais direcionadas ao conteúdo do que à forma e assumem que a aprendizagem é uma questão essencialmente ligada ao fato de pertencer e participar (VANZIN, 2005).

compartilhamento de conhecimentos dentre outros. A Cognição Situada busca estudar os relacionamentos entre os agentes sejam eles humanos ou informáticos, e os elementos da situação sejam eles os objetos presentes no ambiente (SANTOS, 2004).

Lave (1988), cunhou o termo Cognição Situada ao buscar descrever o processo cognitivo como um fenômeno não apenas psicológico, mas um fenômeno que decorre das relações entre a ação e o ambiente sociocultural caracterizado e reconhecido pelos indivíduos. Sendo assim, para que possamos entender melhor esse conceito, três aspectos são imprescindíveis para que se entenda a aprendizagem ou cognição como sendo situada:

- Porque remete a pensamentos e ações das pessoas que acontecem em um espaço, em um tempo;
- Porque diz respeito a práticas sociais nas quais estão em jogo a participação e o envolvimento de outras pessoas;
- Porque é sempre atrelada a contextos sociais, marcadamente reconhecidos como fontes de significados e de significações (OLIVEIRA; SANTOS, 2011).

Essas peculiaridades fortalecem a crença de que o aprendizado é melhor quando ocorre no meio social e cujos meios de obtê-lo são diferentes dos métodos tradicionais dando sustentação ao enfoque desse trabalho. As mais diversas interações possíveis entre agentes e objetos do ambiente listados no Quadro 8 são necessárias para que o conhecimento possa ser compartilhado e distribuído.

Quadro 8 - Comparativo entre a aprendizagem tradicional e a situada (continua)

Aprendizagem Tradicional	Aprendizagem Situada
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fora do local de trabalho. ▪ Separada do trabalho, isto é, não no momento em que se necessita de conhecimento. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No local de trabalho. ▪ Integrada ao trabalho. ▪ Sobre demanda, no momento necessário. ▪ Pode ser feita a distância.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formação em grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Formação individualizada e flexível, em que cada um aprende a seu próprio ritmo.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendizagem passiva, geralmente considerada pouco eficaz (devido ao esquecimento). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprendizagem muito interativa e visual, considerada como mais eficaz.

Fonte: Vanzin, (2005)

Quadro 8 - Comparativo entre a aprendizagem tradicional e a situada (conclusão)

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pouco informatizada. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Amplamente suportada pela informática; ▪ Ambiente informatizado de educação; Formação assistida por computador; Simulador; ▪ Sistemas de apoio à tarefa; ▪ Interfaces multimídia; Via <i>web</i>.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordagem linear. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abordagem não linear ▪ Hyperlinks nos documentos digitais; ▪ Estrutura não linear nos documentos de papel.

Fonte: Vanzin, (2005)

A Cognição Situada é vista como um instrumento que possibilita a compreensão da informação como uma construção conduzida pelos sujeitos, partindo de suas realidades sócio históricas e de suas vivências. Esses sujeitos são considerados como seres históricos sociais e contingentes.

A Teoria da Cognição Situada (TCS) visa substituir os pressupostos que a informação é igual para todos e o sujeito é passivo e age como mero receptor e emissor de informação. O novo paradigma é orientado para o usuário, centrado no sujeito e não no objeto. São os indivíduos que dão sentido às informações, categorizando-as e processando-as em diferentes contextos. Sendo assim os sentidos são variáveis e dependem da situação, da época, da necessidade e da importância da informação naquele momento (BORGES et al, 2004 apud TAKIMOTO, 2014).

Designar a cognição por situada implica entender e defender que a aprendizagem está sempre vinculada às atividades, as quais são passíveis de significações, representações e sentidos dos mais variados tipos, nas mais diversas culturas (OLIVEIRA; DI GEORGE, 2011).

Alguns estudos do Programa de Pós-Graduação do EGC relacionados a mídia do conhecimento também adotaram esta teoria como arcabouço teórico. Entre eles estão: Pivetta (2016), Lapolli (2014), Takimoto (2014), Quevedo (2013), e Schneider (2012). Deste modo, esta pesquisa se fundamenta na Teoria da Cognição Situada por considerar que a aprendizagem deve ser flexível, respeitando as características de cada indivíduo e por considerar os mesmos como sendo o centro do processo de ensino-aprendizagem.

5.2 TEORIA DA APRENDIZAGEM MÓVEL

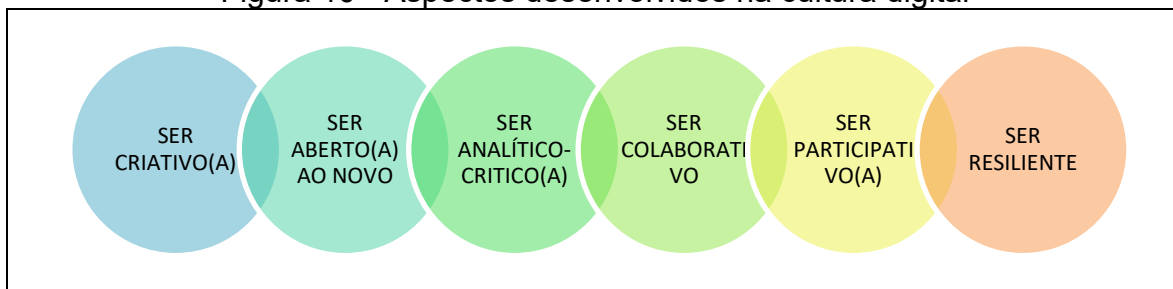
Como já apontado anteriormente, termos como *e-learning*, *m-learning* e *u-learning* têm sido utilizados para designar diversas formas de aprendizagem, que

mudam de acordo com o desenvolvimento tecnológico e, principalmente, com as facilidades que as tecnologias móveis oferecem. Além do mais, tais tecnologias possuem um potencial muito mais interessante do que simplesmente fornecer acesso à informação de qualquer lugar ou a qualquer momento, pois o principal objetivo das tecnologias móveis para a educação está na criação de contextos de aprendizagem, possibilitando auxiliar em processos de construção de conhecimento. Inicialmente o *e-learning* foi usado para designar a aprendizagem por meio das tecnologias eletrônicas, e foi associado principalmente à educação online, via plataforma ou ambientes virtuais de aprendizagem (AVA). O *u-learning* refere-se à aprendizagem ubíqua, no qual as tecnologias móveis contendo sensores proporcionam meios de aprendizagem que exploram o contexto no qual o aprendiz está inserido. Quanto ao *m-learning* ou aprendizagem com mobilidade há na literatura pontos convergentes e divergentes. Alguns autores consideram o *m-learning* como um caso específico do *e-learning* (GEORGIEV; GEORGIEVA; SMRIKAROV, 2004). Por outro lado, outros autores entendem que a mobilidade introduz aspectos inovadores e, assim, o *m-learning* pode ser considerado como uma nova forma de aprender (VALENTE, 2014).

Mais recentemente, alguns pesquisadores (PACHLER et al., 2010) entendem que mais provavelmente o *m-learning* não se trata de uma nova aprendizagem, mas o que é novo é a capacidade e a funcionalidade das tecnologias associadas com a “aprendizagem móvel”, em particular, a convergência dos serviços e funções em um único dispositivo, portabilidade, multifuncionalidade e, talvez o mais importante, o fato de estas tecnologias permitirem a criação de contextos de aprendizagem, envolvendo as tecnologias, o tempo e o espaço em que o aprendiz se encontra (VALENTE, 2014).

A mobilidade cria condições para que a aprendizagem, por meio das tecnologias móveis, não esteja restrita a um local físico no qual se encontra a tecnologia em uso, como no caso de um computador *desktop*. O objetivo do *m-learning* está em explorar a mobilidade, a conectividade sem fio, a convergência tecnológica para prover acesso à informação, promover a interatividade entre indivíduos, e principalmente criar contextos de aprendizagem (VALENTE, 2014). De acordo com a BNCC (2017) a cultura digital contribui para o desenvolvimento do sujeito em diversos aspectos, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Aspectos desenvolvidos na cultura digital



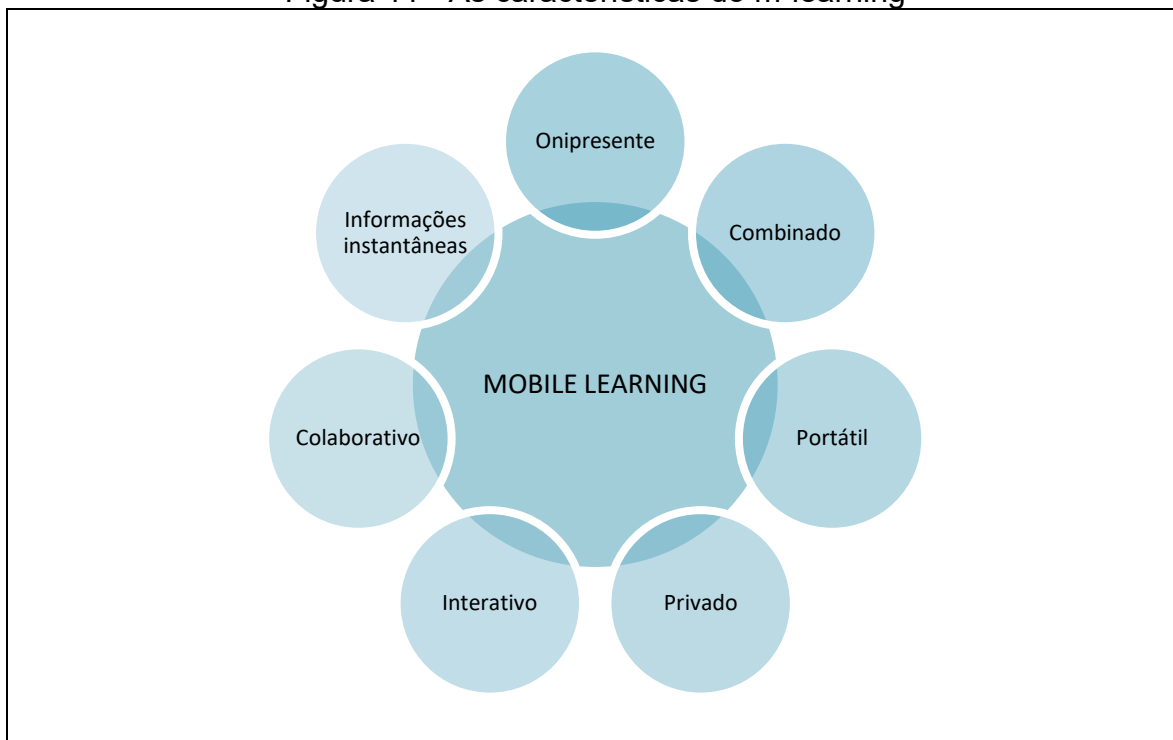
Fonte: BNCC, 2017

Kearney (2012) afirma que a perspectiva de aprendizagem móvel deve conter três características principais: autenticidade, colaboração e personalização. A primeira relaciona-se à forma como determinados detalhes de uma tarefa (como caracteres, instrumentos etc.) são semelhantes ao mundo real, enquanto um nível de processo de autenticidade refere-se a como as práticas do aluno são semelhantes às práticas realizadas na comunidade. A colaboração é a característica que leva à socialização do aprendizado, ou seja, os alunos podem fazer conexões com outras pessoas usando os recursos do dispositivo móvel. A personalização diz respeito ao controle sobre o lugar (física ou virtual), ritmo e tempo que se aprende, ou seja, os alunos podem desfrutar de autonomia sobre o seu conteúdo de aprendizagem.

O *m-learning* envolve muitas vantagens, como tornar o processo de aprendizagem fácil a qualquer momento e em qualquer lugar. Isso pode economizar tempo e esforço de professores, enquanto o processo de educação pode se tornar mais prazeroso. Para que o *m-learning* tenha sucesso e obter os maiores benefícios e vantagens, deve-se considerar algumas características relacionadas a este processo (ALRASHEEDI; CAPRETZ, 2013).

Para Ozdamli e Cavus (2011), as principais características do *m-learning* podem ser indicadas como sendo, onipresente/ espontâneo, portátil, privado, combinado, colaborativo, interativo e informações instantâneas como mostra a Figura 11.

Figura 11 - As características do m-learning



Fonte: Adaptado de Ozdamli e Cavus, 2011

A UNESCO (2013) acredita que as tecnologias móveis podem ampliar e enriquecer oportunidades educacionais para estudantes em diversos ambientes. Atualmente, um volume crescente de evidências sugere que os aparelhos móveis, presentes em todos os lugares, especialmente telefones celulares e *tablets*, são utilizados por alunos e educadores em todo o mundo para acessar informações, racionalizar e simplificar a administração, além de facilitar a aprendizagem de maneiras novas e inovadoras. A aprendizagem móvel envolve o uso de tecnologias móveis, isoladamente ou em combinação com outras tecnologias de informação e comunicação, a fim de permitir a aprendizagem a qualquer hora e em qualquer lugar. As tecnologias móveis estão em constante evolução, além do mais, devido a crescente disponibilidade de tecnologias móveis, se faz necessário que formuladores de políticas reflitam e reanalise os potenciais das TICs na educação.

Ainda de acordo com a UNESCO (2013), as tecnologias móveis, por serem altamente portáteis e relativamente baratas, ampliaram enormemente o potencial e a viabilidade da aprendizagem personalizada. Além disso, à medida que aumentam o volume e a diversidade de informações que os aparelhos móveis podem coletar sobre seus usuários, a tecnologia móvel torna-se capaz de melhor individualizar a aprendizagem. Como as pessoas, na maior parte do tempo, levam consigo

aparelhos móveis, a aprendizagem pode ocorrer em momentos e locais que antes não eram propícios à educação. Ao contrário do que se pensa, a aprendizagem móvel não aumenta o isolamento, mas sim oferece às pessoas mais oportunidades para cultivar habilidades complexas exigidas para se trabalhar de forma produtiva com terceiros. Para Totti et al., (2001), a tecnologia que antes era vista como algo que tirava o sujeito do convívio social, torna-se cada vez mais customizada de forma que os ambientes virtuais ganham um ponto muito positivo para a pedagogia centrada no aluno.

De acordo com Totti et al., (2001), a aprendizagem móvel, não condiz com aplicações que colocam o computador como máquina de ensinar e o aluno como espectador passivo, imóvel e sem voz. Há uma extensa gama de atividades relacionadas ao conceito de *m-learning*, sendo equivocado afirmar que o *m-learning* seja uma mera extensão do *e-learning*, pois os dispositivos móveis podem ser usados também como suporte para maximizar experiências de aprendizagem presenciais como, por exemplo, estudo ou capacitação e treinamento em campo.

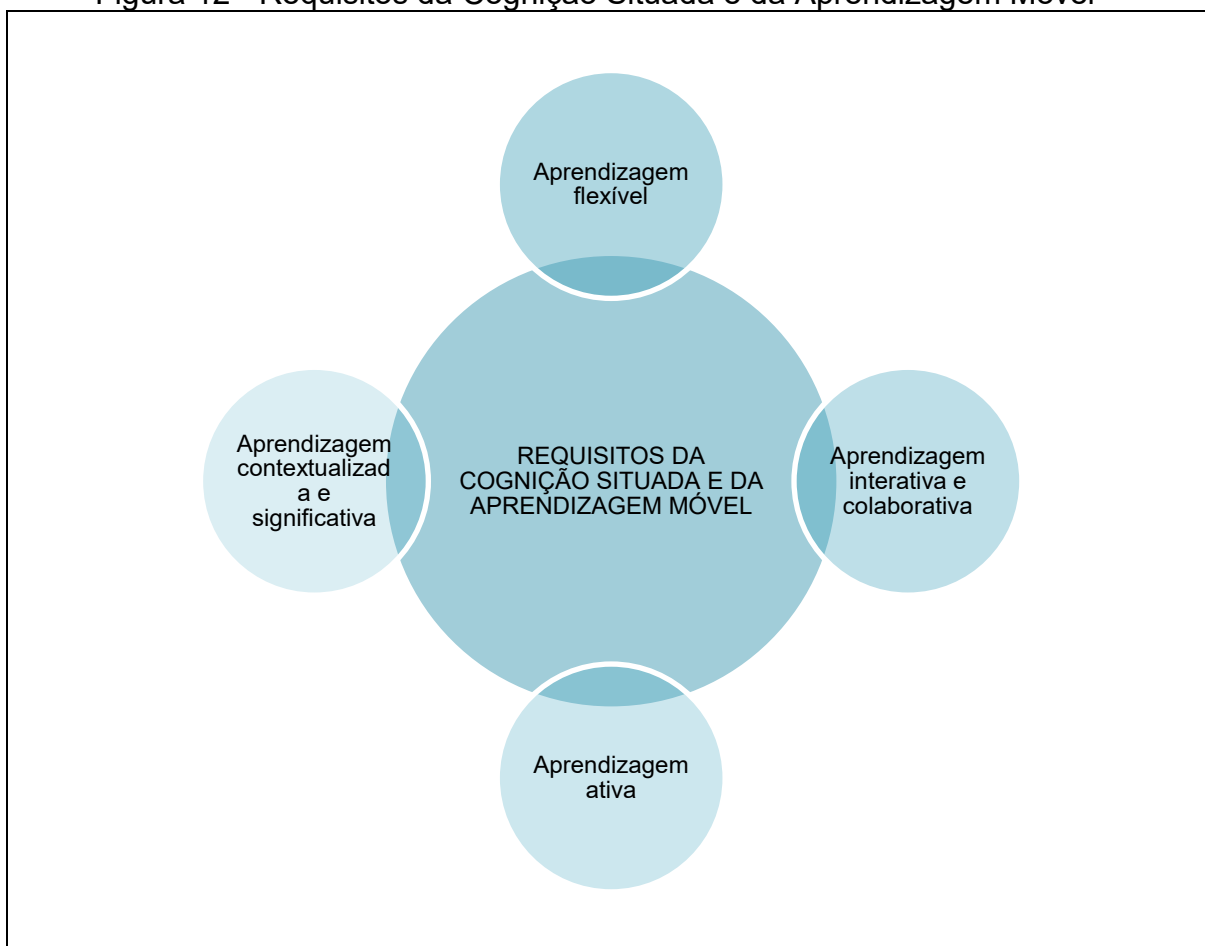
Ao pensar sobre aplicações para *m-learning* é crucial se perguntar se esta aplicação é coerente com as propostas de uma aprendizagem baseada na interação do aluno com outros alunos e com o objeto de conhecimento estudado. É preciso avaliar também se esta aplicação privilegia o aluno como construtor e autor de seu conhecimento. As aplicações educacionais para os dispositivos móveis devem considerar as novas possibilidades e ferramentas trazidas pela evolução destes, e considerar a aprendizagem em contexto a qualquer hora e em qualquer lugar. As aplicações de *m-learning* que de fato representam situações inovadoras para educação são aquelas que abrangem um número maior de características exclusivas desta modalidade tais como a pervasão, ubiquidade, mobilidade e contexto do aprendente. Quanto mais destas características são consideradas, mais justificadora é a sua aplicação em contextos móveis (TOTTI, et al., 2001).

5.3 REQUISITOS DA COGNIÇÃO SITUADA E DA APRENDIZAGEM MÓVEL

Tanto a Teoria da Cognição Situada quanto a Teoria da Aprendizagem Móvel evidenciam a importância de o aluno ser um sujeito ativo em sua aprendizagem. Ambas também apontam para o fato de que as atividades, o contexto e a cultura devem ser levados em consideração quando se pensa no processo de

aprendizagem, resultando em práticas educativas autênticas, as quais necessitam ser coerentes, significativas e propositivas (CESCON, 2016). Características como estas precisam estar presentes no processo de aprendizagem matemática inclusive em um contexto *m-learning*.

Figura 12 - Requisitos da Cognição Situada e da Aprendizagem Móvel



Fonte: elaborada pela autora

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino da Matemática costuma provocar duas sensações contraditórias, tanto por parte de quem ensina, como por parte de quem aprende: de um lado, a constatação de que se trata de uma área de conhecimento importante; de outro, a insatisfação diante dos resultados negativos obtidos com frequência em relação à sua aprendizagem. Assim, a insatisfação revela que há problemas a serem enfrentados, tais como a necessidade de reverter um ensino centrado em procedimentos mecânicos, desprovidos de significados para o aluno. Há urgência em reformular objetivos, rever conteúdos e buscar metodologias compatíveis com a formação que a sociedade almeja (BRASIL, 1997). Tais aspectos seguem os preceitos de uma

aprendizagem situada, pois a aprendizagem deve possuir caráter relacional entre o aprendiz, o objeto de conhecimento e o contexto em que o processo ocorre (LAVE; WENGER, 1991). Além disso, esta é vista como um instrumento que possibilita a compreensão da informação como uma construção conduzida pelos sujeitos, partindo de suas realidades e de suas vivências. Até mesmo porque, os alunos trazem para a escola conhecimentos, ideias e intuições, construídos através das experiências que vivenciam em seu grupo sociocultural.

A Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar. Portanto, a Matemática precisa estar ao alcance de todos e a democratização do seu ensino deve ser meta prioritária do trabalho docente. A atividade matemática escolar não é “olhar para coisas prontas e definitivas”, mas a construção e a apropriação de um conhecimento pelo aluno, que se servirá dele para compreender e transformar sua realidade (BRASIL, 1997). Assim, quando se fala em apropriação de recursos tecnológicos, a Aprendizagem Móvel reforça justamente para o fato de que as tecnologias móveis na aprendizagem não podem ser apenas um mero meio de acesso à informação, isso porque seu principal objetivo está na criação de contextos de aprendizagem, possibilitando auxiliar em processos de construção do conhecimento.

No ensino da Matemática, destacam-se dois aspectos básicos: um consiste em relacionar observações do mundo real com representações (esquemas, tabelas, figuras); outro consiste em relacionar essas representações com princípios e conceitos matemáticos. Nesse processo, a comunicação tem grande importância e deve ser estimulada, levando-se o aluno a “falar” e a “escrever” sobre Matemática, a trabalhar com representações gráficas, desenhos, construções, a aprender como organizar e tratar dados. A aprendizagem em Matemática está ligada à compreensão, isto é, à apreensão do significado; apreender o significado de um objeto ou acontecimento pressupõe vê-lo em suas relações com outros objetos e acontecimentos. Assim, o tratamento dos conteúdos em compartimentos estanques e numa rígida sucessão linear deve dar lugar a uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas e destacadas. Deste modo, o significado da Matemática para o aluno resulta das conexões que ele estabelece entre ela e os demais conhecimentos, entre ela e seu cotidiano e das conexões que ele estabelece

entre os diferentes temas matemáticos (BRASIL, 1997). Portanto, quando se pensa no desenvolvimento de objetos de aprendizagem, neste caso aplicativos móveis, para a Matemática, tais apontamentos devem ser levados em consideração, buscando desenvolver algo que realmente tenha significância para o aluno e que ainda seja capaz de estimular sua busca pelo saber.

Como aponta os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997), o conhecimento matemático deve ser apresentado ao aluno como historicamente construído e em permanente evolução. A seleção e organização de conteúdos não deve ter como critério único a lógica interna da Matemática. Deve-se levar em conta sua relevância social e a contribuição para o desenvolvimento intelectual do aluno. Trata-se de um processo permanente de construção.

Além do mais, recursos como jogos, livros, vídeos, computadores, entre outras ferramentas, têm um papel importante no processo de ensino e aprendizagem, contudo, eles precisam estar integrados a situações que levem ao exercício da análise e da reflexão. A Teoria da Aprendizagem Móvel adota este mesmo posicionamento, pois ao se pensar sobre aplicações para *m-learning* é crucial se questionar se esta aplicação é coerente com as propostas de uma aprendizagem baseada na colaboração e na interação do aluno com o objeto de conhecimento estudado. É preciso avaliar também se esta aplicação privilegia o aluno como construtor e autor de seu conhecimento. Assim, numa perspectiva de trabalho em que se considere a criança como protagonista da construção de sua aprendizagem, o papel do professor ganha novas dimensões. Uma faceta desse papel é a de organizador da aprendizagem (BRASIL, 1997).

Para a Base Nacional Comum Curricular (2017) uma das competências específicas da Matemática está a de reconhecer que a Matemática é uma ciência humana, fruto das necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, e é uma ciência viva, que contribui para solucionar problemas científicos e tecnológicos e para alicerçar descobertas e construções, inclusive com impactos no mundo do trabalho. Outra competência está em desenvolver o raciocínio lógico, o espírito de investigação e a capacidade de produzir argumentos convincentes, recorrendo aos conhecimentos matemáticos para compreender e atuar no mundo.

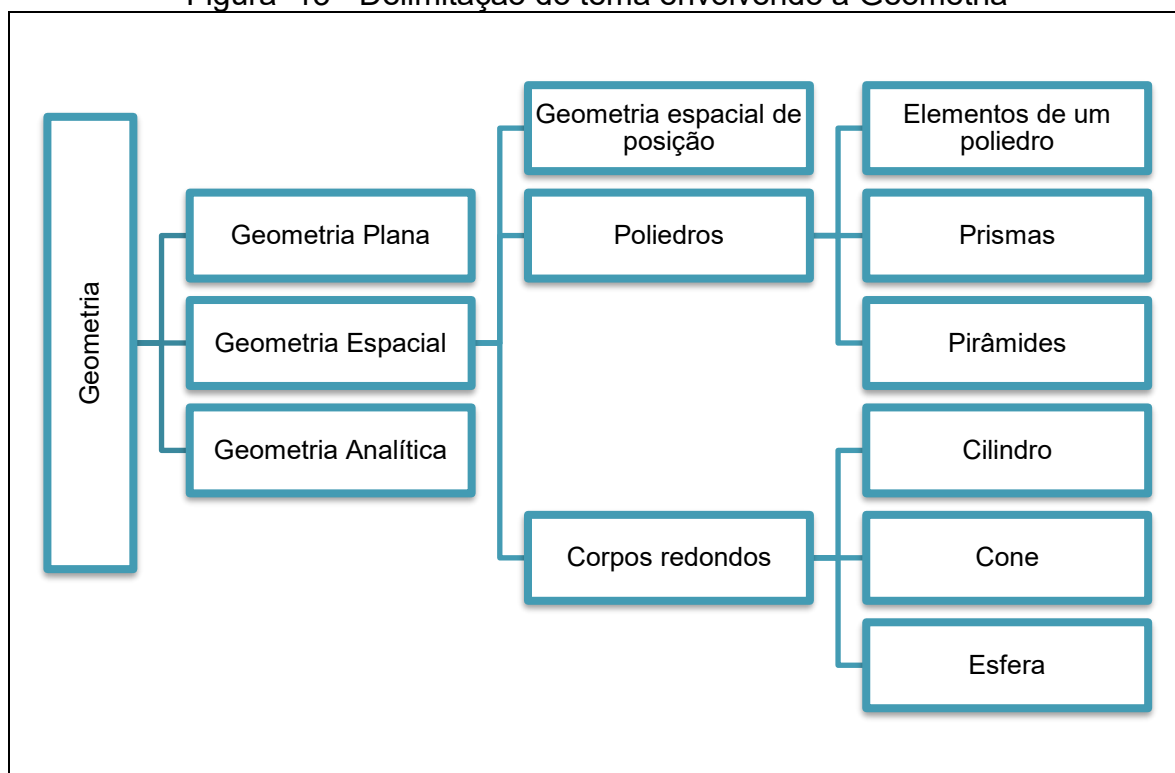
Contudo, voltando o olhar mais especificamente para a Geometria, os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo da Matemática,

pois, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive. A Geometria é um campo fértil para se trabalhar com situações problema, além do mais é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente (BRASIL, 1997).

Os Parâmetros Curriculares da Matemática para o Ensino Médio (2006) apontam que o estudo da Geometria deve possibilitar aos alunos o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas práticos do cotidiano, como, por exemplo, orientar-se no espaço, ler mapas, estimar e comparar distâncias percorridas, reconhecer propriedades de formas geométricas básicas, saber usar diferentes unidades de medida (BRASIL, 2006).

Ao se tratar do desenvolvimento do aplicativo móvel, torna-se necessário a limitação do tema, pois a Geometria contempla um vasto campo de conhecimento. Neste sentido, dada a sua importância e as relações que podem ser estabelecidas em contextos reais, o tema adotado neste trabalho será o da Geometria Espacial explorando a parte que envolve poliedros e corpos redondos (Figura 13).

Figura 13 - Delimitação do tema envolvendo a Geometria



Fonte: elaborado pela autora

A compreensão espacial é necessária para interpretar, compreender e apreciar nosso mundo, o qual é intrinsecamente geométrico. Para que ela ocorra é preciso que aos alunos sejam dadas oportunidades para explorar relações de tamanho, direção e posição no espaço; analisar e comparar objetos, incluindo as figuras geométricas planas e espaciais; classificar e organizar objetos de acordo com diferentes propriedades que eles tenham ou não em comum; construir modelos e representações de diferentes situações que envolvam relações espaciais, utilizando os mais variados recursos (SMOLE; DINIZ; CÂNDIDO, 2000).

6 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo envolvendo a metodologia de pesquisa apresenta as etapas relacionadas ao desenvolvimento do artefato, as etapas da aplicação da pesquisa, bem como a coleta e a análise dos dados. Tais etapas estão relacionadas com a fase do *projeto e desenvolvimento*, da *demonstração* e da *avaliação* de acordo com os passos descritos pela *Design Science Research*, consistindo no desenvolvimento, experimentação do artefato e na comparação dos resultados.

6.1 LEVANTAMENTO DAS PRÉ-DIRETRIZES

Para a fase do desenvolvimento do artefato foi necessário inicialmente destacar alguns requisitos identificados na Revisão Sistemática da Literatura relacionados à acessibilidade digital do surdo, além de aspectos voltados ao processo de aprendizagem desse público. Deste modo, a Figura 14 apresenta os elementos observados para a elaboração das pré-diretrizes e posteriormente para a construção do protótipo.

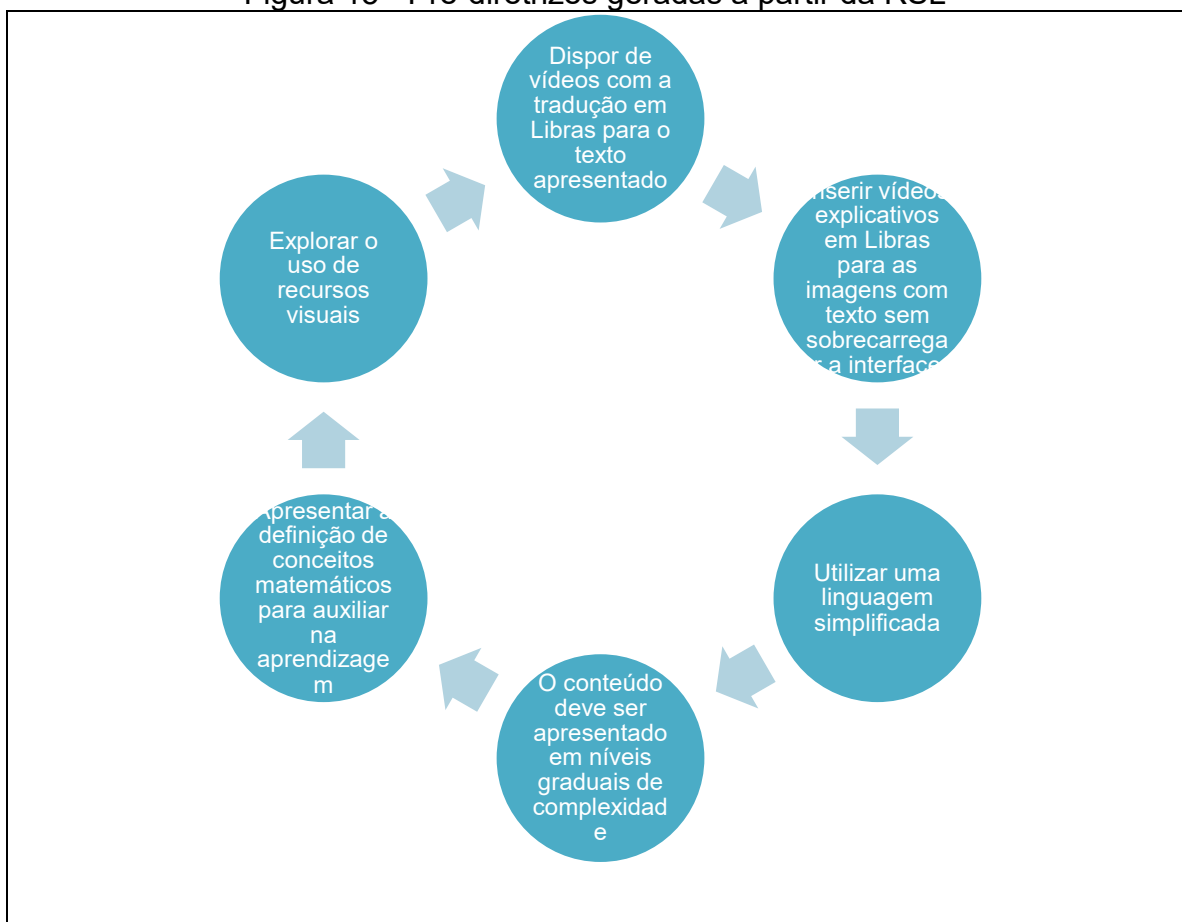
Figura 14 - Elementos voltados à acessibilidade digital e aprendizagem do surdo identificados na RSL



Fonte: elaborado pela autora

Partindo de tais observações, foram elaboradas pré-diretrizes com o intuito de auxiliar o processo de desenvolvimento do artefato, levando em consideração, portanto, aspectos que atendam tanto às necessidades de acessibilidade quanto de aprendizagem do surdo. A seguir, a Figura 15 apresenta as pré-diretrizes geradas a partir dos elementos ressaltados anteriormente.

Figura 15 - Pré-diretrizes geradas a partir da RSL



Fonte: elaborado pela autora

As etapas seguintes consistem na realização da modelagem e prototipagem do artefato, apresentando, para tanto, a delimitação do tema relacionado à Geometria e descrevendo os recursos utilizados nos softwares selecionados.

6.2 MODELAGEM E PROTOTIPAGEM DO ARTEFATO

Nesta fase voltada ao desenvolvimento do artefato, foi necessário inicialmente realizar a delimitação do tema. Como apontado anteriormente, dentre os temas relacionados à Geometria, a parte que trata dos *poliedros* e dos *corpos redondos* foi aquela trabalhada dentro do aplicativo, buscando estabelecer situações relacionadas à contextos reais e assim trazer mais significância a aprendizagem dos alunos. Assim, a fim de estabelecer uma abordagem contextualizada, mostrou-se sobre a relação existente entre a Geometria Espacial e as formas encontradas na natureza e em construções feitas pelo homem, bem como sobre o seu contexto histórico, atrelado aos povos egípcios, em que realizam

importantes avanços no conhecimento geométrico ao tentar solucionar problemas do dia a dia. Abordou-se também sobre a importância do estudo da Geometria Espacial, no qual colabora no desenvolvimento da noção de espaço. Tais habilidades são importantes em atividades como arquitetura e aviação por exemplo, ou ainda para compreender mapas.

O estudo da Geometria busca analisar, organizar e sistematizar o conhecimento espacial (SEED, 2007). Assim, a partir da utilização do artefato busca-se promover um melhor entendimento das formas espaciais e o reconhecimento dos elementos que compõe essas formas, além disso visa estimular o pensamento geométrico a fim de solucionar problemas. Para tanto, o Quadro 9 estabelece as expectativas de aprendizagem relacionadas ao objeto do conhecimento apresentado no artefato.

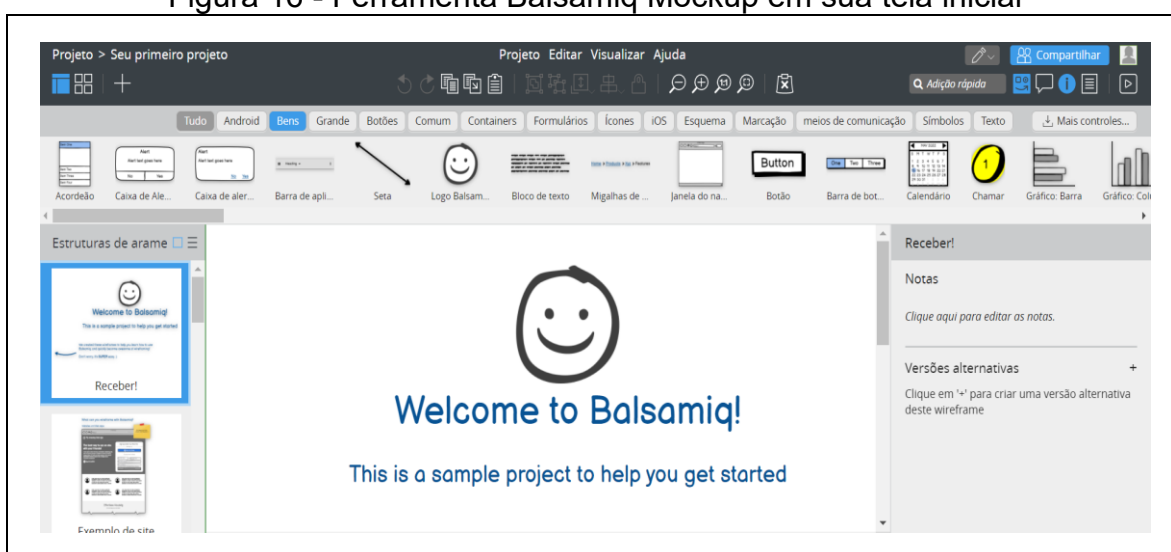
Quadro 9 - Expectativas de aprendizagem de acordo com objeto do conhecimento

OBJETO DO CONHECIMENTO	EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM
POLIEDROS	<ul style="list-style-type: none"> • Diferenciar sólidos geométricos considerados poliedros dos sólidos considerados corpos redondos. • Saber identificar vértice, aresta e face.
PRISMAS	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer os diferentes tipos de prismas. • Distinguir um prisma reto de um prisma oblíquo. • Compreender as características que definem um prisma. • Identificar os elementos que compõe um prisma, como, por exemplo, base e face lateral.
PIRÂMIDES	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer os diferentes tipos de pirâmides. • Distinguir uma pirâmide reta de uma pirâmide oblíqua. • Compreender as características que definem uma pirâmide. • Identificar os elementos que compõe uma pirâmide, como, por exemplo, base e face lateral.
CORPOS REDONDOS	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber as características dos sólidos geométricos classificados como corpos redondos. • Identificar os elementos que compõe um cilindro, um cone e uma esfera. • Compreender de onde vem o número pi.
PLANIFICAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionar a forma tridimensional de um sólido geométrico com a sua representação bidimensional.
ÁREA E VOLUME	<ul style="list-style-type: none"> • Perceber que o estudo da Geometria Espacial colabora com o desenvolvimento da noção de espaço. • Associar o cálculo de área com o conceito de superfície. • Associar o cálculo de volume com o conceito de espaço.

Fonte: elaborado pela autora

Dando início a fase de modelagem do artefato, foi primeiramente selecionada a ferramenta denominada *Balsamiq Mockups*. Este é um *software* que visa aprimorar a criação de *mockups*, ou seja, o estágio inicial de desenvolvimento de produtos ou aplicativos. Essa aplicação é utilizada para desenvolver protótipos, como as telas de um sistema *desktop*, sistema/páginas web ou *mobile*. A ferramenta é de interface simples, possuindo uma barra de ferramentas rápida chamada de *Quick Add*, sendo possível encontrar e adicionar diversos componentes. A Figura 16 apresenta a tela inicial do *Balsamiq Mockups*.

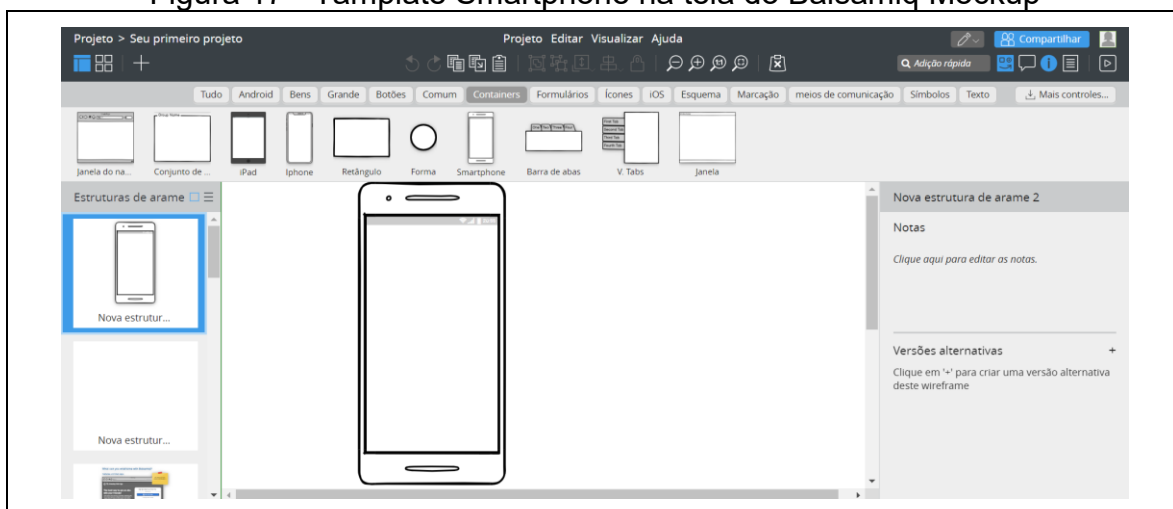
Figura 16 - Ferramenta Balsamiq Mockup em sua tela inicial



Fonte: elaborado pela autora

Para iniciar assim a modelagem, foi selecionada a funcionalidade *Containers*, no qual vários elementos de interface ficam disponíveis, dentre eles, a opção *Smartphone*, sendo possível clicar ou arrastar para a tela principal como mostra a Figura 17.

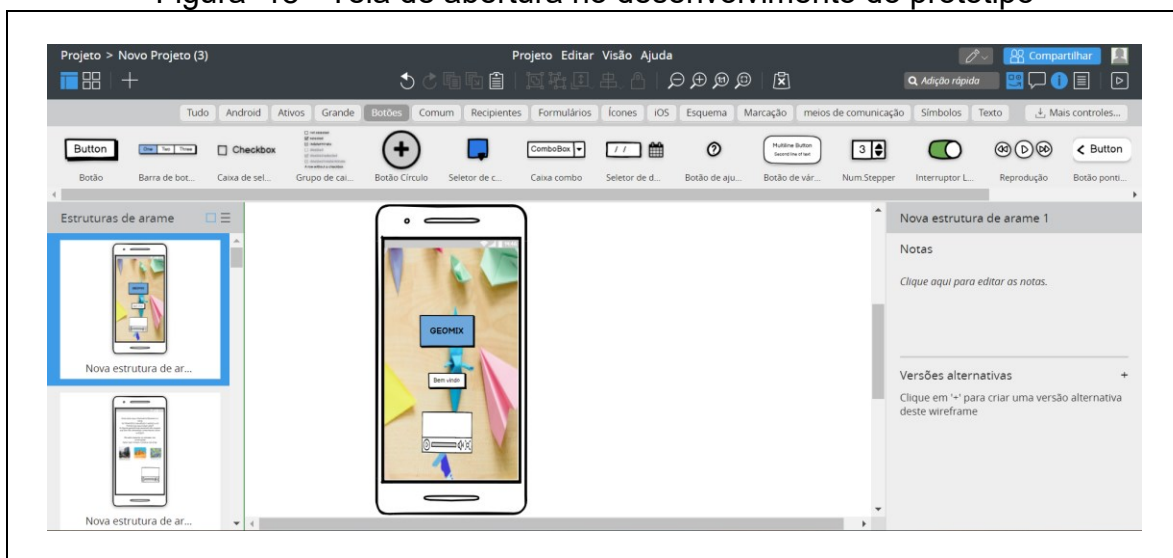
Figura 17 - Template Smartphone na tela do Balsamiq Mockup



Fonte: elaborado pela autora

Os elementos de interface permitem a inserção de diversos outros recursos disponíveis na ferramenta *Balsamiq Mockupse*, deste modo, para iniciar o desenvolvimento do protótipo a primeira tela a ser criada foi a de abertura. São telas apresentadas ao usuário no primeiro instante em que ele acessa o aplicativo, portanto foi necessário escolher um nome que apresentasse uma relação com o campo de estudo envolvido, assim o termo Geomix foi adotado. A utilização deste termo, buscou, deste modo, estabelecer uma relação com a palavra Geometria, por ser um nome curto e de fácil memorização. A Figura 18 mostra a tela de abertura do artefato na aplicação *Balsamiq Mockupse*.

Figura 18 - Tela de abertura no desenvolvimento do protótipo

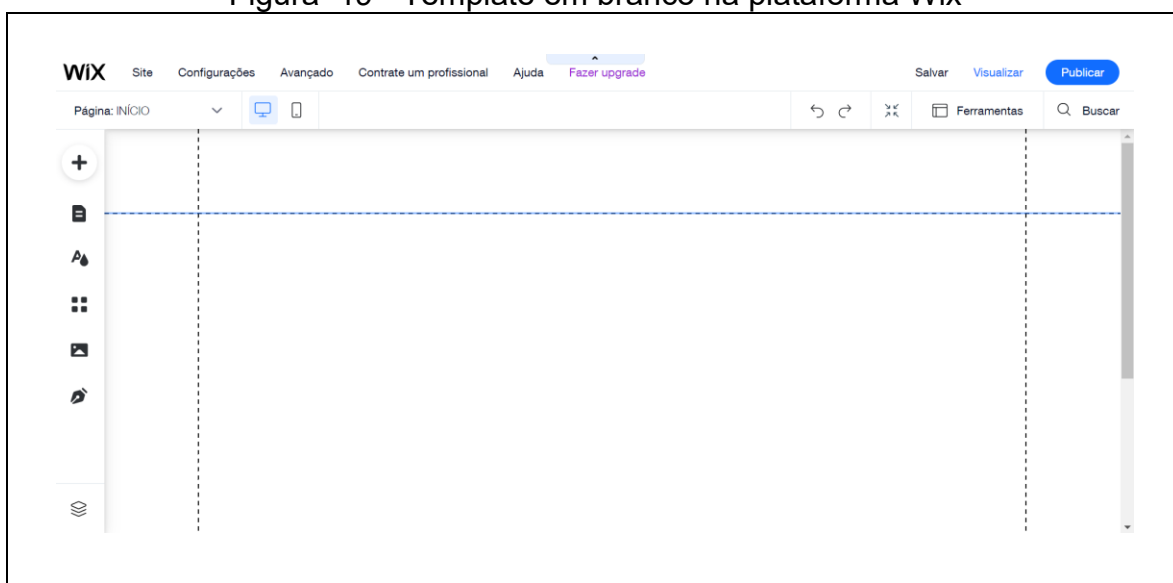


Fonte: elaborado pela autora

Posteriormente, as demais telas (Apêndice III) foram sendo desenvolvidas, utilizando para isso diversos recursos como, por exemplo, bloco de texto, imagem, vídeo, botões e caixa de seleção. Além das telas principais, foram acrescentados botões com direcionamento para páginas contendo informações adicionais, como curiosidades e a definição de conceitos matemáticos, sendo também apresentados desafios para os alunos.

Com a conclusão da modelagem, buscou-se uma ferramenta capaz de apresentar os recursos necessários para o desenvolvimento do protótipo, possibilitando a inserção de textos, imagens, vídeos, botões, páginas, entre outros. A plataforma *Wix* para tanto, foi capaz de atender a tais requisitos, pois consiste em uma plataforma de desenvolvimento web baseada em nuvem que apresenta uma variedade de recursos. A Figura 19 mostra a fase inicial com a tela em branco na plataforma, em que nenhum recurso foi adicionado ao template.

Figura 19 - Template em branco na plataforma Wix

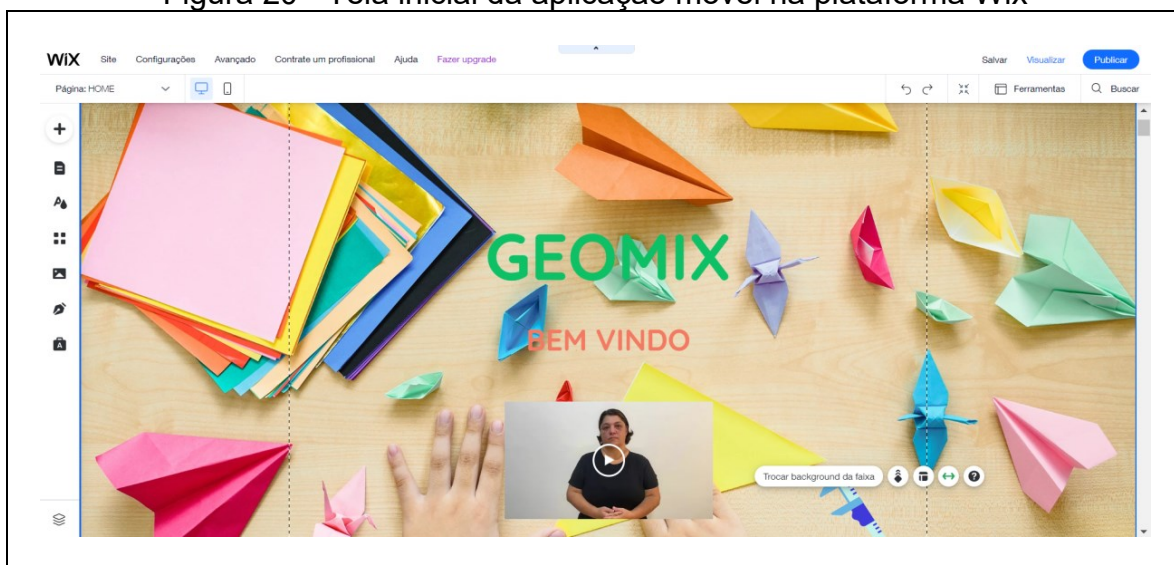


Fonte: elaborado pela autora

Inicialmente foi escolhida uma imagem de fundo correspondendo a tela de abertura, pois na opção *Background da página* é possível adicionar cor, imagem ou ainda vídeo. A utilização de diversos recursos como, faixa, texto, imagem, botão, galeria, vídeo e música, redes sociais, dentre outros, podem ser encontrados na funcionalidade adicionar no menu lateral. Em relação a criação de páginas basta selecionar a opção *Menus e Páginas*, sendo este o segundo ícone no menu lateral. A Figura 20 apresenta a primeira tela criada na plataforma, correspondendo a tela

de abertura da aplicação móvel. A escolha da imagem para esta primeira tela, se deu através do banco de imagens disponibilizado pela plataforma, buscando, assim, selecionar uma imagem que de alguma forma apresentasse uma relação ao estudo da Geometria. Desta forma, a imagem contendo a presença de diversas dobraduras de papel foi escolhida levando-se em consideração o fato de que, a realização de sua montagem possibilita explorar propriedades e conceitos presentes na Geometria.

Figura 20 - Tela inicial da aplicação móvel na plataforma Wix



Fonte: elaborado pela autora

As demais telas (Apêndice IV) foram sendo acrescentadas e recursos foram sendo selecionados para replicar o que foi elaborado na modelagem do protótipo. Sobre os aspectos relacionados à *interface* do artefato, alguns botões com a denominação *curiosidade* foram inseridos com o propósito de apresentar informações adicionais relacionadas ao tema, já os botões denominados *dicionário*, trazem a definição de alguns conceitos matemáticos mencionados no texto. Em decorrência da aplicação móvel estar voltada ao público surdo, a inserção de uma variedade de imagens foi realizada, pois buscou-se atender a recomendação quanto ao uso de recursos visuais. Além disso, a inclusão de vídeos com tradução em Libras também foi realizada, verificando, para tanto, recomendações voltadas à produção dos vídeos e o posicionamento dos mesmos nas telas.

Quanto aos aspectos *cognitivos*, o artefato apresenta a definição de conceitos básicos relacionados ao domínio, objetivando auxiliar na aprendizagem

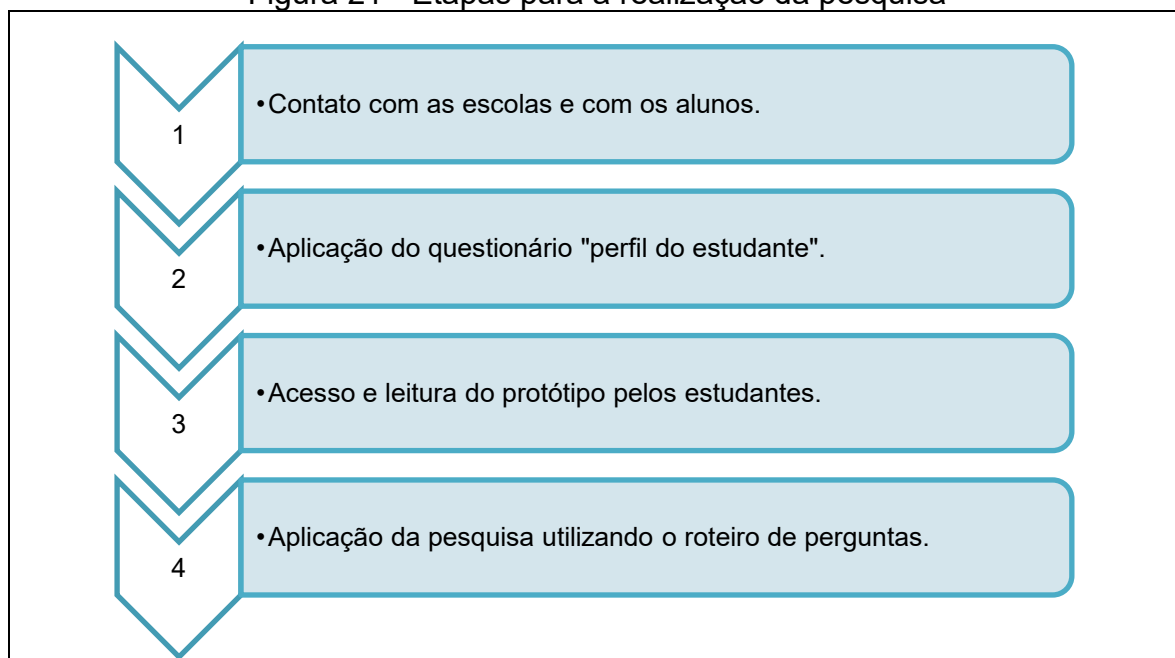
de conceito mais complexos. Conforme o aluno vai avançando em sua leitura, desafios são propostos ao longo do processo. Em relação a tais desafios, foi fornecido ao aluno um *feedback* para suas respostas, sendo utilizado para tanto, botões linkados a páginas, indicando se a resposta foi assertiva ou não assertiva. Além disso, o aluno tem a possibilidade de rever o domínio e os desafios conforme sua necessidade, pois isso contribui com o processo da aprendizagem, de acordo com os fundamentos da Teoria da Cognição Situada e da Aprendizagem Móvel.

Com a finalização do protótipo a etapa seguinte consistiu na aplicação da pesquisa com alunos surdos, assim como, na seleção das ferramentas para coleta e análise dos dados, conforme descrito a seguir.

6.3 APLICAÇÃO DA PESQUISA COM OS ESTUDANTES

Posteriormente à conclusão do protótipo, deu-se início a fase de coleta dos dados através da participação de alunos surdos da Educação Básica, seguindo algumas etapas como descreve a Figura 21.

Figura 21 - Etapas para a realização da pesquisa



Fonte: elaborado pela autora

Assim, houve o contato com escolas estaduais no município de Itajaí, as quais apresentavam a matrícula de alunos surdos nas séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Selecionou-se ambos os níveis, pois, está previsto

no Ensino Fundamental o estudo de conceitos básicos envolvendo o tema em questão, como a diferença entre bidimensional e o tridimensional, a diferença entre poliedro e corpos redondos, o cálculo de área de figuras geométricas, bem como sobre a planificação dos sólidos geométricos, fornecendo noções básicas deste tema. O Quadro 10 apresenta quais os conteúdos conceituais e procedimentais são propostos no Ensino Fundamental relacionados ao estudo da Geometria. A nível de Ensino Médio há um avanço neste estudo por meio do cálculo de área totais e volume dos sólidos geométricos.

Quadro 10 - Conteúdos conceituais e procedimentais no estudo da Geometria

ESPAÇO E FORMA
<ul style="list-style-type: none"> • Descrição, interpretação e representação da posição de uma pessoa ou objeto no espaço, de diferentes pontos de vista.
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de malhas ou redes para representar, no plano, a posição de uma pessoa ou objeto.
<ul style="list-style-type: none"> • Descrição, interpretação e representação da movimentação de uma pessoa ou objeto no espaço e construção de itinerários.
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre corpos redondos, como a esfera, o cone, o cilindro e outros.
<ul style="list-style-type: none"> • Representação do espaço por meio de maquetes.
<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento de semelhanças e diferenças entre poliedros (como os prismas, as pirâmides e outros) e identificação de elementos como faces, vértices e arestas.
<ul style="list-style-type: none"> • Composição e decomposição de figuras tridimensionais, identificando diferentes possibilidades.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação da simetria em figuras tridimensionais.
<ul style="list-style-type: none"> • Exploração das planificações de algumas figuras tridimensionais.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação da simetria em figuras tridimensionais.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de figuras poligonais e circulares nas superfícies planas das figuras tridimensionais.
<ul style="list-style-type: none"> • Identificação de semelhanças e diferenças entre polígonos, usando critérios como número de lados, número de ângulos, eixos de simetria, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Exploração de características de algumas figuras planas, tais como: rigidez triangular, paralelismo e perpendicularismo de lados, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Composição e decomposição de figuras planas e identificação de que qualquer polígono pode ser composto a partir de figuras triangulares.
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação e redução de figuras planas pelo uso de malhas.
<ul style="list-style-type: none"> • Percepção de elementos geométricos nas formas da natureza e nas criações artísticas.
<ul style="list-style-type: none"> • Representação de figuras geométricas.

Fonte: Parâmetros Curriculares Nacionais – Matemática, 1997

Conforme o aceite dos estudantes foi possível estabelecer o número de participantes deste trabalho. A Tabela 3 mostra o número de alunos envolvidos na pesquisa de acordo com sua respectiva unidade escolar.

Tabela 3 - Número de alunos de acordo com a escola

ESCOLA ESTADUAL	NÚMERO DE ALUNOS
CENTRO DE EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	3
E. E. M. VICTOR MEIRELLES	1
E. E. B. DEPUTADO NILTON KUCHER	1
E. E. B. MONSENHOR VENDELINO HOBOLD	1

Fonte: elaborado pela autora

Para a aplicação da pesquisa os alunos foram conduzidos para um ambiente sem utilização na unidade escolar, objetivando responder primeiramente ao questionário relacionado ao perfil dos estudantes. Este primeiro questionário tem como intuito identificar a idade, o gênero, a escolaridade, se possui contato com a Internet, se compreende a Língua Portuguesa na forma escrita, bem como a Língua de Sinais, o que estuda a Geometria Espacial e se já estudou este tema anteriormente. Deste modo, por meio da aplicação deste questionário, foi possível identificar algumas informações iniciais sobre os alunos, conforme apresenta o Quadro 11.

Quadro 11 - Perfil dos participantes (continua)

PARTICIPANTE	P1	P2	P3	P4	P5	P6
GENERO	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.	Masc.	Fem.
ESCOLARIDADE	9º ano	9º ano	9º ano	9º ano	2º ano (E. M)	3º ano (E. M)
POSSUI CONTATO COM A INTERNET? SE SIM, QUAIS OS CONTEÚDO ACESSADOS?	Sim; Instagram e YouTube	Sim; TikTok, Instagram e YouTube	Sim; YouTube, TikTok, Instagram e Facebook	Sim; Jogos e a busca do Google	Sim; Instagram e Facebook	Sim; TikTok, Instagram, YouTube, Google
COMPREENDE A LÍNGUA PORTUGUESA NA FORMA ESCRITA	Compreende de forma intermediária	Compreende de forma intermediária	Compreende	Não compreende	Compreende de forma intermediária	Compreende de forma intermediária

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 11 - Perfil dos participantes (conclusão)

COMPREENDE A LÍNGUA DE SINAIS?	Compreende de forma intermediária	Compreende de forma intermediária	Compreende	Compreende de forma limitada	Compreende	Compreende
O QUE ESTUDA A GEOMETRIA ESPACIAL?	Não soube responder	Não soube responder	Soube responder	Não soube responder	Não soube responder	Soube responder
JÁ ESTUDOU GEOMETRIA ESPACIAL?	Não soube responder	Estudou conceitos básicos	Estudou conceitos básicos	Não soube responder	Estudou conceitos básicos	Estudou

Fonte: elaborado pela autora

Os alunos selecionados frequentam as séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio, na qual todos os participantes fazem uso da *Internet*, acessando redes sociais como *Facebook*, *Instagram* e *TikTok*, além de recursos como o *YouTube*, jogos virtuais e o *Google* para a realização de pesquisas, demonstrando que os estudantes possuem familiaridade com a navegação na *Web*. Em relação a compreensão da Língua Portuguesa em sua forma escrita, apenas um estudante não compreende em nenhum nível esta modalidade. Sobre a compreensão da Língua de Sinais, o mesmo estudante também possui limitações, contudo em relação aos demais participantes, mesmo que em níveis diferentes, apontou-se existir a compreensão da Libras. Dentre os seis estudantes, apenas dois manifestaram inicialmente conhecer o conteúdo de Geometria Espacial. Assim, para conseguir responder se já estudou o tema envolvendo a Geometria Espacial cada intérprete precisou realizar uma contextualização do assunto, indicando desta forma que do total de participantes, quatro já estudaram o assunto mesmo que de forma inicial.

Em um segundo momento houve, portanto, a realização do acesso ao protótipo através da disponibilização do link <https://www.geomixapp.com/> e por meio do uso de um aparelho celular para que efetuassem a leitura e o estudo do material, assim como a resolução dos desafios propostos. No caso dos alunos do Centro da Educação de Jovens e Adultos foi esclarecido que os mesmos poderiam dialogar a respeito do conteúdo e da resolução das atividades, mas que não indicassem a resposta ao colega. Para a leitura e realização dos desafios não foi estipulado restrição em relação ao tempo, pois de acordo com a Teoria da Cognição Situada, bem como a Teoria da Aprendizagem Móvel a aprendizagem deve ocorrer de forma flexível, levando em conta o fato de que cada aluno possui seu próprio tempo de aprendizagem.

Como técnica de pesquisa adotou-se a Observação Direta Intensiva, que consiste na realização da *observação* e da *entrevista*. A *observação* é uma técnica de coleta de dados para conseguir informações e utiliza os sentidos na obtenção de determinados aspectos da realidade. Não consiste apenas em ver e ouvir, mas também em examinar fatos ou fenômenos que se desejam estudar. Adotou-se ainda a *observação não participante*, onde o pesquisador toma contato com a comunidade, grupo ou realidade estudada, mas não se integra a ela, portanto, presencia o fato, mas não participa dele, porém isso não significa que a observação não seja consciente, dirigida, ordenada para um fim determinado. Em relação a *entrevista*, esta consiste no encontro de duas pessoas, em que uma delas obtém informações a respeito de determinado assunto estudado. As entrevistas podem ser *padronizadas*, ou *estruturadas*, ou seja, as perguntas ao indivíduo são predeterminadas, para tanto, sendo este o tipo de entrevista selecionada para a realização desta pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2012).

Portanto, posteriormente a utilização do artefato pelos alunos surdos, além da observação, foi também realizada uma entrevista com os participantes através da aplicação de um segundo questionário (Apêndice x). As perguntas estabelecidas buscam identificar as dificuldades encontradas referente ao conteúdo estudado ou ainda em relação a interface do artefato, bem como identificar os aspectos que contribuíram para a aprendizagem do tema e quais aspectos podem ser aperfeiçoados em relação à acessibilidade. Tanto para a fase da aplicação do primeiro questionário, quanto para a fase da entrevista, houve a mediação feita pelo intérprete do aluno, possibilitando a comunicação entre participante e pesquisador. Desta forma, a partir da coleta dos dados feita por meio da entrevista com os participantes, a etapa seguinte consiste na análise dos dados.

6.4 ANÁLISE DOS DADOS DA ENTREVISTA

Para dar suporte a organização das informações coletadas na pesquisa, optou-se pela Análise do Discurso do Sujeito Coletivo (DSC), consistindo em uma técnica de organização e tabulação de dados qualitativos de natureza verbal, obtidos por meio de depoimentos (LEFEVRE; CRESTANA; CORNETTA, 2003). Esta técnica representa uma mudança nas pesquisas qualitativas porque permite que se conheça os pensamentos, representações, crenças e valores de uma

coletividade sobre um determinado tema. Consiste em analisar o material verbal coletado em pesquisas que têm depoimentos como sua matéria-prima, extraíndo-se de cada um destes depoimentos as Ideias Centrais e as suas correspondentes Expressões Chave (FIGUEIREDO; CHIARI; DE GOULART, 2013).

A análise dos dados foi feita manualmente, sem a utilização de software específico. Para a construção dos DSC, foram utilizados quatro operadores (LEFRÉVE; LEFRÉVE, 2003): 1. Expressões-Chave (ECH): são trechos selecionados de cada um dos depoimentos, que se caracterizam por melhor expressar o conteúdo da fala; 2. Ideias Centrais (IC): são formulações de frases que descrevem sinteticamente os sentidos dos depoimentos; 3. Categorias: são expressões sintéticas que agrupam as Ideias Centrais de sentidos semelhantes; 4. Discurso do Sujeito Coletivo: são reuniões das Expressões-Chave de uma mesma Categoria de Ideia Central ou Ancoragem.

Desta forma, a partir dos questionamentos realizados na entrevista foram destacadas as Expressões Chave e as Ideias Centrais dos discursos, conforme mostra o Quadro 12.

Quadro 12 - Expressões Chave e Ideias Centrais do Discurso do Sujeito Coletivo (continua)

	EXPRESSÃO CHAVE	IDEIA CENTRAL
<i>CONSEGUIU COMPREENDER A PARTE ESCRITA DO CONTEÚDO?</i>	<p>“A parte inicial do conteúdo achei mais fácil de entender, pois depois considerei um pouco mais complicado. [...] Havia também a explicação de alguns termos e isso ajudou.”</p> <p>“Na maior parte das vezes sim, mas algumas palavras eu não consegui entender na hora, por isso tive que prestar mais atenção. [...] muitas vezes o surdo não tem tanto domínio da Libras.</p> <p>“Tiveram algumas palavras da Geometria que eu não conhecia, mas com a explicação da professora eu consegui compreender.”</p> <p>“Consegui entender. Houve também a explicação de algumas palavras presentes no assunto de Geometria.”</p> <p>“Entendi praticamente todo o texto, porém alguns termos da Matemática eu não lembrava muito bem.”</p>	<p>Domínio da Libras pelo aluno surdo</p> <p>Desconhecimento de sinais relacionados ao domínio</p> <p>Conteúdo em diferentes níveis de complexidade</p> <p>Importância na elucidação de conceitos básicos para auxiliar no processo de aprendizagem</p>

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 12 - Expressões Chave e Ideias Centrais do Discurso do Sujeito Coletivo
(continua)

<p><i>CONSEGUIU COMPREENDER OS VÍDEOS COM A TRADUÇÃO EM LIBRAS?</i></p>	<p>“Consegui entender os vídeos, mas as vezes precisei ver mais de uma vez. [...] Alguns sinais eu não conhecia.”</p> <p>“Vi pela primeira vez alguns sinais no vídeo, por isso pedi ajuda a minha professora intérprete. Eu considero bem importante ter os vídeos em Libras.”</p> <p>“Os vídeos em Libras foram importantes para conseguir entender o que estava escrito.”</p> <p>“Eu gostei da tradução, mas tive em alguns momentos que assistir duas vezes.”</p> <p>“Eu gostei dos vídeos, mas tinham alguns sinais da Matemática que eu não lembrava.”</p>	<p>Desconhecimento de sinais relacionados ao domínio</p> <p>Importância dos vídeos com tradução em Libras</p>
<p><i>CONSEGUIU COMPREENDER AS IMAGENS?</i></p>	<p>“Algumas imagens presentes na parte final eu tive que perguntar para a professora intérprete para entender melhor.”</p> <p>“Consegui entender, inclusive as imagens ajudaram a entender melhor o assunto.”</p> <p>“Sim, mas tinham algumas imagens com texto também poderiam ter a tradução.”</p> <p>“Algumas imagens poderiam ser mais explicadas, onde fala dos prismas e das pirâmides, pois eu tive um pouco mais de dificuldade.”</p> <p>“Sim, as imagens me ajudaram a entender melhor esse assunto da Geometria.”</p>	<p>Importância das imagens para compreensão do domínio</p> <p>Imagens com texto devem apresentar tradução em Libras</p> <p>Imagens devem apresentar uma elucidação complementar em Libras</p>
<p><i>QUAL SEU PARECER SOBRE A APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO?</i></p>	<p>“Não achei difícil, mas mesmo assim eu pedi ajuda as vezes para a professora intérprete porque não sabia o sinal usado na parte da Geometria.”</p> <p>“Eu gostei do material e achei que ajudou a entender sobre a Geometria.”</p> <p>“A parte inicial permitiu lembrar vários termos da Geometria que eu havia esquecido e isso ajudou a entender melhor o restante. Tiveram também os vídeos em Libras que ajudaram bastante.”</p> <p>“De modo geral eu gostei da apresentação, não achei cansativo.”</p>	<p>Desconhecimento de sinais relacionados ao domínio</p> <p>Compreensão do domínio a partir da leitura</p> <p>Importância na elucidação de conceitos básicos para auxiliar no processo de aprendizagem</p>

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 12 - Expressões Chave e Ideias Centrais do Discurso do Sujeito Coletivo
(continua)

<p><i>CONSEGUIU IDENTIFICAR OS BOTÕES CURIOSIDADE E DICIONÁRIO?</i></p>	<p>“Percebi os botões só depois quando vi outro colega clicando.”</p> <p>“Notei só depois de um tempo que era um botão e que dava para clicar e estudar outras coisas.”</p> <p>“Não tinha percebido, só vi depois que a professora intérprete me mostrou.”</p> <p>“Só notei depois, mas aí eu voltei e cliquei nos que estavam no começo para ler o que estava escrito.”</p> <p>“Eu percebi depois de um tempo, poderia estar mais em destaque no meu ponto de vista.”</p>	<p>Dificuldade em perceber a presença dos botões</p> <p>Os botões deveriam apresentar maior destaque</p>
<p><i>HOUVE DIFICULDADE EM ENTENDER OS CONCEITOS SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL?</i></p>	<p>“A parte final eu precisaria estudar com mais tempo, pois achei mais difícil.”</p> <p>“A parte do início eu considerei mais fácil porque eu já havia estudado antes. A parte sobre área e volume eu nunca tinha estudado.”</p> <p>“Alguns conceitos eu consegui entender de imediato, mas teve outros que nem tanto, principalmente no final do conteúdo.”</p> <p>“Quando mostrou sobre área e volume eu tive que me concentrar mais, pois achei esse assunto um pouco mais difícil.”</p> <p>“Consegui entender a maior parte do conteúdo, mas em alguns momentos eu acabei pedindo auxílio da professora intérprete.”</p>	<p>Maior nível de complexidade relacionada ao cálculo de área e volume</p>
<p><i>QUAL SUA OPINIÃO SOBRE OS DESAFIOS?</i></p> <p><i>ESTAVAM EM QUE NÍVEL DE DIFICULDADE: EXTREMAMENTE FÁCIL, FÁCIL, MEDIANA, DIFÍCIL, EXTREMAMENTE DIFÍCIL?</i></p>	<p>“Consegui responder mais rápido no começo aí depois precisei pensar mais. Eu achei os exercícios envolvendo cálculos um pouco mais difíceis e acabei pedindo ajuda a professora intérprete.”</p> <p>“Dependendo da questão umas foram mais fáceis que outras. [...] Também dava de saber se tinha acertado ou não a resposta.”</p> <p>“Com os desafios dá para verificar se está ou não entendendo o conteúdo. Sobre o nível de dificuldade, respondi várias perguntas e não achei difícil, mas tiveram algumas que eu só acertei quando respondi pela segunda vez.”</p> <p>“Os desafios finais eu demorei mais tempo para conseguir responder e também demorei até entender e acertar. É bom saber se está acertando ou não os desafios, pois assim é possível tentar de novo.”</p> <p>“Alguns desafios foram mais tranquilos, outros nem tanto. Acho que tiveram desafios de todos os níveis e assim faz ter que pensar e lembrar do que foi estudado.”</p>	<p>Importância dos desafios no processo de aprendizagem</p> <p>Desafios com diferentes níveis de complexidade</p> <p>Importância dos feedbacks em relação aos desafios</p> <p>Maior complexidade nos desafios finais</p>

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 12 - Expressões Chave e Ideias Centrais do Discurso do Sujeito Coletivo
(continua)

<p><i>CONSIDERA QUE COMPREENDEU O TEMA SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL?</i></p>	<p>“Considero que uma boa parte sim. Na verdade, o que foi apresentado no final do material é um conteúdo que eu ainda não conhecia.”</p> <p>“Consegui entender melhor sobre o é a Geometria Espacial e também relembrar esse assunto.”</p> <p>“Achei um pouco complicado entender o final do conteúdo porque é um assunto novo, mas mesmo assim consegui entender um pouco.”</p> <p>“Posso dizer que sim, pois não fiquei com muitas dúvidas nesse primeiro momento. Eu acho que o que foi mostrado no começo ajudou a entender o resto do conteúdo.”</p> <p>“Não sou muito boa em Matemática, mas mesmo assim consegui compreender grande parte do tema. Quando abordou sobre área e volume seria preciso estudar mais um pouco.”</p>	<p>Compreensão do domínio em sua grande parte</p> <p>Maior nível de dificuldade no que tange a compreensão da parte final do domínio</p>
<p><i>NA NAVEGAÇÃO DO APLICATIVO HOUVE ALGUMA DIFICULDADE? SE SIM, QUAIS?</i></p>	<p>“Não acho que tive dificuldades com a navegação.”</p> <p>“Para assistir os vídeos em Libras eu achei melhor colocar em tela cheia.”</p> <p>“Achei bom, como eu já uso a Internet eu não achei complicado.”</p> <p>“A navegação eu considerei tranquila, só poderia destacar mais os botões para que ficasse mais visível.”</p> <p>“Em relação a navegação não foi difícil. Acho que foi mais a parte dos botões que eu demorei para ver.”</p>	<p>Facilidade de navegação no artefato</p> <p>Os botões deveriam apresentar uma forma de destaque</p>
<p><i>QUAIS OS ASPECTOS QUE PODEM SER MELHORADOS?</i></p>	<p>“Como eu ainda não sei todos os sinais principalmente na parte da Matemática eu fiquei um pouco em dúvida nesta parte.”</p> <p>“Como as vezes o surdo não é tão fluente em Libras como eu, o vocabulário precisa ser o mais simples possível.”</p> <p>“Poderia ter a explicação das palavras mais difíceis, mostrando o sinal e também a imagem. No texto também seria bom poder ir clicando nessas palavras.”</p> <p>“Como alguns sinais não são tão conhecidos poderia ter uma forma de conhecer esses sinais, isso ajudaria depois na hora de estudar.”</p> <p>“Para responder algumas atividades eu precisei ver várias vezes o vídeo em Libras, assim seria melhor que tivesse o vídeo só para a pergunta.”</p>	<p>Desconhecimento de sinais relacionados ao domínio</p> <p>Linguagem simplificada</p> <p>Desenvolvimento de um glossário contendo a palavra, o sinal e a imagem</p> <p>Acesso ao glossário através do texto</p> <p>Desafios devem apresentar seus próprios vídeos em Libras</p>

Fonte: elaborado pela autora

Para a elaboração das Categorias foi realizado o agrupamento das Ideias Centrais com sentidos semelhantes, sendo assim, ficaram organizadas em aspectos que tratam da linguagem, da interface e acessibilidade, e da aprendizagem do domínio. O Quadro 13 apresenta as Categorias com suas respectivas Ideias Centrais.

Quadro 13 - Categorias de Análise e Ideias Centrais conforme os conteúdos das falas analisadas por meio do DSC

CATEGORIA	IDEIAS CENTRAIS
Elementos voltados à linguagem	<p>Desconhecimento de sinais relacionados ao domínio</p> <p>Importância dos vídeos com tradução em Libras</p> <p>Linguagem simplificada</p> <p>Desenvolvimento de um glossário contendo a palavra, o sinal e a imagem</p> <p>Acesso ao glossário através do texto</p>
Elementos voltados à interface e acessibilidade	<p>Importância das imagens para compreensão do domínio</p> <p>Imagens devem apresentar uma elucidação complementar em Libras</p> <p>Dificuldade em perceber a presença dos botões</p> <p>Os botões deveriam apresentar maior destaque</p> <p>Facilidade de navegação no artefato</p> <p>Os botões deveriam apresentar uma forma de destaque</p> <p>Desafios devem apresentar seus próprios vídeos em Libras</p>
Elementos voltados à aprendizagem do domínio	<p>Conteúdo em diferentes níveis de complexidade</p> <p>Compreensão do domínio a partir da leitura</p> <p>Importância na elucidação de conceitos básicos para auxiliar no processo de aprendizagem</p> <p>Maior nível de complexidade relacionada ao cálculo de área e volume</p> <p>Importância dos desafios no processo de aprendizagem</p> <p>Desafios com diferentes níveis de complexidade</p> <p>Importância dos feedbacks em relação aos desafios</p> <p>Maior complexidade nos desafios finais</p> <p>Compreensão do domínio em sua grande parte</p> <p>Maior nível de dificuldade no que tange a compreensão da parte final do domínio</p>

Fonte: elaborado pela autora

Foram construídos os DSC na primeira pessoa do singular, onde sua elaboração foi feita a partir das ICs pertencentes a cada Categoria. O DSC 1 evidencia os elementos voltados à linguagem, aspecto este diretamente relacionado ao processo da aprendizagem. O DSC 2 corresponde aos requisitos que devem ser observados quanto à interface e à acessibilidade em uma aplicação móvel voltada a pessoa surda. Por fim, o DSC 3 apresenta o discurso dos sujeitos quanto à sua aprendizagem, identificando os elementos que interferem positivamente ou negativamente neste processo.

Quadro 14 - Discurso do Sujeito Coletivo a partir das Ideias Centrais

	CATEGORIA	DSC
DSC 1	Elementos voltados à linguagem	A presença dos vídeos com a tradução em Libras é fundamental para o entendimento do material. É importante apresentar uma linguagem simplificada nos vídeos com a tradução em Libras, ainda mais considerando o fato de que existem surdos com pouco domínio da Língua de Sinais. Acredito que houve mais dificuldade em compreender os sinais relacionados ao estudo da Geometria, assim, no intuito de auxiliar o aluno surdo, seria interessante estruturar um glossário, apresentando os termos com seu respectivo sinais e imagem. Esse glossário poderia também ser acessado pelo texto ao clicar na palavra.
DSC 2	Elementos voltados à interface e acessibilidade	O uso de imagens é um fator importante para o surdo, pois este recurso contribui para um melhor entendimento da informação que está sendo apresentada na forma de texto. Quanto aos botões, não notei os mesmos de imediato, para isso, como sugestão, recomendo que os botões tenham um maior destaque a fim de chamar a atenção do surdo. Considero não ter tido dificuldades em relação a navegação de um modo geral, mas como forma de aprimorar a aplicação móvel, seria melhor que a tradução em Libras para os desafios estivesse separada da tradução em Libras do conteúdo.
DSC 3	Elementos voltados à aprendizagem do domínio	A leitura do material apresentado contribuiu para um melhor entendimento do tema envolvendo a Geometria Espacial, assim como a realização dos desafios. A presença dos desafios ajudou a refletir sobre o conteúdo estudado e contribui para a aprendizagem do mesmo. Um outro elemento que também achei importante foi a apresentação de botões com a explicação de alguns conceitos presentes na Geometria, pois muitas vezes a pessoa não lembra mais ou até mesmo não estudou aquele conceito anteriormente. Achei que inicialmente o conteúdo não apresentou um alto nível de dificuldade, mas posteriormente esse nível foi aumentando, principalmente na parte em que envolveu o cálculo de áreas e volume dos sólidos geométricos. Também considerei os desafios que envolveram esta parte do conteúdo mais complexos que os demais. Foi positivo saber se a resposta indicada em relação aos desafios estava correta ou incorreta, assim foi possível saber se houve um bom entendimento do assunto ou não, precisando assim, pensar novamente sobre a pergunta ou ainda rever melhor o conteúdo, podendo mais uma vez responder o problema.

Fonte: elaborado pela autora

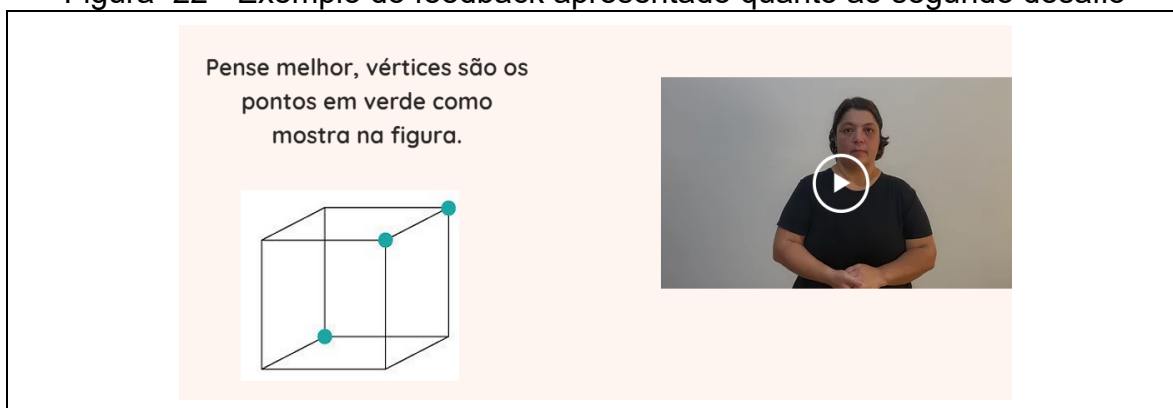
A técnica do DSC permitiu a apreensão dos significados atribuídos pelos participantes na realização desta pesquisa, sendo possível identificar as potencialidades e as fragilidades relacionadas ao artefato quanto aos aspectos da linguagem, da acessibilidade e da aprendizagem do domínio envolvendo a Geometria Espacial. Assim, a partir da observação das pré-diretrizes e ainda da análise dos discursos apresentados, foi possível realizar a elaboração das diretrizes, cujo objetivo está em nortear o desenvolvimento de *apps* acessíveis ao público surdo voltados à aprendizagem da Geometria Espacial.

Tendo em vista, o fato de que o desenvolvimento de aplicação móvel no contexto da educação possui como foco o aprendizado, o tópico seguinte apresenta o nível de dificuldade encontrada pelos alunos surdos nos desafios propostos ao longo do estudo do domínio no artefato, objetivando verificar como se deu a aprendizagem desses sujeitos na utilização do artefato.

6.5 NÍVEL DE DIFICULDADE ENCONTRADA NOS DESAFIOS

O artefato foi desenvolvido, seguindo os preceitos da Teoria da Cognição Situada e da Aprendizagem Móvel, buscando fornecer ao longo do processo de aprendizagem, as bases conceituais para a compreensão do tema envolvendo a Geometria Espacial. Além disso, a fim de fornecer uma devolutiva aos alunos em relação às suas respostas, em todos os desafios foram disponibilizadas alternativas, as quais apresentavam um feedback ao estudante, indicando se o resultado foi assertivo ou não assertivo, apontando, inclusive, neste último caso, que o desafio poderia ser respondido novamente. A Figura 22 mostra um exemplo deste feedback em relação a um dos desafios propostos no artefato.

Figura 22 - Exemplo do feedback apresentado quanto ao segundo desafio



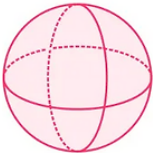
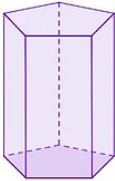
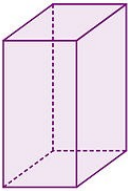
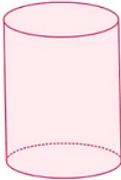
Fonte: elaborado pela autora

Conforme a leitura do domínio e a resolução dos desafios foram sendo realizadas pelos alunos, foi disponibilizado para cada desafio um formulário estruturado em fácil, intermediário e difícil em relação ao nível de dificuldade. Assim, por meio do formulário foi possível o aluno indicar, quanto à sua aprendizagem, os conceitos que tiveram um menor ou maior nível de compreensão acerca da temática estudada.

Deste modo, a primeira atividade proposta aos alunos no artefato (Figura 23), apresenta quatro sólidos geométricos, sendo necessário identificar se o sólido se classifica como um poliedro ou como um corpo redondo. Embora os alunos não tenham considerado esta atividade difícil, inicialmente solicitaram o auxílio do professor intérprete, pois não compreenderam o que seriam os botões com os números um e dois apresentados. A intérprete precisou lembrar que o número um representa poliedro e o número dois representa corpos redondos. Portanto, para uma melhor compreensão, seria mais pertinente que nos botões ao invés dos números estivesse denominado o próprio termo.

Figura 23 - Primeiro desafio proposto no artefato envolvendo o conceito de poliedro e corpos redondos

Observe o formato e classifique em poliedro (1) ou corpos redondos (2):

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fonte: elaborado pela autora

O Quadro 15 aponta de acordo com cada participante o nível de dificuldade considerada por eles neste primeiro desafio. Com exceção de apenas um participante, os demais apontaram esta atividade como sendo de fácil compreensão. É importante ressaltar em relação ao quarto participante, que este

apresenta dificuldades envolvendo a Língua Portuguesa em sua forma escrita, bem como dificuldades no entendimento da Língua de Sinais. Este mesmo aluno demonstrou possuir um nível de dificuldade consideravelmente maior que os demais estudantes com relação as tarefas propostas, provavelmente a falta do domínio da Libras e da Língua Portuguesa seja a causa da dificuldade.

Quadro 15 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o primeiro desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL	x	x	x		x	x
INTERMEDIÁRIO				x		
DIFÍCIL						

Fonte: elaborado pela autora

O segundo desafio proposto (Figura 24) faz referência aos elementos de um poliedro, sendo eles: as faces, as arestas e os vértices. A atividade apresenta, portanto, a imagem de prisma quadrangular e um cubo, sendo necessário contabilizar quantos vértices e quantas faces existem respectivamente.

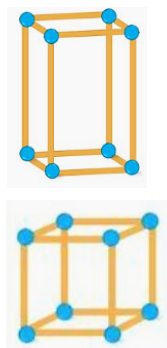
Figura 24 - Segundo desafio proposto envolvendo o conceito de vértice e face

Quantos vértices temos no poliedro abaixo?

A) 6 b) 8 c) 10 d) 12

Quantas faces possui o cubo?

A) 6 b) 8 c) 10 d) 12



Fonte: elaborado pela autora

Assim como a primeira atividade, está também está relacionada com o entendimento de conceitos geométricos, na qual apontou ser de fácil compreensão por parte dos estudantes envolvidos na pesquisa (Quadro 16).

Quadro 16 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o segundo desafio


	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL	x	x	x		x	x
INTERMEDIÁRIO				x		
DIFÍCIL						

Fonte: elaborado pela autora

Quanto ao terceiro desafio (Figura 25), este envolve o conceito de aresta, sendo preciso ainda verificar a quantidade de arame necessário para a construção do cubo. O aluno poderia resolver este problema utilizando o processo da soma ou ainda da multiplicação.

Figura 25 - Terceiro desafio proposto envolvendo o conceito de aresta

Preciso construir um cubo de arame usando 10 cm de arame para cada aresta. De quantos centímetros vou precisar?



A) 120 B) 40 C) 80 D) 20

Fonte: adaptado do site toda matéria, (2022)

O problema sugerido tem como intuito retomar o conceito de aresta, no qual foi visto anteriormente pelos alunos, e como mostra o Quadro 17 apresentou ser de fácil entendimento em quase sua totalidade pelos participantes.

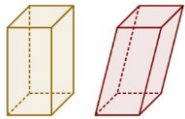
Quadro 17 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o terceiro desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL	x	x	X		x	x
INTERMEDIÁRIO						
DIFÍCIL				x		

Fonte: elaborado pela autora

O intuito do quarto problema (Figura 26), está em o aluno perceber que existem primeiramente características distintas entre um prisma reto e um prisma oblíquo, sendo necessário utilizar sua percepção para concluir que a altura de ambos é distinta, isso porque a altura de um prisma oblíquo acaba sendo menor que a altura de prisma reto devido a sua inclinação.

Figura 26 - Quarto desafio proposto envolvendo o conceito de prisma reto e oblíquo

<p>Observe o prisma reto e o prisma oblíquo abaixo:</p> <div style="text-align: right;">  </div> <p>Vamos pensar um pouco. Se fossemos medir a altura de ambos os prismas, a altura seria a mesma?</p> <p style="text-align: center;">SIM () NÃO ()</p>

Fonte: elaborado pela autora

Em relação a este problema a metade ainda classificou como fácil o nível de dificuldade (Quadro 18). Os dois primeiros alunos solicitaram antes de dar uma resposta, o auxílio da professora intérprete para então conseguir perceber a diferença entre as alturas dos prismas.

Quadro 18 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o quarto desafio

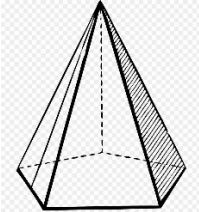
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL			x		x	x
INTERMEDIÁRIO	x	X				
DIFÍCIL				x		

Fonte: elaborado pela autora

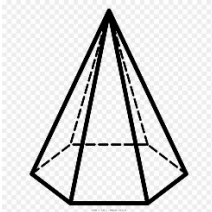
A quinta atividade apresenta duas pirâmides distintas, onde o aluno precisa analisar a imagem e relacionar com as alternativas propostas, identificando a verdadeira. Na Figura 27, está primeiramente uma pirâmide de base pentagonal e na sequencia uma pirâmide de base hexagonal, a informação condizente com a imagem se encontra na segunda opção, em que número de vértices está de acordo com ordem de apresentação das pirâmides.

Figura 27 - Quinto desafio proposto envolvendo pirâmide pentagonal e hexagonal

Analisando as pirâmides a seguir:



I



II

Marque as opções verdadeiras:

A) As pirâmides I e II são, respectivamente, pirâmide de base hexagonal e pirâmide de base pentagonal.

B) A pirâmide I possui 6 vértices, já a pirâmide II possui 5 vértices.

C) A pirâmide I possui 12 arestas, já a pirâmide II possui 10 arestas.

Fonte: adaptado do site Brasil escola, 2022.

Assim como no desafio anterior, o primeiro e o segundo participante demandaram um maior tempo em comparação aos demais alunos para conseguir responder a atividade. Como já colocado anteriormente a respeito do quarto participante, por apresentar limitações envolvendo a comunicação, este demonstrou um baixo nível de compreensão do tema (Quadro 19).

Quadro 19 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o quinto desafio

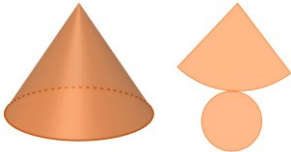
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL			x		x	x
INTERMEDIÁRIO	x	x				
DIFÍCIL				x		

Fonte: elaborado pela autora

Quanto a próxima atividade (Figura 28), esta aborda sobre o conceito da planificação, sendo fundamental perceber as formas pertencentes a um cone. Sobre a planificação deste sólido geométrico, tem-se em relação ao formato da base um círculo, já em relação a superfície lateral tem-se uma parte de um círculo, ou seja, um setor circular.

Figura 28 - Sexto desafio proposto envolvendo a planificação do cone

A planificação de um sólido geométrico é uma figura geométrica plana obtida a partir da superfície do sólido em questão. Das alternativas a seguir, qual corresponde a planificação do cone reto?



A) Um triângulo e uma circunferência.
 B) Um triângulo e um círculo.
 C) Um setor circular e um círculo.

Fonte: adaptado do site Brasil escola, 2022

Para solucionarem este problema, a maioria dos alunos utilizou como estratégia, a eliminação gradual das alternativas, já que duas delas apresentam o termo triângulo e este não se assemelha com as formas do cone. O Quadro 20 apresenta o nível de dificuldade encontrado pelos alunos para esta atividade, onde a maior indicou ser de fácil resolução.

Quadro 20 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o sexto desafio

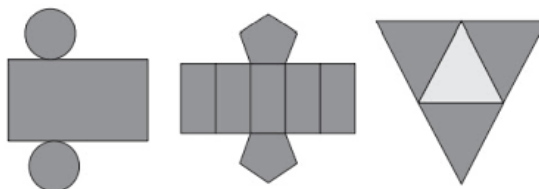
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL		x	x		x	x
INTERMEDIÁRIO	x					
DIFÍCIL				x		

Fonte: elaborado pela autora

O problema a seguir (Figura 29), está novamente relacionado com a planificação de sólidos geométricos, entretanto, neste caso três imagens são apresentadas. Deste modo, os alunos deveriam conseguir identificar a quais sólidos pertencem tais planificações, na ordem em que foram dispostos.

Figura 29 - Sétimo desafio proposto envolvendo planificação

ENEM - Maria quer inovar em sua loja de embalagens e decidiu vender caixas com diferentes formatos. Nas imagens apresentadas estão as planificações dessas caixas.



Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?

- A) Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- B) Cone, prisma de base pentagonal e pirâmide.
- C) Cone, tronco de pirâmide e pirâmide.
- D) Cilindro, tronco de pirâmide e prisma.

Fonte: Enem, 2012.

Para este desafio, notou-se que os alunos em geral precisaram de mais tempo, até mesmo porque há um número maior de alternativas apresentadas. As planificações correspondem respectivamente a um cilindro, um prisma de base pentagonal, e por fim a uma pirâmide de base triangular. O Quadro 21 apresenta o nível de dificuldade atrelada a esta atividade.

Quadro 21 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o sétimo desafio

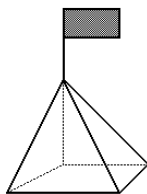
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL					x	x
INTERMEDIÁRIO	x	x	x			
DIFÍCIL				x		

Fonte: elaborado pela autora

O problema seguinte (Figura 30) explora o cálculo do volume de uma pirâmide de base quadrada. Quando se remete a este tipo de cálculo são necessárias informações como a área da base e a altura da pirâmide. Assim, o aluno deveria perceber que primeiramente se faz necessário encontrar o valor relativo à área da base, e que por este motivo o problema fornece a medida da aresta da base.

Figura 30 - Oitavo desafio proposto envolvendo volume de uma pirâmide quadrangular

(Unesp) O prefeito de uma cidade pretende colocar em frente à prefeitura um mastro com uma bandeira, que será apoiado sobre uma pirâmide de base quadrada feita de concreto maciço, como mostra a figura.



Sabendo-se que a aresta da base da pirâmide terá 3 m e que a altura da pirâmide será de 4 m, o volume de concreto (em m³) necessário para a construção da pirâmide será:

- A) 10 B) 12 C) 24 D) 36

Fonte: Unesp, 2002.

Para a resolução deste problema não foi impedido a utilização da calculadora, pois o intuito consistia em verificar o entendimento do tema propriamente. De modo geral, o nível de dificuldade foi maior para todos os alunos (Quadro 22), que inicialmente solicitaram o auxílio da professora intérprete para conseguir relacionar as informações dadas com a localização das medidas na pirâmide. Os estudantes conseguiram concluir a atividade, no entanto houve a interferência do professor intérprete.

Quadro 22 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o oitavo desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL						
INTERMEDIÁRIO			x		x	x
DIFÍCIL	x	x		x		

Fonte: elaborado pela autora

O problema proposto a seguir (Figura 31) envolve novamente o cálculo do volume, mas neste caso relacionado ao cone. A imagem mostra o sólido com suas respectivas medidas de altura e raio, nas quais são essenciais para conseguir

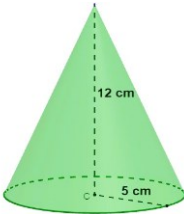
determinar o volume de um cone. Além disso, para simplificar o cálculo, o valor do número pi foi dado como um número inteiro.

Figura 31 - Nono desafio proposto envolvendo o volume do cone

Para calcular o volume de um cone, é necessário conhecer a sua altura o seu raio da base. Assim, vamos encontrar o volume do cone mostrado na figura a seguir, sendo $\pi = 3$. Temos que:

Raio = 5 cm
 Altura = 12 cm

A) 300 cm³
 B) 360 cm³
 C) 310 cm³
 D) 400 cm³



Fonte: adaptado do site Mundo educação, 2022

Alguns alunos inicialmente pediram ajuda para realizar o cálculo relacionado a área da base, mas conseguiram concluir o restante de forma individual. Sendo assim, consideram em sua maioria, adequado classificar em um nível intermediário de dificuldade este desafio, como aponta o Quadro 23.

Quadro 23 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o nono desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL						
INTERMEDIÁRIO		x	x		x	x
DIFÍCIL	x			x		

Fonte: elaborado pela autora

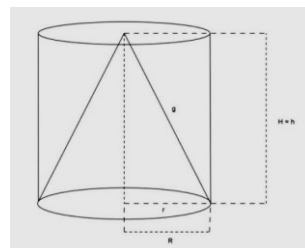
O problema seguinte (Figura 32) exige que o aluno perceba a relação existente entre o volume de um cilindro e o volume de cone de mesma base. Quando se faz a comparação entre o volume de ambos os sólidos de mesma base, ocorre que o volume do cone corresponde exatamente a terça parte do volume do cilindro, ou ainda, que o volume do cilindro é três maior que o volume do cone. Este apontamento está explicitado anteriormente, na parte em que se fala do volume do cone, a fim de que o aluno compreenda o cálculo apresentado.

Figura 32 - Décimo desafio proposto envolvendo o volume do cilindro e do cone

(Cefet - SC) Dado um copo em forma de cilindro e outro de forma cônica de mesma base e altura. Se eu encher completamente o copo cônico com água e derramar toda essa água no copo cilíndrico, quantas vezes terei que fazê-lo para encher completamente esse copo?

Apenas uma vez.

- A) Duas vezes
- B) Três vezes
- C) Uma vez e meia
- D) É impossível saber, pois não se sabe o volume de cada sólido



Fonte: Cefet - SC

Portanto, ao verificar o parecer dos estudantes em relação a este desafio, notou-se que a maioria considerou como difícil seu nível de dificuldade (Quadro 24). Ao buscar identificar os motivos, alguns alunos simplesmente apontaram não ter compreendido, já outros apontaram não ter percebido esta explicação no momento da leitura.

Quadro 24 - Nível de dificuldade apontado pelos participantes sobre o décimo desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL						
INTERMEDIÁRIO					x	
DIFÍCIL	x	X	x	x		x

Fonte: elaborado pela autora

Por fim, o último problema proposto (Figura 33) envolve determinar a área de uma esfera, sendo preciso descobrir a quantidade de material necessário para revestir uma bola de basquete. Assim, espera-se justamente que o aluno consiga estabelecer está relação, precisando ainda lembrar do conceito de raio e diâmetro.

Figura 33 - Décimo primeiro desafio proposto envolvendo a área da esfera

O basquete é um dos esportes mais populares do mundo e foi inventado em 1891. Sabendo que bola de basquete tem 23 cm de diâmetro, qual seria a quantidade de material necessário para revestir esta bola? ($\pi = 3$) Lembrete: o raio é a metade do diâmetro.

- A) 1545 cm²
- B) 1587 cm²
- C) 1600 cm²
- D) 1620 cm²



Fonte: elaborado pela autora

Sobre o nível de dificuldade deste desafio (Quadro 25), quatro participantes apontaram o nível intermediário. A dificuldade encontrada pareceu não estar tanto relacionada com o processo do cálculo de área da esfera, mas sim na interpretação do problema.

Quadro 25 - Nível de dificuldade apontada pelos participantes sobre o décimo primeiro desafio

	P1	P2	P3	P4	P5	P6
FÁCIL						
INTERMEDIÁRIO		x	x		x	x
DIFÍCIL	x			x		

Fonte: elaborado pela autora

Os desafios apresentados ao longo do artefato acabam tendo um papel importante, pois proporcionam ao aluno um feedback em relação a sua própria aprendizagem, indicando se houve entendimento de determinado conceito ou se existe a necessidade de retomar o assunto novamente. Importante também salientar que muito se aprende com os erros, os quais não devem ser encarados como um fator negativo no processo de aprendizagem.

Thompson (1989), afirma que um problema inclui labirintos, conduzindo à busca e descoberta de novas ideias, além de envolver desafios, diversões e também frustrações. Um problema trata de um questionamento cuja resposta desconhecemos e necessitamos conhecer (SAVIANI, 2000). Cai e Lester (2010), consideram a resolução de problemas como sendo tarefas matemáticas que têm

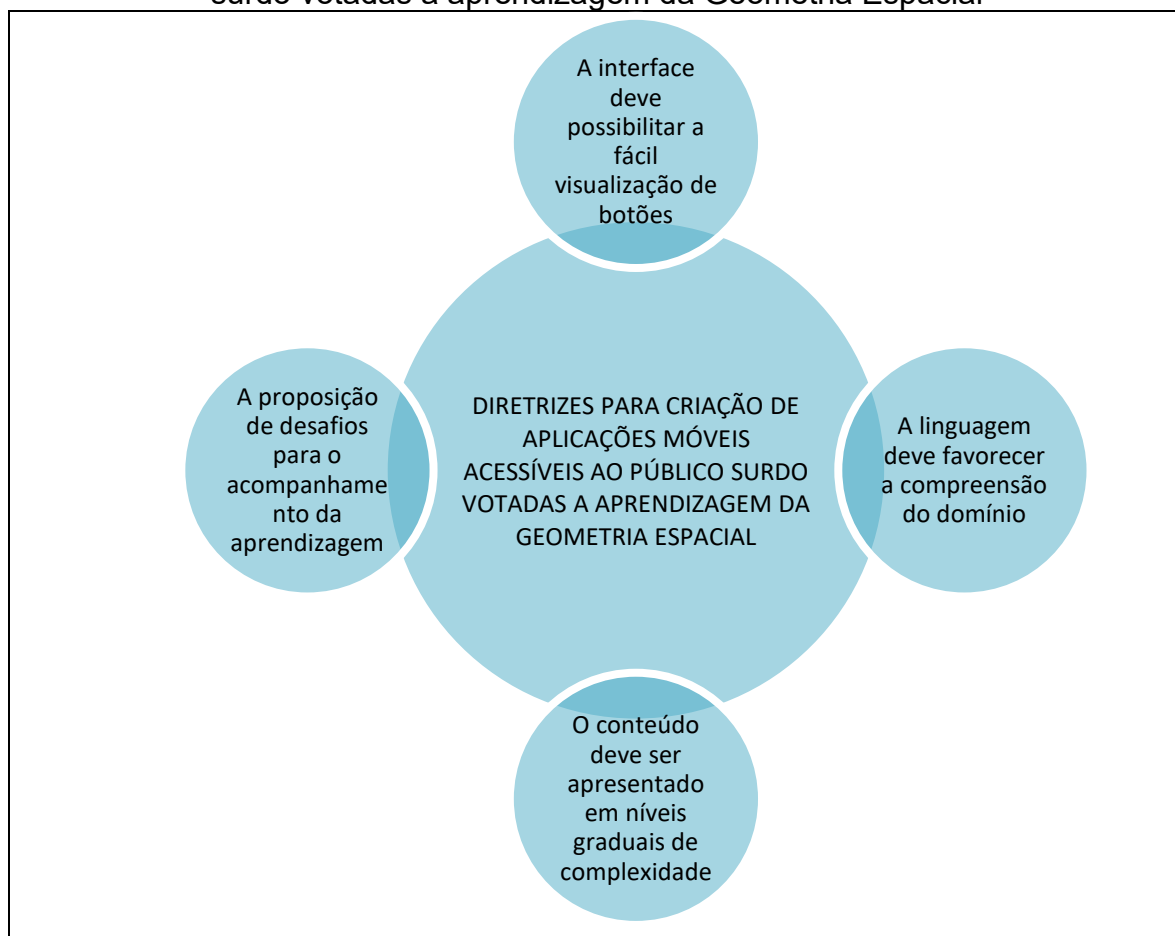
como potencial, proporcionar desafios intelectuais que podem aumentar o desenvolvimento e a compreensão dos alunos.

Assim, o intuito de propor desafios ao longo do caminho no artefato, está no fato de fazer o aluno pensar e refletir sobre os diferentes conceitos relacionados ao estudo da Geometria Espacial. O tópico 8 apresentará a elucidação das diretrizes, formuladas a partir das pré-diretrizes e dos discursos obtidos através da entrevista, bem como através do processo de observação realizado durante a aplicação da pesquisa.

7 ELUCIDAÇÃO DAS DIRETRIZES

Como objetivo central deste trabalho, este capítulo apresenta um conjunto de diretrizes, as quais buscam nortear o desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis ao público surdo voltadas a aprendizagem da Geometria Espacial. Tais diretrizes foram formuladas a partir do levantamento das pré-diretrizes e da experiência dos alunos surdos na utilização do artefato, em busca do aprimoramento de aspectos relacionados à interface, à linguagem e ao processo da aprendizagem. As diretrizes englobam quatro principais aspectos: 1. Proposição de desafios para o acompanhamento da aprendizagem; 2. A visualização de botões e links; 3. A linguagem apresentada no objeto; 4. Organização do domínio conforme o nível de complexidade. A Figura 34 mostra os principais tópicos envolvendo o conjunto de diretrizes elaboradas.

Figura 34 - Diretrizes para criação de aplicações móveis acessíveis ao público surdo voltadas a aprendizagem da Geometria Espacial



Fonte: elaborado pela autora

7.1 A PROPOSIÇÃO DE DESAFIOS PARA O ACOMPANHAMENTO DA APRENDIZAGEM

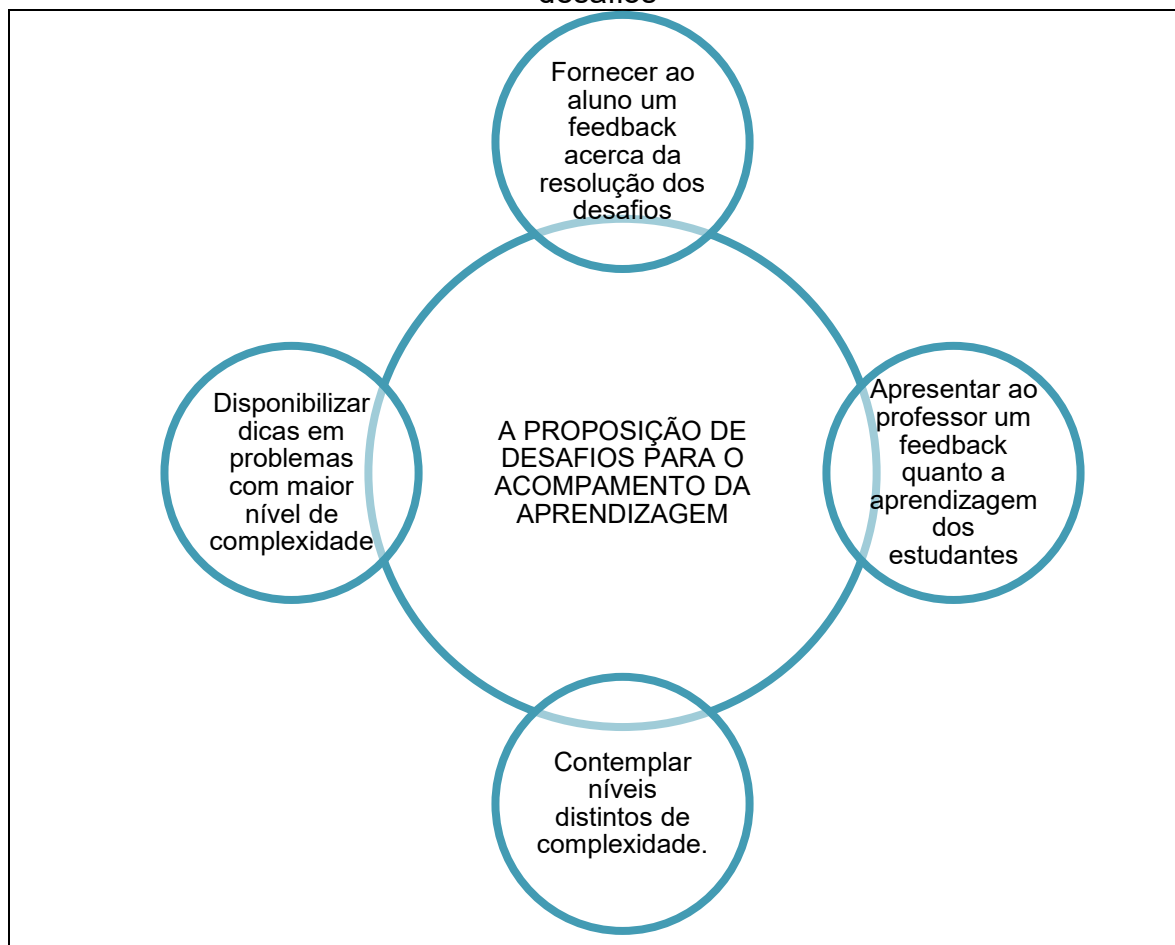
Esta primeira diretriz aborda sobre a importância da proposição de desafios ao longo do processo de aquisição do conhecimento. Situações ou atividades desafiadoras instigam e promovem o desenvolvimento da aprendizagem, propiciando oportunidades para que o aluno possa pensar e além disso, aplicar conceitos e estratégias para a resolução de problemas. Os desafios possibilitam que o aluno aplique os conhecimentos matemáticos em determinadas situações, tornando a aprendizagem mais dinâmica. Tais atividades possibilitam ao estudante compreender os argumentos matemáticos, ajudando a vê-los como um conhecimento passível de ser apreendido pelos sujeitos do processo de ensino e aprendizagem (SCHOENFELD, 1997). Apesar do conteúdo estar disposto para leitura, é essencial que o aluno tenha uma maneira de verificar a sua aprendizagem. Assim, além da proposição dos desafios é fundamental que o sujeito ao realizar tais atividades obtenha um feedback de sua resposta. Este recurso possibilita que o aluno consiga perceber a evolução de sua própria aprendizagem. Os feedbacks indicam se a resposta foi assertiva, ou então, caso contrário devem indicar a possibilidade de a atividade ser resolvida novamente, até mesmo porque o erro não deve ser encarado como algo negativo. Para auxiliar neste processo o feedback pode reforçar determinados conceitos matemáticos, que se constituem primordiais para o entendimento da atividade proposta.

O feedback serve como um instrumento de acompanhamento com o potencial de valorizar os resultados positivos, mas também reverter os negativos pelo de que deve ser sempre oportuno. Deste modo, tal ferramenta deve favorecer o processo de aquisição do conhecimento, encorajando o aluno a acreditar em sua própria capacidade. O intuito não está em privilegiar somente o resultado final, mas principalmente o processo da aprendizagem. Assim, o caminho percorrido para se chegar à solução se constitui tão importante quanto a solução propriamente dita, afinal cada aluno tem seu próprio ritmo de aprendizagem. Outro ponto a ser levantado, está no acompanhamento da aprendizagem feito por parte do professor. A aplicação móvel além de fornecer feedbacks para o aluno, também deve conter uma forma de mostrar ao professor as possíveis dificuldades do estudante ao longo

da utilização da aplicação. Isso seria possível, por exemplo, verificando o número de tentativas feita pelo aluno em um determinado desafio.

As atividades devem contemplar níveis distintos de complexidade, com o objetivo de motivar e ao mesmo tempo desafiar o estudante. São apresentadas inicialmente, situações com um menor nível de exigência, na qual vai se avançando de forma gradual ao longo do processo de aprendizagem. Assim, conforme o aluno avança em seu aprendizado, com aquisição de conceitos matemáticos, é possível a proposição de situações mais complexas, fazendo com que o aluno tenha que relacionar diferentes saberes e estabelecer estratégias para a solução de problemas. Tal proposta visa estimular o indivíduo a avançar em seu processo de aprendizagem. Para os desafios de maior complexidade, seria interessante apresentar um botão a fim de fornecer dicas ao aluno, contendo para tanto, algum tipo de informação que direcione e auxilie o estudante na construção do raciocínio para que consiga solucionar o problema. Este recurso pode contribuir para que o aluno, caso tenha tido dificuldades em compreender o problema, não desista facilmente. A Figura 35 destaca os principais aspectos que devem ser considerados para esta primeira diretriz.

Figura 35 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a proposição de desafios



Fonte: elaborado pela autora

7.2 A INTERFACE DEVE POSSIBILITAR A FÁCIL VISUALIZAÇÃO DE BOTÕES

Esta diretriz levanta sobre a visualização de botões dispostos na interface. Tais recursos são importantes no sentido de não sobrecarregar a interface com a apresentação de muitas informações. Os botões devem, portanto, servir de suporte, trazendo informações adicionais a fim de complementar o aprendizado do aluno.

No artefato os botões têm como objetivo, apresentar a definição de conceitos matemáticos, bem como trazer apontamentos sobre partes da história relacionados a Geometria. Os botões denominados *curiosidade* foram criados com o propósito de mostrar a relação desta área do conhecimento com aspectos históricos. Já sobre os botões denominados *dicionário*, estes foram elaborados com o objetivo de apresentar conceitos matemáticos presentes no estudo da Geometria e que se constituem fundamentais para o seu entendimento.

Contudo, notou-se durante a pesquisa o fato de que os participantes praticamente não perceberam os botões dispostos na interface do artefato enquanto realizavam o estudo do domínio. Deste modo, para que botões sejam mais facilmente percebidos por indivíduos surdos recomenda-se a inserção de ícones, pois representam um importante elemento visual de interface. Os ícones são elementos visuais que funcionam como um sistema de sinalização e comunicação. Essa palavra adquiriu um significado próprio no contexto da computação. A palavra ícone, que etimologicamente significa imagem, vem se tornando polissêmica com o transcurso do tempo. Todavia, foi com o advento da computação que, além de ser ressignificada, a palavra ícone adquiriu outra dimensão, tecnológica, comunicacional e social. Os ícones podem estabelecer uma forma de comunicação e representar significados de uma forma sintetizada e condensada (CARDOSO et al., 2013). O Quadro 26 apresenta algumas observações relacionadas ao design de ícones organizadas por critérios e autores.

Quadro 26 - Recomendações para o design de ícones organizadas por fonte e critérios

CRITÉRIOS	ISO 11581-1	HIRATSUKA (1996)	HORTON (1994)
<i>A. Características do conjunto de ícones como um todo</i>	Aparência consistente dentro do conjunto, utilizando estilo gráfico semelhante.	Estabelecer e respeitar o mesmo estilo de design para todos.	Padronizar as características: tamanho e forma, número de cores, onde e como a cor é usada, onde usar ícones, desenho da borda e rótulos.
<i>B. Adaptabilidade para diferentes displays e interfaces</i>	Se usados em diferentes displays que causam mudança nas proporções, deve ser considerado na solução de design para que a aparência seja a mais próxima da pretendida.	As características do monitor devem ser consideradas, sobretudo se este for do tipo touchscreen; os ícones sobre os botões devem ter dimensões compatíveis com as dos dedos dos usuários.	Controlar o contexto no qual o ícone aparece, considerando os outros elementos visíveis ao mesmo tempo.
<i>C. Compreensão da função do ícone por parte do usuário</i>	Todos devem ser compreensíveis. Quando isso não for um requisito de usabilidade, devem ser discrimináveis e possibilitem ser aprendidos.	Simplificar a aparência: devem ser claros para evitar erros de interpretação e ambiguidade. Devem possuir atributos de simplicidade, clareza e consistência.	Um bom ícone: é compreensível, inequívoco, informativo, distinto, memorizável, coerente, familiar, legível, compacto e atraente. Quando se trata de um conceito abstrato, utilizar

			objetos relacionados, analogias, metáforas, figuras de linguagem. Evitar ambiguidade.
<i>D. Uso de rótulos textuais</i>	A localização de qualquer rótulo modificável pelo usuário em relação ao ícone deve ser consistente em qualquer ambiente ou qualquer coleção de ambientes projetados para utilização em conjunto.	Nomes das funções devem ser claros, evitando abreviações, e familiares à linguagem do usuário. Usar descrição textual sempre que necessário.	São quase sempre necessários entre ícones sem diferenças visíveis.
<i>E. Uso de movimento e características dinâmicas</i>	O uso de animação não deve reduzir a compreensão e facilidade de reconhecimento do ícone.	Não menciona.	Usar apenas para enfatizar a atenção do usuário e comunicar mensagens específicas sobre assuntos dinâmicos. Podem ser perturbadores.
<i>F. Uso de cores</i>	A cor não deve servir como o único elemento informativo para distinguir ícones, a menos que o elemento funcional representado seja a própria cor.	Uso de cores com discriminação. Em geral, recomenda-se usar, no máximo, cinco cores diferentes, incluindo preto, branco ou cinza.	Usar a cor para reforçar, amplificar e apoiar a mensagem original. Se a cor for a única característica que distingue um ícone de outro, o rótulo deve ser inconfundível.
<i>G. Realização de testes</i>	Não menciona.	Realizar testes com usuários típicos, assim que possível.	Realização de testes durante todo o projeto, revisando e testando os ícones por diversos ciclos de teste.

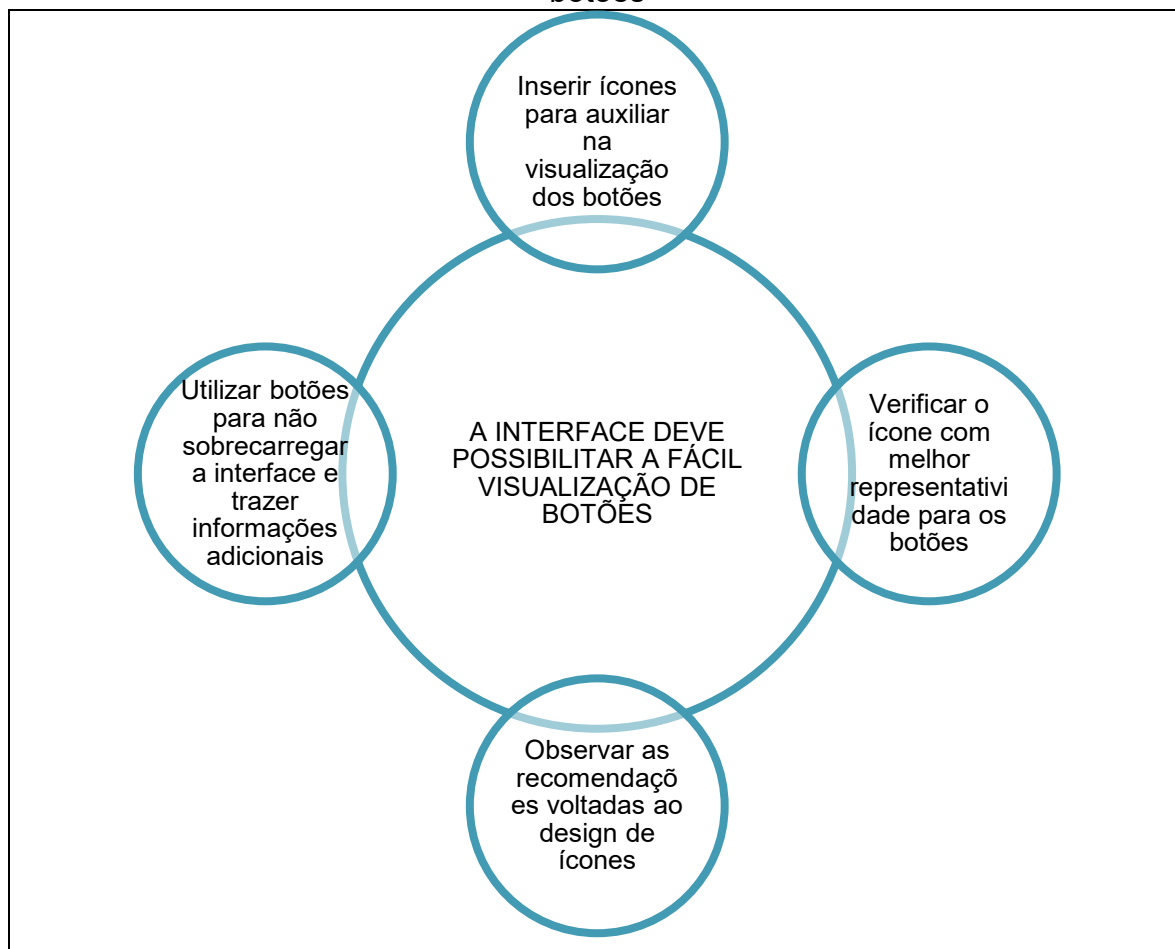
Fonte: Cardoso et al., 2013

Deste modo, ao fazer uso deste recurso visual, algumas recomendações devem ser observadas para o ícone seja de fácil compreensão e que além disso, seja coerente com o que se pretende representar. A utilização de ícones em interfaces contribui de forma positiva quando eles são bem reconhecidos, facilitando a interação com o sistema. Os ícones devem possuir atributos de simplicidade, clareza e consistência como apontam as recomendações. Os ícones são parte fundamental do mecanismo de interação dos usuários com os computadores, indicando zonas de acionamento de comandos ou ainda simplesmente reforçando visualmente alguma informação que o sistema apresenta (PINHEIRO, 2010).

Assim, ao se pensar em um público surdo, a utilização de ícones em botões pode inclusive contribuir para o entendimento do texto, resultando numa experiência

mais inclusiva. A Figura 36 apresenta os aspectos levantados nesta segunda diretriz.

Figura 36 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a fácil visualização de botões



Fonte: elaborado pela autora

7.3 A LINGUAGEM DEVE FAVORECER A COMPREENSÃO DO DOMÍNIO

Esta diretriz contempla aspectos relacionados à linguagem, por se caracterizar fundamental para o processo da aprendizagem. A linguagem está diretamente relacionada ao desenvolvimento humano, visto que ela auxilia na organização do pensamento, na compreensão de conceitos e significados, permitindo a socialização e a aquisição de conhecimentos. A aquisição da linguagem é um fator primordial para a organização e formação do pensamento.

Ao se referir ao sujeito surdo, a linguagem acaba sendo considerada um fator determinante para a sua socialização, assim como seu acesso à informação. Para

Quadros (2005), a Libras assume um papel essencial no processo de ensino e de aprendizagem da criança surda, já que ela é a língua capaz de lhe oferecer os recursos necessários à ampliação de significados e significantes.

Uma das principais dificuldades relacionadas ao surdo está na leitura de textos longos em Língua Portuguesa, assim como na escrita por existir uma defasagem no que diz respeito ao vocabulário desses indivíduos. Além disso, a memorização de palavras para os surdos se torna um processo mais difícil, pois, devido ao fato de não se comunicarem oralmente, isso faz com que conheçam muito mais os sinais do que as palavras (VIEIRA; ARAÚJO, 2007).

Quadro 27 - Orientações para a elaboração de vídeos em Libras

ORIENTAÇÕES PARA TRADUTORES E INTÉRPRETES	
<i>Roupas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Usar blusas ou camisas de cor única, sem estampa. • Escolher peças com caimento adequado, nem muito justas nem muito folgadas. • Evitar decotes, golas elaboradas, bolsos, fivelas, broches ou outros detalhes. • Observar o comprimento das mangas, que podem ser longas, três quartos ou curtas (as duas últimas, preferencialmente). • Observar também o comprimento da barra. A blusa ou a camisa deve cobrir o tronco, pelo menos, até quatro dedos abaixo do umbigo
<i>Cabelos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • O rosto do intérprete deve estar sempre em evidência, com a mínima interferência do cabelo ou de mechas que possam cair sobre a face.
<i>Maquiagem</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Recomenda-se que as mulheres usem maquiagem leve, com batom, blush e sombra em tons próximos à pele.
<i>Acessórios</i>	<ul style="list-style-type: none"> • A discrição deve guiar as escolhas do intérprete, uma vez que os acessórios, na maioria das vezes, desviam a atenção para si. Assim, não é adequado o uso de colares, relógios, pulseiras, broches, piercings, acessórios de cabelo ou anéis.
<i>Preparação</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Estudar e sistematizar com antecedência o material a ser traduzido/interpretado é um requisito essencial para o sucesso do trabalho. • Com antecedência, pesquisem juntos a melhor forma de mediar a informação em LIBRAS (sinais, classificadores, uso do espaço etc).
<i>Estúdio</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisas sobre janela de LIBRAS recomendam que seja feito um enquadramento padrão que vai do abdome, cerca de quatro dedos abaixo do umbigo, até aproximadamente um palmo acima do topo da cabeça.

Fonte: Simião, 2017

Assim, algumas recomendações foram formuladas no sentido de auxiliar o aluno no decorrer do processo da aprendizagem. A primeira diretriz corresponde a apresentação de vídeos em Língua de Sinais com a tradução do texto, mesmo que este seja considerado um requisito lógico. Para a elaboração dos vídeos, algumas orientações também devem ser observadas como mostra o quadro 26.

Em decorrência de alunos surdos muitas vezes não conhecerem os sinais relacionados aos termos vistos no estudo da Matemática, aponta-se como

recomendação a elaboração de um glossário. Tal recurso poderia ser estruturado em uma página, podendo ser acessado a qualquer momento pelo estudante. Para este acesso, botões em destaque denominados com o termo glossário poderiam estar dispostos ao longo da interface. O intuito está em apresentar diversos termos matemáticos em sua forma escrita com seu respectivo sinal em Língua de Sinais associado ainda com uma imagem.

Esta ferramenta tem o potencial de aprimorar o vocabulário do aluno, tanto no que diz respeito a Libras como também na Língua Portuguesa, pois este conseguiria visualizar o sinal, a imagem e a palavra escrita. Este processo também pode colaborar com a aprendizagem do indivíduo. Reitsma (2008), aponta que enfatizar a palavra escrita colabora para o seu aprendizado, aprimorando a leitura, assim como a utilização de recursos como sinais e imagens auxilia no processo da aprendizagem. Outra funcionalidade também pode ser adotada em relação a esta ferramenta. Conforme o aluno for realizando a leitura e tais termos forem surgindo na interface, o mesmo tem a possibilidade de clicar na palavra e ser redirecionado para a página do glossário. Contudo, para que o aluno perceba a disponibilidade deste recurso, faz-se necessária a sinalização com algum tipo de ícone, como o símbolo Acessível em Libras⁹, por exemplo, bastante utilizado para indicar acessibilidade linguística por meio da Libras.

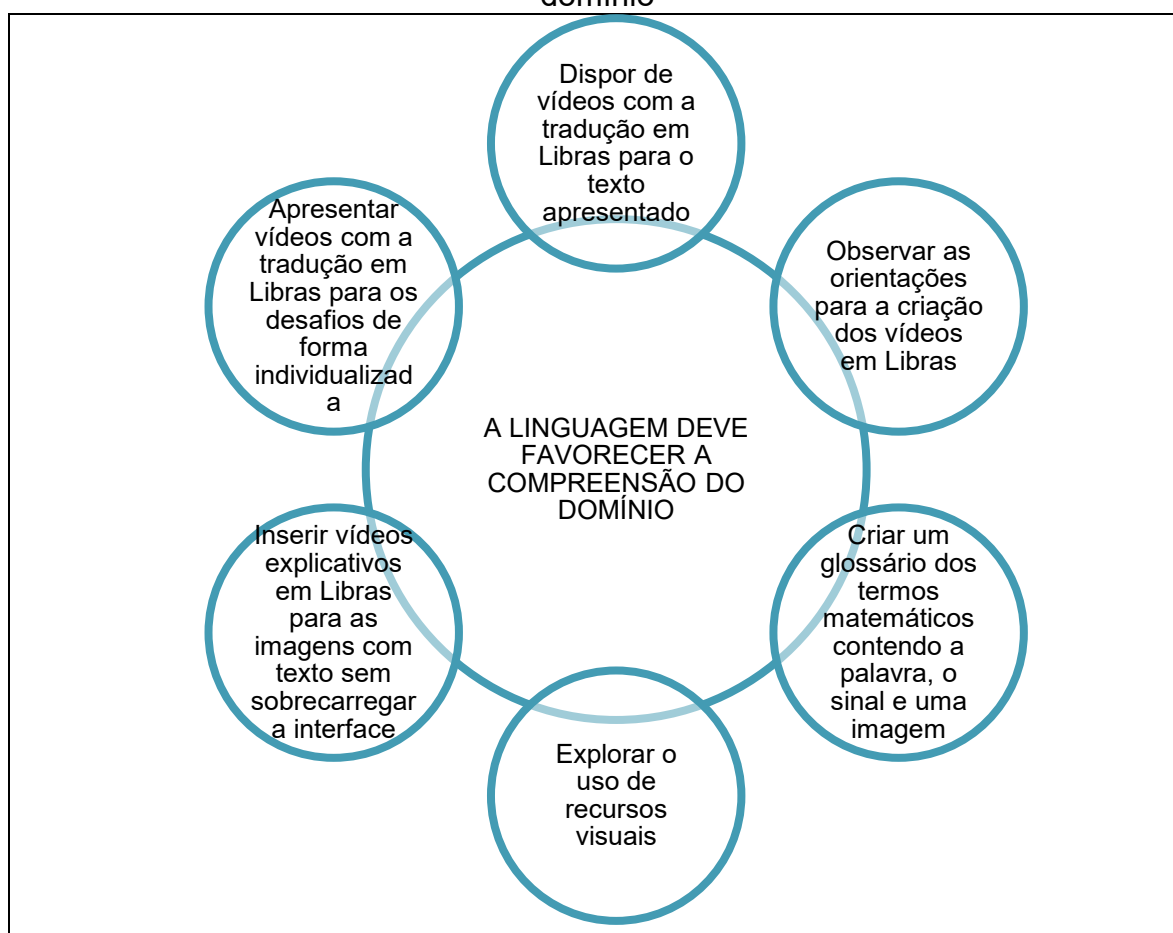
A utilização de imagens representa um importante recurso visual para o surdo, onde no momento do desenvolvimento do artefato este aspecto foi levado em consideração com a inserção de diversas imagens. Entretanto, em caso de imagens que contenham algum tipo de informação escrita, para que o surdo não tenha dificuldades de compreender de fato o texto exposto, acaba sendo importante que este material também apresente vídeos com a tradução em Libras. Todavia, a fim de não sobrecarregar a interface, tem-se como sugestão, a disponibilização do vídeo clicando na imagem apenas, além do mais, para indicar a possibilidade deste

⁹ O símbolo Acessível em Libras foi criado pelo Centro de Comunicação (Cedecom) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), órgão responsável pela produção e divulgação de informações a respeito da instituição. Idealizado em 2012 pelo Núcleo de Comunicação e Acessibilidades (NCA) do Cedecom – na época denominado Núcleo de Comunicação Bilíngue: Libras e Português, o símbolo objetiva suprir a carência de um ícone que identifique, visualmente, os conteúdos e serviços disponíveis na Língua Brasileira de Sinais (Libras). A imagem do símbolo foi inspirada no próprio sinal da Libras – item linguístico utilizado para nomeá-la. Portanto, a imagem apresenta iconicamente este sinal, a partir de uma representação gráfica, composta por duas mãos espalmadas e pela presença de duas asas, que indicam movimento (<https://www.ufmg.br/marca/libras/>).

recurso ao aluno, a imagem deve conter um ícone para que se tenha a sinalização deste recurso.

Outro aspecto observado em relação aos vídeos com a tradução em Libras, está na necessidade de organizar este recurso de forma que os desafios contenham seus próprios vídeos, isso porque muitas vezes o aluno necessita assistir novamente o vídeo para conseguir compreender o problema proposto. Portanto, sendo a compreensão do surdo beneficiada pelo uso de diferentes estratégias, quanto mais possibilidades o estudante surdo tiver, melhor será seu nível de leitura e compreensão (CÁRNIO et al., 2010). A Figura 37 mostra os aspectos identificados em relação à linguagem e a compreensão do domínio.

Figura 37 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a compreensão do domínio



Fonte: elaborado pela autora

7.4 O CONTEÚDO DEVE SER APRESENTADO EM NÍVEIS GRADUAIS DE COMPLEXIDADE

A compreensão da linguagem é um verdadeiro jogo entre aquilo que está explícito no texto e entre aquilo que o leitor insere no texto por conta própria, a partir de inferências que faz, baseado no seu conhecimento do mundo. Assim, é o conhecimento anterior que o leitor tem da língua e do mundo que lhe permite fazer previsões e inferências e, assim, montar o sentido do texto. Como consequência desse processo, tem-se a geração de conhecimentos novos com base nas informações do texto e no conhecimento prévio (FULGÊNCIO; LIBERATO, 2003).

A leitura e a compreensão plena de um texto exigem diferentes processos cognitivos, como memória, inferência, identificação de palavras, bem como certo vocabulário já desenvolvido (SALLES; PARENTE 2002). Sobre a Língua de Sinais, está possui uma estrutura gramatical distinta da estrutura gramatical que compõe a Língua Portuguesa, isso faz com o sujeito surdo tenha uma maior dificuldade em realizar a interpretação de textos.

As dificuldades de leitura e escrita estão diretamente relacionadas ao fato de a Língua de Sinais ser visual e espacial e a Língua Portuguesa ser auditiva e oral, o que determina que os canais de recepção e de emissão sejam diferentes. Essa distinção tem uma consequência, fazendo com que o aprendizado da leitura e da escrita pelos surdos não siga os mesmos caminhos e processos quando comparado ao indivíduo ouvinte (MEIRA; SILVA, 2018). Outra dificuldade encontrada por alunos surdos, está na capacidade de relacionar conhecimentos entre diferentes áreas, sendo que este fato se torna mais notável quando o aluno possui limitações em relação à Língua de Sinais (REITSMA, 2008).

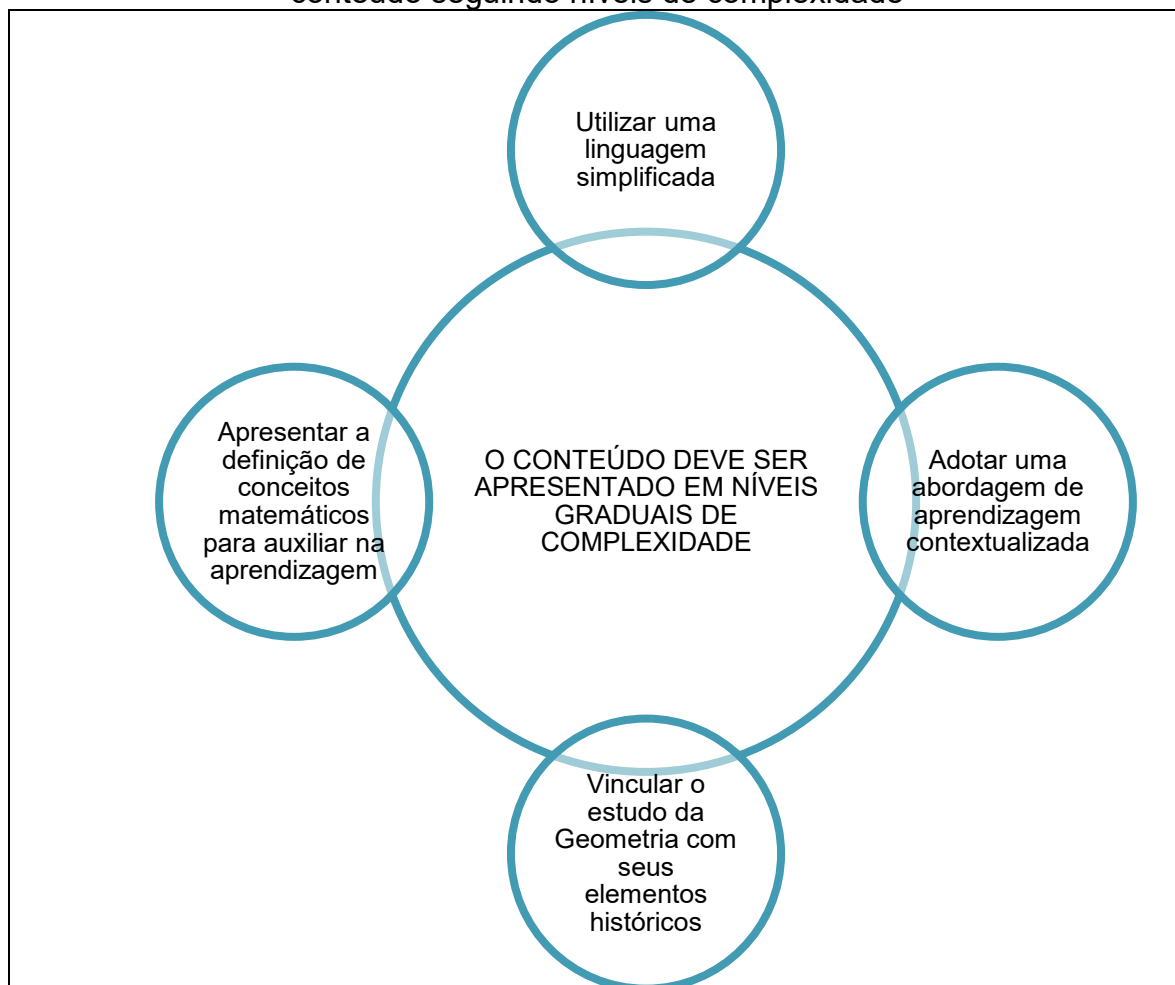
Deste modo, a dificuldade relacionada à compreensão e a interpretação são um dos aspectos que devem ser levados em consideração ao se pensar no processo de aprendizagem do sujeito surdo. Por este motivo, durante a realização da modelagem do artefato, o domínio foi organizado de acordo com níveis distintos de complexidade, em que aspectos considerados mais básicos foram inicialmente apresentados, fazendo com que o processo de aprendizagem avançasse de forma gradual. Além disso, se faz necessário utilizar uma linguagem mais simplificada.

Houve também uma preocupação em fornecer ao aluno conceitos básicos relacionados à Geometria, os quais são considerados fundamentais para o entendimento dos demais conhecimentos geométricos. Assim, conforme o aluno vai evoluindo em sua aprendizagem, por meio da aquisição de conceitos e o estabelecimento de relações, a assimilação de domínios mais complexos tende a acontecer de uma forma mais fácil.

Outro elemento que também deve ser considerado afim de estimular o aprendizado, corresponde ao processo de contextualização do conhecimento, para que o aluno perceba as relações existentes entre os diferentes saberes e que desta forma o estudo se torne mais instigante. O processo de ensino aprendizagem contextualizado acaba sendo um importante meio de estimular a curiosidade do aluno. Um dos objetivos da contextualização está justamente em mostrar ao aluno a importância de determinado saber e que este não é limitado apenas ao contexto da Matemática. Isso faz com que o sujeito tenha uma melhor percepção sobre a realidade. Deste modo, as diferentes formas de aprendizagem devem buscar propiciar uma abordagem em que as conexões sejam favorecidas.

O estudo da Matemática foi evoluindo justamente com a necessidade das pessoas em solucionar problemas. Assim, conforme a etapa do desenvolvimento do artefato foi sendo realizada, elementos voltados a história e a Geometria foram considerados relevantes, tendo em vista a necessidade de fazer o aluno perceber o fato de que os conhecimentos matemáticos foram historicamente construídos. Este tipo de entendimento por parte do estudante se constitui um aspecto primordial, pois muitas vezes o aluno não consegue reconhecer a importância de tais saberes. De acordo com os Parâmetros Curriculares (BRASIL, 1997), o contexto histórico possibilita ver a Matemática em sua prática filosófica, científica e social e contribui para a compreensão do lugar que ela tem no mundo, onde o conhecimento matemático deve ser apresentado aos alunos como historicamente construído e em permanente evolução. A Figura 38 apresenta os elementos relacionados a quarta diretriz, estabelecendo que o conteúdo deve ser organizado seguindo níveis graduais de complexidade.

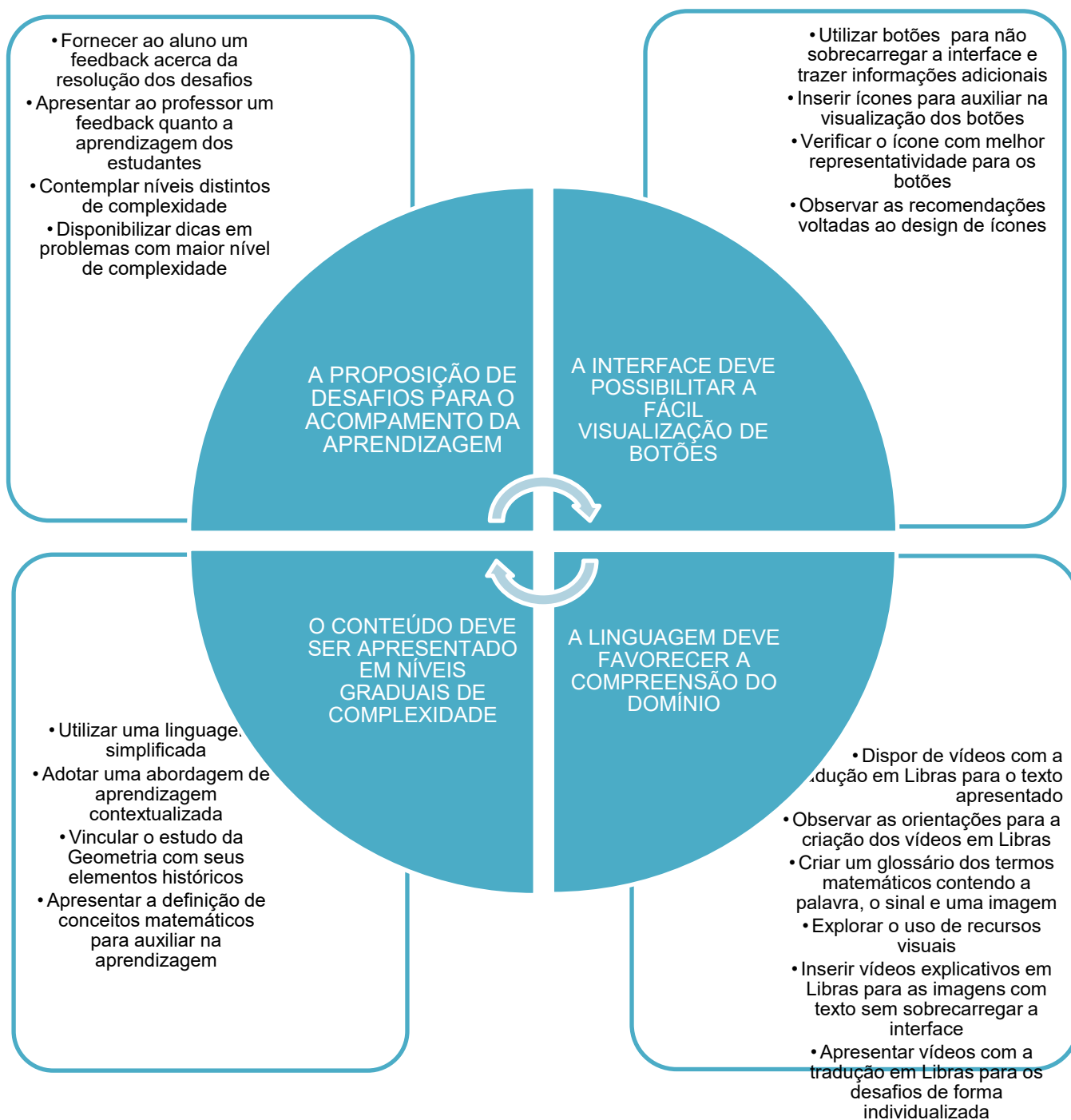
Figura 38 - Elementos pertencentes a diretriz relacionada a organização do conteúdo seguindo níveis de complexidade



Fonte: elaborado pela autora

Este conjunto de diretrizes voltadas ao desenvolvimento de aplicações móveis, busca trazer contribuições para o processo de aquisição do conhecimento de alunos surdos, especialmente quando se trata da aprendizagem no campo da Geometria, tendo em vista as dificuldades e as limitações encontradas por este público. Assim, a Figura 39 apresenta a reunião de todas as diretrizes apresentadas anteriormente.

Figura 39 - Diretrizes para criação de aplicações móveis acessíveis ao público surdo voltadas a aprendizagem da Geometria Espacial



Fonte: elaborado pela autora

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo engloba três principais aspectos quando relaciona a busca por mídias digitais acessíveis, o surdo e ainda as dificuldades de aprendizagem no campo da Matemática. Sendo assim, tendo em vista os entraves associados à acessibilidade nas mídias digitais voltadas ao público surdo, bem como as dificuldades relacionadas ao processo de aprendizagem no campo da Matemática, este trabalho busca promover contribuições diante deste contexto, por meio da proposição de um conjunto de diretrizes voltadas ao desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis ao surdo para o ensino da Geometria Espacial.

O uso das tecnologias no contexto educacional tem sido considerado como sendo uma das alternativas para dinamizar o processo de aprendizagem. Deste modo, levando em consideração o potencial que tais recursos podem representar, existe, contudo, uma necessidade de que esse acesso ao conhecimento leve em consideração critérios voltados à acessibilidade.

Ao se pensar em soluções que busquem contribuir para o processo de aprendizagem, não se pode deixar de lado o viés da educação inclusiva. Diante de tal cenário, muitos desafios ainda precisam ser encarados quando se trata do público surdo. Dada a importância das mídias digitais para o processo de aprendizagem, esta pesquisa busca contribuir com o desenvolvimento de ferramentas que consigam suportar às necessidades do indivíduo com surdez, mas especificamente com o desenvolvimento de aplicações móveis acessíveis ao público surdo. Além disso, outro ponto também considerado relevante para o desenvolvimento deste trabalho, é a existência das inúmeras dificuldades encontradas por estudantes no estudo da Matemática.

Portanto, devido as dificuldades encontradas no processo de ensino e aprendizagem no componente curricular da Matemática, mais especificamente em Geometria e a lacuna existente de mídia digitais inclusivas voltadas ao público surdo, especialmente em relação aos aplicativos móveis, este trabalho buscou trazer contribuições para este contexto a partir da proposição de um conjunto de diretrizes, nas quais visam nortear a criação de aplicações móveis acessíveis para o ensino de Geometria ao público surdo. Por este motivo, adotou-se como universo de pesquisa, pessoas surdas ou com deficiência auditiva, na qual utilizam como meio de comunicação a Língua Brasileira de Sinais, pertencentes à Educação

Básica. Em relação ao conteúdo, este abordou somente a unidade temática da Geometria, sendo esta, a baseada nos postulados de Euclides.

Foram estipulados para este trabalho três objetivos específicos, no qual o primeiro envolveu a estruturação do conteúdo relacionado aos conceitos da Geometria Euclidiana, o segundo compreendeu a realização da modelagem e o desenvolvimento do artefato, o terceiro objetivo correspondeu a testagem do artefato com estudantes surdos da Educação Básica.

A pesquisa ficou estruturada em quatro principais etapas, na qual a primeira apresentou o levantamento bibliográfico acerca da problemática, seguido das etapas para o desenvolvimento do artefato, a seguir a terceira etapa tratou da seleção de ferramentas para coleta e análise dos dados e a última etapa consistiu da elucidação das diretrizes a partir da participação dos alunos entrevistados. Sobre a primeira etapa, realizou-se para tal uma Revisão Sistemática da Literatura seguindo passos sugeridos pelas autoras Crossan e Apaydin (2010). Esta busca objetivou identificar pesquisas e publicações relacionadas a temática envolvendo acessibilidade para surdos em aplicativos móveis no contexto da Geometria Euclidiana. A revisão ficou organizada em três grupos, onde o primeiro concentrou os estudos relacionados à Geometria e o surdo, o segundo grupo envolveu sobre os aplicativos móveis e a Geometria e o terceiro reuniu estudos sobre os aplicativos móveis e o surdo. Os trabalhos encontrados neste terceiro grupo trataram em geral sobre avaliação de usabilidade e acessibilidade voltadas para o sujeito surdo em aplicações móveis, onde a partir de Revisões Sistemáticas da Literatura realizadas nesses estudos, foi verificada uma escassez significativa de pesquisas relacionados a este contexto, principalmente em relação a avaliação de usabilidade e acessibilidade voltadas às pessoas com algum tipo de deficiência.

Sobre a etapa de desenvolvimento do artefato foi adotado os passos sugeridos pela Design Science Research (DSR), por se tratar de uma metodologia de pesquisa baseada na produção de conhecimento a partir da construção de um artefato. Para tanto, primeiramente houve a necessidade de estipular a delimitação do conteúdo, pois a Geometria contempla um vasto campo de conhecimento. Neste sentido, dada a sua importância e as relações que podem ser estabelecidas em contextos reais, a Geometria Espacial foi o tema selecionado, na qual explorou-se a parte relacionada aos poliedros e corpos redondos. Para a realização da modelagem do artefato houve a utilização do *software Balsamiq Mockup*, por se

tratar de uma ferramenta voltada a criação de protótipos de telas. Sobre a fase de criação do artefato, houve a necessidade de encontrar uma ferramenta capaz de apresentar os recursos necessários para a realização desta etapa, onde fosse possível efetuar a inserção de textos, imagens, vídeos, botões, páginas, entre outros recursos. Sendo assim, a plataforma de desenvolvimento web baseada em nuvem denominada *Wix* foi adotada.

A partir da conclusão do artefato, a fase envolvendo a aplicação da pesquisa foi estruturada em algumas etapas, onde inicialmente foi realizado o contato com as escolas e com os alunos surdos. Em um segundo momento, houve a aplicação do primeiro questionário a fim de identificar o perfil dos participantes. Com essas informações preliminares descobriu-se o fato de que todos os alunos fazem uso da Internet principalmente para a utilização de diferentes redes sociais ou para fins de pesquisa, demonstrando para tanto que os mesmos possuem familiaridade com a navegação na *Web*. Foi possível identificar que do total de participantes apenas um não possuía um bom entendimento da Língua de Sinais. Além disso, após um melhor entendimento acerca da temática envolvida, quatro alunos indicaram já ter aprendido anteriormente conceitos básicos da Geometria. Sequencialmente houve a realização do acesso e leitura por parte dos estudantes no artefato denominado *Geomix*, onde o mínimo de intervenção possível em relação ao pesquisador foi feito.

Para a etapa de aplicação da pesquisa houve a utilização do roteiro de perguntas, a fim de identificar as potencialidades e as fragilidades relacionadas à aprendizagem e ao artefato. Assim, tanto para a fase da aplicação do primeiro questionário, quanto para a fase da entrevista houve a mediação feita pelo intérprete do aluno, possibilitando a comunicação entre participante e pesquisador.

O artefato foi desenvolvido de modo a fornecer ao longo do processo de aprendizagem, as bases conceituais para a compreensão do tema envolvendo a Geometria Espacial. Além disso, a fim de fornecer uma devolutiva aos alunos em relação as suas respostas, em todos os desafios foram disponibilizadas alternativas, nas quais forneciam um feedback ao estudante, indicando se o resultado foi assertivo ou não assertivo, apontando inclusive, caso a resposta não fosse assertiva, que o mesmo poderia tentar novamente. Portanto, em relação aos desafios propostos, estes contemplaram níveis distintos de complexidade, no qual os primeiros desafios foram considerados pelos estudantes em sua maioria como sendo de nível fácil ou intermediário. Conforme os alunos foram avançando em sua

trajetória de aprendizagem, o nível de complexidade dos desafios foi sendo dado como de maior exigência, classificados, portanto, como intermediário ou difícil. Essa mescla de níveis faz com que o aluno se sinta estimulado e ao mesmo tempo desafiado quando o problema proposto exige um maior raciocínio, necessitando estabelecer muitas vezes relações entre diferentes saberes. Além disso, as atividades propostas no artefato buscaram favorecer no desenvolvimento de diferentes habilidades, como: Diferenciar sólidos geométricos considerados poliedros dos sólidos considerados corpos redondos; Saber identificar vértice, aresta e face; Distinguir um prisma reto de um prisma oblíquo; Identificar os elementos que compõe uma pirâmide, como, por exemplo, base e face lateral; Identificar os elementos que compõe um cilindro, um cone e uma esfera; Relacionar a forma tridimensional de um sólido geométrico com a sua representação bidimensional; Associar o cálculo de área com o conceito de superfície; Associar o cálculo de volume com o conceito de espaço.

O papel dos desafios é considerado elemento relevante para o avanço da aprendizagem, assim como auxilia, no que diz respeito, a motivação dos alunos. Deste modo, a primeira diretriz se concentra justamente na proposição de desafios para o acompanhamento da aprendizagem. Tais situações oportunizam ao aluno momentos de reflexão e estimulam o pensamento estratégico, além disso, promover uma forma de verificação da própria aprendizagem. Desta forma, se torna necessário fornecer ao aluno um feedback de suas respostas. O feedback otimiza os resultados da aprendizagem, apresentando também potencial para a geração de motivação, pois os alunos conseguem identificar quais aspectos precisam melhorar e quais foram positivos. Outro aspecto relevante relacionado aos desafios, está no fato de o professor também conseguir ter um parâmetro sobre o entendimento do aluno em determinado tema, por este motivo, a aplicação móvel além de fornecer feedbacks para o aluno, também deve conter uma forma de mostrar ao professor as possíveis dificuldades do estudante ao longo da utilização da aplicação. Arelado ainda a esta diretriz está a indicação de que as atividades devem contemplar níveis distintos de complexidade, com o objetivo de motivar e ao mesmo tempo desafiar o estudante. Em se tratando dos desafios de maior complexidade, seria recomendado a apresentação de um botão contendo dicas ao aluno, para que direcione e auxilie o estudante na construção do raciocínio, fazendo com este não desista e consiga solucionar o problema.

A segunda diretriz ressalta elementos relacionados à interface, tendo em vista que esta deve possibilitar a fácil visualização de botões. Tais recursos são importantes no sentido de não sobrecarregar a interface, servindo de apoio ao trazer informações adicionais ao usuário. No entanto, o surdo praticamente não percebeu a presença dos botões dispostos ao longo da interface, neste sentido a utilização de ícones foi indicada, pois representam um importante elemento visual e funcionam como um sistema de sinalização e comunicação. Para tanto, ao fazer uso deste recurso, algumas recomendações também devem ser observadas para o ícone seja de fácil compreensão e coerente com sua representação. A utilização de ícones em interfaces contribui de forma positiva quando eles são bem reconhecidos, facilitando a interação com o sistema. A utilização de ícones pode inclusive auxiliar para o entendimento do texto.

A terceira diretriz traz a linguagem como ponto principal, visto que ela auxilia na organização do pensamento, na compreensão de conceitos e se constitui fundamental o processo da aprendizagem. Neste sentido, a linguagem deve favorecer a compreensão do domínio, tendo em vista que ao se referir ao sujeito surdo, a linguagem acaba sendo um fator determinante para o seu acesso à informação, e para isso vários elementos devem ser observados. Deste modo, deve-se levar em conta as dificuldades relacionadas a este indivíduo, na qual estão atreladas a leitura, principalmente de textos longos, e a escrita, incluindo a memorização de palavras. Isso ocorre por que a estrutura da Língua de Sinais acaba sendo diferente quando comparado a Língua Portuguesa. Portanto, a necessidade de fornecer vídeos com a tradução do texto se faz primordial. Outro aspecto atrelado à linguagem, está na elaboração de um glossário com o propósito de auxiliar o aluno surdo no entendimento de determinados termos usados na Matemática, contendo desta forma o sinal, a imagem e a palavra. Além do mais, esta ferramenta tem o potencial de aprimorar o vocabulário do aluno, tanto no que diz respeito a Libras como também na Língua Portuguesa. Ainda sobre esta funcionalidade, seria interessante que durante a leitura, tais termos contivessem uma sinalização indicando que fazem parte do glossário, sendo novamente necessário a utilização de ícones. Desta forma, seria possível clicar na palavra e ser redirecionado para a página do glossário.

O uso de imagens também representa um importante recurso visual para o surdo, mas em caso de imagens que contenham algum tipo de texto, acaba sendo

necessário que este material apresente vídeos com a tradução em Libras. Contudo, objetivando não sobrecarregar a interface, seria recomendável que a disponibilização do vídeo contendo a tradução ocorra apenas ao se clicar na imagem, indicando a possibilidade deste recurso ao aluno novamente com a utilização de ícone. Um outro aspecto observado, tem relação com a organização dos vídeos com a tradução em Libras. Existe a necessidade de os desafios contenham seus próprios vídeos, isso deriva do fato de que muitas vezes o aluno necessita assistir repetidamente o vídeo para conseguir compreender o problema proposto.

Sobre a proposição da última diretriz, está tem relação com aspectos da linguagem e da aprendizagem do surdo, propondo assim que a apresentação do conteúdo deve seguir níveis graduais de complexidade. Em decorrência da Língua de Sinais possuir uma estrutura gramatical distinta da Língua Portuguesa, o surdo acaba tendo uma maior dificuldade em realizar a interpretação de textos. Deste modo, ao se pensar no processo de aprendizagem do surdo, sua dificuldade relacionada à compreensão e a interpretação são um dos aspectos que devem ser levados em consideração. Além disso, se faz também necessário a utilização de uma linguagem mais simplificada. Dentro da aplicação conceitos básicos relacionados à Geometria devem ser fornecidos, pois se constituem fundamentais para o entendimento de outros saberes geométricos, propiciando ainda que a assimilação de domínios mais complexos ocorra mais facilmente. A contextualização também apresenta ser um importante elemento dentro da aprendizagem, uma vez que estimulada o pensar do aluno. A contextualização mostra ao aluno a importância de determinado saber e que este não limitado apenas a um único contexto. Além disso, a presença de elementos históricos traz ao aluno a percepção das origens daquele determinado conhecimento e de sua importância. Este reconhecimento por parte do estudante é considerado um fator primordial.

A partir da observância das pré-diretrizes, juntamente com o processo de observação e entrevista, foi possível realizar o estabelecimento de tais diretrizes. Este direcionamento objetiva assim, diminuir as lacunas existentes no que tange a acessibilidade digital para surdos e a aprendizagem desses sujeitos no campo da Matemática.

Como sugestões de trabalhos futuros, sugere-se que sejam desenvolvidas outras aplicações móveis voltadas as demais áreas da Matemática, e assim

contribuir ainda mais para o processo de ensino aprendizagem deste campo do conhecimento. Além disso, é necessário que o desenvolvimento de tais aplicações estejam pautadas nos princípios da acessibilidade, por entender a importância da promoção de uma equidade social e digital voltadas a esses sujeitos. Tais diretrizes podem inclusive ser testadas em outras áreas do conhecimento.

Outro apontamento envolvendo trabalhos futuros, tem-se o aprimoramento do artefato desenvolvido nesta pesquisa, levando em consideração as diretrizes apresentadas, já que a etapa de *avaliação* apontada pela *Design Science Research* coloca que, se caso os resultados não corresponderem ao desejado, aponta-se retornar a etapa anterior para o aperfeiçoamento do artefato. A *comunicação*, na qual corresponde a última etapa da *Design Science Research*, visa difundir o trabalho realizado e mostrar a sua relevância, pretendendo-se deste modo promover publicações de artigos relacionados aos resultados encontrados neste trabalho. Além disso, o aspecto envolvendo a colaboração também deve ser melhor investigado, pois a ferramenta utilizada para o desenvolvimento do artefato pouco tinha a oferecer no que diz respeito a este requisito.

Como forma de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem da Matemática para alunos surdos, aponta-se como proposta a concepção de símbolos em Língua de Sinais neste contexto, para que ocorra um aprimoramento de vocabulário.

REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P. **Investigações em geometria na sala de aula. Investigações matemáticas na aula e no currículo**, p. 153-167, 1999.
- ADAMO-VILLANI, N. A virtual learning environment for deaf children: design and evaluation, **International Journal of Human and Social Sciences**, v.2, n.2, 123-128, 2007.
- ALESSIO FERRARA, L D. Ciberespaço: conceito à procura de um nome. **Revista FAMECOS: mídia, cultura e tecnologia**, n. 37, p. 25-31, 2008.
- AL-MEGREN, S; ALMUTAIRI, A. Analysis of user requirements for a mobile augmented reality application to support literacy development amongst hearing-impaired children. **Journal of Information and Communication Technology**, v. 18, n. 1, p. 97-121, 2019.
- ALNFIAI, M; SAMPALI, S. Social and Communication Apps for the Deaf and Hearing Impaired. In: **2017 International Conference on Computer and Applications (ICCA)**. IEEE. p. 120-126, 2017.
- AHSAN, M. G. K. et al. Designing augmented reality-based mathematics mobile apps for outdoor mathematics learning. In: **Journal of Physics: Conference Series**. IOP Publishing, p. 032004, 2020.
- AKDENİZ, D; GÜVEN; GÜREFE, N; ARIKAN, A. Hacettepe University Journal of Education Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi e-ISSN: 2536-4758, 2022.
- ALRASHEEDI, Muasaad; CAPRETZ, Luiz Fernando. Developing a mobile learning maturity model. **International Journal for Infonomics (IJI)**, v. 6, n. 3/4, p. 771-779, 2013.
- AMORIN, M; BIANCO P. **Material didático em mídia digital: transposição de uma apostila do Colégio Dom Bosco para Tablet Computer**. Trabalho de Conclusão para o Curso de Design Gráfico, C. Humanas, letras e Artes– UFPR, 2011.
- ARIFFIN, A. M. FAIZAH, M. Guidelines of Assistive Courseware (AC) for Hearing Impaired Students. In Proceedings of Knowledge Management International Conference, 2010.
- ARNOLDO JR, H; RAMOS, M. G; THOMA, A. S. **O uso do multiplano por alunos surdos e o desenvolvimento do pensamento geométrico**. Cadernos Cedes, Campinas, v. 33, n. 91, p. 387-409, 2013.
- BARBOSA, P. M. O estudo da Geometria. **Revista Benjamin Constant**, v. 25, p. 14-22, 2003.

BARRANTES, M. et al. Estudo das recordações, expectativas e concepções dos professores em formação sobre ensino-aprendizagem da Geometria. **Educação Matemática em Revista nº 17**. v.16, p.29-39, 2004.

BASSANI, P. B. S. et al. Usabilidade e acessibilidade no desenvolvimento de interfaces para ambientes de educação à distância. **RENOTE**, v. 8, n. 1, 2010.

BEATTY, M. S; VALENTÍN, G. L. **Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles destinada a Geometría (Matemáticas II)**, 2019.

BELLONI, M. L; GOMES, N. G. Infância, mídias e aprendizagem: autodidaxia e colaboração. **Educação e Sociedade**, n.29, p.717-746, 2008.

BERSCH, R.; TONOLLI, J. C. **Tecnologia Assistiva**. 2006.

BEYER, H. O. Educação inclusiva: ressignificando conceitos e práticas da Educação Especial. In: INCLUSÃO, **Revista da Educação Especial**, 2006.

BOSSA, N. A. **Fracasso escolar: um olhar psicopedagógico**. Artmed Editora, 2009.

BORGES, M. E. N. et al. A ciência da informação discutida à luz das teorias cognitivas: estudos atuais e perspectivas para a área. *Cadernos Bad*. Lisboa, n. 2, p. 80-90, 2004.

BRANDÃO, L. O; ISOTANI, S; MOURA, J. G. Imergindo a Geometria Dinâmica em Sistemas de Educação a Distância: iGeom e SAW. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v.14, n.1, p.41-49, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. 2006. 135p.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Base nacional comum curricular. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. **Decreto n. 5626 de 22 de dezembro de 2005**. Regulamenta a Lei n. 10436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua brasileira de Sinais – LIBRAS. 2005. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2005/decreto/d5626.htm.

BRASIL. **Lei Federal n. 10.436 de 24 de abril de 2002**. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais. 2002. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10436.htm.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Brasília, DF: MEC/SEF, 1997.

BUGAY, E. L. **Modelo AHAM-MI: modelo de hipermídia adaptativa utilizando inteligências múltiplas**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção).

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, 2006.

BUITRÓN-LUNA, J; CABANILLAS-CARBONELL, M. Influence of Augmented Reality for the learning of Geometric Solids in Primary School students. In: **2021 IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON)**. IEEE, p. 1-4, 2021.

BUSARELLO, R. I. **Gamificação em histórias em quadrinhos hipermédia: diretrizes para construção de objeto de aprendizagem acessível**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

BUSARELLO, R. I. **Geração de conhecimento para usuário surdo baseada em histórias em quadrinhos hipermediáticas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CABRAL, G. Algumas considerações sobre o ensino do português escrito, como segunda língua para surdos. In: **A discriminação em questão II. Estudos surdos. Secretaria da Educação. Diretoria de Política e Programas Educacionais. Diretoria Executiva de Educação Especial**. Recife: Secretaria de Educação, p. 17, n.32, 2002.

CAI, J; LESTER, F. Why is teaching with problem solving important to student learning? Re-search Brief, 14, 1–6, 2010.

CARBONELL-CARRERA, C. et al. Minecraft as a block building approach for developing spatial skills. **Entertainment Computing**, v. 38, p. 100427, 2021.

CARDOSO, M. C. et al. Avaliação de ícones para interface de um sistema médico on-line. **Revista Brasileira de Design da Informação**, v. 10, n. 1, p. 70-83, 2013.

CÁRNIO, M. S. et al. Relação entre níveis de compreensão e estratégias de leitura utilizadas por surdos sinalizadores em um programa terapêutico. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 206-212, 2010.

CASTRO, R. P.; PEDROSA, M. P. Encarando a diversidade: o ensino e aprendizagem de ciências e a formação de alunos surdos. **Revista virt. Juiz de Fora**, n. 2, 2005.

CESCON, Everaldo. Cognição situada e aprendizagem em contextos escolares. **revista de la Facultad de Educación**, v. 30, n. 68, p. 37-50, 2016.

CHANG, R. C; YANG, C. Y. Developing a mobile app for game-based learning in middle school mathematics course. In: **2016 International Conference on Applied System Innovation (ICASI)**. IEEE. p. 1-2, 2016.

CHEE, K. N. et al. Designing Mobile Learning Communication Aid as an Android App. **Advanced Science Letters**, v. 22, n. 12, p. 4023-4027, 2016.

CHEN, Y. Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course. **Journal of Educational Computing Research**, v. 57, n. 7, p. 1695-1722, 2019.

CLEMENTE, J. C. et al. **Ensino e aprendizagem da geometria: um estudo a partir dos periódicos em educação matemática**. Encontro mineiro de educação matemática, VII, 2015.

CORRADI, J. A. M. **Ambientes informacionais digitais e usuários surdos: questões de acessibilidade**. 2007.

CORRÊA, Y. et al. Tecnologia Assistiva: a inserção de aplicativos de tradução na promoção de uma melhor comunicação entre surdos e ouvintes. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 1, 2014.

COSTA, S. R. S.; DUQUEVIZ, B. C.; PEDROZA, R. L. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Psicologia Escolar e Educacional**, Maringá, PR, v. 19, n. 3, p. 603-609, set./dez., 2015.

COUTINHO, C. P; LISBÔA, E. S. Sociedade da informação, do conhecimento e da aprendizagem: desafios para educação no século XXI. **Revista de Educação**, v. 18, n. 1, p. 5-22, 2011.

CRONEMBERGER, A. G. et al. Reflexões sobre o uso das tecnologias móveis como uma ferramenta auxiliar ao ensino. **Scientia Plena**, v. 13, n. 1, 2017.

CROSSAN, M.; APAYDIN, M. A. Multi-Dimensional Framework of Organizational Innovation: A Systematic Review of the Literature. **Journal of Management Studies**, 2010.

CRUZ, L. J. C. et al. Desenvolvimento de Objeto de Aprendizagem de Suporte ao Conteúdo Matemático de Limites para Dispositivos Móveis Baseado no Padrão SCORM. In: **IV Congresso Sul Brasileiro de Computação**, 2008.

CRUZ, M. A. et al. Development of a Mobile Application to Support the Learning Process of Geometry. In: **2020 3rd International Conference of Inclusive Technology and Education (CONTIE)**. IEEE, p. 80-83, 2020.

CRUZADO, J. P. et al. Geobook: Mobile App with Augmented Reality for Learning Geometry. In: **2020 IEEE Engineering International Research Conference (EIRCON)**. IEEE, p. 1-4, 2020.

D'AMBRÓSIO, U. Sociedade, cultura, matemática e seu ensino. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 1, p. 99-120, 2005.

DAMÁZIO, M. F. M. **Deficiência Auditiva**. Brasília, DF: MEC/SEESP, 2007.

DA ROSA, N. S. Avaliação da aprendizagem do conceito de Projeção Cilíndrica Ortogonal no Ambiente Virtual Bilíngue: Moobi. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

DE LAS PEÑAS, M. et al. Designing Performance Tasks in Mathematics Using Technological Tools, 2021.

DE OLIVEIRA, R. G; DI GIORGI, Cristiano Amaral Garboggini. Princípios da cognição situada e as diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores. **Educação**, v. 34, n. 3, p. 360-368, 2011.

DE SALES, E. R; PENTEADO, M. G; MOURA, A. Q. A Negociação de Sinais em Libras como Possibilidade de Ensino e de Aprendizagem de Geometria. **Bolema-Boletim de Educação Matemática**, v. 29, n. 53, p. 1268-1286, 2015.

DEUS, M. L. F. **Surdez: linguagem, comunicação e aprendizagem do aluno com surdez na sala de aula comum**, 2013.

DRESCH, A, et al. *Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da Ciência e Tecnologia*. Porto Alegre: Bookman, 2014.

DUARTE, S. B. R. et al. Aspectos Históricos e Socioculturais da População Surda. **História, Ciências, Saúde. Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 4, out.-dez, p. 1713-1734, 2013.

EDER, G. J. et al. Design of Gamified Learning Experiences. In: **2021 4th International Conference on Inclusive Technology and Education (CONTIE)**. IEEE, p. 18-22, 2021.

EID, A; ABDULLA, T. J. How effective is GeoGebra Software in improving students learning similarities of geometrical shapes. In: **2021 Sustainable Leadership and Academic Excellence International Conference (SLAE)**. IEEE, p. 1-5, 2021.

EL-SATTAR, H. K. H. A. An intelligent tutoring system for improving application accessibility of disabled learners. In: **2008 Fifth International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualisation**. IEEE. p. 286-290, 2008.

FERNANDES, E. **Surdez e bilinguismo**. Porto Alegre: Mediação, 2005.

FERNANDES, J. R.; ARAÚJO, J. F. S. **Uma Experiência na formação de professores nas TIC**. 2021. Disponível em: <http://www.nonio.uminho.pt/challenges/05comunicacoes/Tema7/03JoseFernandes.pdf>.

FIGUEIREDO, M. ZA; CHIARI, B. M.; DE GOULART, B. NG. Discurso do Sujeito Coletivo: uma breve introdução à ferramenta de pesquisa qualiquantitativa. **Distúrbios da Comunicação**, v. 25, n. 1, 2013.

FONSECA, M. C. F. R et al. **O ensino de geometria na escola fundamental: três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

FONSECA, M. C. F. R. **O sentido matemático do letramento nas práticas sociais. Presença Pedagógica**. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 2005.

FORTE, C. E; KIRNER, C. **Software educacional potencializado com realidade aumentada para uso em matemática e física**. Dissertação (Mestrado em Ciências da computação). Piracicaba: UNIMEP, 2009.

FRADE, M. A. F. Mídia e cidadania. **Revista Informação e Sociedade: Estudos**, João Pessoa, v. 12, n. 1, 2002.

FULGÊNCIO, L.; LIBERATO, Y. Como facilitar a leitura. 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

GALITSKAYA, V; DRIGAS, A. ICTs and Geometry. **Int. J. Eng. Pedagog.**, v. 9, n. 5, p. 103-111, 2019.

GEORGIEV, T; GEORGIEVA, E; SMRIKAROV, A. M-learning-a New Stage of E-Learning. In: **International conference on computer systems and technologies-CompSysTech**, p. 1-4, 2004.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, p. 176, 2010.

GIMÉNEZ, J; ROSICH SALA, N. Improving geometry by using dialogic hypermedia tools: A case study. **Interactive Educational Multimedia**, n. 14, p. 65-64, 2007.

GODOI, T. X; GARCÍA, L. S; VALENTIM, N. M. C. Evaluating a usability, user experience and accessibility checklist for assistive technologies for deaf people in a context of mobile applications. In: **Proceedings of the 19th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. p. 1-10, 2020.

GOMES, R. C; GOÉS, A. R. S. E-acessibilidade para surdos. **Revista Brasileira de Tradução Visual**, v. 7, n. 7, 2011.

GONÇALVES, E. H; OLIVEIRA, G. S; GHELLI, K. G. M. As tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem da matemática na educação de jovens e adultos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 16, n. 28, 2018.

GRANADA, R. P; BARWALDT, R; ESPÍNDOLA, D. B. **Glossary of computational terms as a stimulus to programming logic: a case study with deaf students**. In: 2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE). IEEE. p. 1-7, 2018.

GUAN, H. et al. Design and Implementation of Web-Based Dynamic Mathematics Intelligence Education Platform. In: **2018 7th International Conference on Digital Home (ICDH)**. IEEE. p. 141-147, 2018.

GUTIÉRREZ, A; JAIME, A; GUTIÉRREZ, P. Networked analysis of a teaching unit for primary school symmetries in the form of an e-book. **Mathematics**, v. 9, n. 8, p. 832, 2021.

HARGREAVES, A. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança**. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto Editora, 2003.

HARRISON, D. R. Flood and D. Duce, Usability of mobile applications: literature review and rationale for a new usability model, **Journal of Interaction Science**, n.1, v.1, p.1-16, 2013.

HOLMES, B. et al. Communal Constructivism: Students constructing learning *for* as well as *with* others. In: **Society for IT in education (SITE) 2001 conference proceedings**, 2001.

HUSNIATI, A. et al. Analysis of deaf students understanding math concepts in the topic of geometry (rectangle shape): A case study. **Journal for the Education of Gifted Young Scientists**, v. 8, n. 3, p. 1213-1229, 2020.

HUSSAIN, A. **Metric based evaluation of mobile devices: Mobile goal question metric (mGQM)**, Doctoral dissertation, University of Salford, 2012.

HYDE, D. C. et al. Spatial and numerical abilities without a complete natural language. **Neuropsychologia**, v. 49, n. 5, p. 924-936, 2011.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Sistema de Avaliação da Educação Básica: **Resultados: Edição 2017**, 2018.

ISO, International Standard: ISO 9241-11, **Guidance on Usability**, Geneva, 1998.

ISOTANI, S; BRANDÃO, L. O. **Automatizando o processo de geração e correção de exercícios no iGeom**. Anais do Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 328-337, 2004.

JOHNSON, J. D. et al. Using Bayesian Networks to Provide Educational Implications: Mobile Learning and Ethnomathematics to Improve Sustainability in Mathematics Education. **Sustainability**, v. 14, n. 10, p. 5897, 2022.

JÚNIOR, J. B. B. Do Computador ao Tablet: Vantagens Pedagógicas na Utilização de Dispositivos Móveis na Educação. **Revista educaonline**, v. 6, n. 1, p. 125-149, 2012.

KEARNEY, M. et al. Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. **Research in learning technology**, v. 20, 2012.

KEŠELJ, A. et al. Design and Evaluation of an Accessible Mobile AR Application for Learning About Geometry. In: **2021 16th International Conference on Telecommunications (ConTEL)**. IEEE, p. 49-53, 2021.

KNOLL, R. C. **Desenvolvimento de heurísticas de usabilidade para tablets**. Caderno de Estudos Tecnológicos, v. 2, n. 1, p. 93–109, 2014.

KRAMARENKO, T. H.; PYLYPENKO, O. S.; ZASELSKYI, V. **Prospects of using the augmented reality application in STEM-based Mathematics teaching**, 2019.

KRAUSE, C. M. Brief report: What you see is what you get? Sign language in the mathematics classroom. **Journal for Research in Mathematics Education**, v. 50, n. 1, p. 84-97, 2019.

KRAUSE, C. M.; WILLE, A. M. Sign language in light of mathematics education: An exploration within semiotic and embodiment theories of learning mathematics. **American Annals of the Deaf**, v. 166, n. 3, p. 352-377, 2021.

KRAUT, R. **UNESCO policy guidelines for mobile learning**. France: UNESCO, 2013.

LANG, H; PAGLIARO, C. Factors predicting recall of mathematics terms by deaf students: Implications for teaching. **Journal of deaf studies and deaf education**, v. 12, n. 4, p. 449-460, 2007.

LAPOLLI, M. **Visualização do conhecimento por meio de narrativas infográficas na web voltadas para surdos**. Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

LAVE, J. **Cognition in Practice: Mind, mathematics and culture in everyday life**. New York: Cambridge University Press, 1988.

LAVE, J; WENGER, E. **Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation**. Cambridge University Press, 1991.

LEFEVRE, A. M. C; CRESTANA, M. F.; CORNETTA, V. K. A utilização da metodologia do discurso do sujeito coletivo na avaliação qualitativa dos cursos de especialização Capacitação e Desenvolvimento de Recursos Humanos em Saúde-CADRHU", São Paulo-2002. **Saúde e Sociedade**, v. 12, p. 68-75, 2003.

LEFEVRE, F.; LEFEVRE, A. M. C. **O discurso do sujeito coletivo: um novo enfoque em pesquisa qualitativa**. Caxias do Sul: Educs, 2003.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIN, B. Keep it real: a window to real reality in virtual reality. **arXiv preprint arXiv:2004.10313**, 2020.

LORENZATO, S. Por que não ensinar Geometria? In: **Revista A Educação Matemática em Revista**. São Paulo: SBEM, v.4, 1995.

LORENZATO, S. **Laboratório de Ensino de Matemática na formação de professores**. Campinas: Autores Associados, p. 113-134, 2006.

LUCENA, S. Culturas digitais e tecnologias móveis na educação. **Educar em Revista**, n. 59, p. 277-290, 2016.

MACEDO, A; SILVA, J. A; BURIOL, T. M. Usando Smartphone e Realidade aumentada para estudar Geometria espacial. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 14, n. 2, 2016.

MACEDO, C. M. S. Diretrizes de acessibilidade em conteúdos didáticos. **Brazilian Journal of Information Design**, v. 10, n. 2, p. 123-137, 2013.

MACEDO, C. M. S. **Diretrizes para criação de objetos de aprendizagem acessíveis**. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MACHADO, S. D. A. Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica. Campinas, SP: Papirus, 2003.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisa; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados**. p. 277-277, 2012.

MARTINS, H. H. T. S. Metodologia qualitativa de pesquisa. **Educação e pesquisa**, v. 30, n. 2, p. 289-300, 2004.

MATTAR, J. **Games em educação: como os nativos digitais aprendem**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

MEIRA, A. P; SILVA, P. C. B. Leitura e escrita de surdos: dificuldades ainda enfrentadas na escolarização, 2018.

MELO, R. S; CARVALHO, Marie Jane Soares. Aplicativos educacionais livres para mobile learning. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**. 2014.

MENDONÇA, R. H. **Tecnologias digitais na educação**. Salto para o futuro. Ano XIX boletim 19, 2009.

MENESES, S. C. P. de; LINHARES, R. N.; GUEDES, J. T. **As Redes Sociais Promovendo a Comunicação da Pessoa Surda**, 2011.

MENEZES, D. B. et al. **Mitos sobre a língua de sinais e o surdo**: percepção de professores da Universidade Federal de Goiás. Relatório das atividades realizadas para a Prática como Componente Curricular. Goiânia, 2009.

MIRANDA, A. S.; ZISSOU, A. J. **Considerações sobre Acessibilidade e Usabilidade em Ambientes Hipermídia**. Um desafio da atualidade. Florianópolis: Pandion, 2009, p. 16-29.

MOHAMAD, N; HASHIM, N. L. UX Testing for Mobile Learning Applications of Deaf Children. **International Journal of Advanced Computer Science and Applications**, v. 12, n. 11, 2021.

MONTEIRO, S. D; PICKLER, M. E. V. O Ciberespaço: o termo, a definição e o conceito. **DataGramZero-Revista de Ciência da Informação**, v. 8, n. 3, p. 1-18, 2007.

NA, H. Work-in-Progress-The Use of Plane-Detection Augmented Reality in Learning Geometry. In: **2021 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN)**. IEEE, p. 1-3, 2021.

NACARATO, A. M.; PASSOS, C. L. B. **A geometria nas séries iniciais: uma análise sob a perspectiva da prática pedagógica e da formação de professores**. São Carlos, 2003.

NATHAN, S. S. et al. Empirical Validation of Evaluation Model for Deaf People on Mobile Applications. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)**, v. 9, n. 2-11, p. 105-108, 2017.

NATHAN, S. S; HASHIM, N. L; HUSSAIN, A. A usability evaluation of mobile application: A review on usability model for the deaf. **Jurnal Teknologi**, v. 78, n. 4-3, p. 127-131, 2016.

NATHAN, S. S; HUSSAIN, A; HASHIM, N. L. Deaf mobile application accessibility requirements. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC. p. 020098, 2016.

NATHAN, S. S; HUSSAIN, A; HASHIM, N. L. Objective measurements analysis for usability evaluation of mobile applications for deaf people. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering**, v. 9, n. 212, p. 25-28, 2017.

NATHAN, S. S; HUSSAIN, A; HASHIM, N. L. Studies on deaf mobile application: need for functionalities and requirements. **Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering**, v. 8, n. 8, p. 47-50, 2016.

NATHAN, S. S; HUSSAIN, A; HASHIM, N. L. Usability evaluation of DEAF mobile application interface: A systematic review. **Journal of Engineering and Applied Sciences**, v. 13, n. 2, p. 291-297, 2018.

NETA, R. F. P. et al. Os desafios gerenciais da inclusão social das pessoas com surdez. **Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica/Universidade Federal do Piauí**, v. 5, n. 1, 2017.

OBREGON, R. F. A; FLORES, A. R. B. **Educação Inclusiva: criando e recriando possibilidades para o compartilhamento de conhecimento em Ambientes Virtuais de Ensino Aprendizagem**. Florianópolis: Pandiom, 2011, p. 47-68.

OLIVEIRA, R. G; SANTOS, V. M. Inserção inicial do futuro professor na profissão docente: contribuições do estágio curricular supervisionado na condição de contexto de aprendizagem situada. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, v. 13, n. 1, 2011.

OZDAMLI, F; CAVUS, N. Basic elements and characteristics of mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, v. 28, p. 937-942, 2011.

PAGLIARO, C. M.; KRITZER, K. L. The math gap: A description of the mathematics performance of preschool-aged deaf/hard-of-hearing children. *Journal of deaf studies and deaf education*, v. 18, n. 2, p. 139-160, 2013.

PAIS, L. C. **Intuição, experiência e teoria geométrica**. Zetetike, v. 4, n. 2, 1996.

PARVEZ, K. et al. Measuring Effectiveness of Mobile Application in Learning Basic Mathematical Concepts Using Sign Language. *Sustainability*, v. 11, n. 11, p. 3064, 2019.

PEFFERS, K. et al. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, v. 24, n. 3, p. 45-77, 2007.

PEDRO, L. Z. et al. Projeto e desenvolvimento de um aplicativo de geometria interativa para dispositivos móveis. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2012.

PEREIRA, I; KRIGER, C. **Complementaridade e oportunidade: práticas docentes na educação de surdos mediadas pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)**. I Seminário Nacional de Formação Docente e Práticas de Ensino. Anais... Joaçaba-SC, 2018.

PEREIRA, M.; VIEIRA, M. Bilinguismo. *Educação de Surdos. Revista Intercâmbio*, v. 19, p. 62-67, 2009.

PINHEIRO, M. Ícones quando usar? *Revista Webdesign*, 2010.

PINSKY, J.; PINSKY, C. **História da Cidadania**. 1. ed., São Paulo: Contexto, 2003.

PIVETTA, E. M. **Criação de valores em comunidades de prática**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

POZO, J. I. A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento. *Revista Pátio*. Ano 8. n.31- Educação ao Longo da Vida, 2004.

QUADROS, R. M. O 'BI' em bilingüismo na educação de surdos. Porto Alegre: Mediação. p.26-36, 2005.

QUADROS, R. M. **Educação de surdos: a aquisição da linguagem**. Artmed Editora, 2009.

QUADROS, R. M.; SCHMIEDT, M. L. P. **Idéias para ensinar português para alunos surdos**. Brasília: MEC, SEESP, 2006.

QUEVEDO, S. R. P. **Narrativas Hipermediáticas Para Ambiente Virtual de Aprendizagem Inclusivo**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

RAMOS, C. R. **LIBRAS: a língua de sinais dos surdos brasileiros**. Ediotra Arara Azul, 2006.

RAZUCK, R. C. S. R. **A pessoa surda e suas possibilidades no processo de aprendizagem e escolarização**. Tese de Doutorado. UNB, 2011.

REITSMA, P. Computer-Based Exercises for Learning to Read and Spell by Deaf Children. **Advance Access publication on August**, n.26, 2008.

REZENDE, D. P. L. **Ensino e aprendizagem de geometria: uma proposta para o estudo de polígonos nos anos finais do Ensino Fundamental**. XIX Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, p. 1-12, 2015.

RIBEIRO, E. S. S. et al. **A utilização do aplicativo geogebra para dispositivos móveis: análise geométrica do tópico de limite**. VI Conedu: VI congresso nacional de educação, 2019.

ROCHA, M. P. C. A questão cidadania na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 40-45, jan./abr. 2000.

RODRIGUES, M; BERNARDO, M. **Ensino e aprendizagem da geometria. XXII Seminário de Investigação em Educação Matemática**, 2011.

ROGENSKI, M. L. C; PEDROSO, S. M. D. **O Ensino da Geometria na Educação Básica: realidade e possibilidades**, 2019.

SALLES, Jerusa Fumagalli de; PARENTE, Maria Alice de Mattos Pimenta. Processos cognitivos na leitura de palavras em crianças: relações com compreensão e tempo de leitura. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 15, p. 321-331, 2002.

SAITO, D. S. **Ambientes de comunidades de prática virtuais como apoio ao desenvolvimento de neologismos terminológicos em língua de sinais**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

SALTON, B. P.; AGNOL, A. D.; TURCATTI, A. **Manual de acessibilidade em documentos digitais**. Bento Gonçalves, RS: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, 2017.

SANTOS, J. A; FRANÇA, K. V; SANTOS, L. S. B. Dificuldades na aprendizagem de Matemática. **Monografia de Graduação em Matemática**. São Paulo: UNASP, 2007.

SANTOS, Neri. **Notas de aula da disciplina EPS 620x / T.A.E Cognição Situada**. UFSC/EPS. Florianópolis: UFSC, 2004.

SAVIANI, D. **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. Campinas/SP: Autores Associados, 2000.

SCANDOLARA, D. H. Ícones em Língua de sinais como referência na linguagem visual em Ambientes Virtuais de Ensino Aprendizagem (AVEAs). Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.

SCHEFER, R. P; AREÃO, A. S; ZAINA, L. A. M. Guidelines for Developing Social Networking Mobile Apps to Deaf Audience: a Proposal Based on User eXperience and Technical Issues. In: **Proceedings of the 17th Brazilian Symposium on Human Factors in Computing Systems**. p. 1-10, 2018.

SCHNEIDER, E. I. **Uma contribuição aos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) suportados pela Teoria da Cognição Situada (TCS) para pessoa com deficiência auditiva**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SCHOENFELD, A. H. Heurísticas na sala de aula. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. A. resolução de problemas na matemática escolar. São Paulo: atual, 1997.

SHAFFIEI, Z. A. et al. Assistive courseware for hearing impaired learners in Malaysia based on theory of multiple intelligences (MI). **International Journal of Computer Science & Emerging Technologies**, v. 2, n. 6, p. 370-377, 2011.

SILVA, F. O. **Utilização de dispositivos móveis e recursos de Realidade aumentada nas aulas de matemática para elucidação dos sólidos de platão**, 2017.

SILVA, H. et al. Inclusão digital e educação para uma competência informacional: uma questão de ética e cidadania. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 28-36, jan./abr. 2005.

SILVA, J. F. M. da. **O impacto tecnológico no exercício profissional em Ciência da Informação: o bibliotecário**. Atuação profissional na área da informação. São Paulo: Polis, 2004.

SILVA, L. F; OLIVEIRA, E. D; BOLFE, M. **Mobile learning: aprendizagem com mobilidade**. Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, Presidente Prudente, v.5, n. Especial, Jul - Dez, 2013.

SILVA, M. **Infoexclusão e analfabetismo digital: desafios para a educação na sociedade da informação e na cibercultura**. In: Cibercultura e formação de professores. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

SILVA, S. M. O. C; GOMES, F. C. **Tecnologias e mídias digitais no contexto escolar: uma análise da percepção dos professores**. EDUCERE XII Congresso Nacional de Educação. PUCPR, 2015.

SIMIÃO, J. D. Gravação de materiais em libras na SEDIS/UFRN: Orientações para tradutores e intérpretes, 2017.

SKLIAR, C. **A SURDEZ, um olhar sobre as diferenças**. Editora Mediação. Porto Alegre, 2001.

SMOLE, K. S; DINIZ, M. I; CÂNDIDO, P. **Brincadeiras Infantis nas Aulas de Matemática-V1: Coleção Matemática de 0 a 6**. Penso Editora, 2000.

SOARES, L. H. et al. **Aprendizagem Significativa na Educação Matemática: uma proposta para a aprendizagem de Geometria Básica**, 2009.

SOLER BEATTY, M; LORENZO VALENTÍN, Gil. Desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles destinada a Geometría (Matemáticas II). 2019.

SOUSA, L. H. S. **O processo de ensino e aprendizagem dos alunos surdos com ênfase no português como segunda língua**, 2015.

SOUZA, A. L. et al. Tecnologia ou metodologia: aplicativos móveis na sala de aula. In: **Anais do Encontro Virtual de Documentação em Software Livre e Congresso Internacional de Linguagem e Tecnologia Online**, 2016.

SOUZA, M. V. de. GIGLIO, K. **Mídias digitais, redes sociais e educação em rede: experiências na pesquisa e extensão universitária**. São Paulo: Blucher, 2015.

SPIKOL, D; ELIASSON, J. Lessons from designing geometry learning activities that combine mobile and 3D tools. In: **2010 6th IEEE International Conference on Wireless, Mobile, and Ubiquitous Technologies in Education**. IEEE. p. 137-141, 2010.

STAREPRAVO, A. R. **Resolver problemas para ensinar e aprender matemática. Na escola sem aprender? isso não!** Pinhais: Melo, 2009.

STUMPF, M. R. Educação de surdos e novas tecnologias. **Licenciatura e Bacharelado em Letras-Libras na modalidade à distância/UFSC**, 2010.

SYAFRIL, S. et al. Designing prototype model of virtual geometry in mathematics learning using augmented reality. In: **Journal of Physics: Conference Series**, p. 012035, 2021.

TAKIMOTO, T. **A percepção do espaço tridimensional e sua representação bidimensional: a geometria ao alcance das pessoas com deficiência visual em comunidades virtuais de aprendizagem**. Dissertação (mestrado) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. 2014.

TASHIMA, M. M; SILVA, A. L. **As Lacunas no ensino-aprendizagem da geometria**. 2007.

TENOR, A. C. et al. A inclusão do aluno surdo no ensino regular na perspectiva de professores de um município de São Paulo. **Distúrbios da Comunicação**, v. 21, n. 1, 2009.

THAMRONGRAT, P; LAI-CHONG LAW, E. Analysis of The Motivational Effect of Gamified Augmented Reality Apps for Learning Geometry. In: **32nd Australian Conference on Human-Computer Interaction**. 2020. p. 65-77.

THOM, J. S.; HALLENBECK, Taylor. Beyond Words/Signs: DHH Learners' Spatial Reasoning in Mathematics as Embodied Cognition. **American Annals of the Deaf**, v. 166, n. 3, p. 378-408, 2021.

THOMPSON, A. G. **Learning to Teach Mathematical Problem Solving: Changes in Teachers' Conceptions and Beliefs**. The teaching and assessing of mathematical problem solving. Virginia: Laurence Erlbaum Associates, 1989.

TORRES, E. F; MAZZONI, A. A. Conteúdos digitais multimídia: o foco na usabilidade e acessibilidade. **Ciência da informação**, v. 33, n. 2, 2004.

TOTTI, A. R, et al. **M-Learning: Possibilidades para a Educação a Distância**, 2001.

UNESCO. **O Futuro da aprendizagem móvel: implicações para planejadores e gestores de políticas**. Brasília: Unesco, 2014.

VALENTE, J. A. Aprendizagem e Mobilidade: os dispositivos móveis criam novas formas de aprender. **Rio de Janeiro: Letra Capital**, p. 20-38, 2014.

VANZIN, T. **TEHCo: modelo de ambientes hipermídia com tratameto de erros, apoiado na teoria da cognição situada**. UFSC, 2005. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis-SC: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

VEEN, W; VRAKING, B. **Homo Zappiens: Educando na era digital**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

VENÂNCIO, Ludmila Salomão; BORGES, Mônica Erichsen Nassif. Cognição situada: fundamentos e relações com a Ciência da Informação. **Encontros Bibli**:

revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, n. 22, p. 30-37, 2006.

VIEIRA, P. A; ARAÚJO, V. L. S. A Leitura em Português como L2: análise das possíveis crenças dos professores de surdos. In: **Revista do Programa de Pós-Graduação em Estudos da Linguagem**. Universidade Estadual de Londrina. v. 7 jan./dez, 2007.

VITRAC, B. **A invenção da geometria**. In **Scientific American-História**: n 3. São Paulo: Ediouro, 2006.

YADAV, S; CHAKRABORTY, P; YADAV, S. A Model for Teaching Geometry to Schoolchildren Using Smartphone App. In: **2022 First International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT)**. IEEE, p. 1-6. 2022.

YERATZIOTIS, G; VAN GREUNEN, D. Making ICT accessible for the deaf. In: **2013 IST-Africa Conference e Exhibition**. IEEE, p. 1-9, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE I – PERFIL DO PARTICIPANTE

PERFIL DO PARTICIPANTE

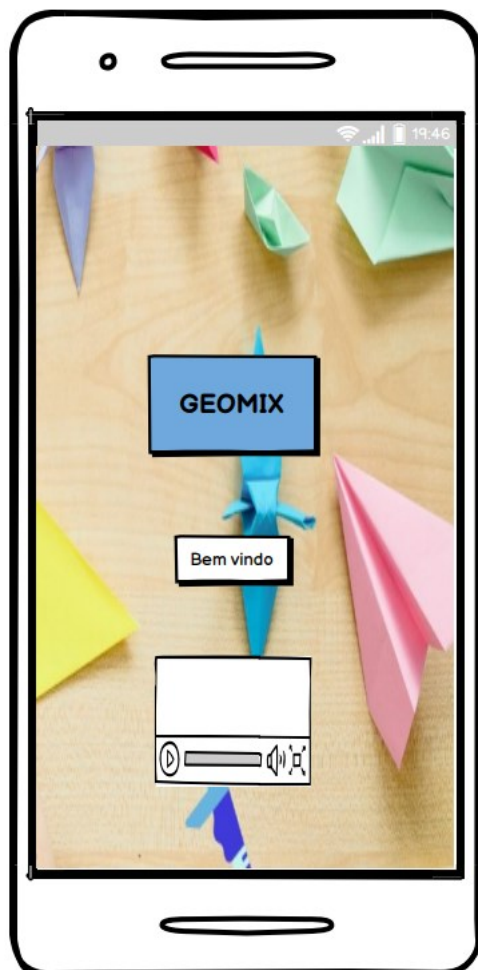
NOME:	
GÊNERO:	
ESCOLARIDADE:	
POSSUI CONTATO COM A INTERNET? SE SIM, QUAIS OS CONTEÚDOS ACESSADOS?	
COMPREENDE A LÍNGUA PORTUGUESA NA FORMA ESCRITA?	
COMPREENDER A LÍNGUA DE SINAIS?	
O QUE ESTUDA A GEOMETRIA ESPACIAL?	
JÁ ESTUDOU GEOMETRIA ESPACIAL?	

APÊNDICE II – ROTEIRO DE PERGUNTAS

ROTEIRO DE PERGUNTAS

CONSEGUIU COMPREENDER A PARTE ESCRITA DO CONTEÚDO?	
CONSEGUIU COMPREENDER OS VÍDEOS COM A TRADUÇÃO EM LIBRAS?	
CONSEGUIU COMPREENDER AS IMAGENS?	
QUAL SEU PARECER SOBRE A APRESENTAÇÃO DO CONTEÚDO?	
CONSEGUIU IDENTIFICAR OS BOTÕES CURIOSIDADE E DICIONÁRIO?	
HOUVE DIFICULDADE EM ENTENDER OS CONCEITOS SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL?	
QUAL SUA OPINIÃO SOBRE OS DESAFIOS? ESTAVAM EM QUE NÍVEL DE DIFICULDADE: EXTREMAMENTE FÁCIL, FÁCIL, MEDIANA, DIFÍCIL, EXTREMAMENTE DIFÍCIL? CONSIDERA QUE COMPREENDEU O TEMA SOBRE GEOMETRIA ESPACIAL?	
NA NAVEGAÇÃO DO APLICATIVO HOUVE ALGUMA DIFICULDADE? SE SIM, QUAIS? QUAIS OS ASPECTOS QUE PODEM SER MELHORADOS?	

APÊNDICE III - IMAGENS

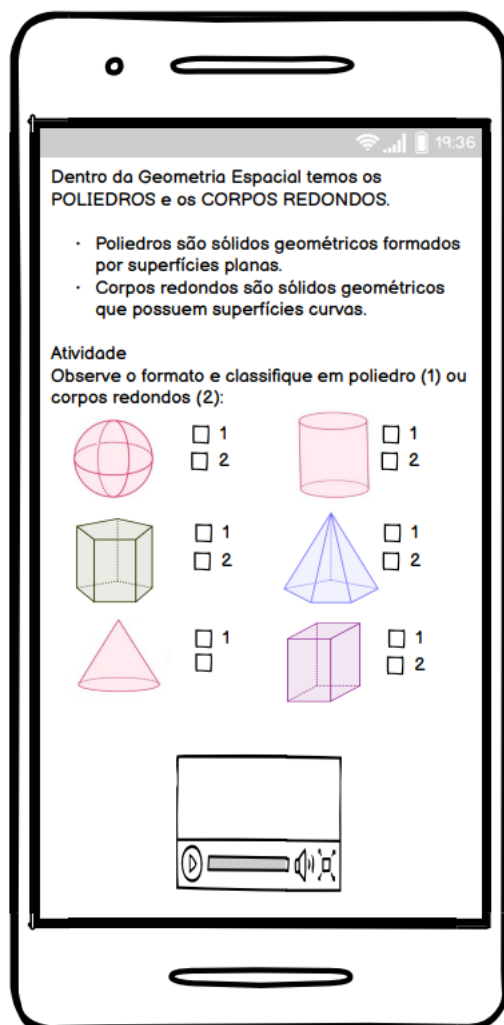









Você sabia os egípcios realizaram importantes avanços no conhecimento geométrico ao tentar solucionar problemas do dia a dia? Utilizavam tais conhecimentos para construir templos e pirâmides.





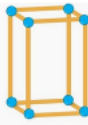
POLIEDRO:

Cada região que forma a superfície de um poliedro é denominada face. Onde é feita a dobra da caixa chama-se aresta, e os pontos de encontro das arestas são os vértices.

 **FACE**  **ARESTA**  **VÉRTICE**


Agora é a sua vez!
Quantos vértices temos no poliedro abaixo?




a) 6
b) 8
c) 10
d) 12





Quantas faces possui o cubo?

a) 6
b) 8
c) 10
d) 12









b) 8
MUITO BEM, VOCÊ ACERTOU!


Pense melhor, vértices são os pontos em azul na figura.




  

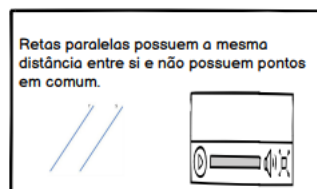
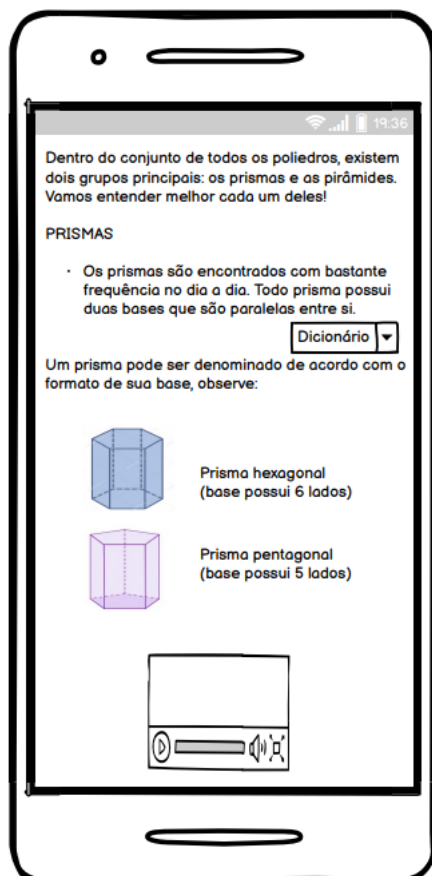
a) 6
MUITO BEM, VOCÊ ACERTOU!

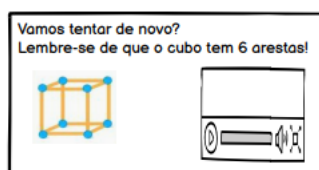
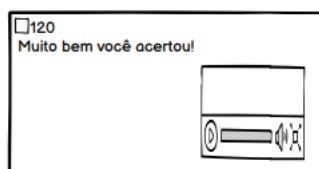
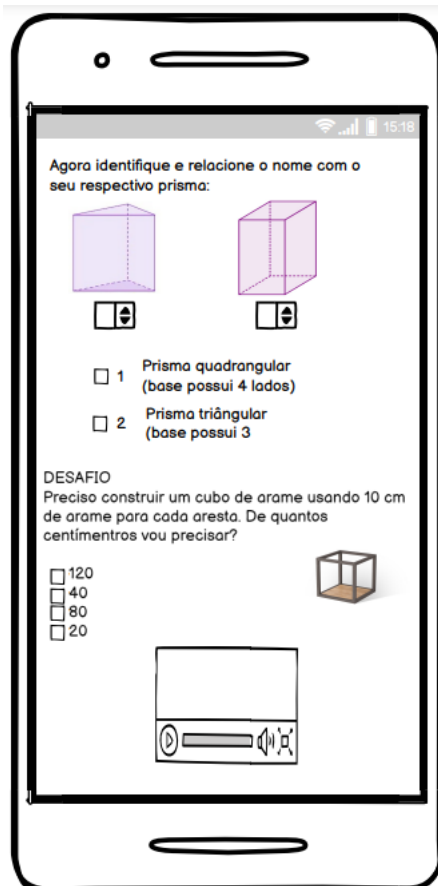
  

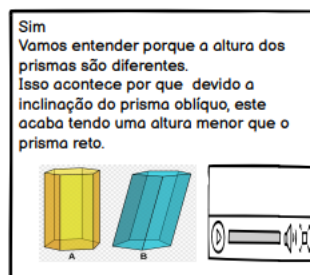
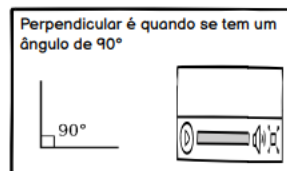
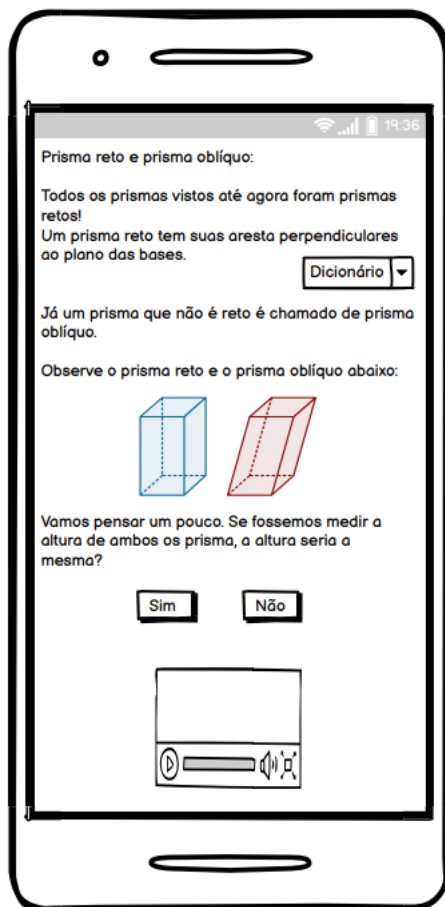
Pense melhor, as faces são as superfícies planas que constituem um sólido.

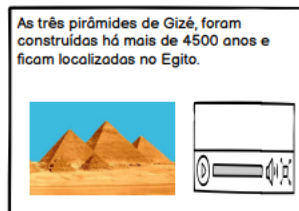
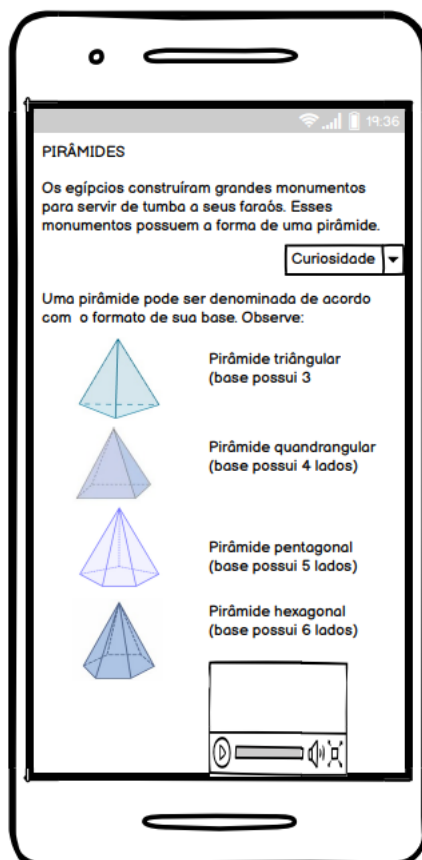


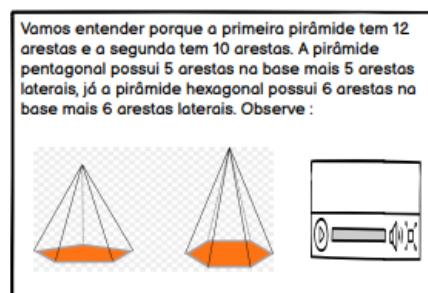
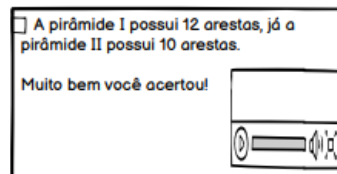
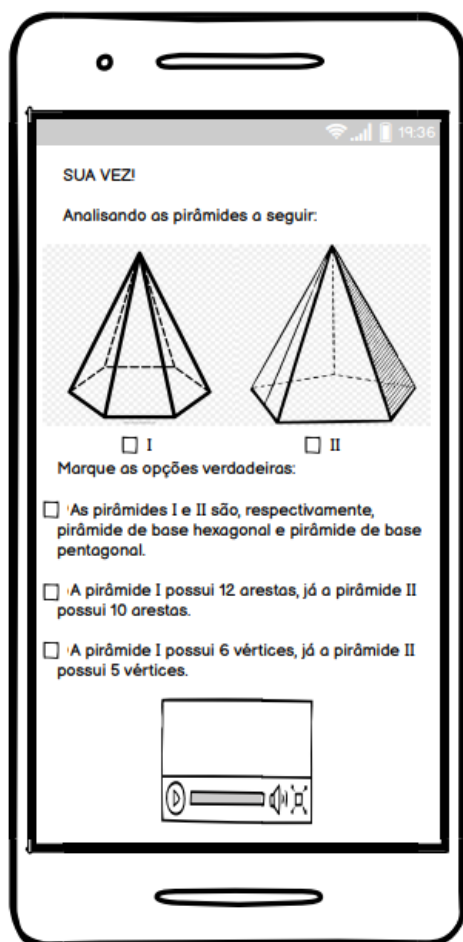
  

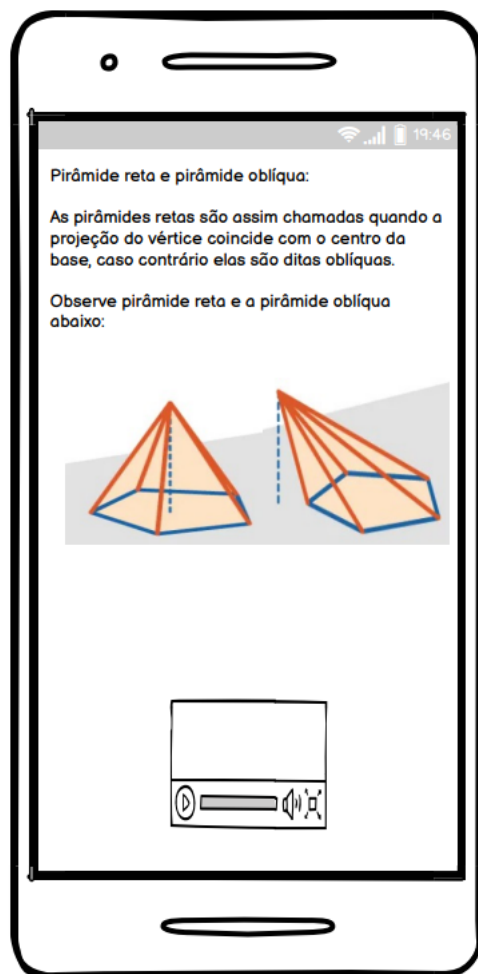


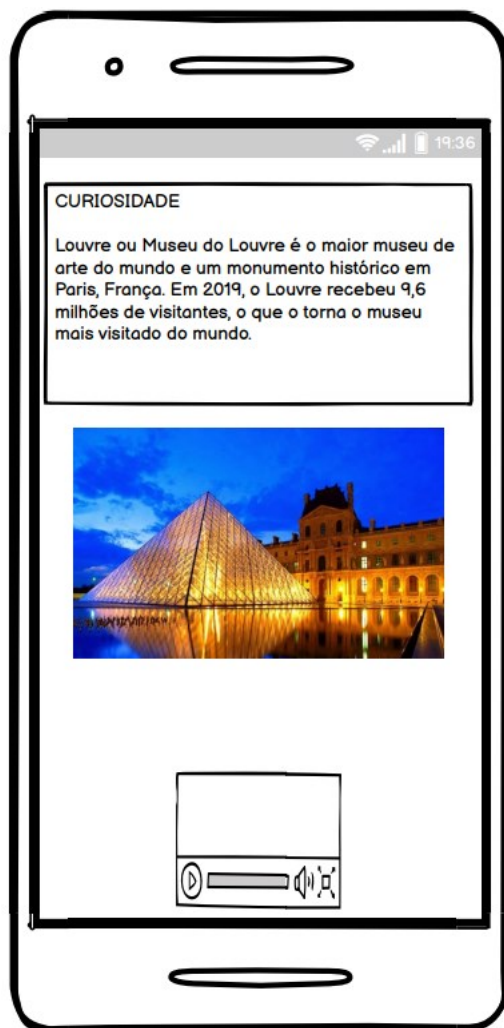


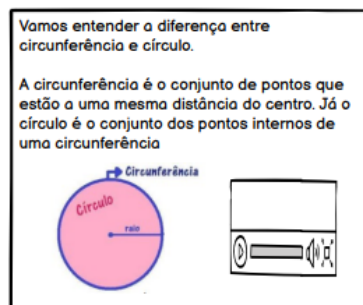
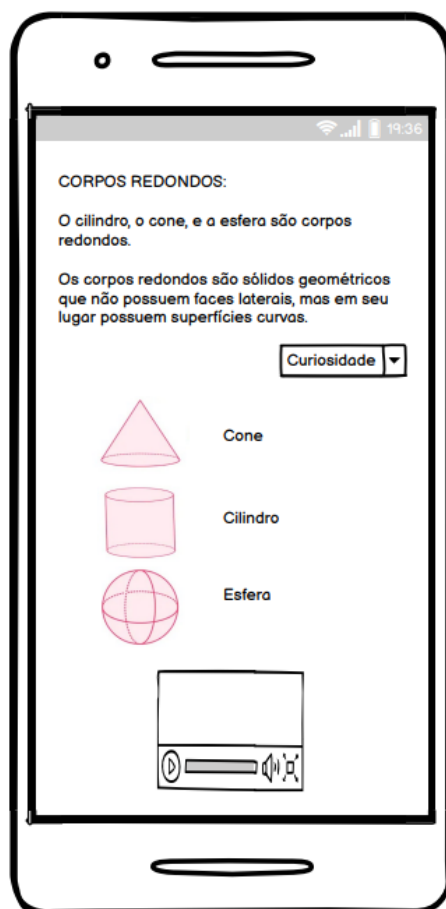


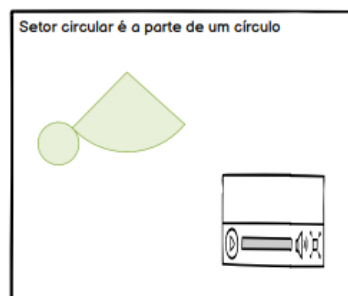
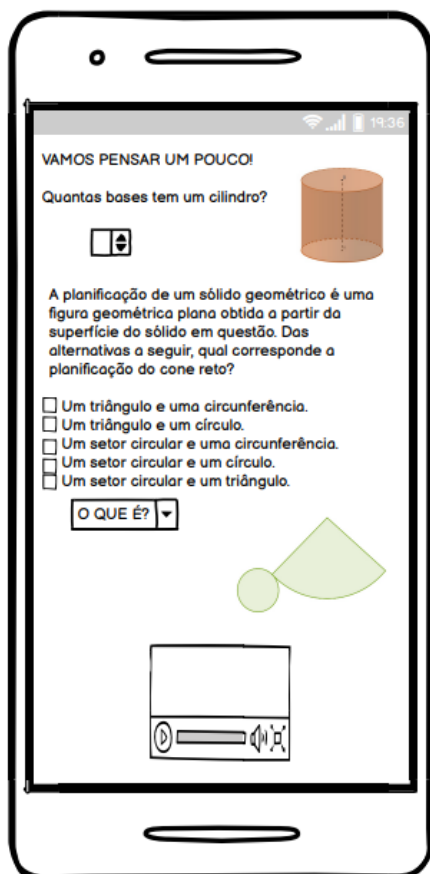


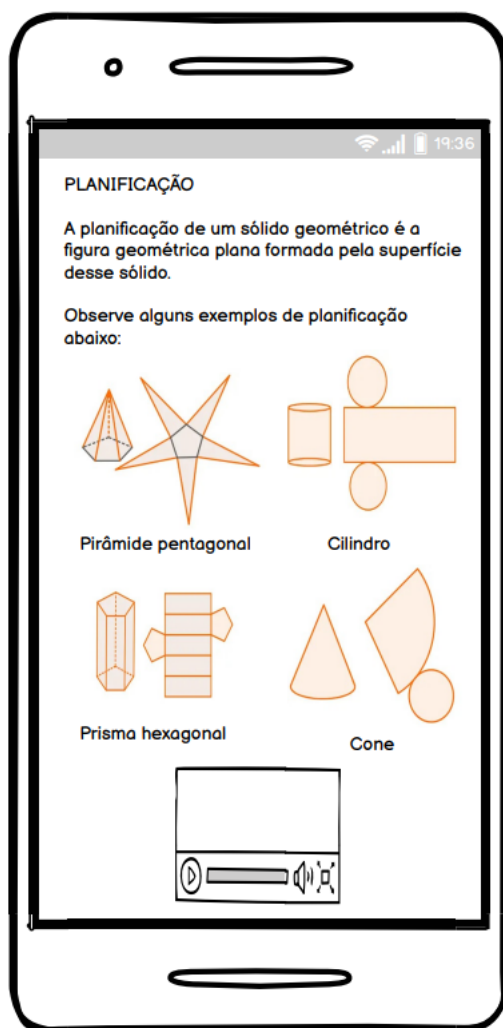


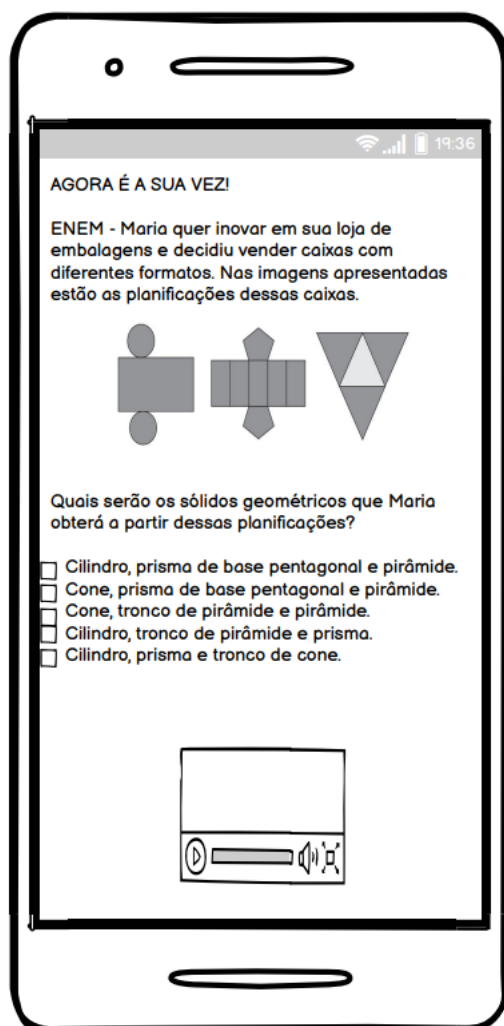














ÁREA E VOLUME

O cálculo de área é a medida de uma determinada superfície, como multiplicamos duas dimensões (comprimento x altura) suas unidades de medidas se dão em cm^2 , m^2 por exemplo.

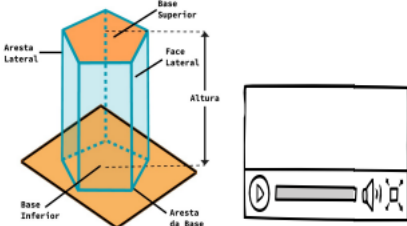


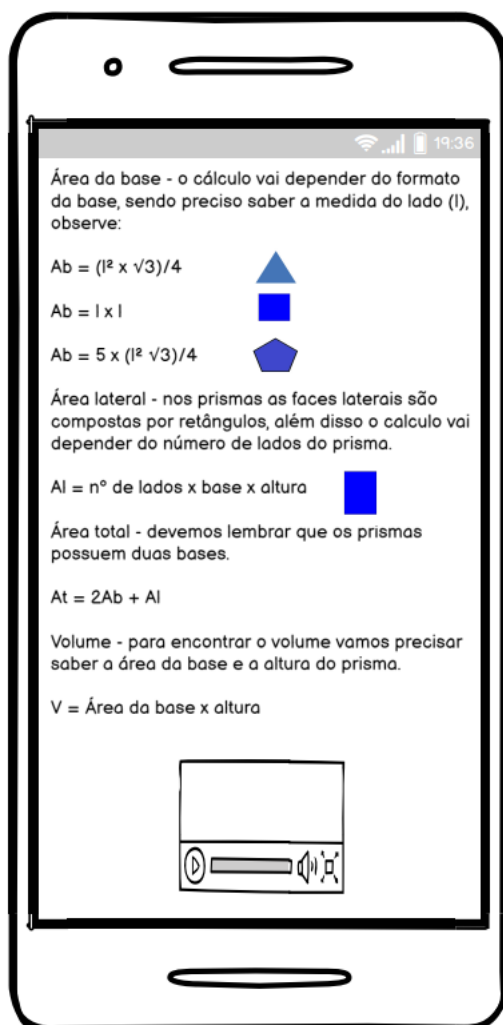
Já o volume é a medida do espaço ocupado por determinado objeto e como multiplicamos três dimensões (comprimento x altura x largura) suas unidades de medidas são dadas em cm^3 , m^3 por exemplo.

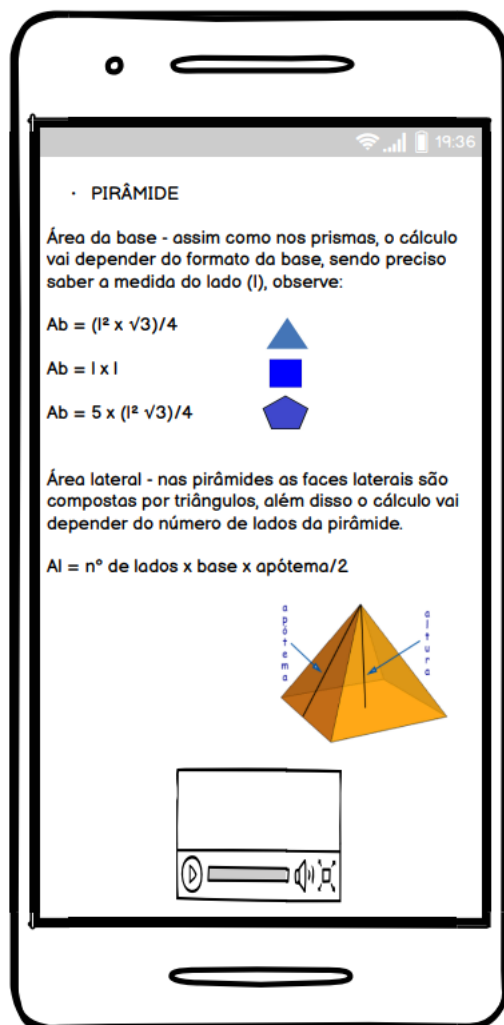


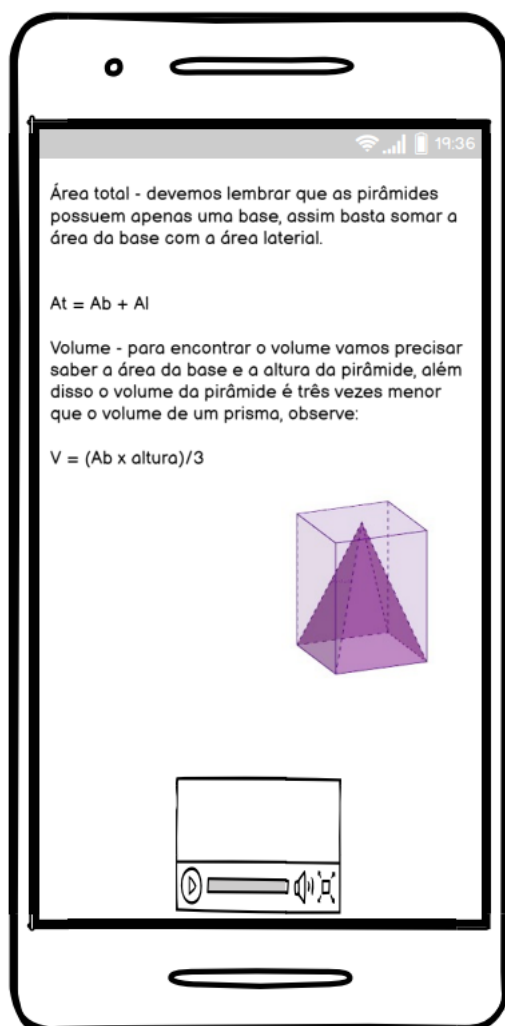
• PRISMAS

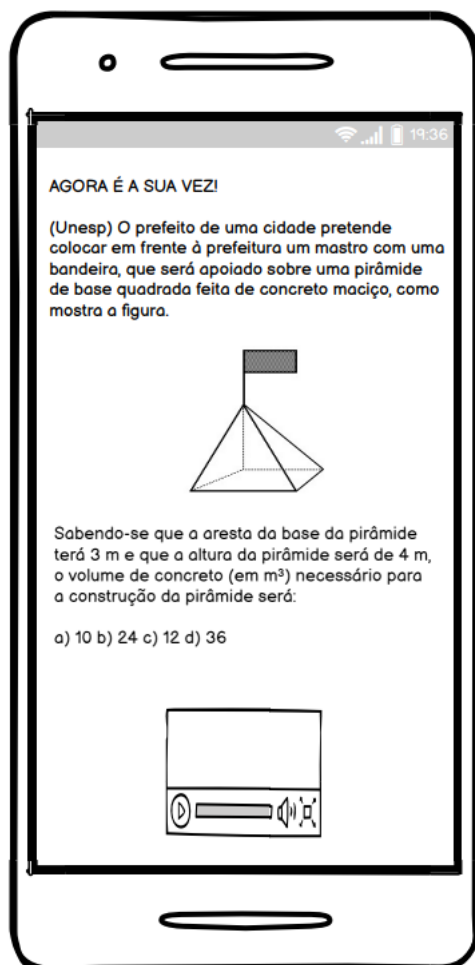
Existem alguns termos importantes que vamos observar na figura abaixo como face, base e altura do prisma.












c) 12
MUITO BEM, VOCÊ ACERTOU!

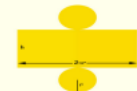
VOCÊ PODE TENTAR
NOVAMENTE MAIS TARDE!

· CILINDRO

Área da base - o cálculo vai depender do valor do raio, pois trata-se de uma região circular, além disso devemos lembrar que π vale aproximadamente 3,14.

$Ab = \pi \times r^2$ O QUE É? ▾ 

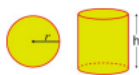
Área lateral - o cálculo vai depender do valor do raio e da altura do cilindro.

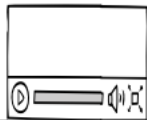
$Al = 2\pi r \times \text{altura}$ 

Área total - devemos lembrar que o cilindro possui duas bases, por isso multiplicamos a área da base por 2.

$At = 2Ab + Al$

Volume - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura, observe:

Cilindro
 $V = Ab \times \text{altura}$ 



De onde veio o número π ?

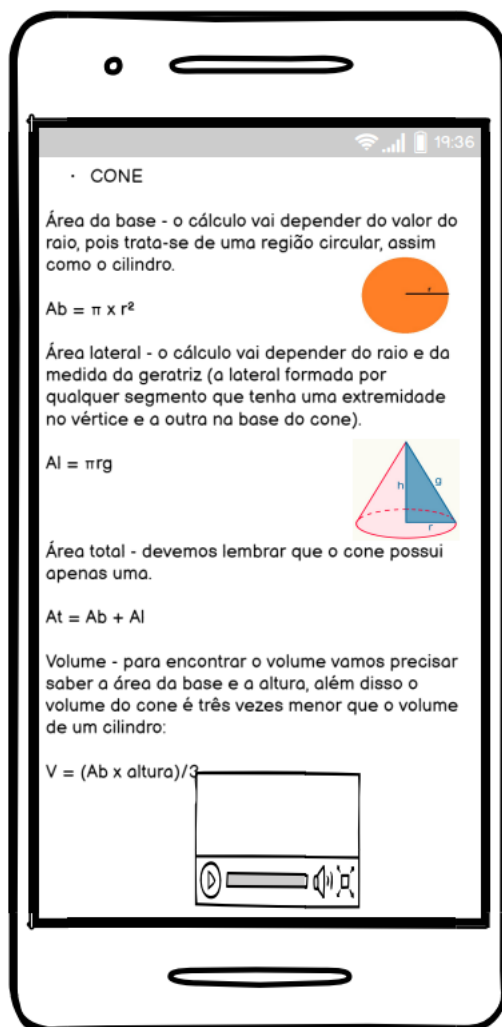
Se medirmos toda a volta de um círculo com fita métrica obtemos a medida do seu perímetro. O diâmetro, por sua vez, é a medida obtida de uma extremidade a outra desse círculo, passando pelo centro.

Dividindo a medida do perímetro pela medida do diâmetro, o resultado será o número π .



Número π (π) é um número irracional cujo valor é 3,14159265358979323846..., ou seja, uma sequência infinita.



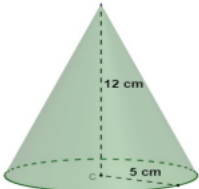


SUA VEZ!

Para calcular o volume de um cone, é necessário conhecer a sua altura e o seu raio. Assim, vamos encontrar o volume do cone mostrado na figura a seguir, sendo $\pi = 3$.

Temos que:

raio = 5 cm
altura = 12 cm

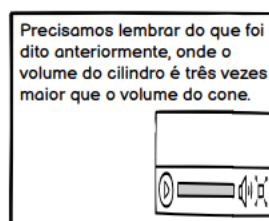
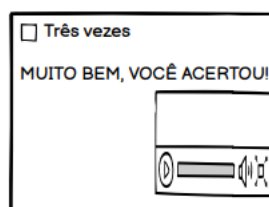
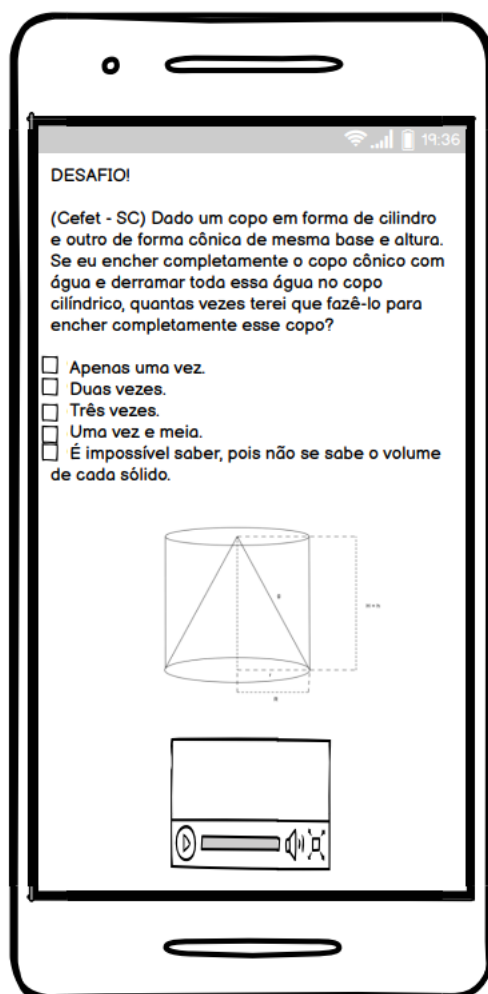


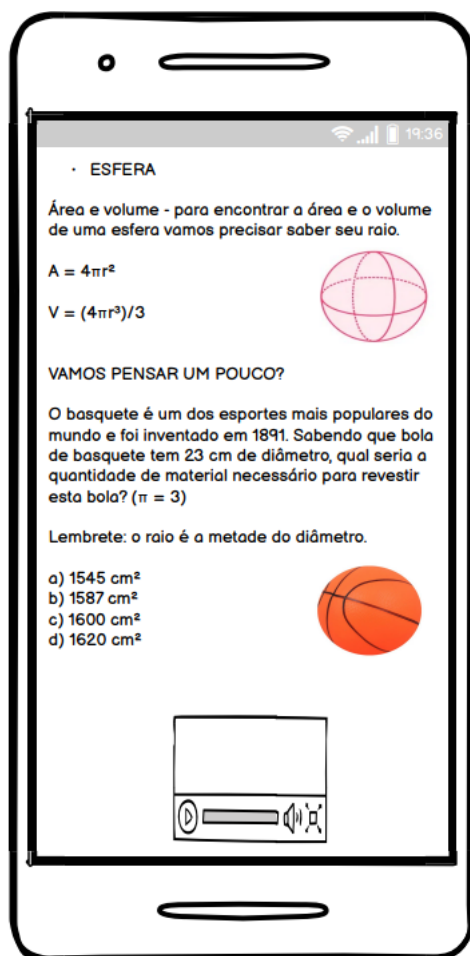
a) 300 cm³ b) 310 cm³
c) 360 cm³ d) 400 cm³

a) 300

MUITO BEM, VOCÊ ACERTOU!

VOCÊ PODE TENTAR NOVAMENTE MAIS TARDE!



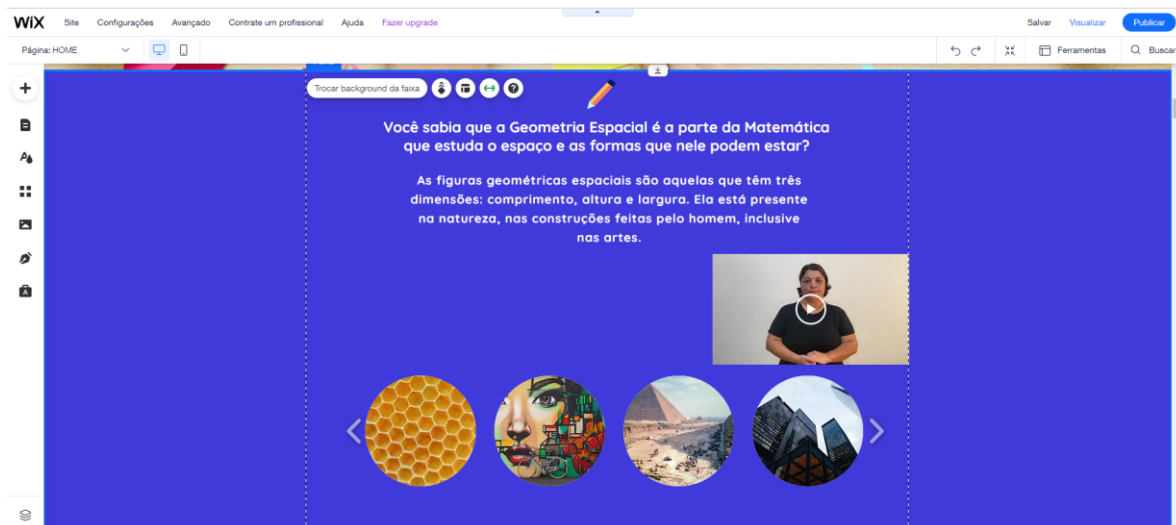
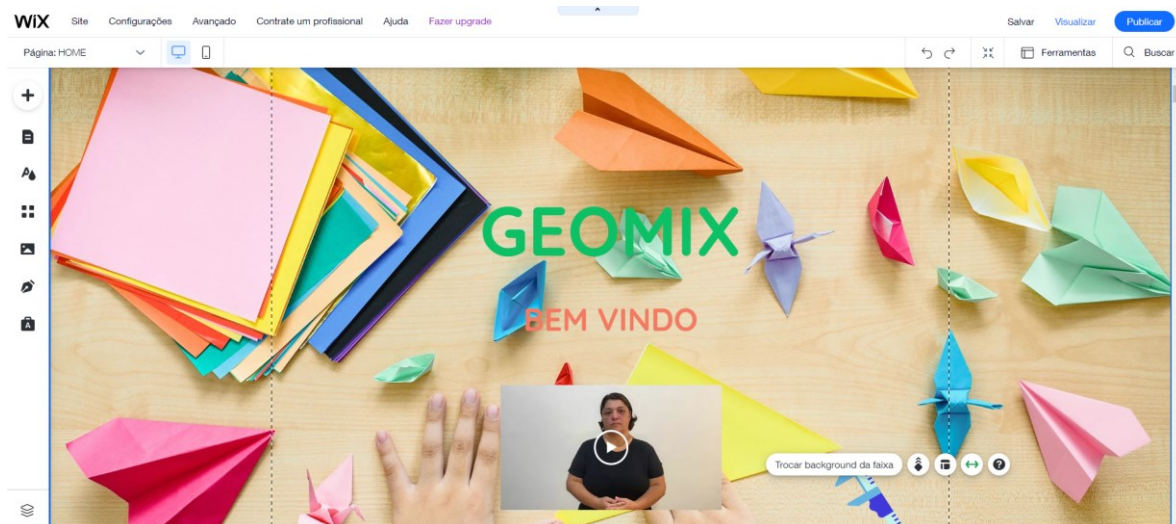


b) 1587

MUITO BEM, VOCÊ ACERTOUI

VOCÊ PODE TENTAR
NOVAMENTE MAIS TARDE!

APÊNDICE IV – PLATAFORMA WIX





WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Trocar background da faixa

O estudo da Geometria colabora com o desenvolvimento da noção de espaço, ou seja, diz respeito à habilidade de orientar-se no espaço. Tais habilidades são importantes em atividades como arquitetura e aviação por exemplo, ou ainda para compreender um mapa.

CURIOSIDADE ??

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

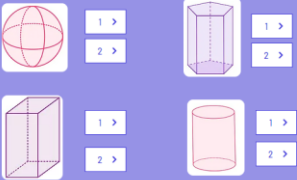
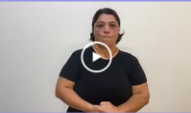
Página: HOME

Dentro da Geometria Espacial temos os POLIEDROS e os CORPOS REDONDOS.

- Poliedros são sólidos geométricos formados por superfícies planas.
- Corpos redondos são sólidos geométricos que possuem superfícies curvas.

ATIVIDADE

Observe o formato e classifique em poliedro (1) ou corpos redondos (2):





Trocar background da página

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

POLIEDRO: Cada região que forma a superfície de um poliedro é denominada face. Onde é feita a dobra da caixa chama-se aresta, e os pontos de encontro das arestas são os vértices.




FACE ARESTA VÉRTICE

Agora é a sua vez!


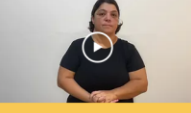
Quantos vértices temos no poliedro abaixo?

A) 6 B) 8 C) 10 D) 12



Quantas faces possui o cubo?

A) 6 B) 8 C) 10 D) 12

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Tocar background da faixa

de todos os poliedros, existem dois grupos principais: os prismas e as pirâmides. Vamos entender melhor cada um deles!

PRISMAS DICIONÁRIO

Os prismas são encontrados com bastante frequência no dia a dia. Todo prisma possui duas bases que são paralelas entre si.

Um prisma pode ser denominado de acordo com o formato de sua base, observe:

Prisma hexagonal (base possui 6 lados)

Prisma pentagonal (base possui 5 lados)

Contact

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Agora identifique e relacione o nome com seu respectivo prisma:

PRISMA TRIANGULAR PRISMA QUADRANGULAR

PRISMA TRIANGULAR PRISMA QUADRANGULAR

DESAFIO

Preciso construir um cubo de arame usando 10 cm de arame para cada aresta. De quantos centímetros vou precisar?

120 40 80 20

Tocar background da página

DICIONÁRIO

eitas/empadao-de-frango-cremoso-delicioso/

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Tocar background da página

DICIONÁRIO

Prisma reto e prisma oblíquo:

Todos os prismas vistos até agora foram prismas retos!

Um prisma reto tem suas aresta perpendiculares ao plano das bases. Já um prisma que não é reto é chamado de prisma oblíquo.

Observe o prisma reto e o prisma oblíquo abaixo:

Vamos pensar um pouco. Se fossemos medir a altura de ambos os prismas, a altura seria a mesma?

SIM NÃO

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

PIRÂMIDES

Os egípcios construíram grandes monumentos para servir de tumba a seus faraós. Esses monumentos possuem a forma de uma pirâmide.

CURIOSIDADE ??

Uma pirâmide pode ser denominada de acordo com o formato de sua base. Observe:

- Pirâmide hexagonal (base possui 6 lados)
- Pirâmide pentagonal (base possui 5 lados)
- Pirâmide quadrangular (base possui 4 lados)
- Pirâmide triangular (base possui 3 lados)

Trocar background da faixa

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Trocar background da faixa

Analisando as pirâmides a seguir:

I II

Marque as opções verdadeiras:

As pirâmides I e II são, respectivamente, pirâmide de base hexagonal e pirâmide de base pentagonal.

A pirâmide I possui 6 vértices, já a pirâmide II possui 5 vértices.

A pirâmide I possui 12 arestas, já a pirâmide II possui 10 arestas.

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

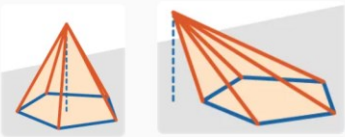

Página: HOME

Faixa

Pirâmide reta e pirâmide oblíqua: As pirâmides retas são assim chamadas quando a projeção do vértice coincide com o centro da base, caso contrário elas são ditas oblíquas.

Observe pirâmide reta e a pirâmide oblíqua abaixo:

CURIOSIDADE ??

Trocar background da faixa

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Mobile
Edite seu site para mobile

CORPOS REDONDOS


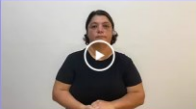
O cilindro, o cone, e a esfera são corpos redondos. Os corpos redondos são sólidos geométricos que não possuem faces laterais, mas em seu lugar possuem superfícies curvas.

CONE

CILINDRO

ESFERA

CURIOSIDADE ??

Trocar background da faixa

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

VAMOS PENSAR UM POUCO!

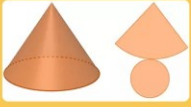

A planificação de um sólido geométrico é uma figura geométrica plana obtida a partir da superfície do sólido em questão. Das alternativas a seguir, qual corresponde a planificação do cone reto?

Um triângulo e uma circunferência.

Um triângulo e um círculo.

Um setor circular e um círculo.

DICIONÁRIO

Trocar background da faixa

Faixa

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Trocar background da faixa

PLANIFICAÇÃO

A planificação de um sólido geométrico é a figura geométrica plana formada pela superfície desse sólido. Observe alguns exemplos de planificação abaixo:

Pirâmide pentagonal

Cilindro

Prisma hexagonal

Cone

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

AGORA É A SUA VEZ!

ENEM - Maria quer inovar em sua loja de embalagens e decidiu vender caixas com diferentes formatos. Nas imagens apresentadas estão as planificações dessas caixas.

Quais serão os sólidos geométricos que Maria obterá a partir dessas planificações?

Cilindro, prisma de base pentagonal e pirâmide.

Cone, prisma de base pentagonal e pirâmide.

Cone, tronco de pirâmide e pirâmide.

Cilindro, tronco de pirâmide e prisma.

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Trocar background da faixa

ÁREA E VOLUME

O cálculo de área é a medida de uma determinada superfície, como multiplicamos duas dimensões (comprimento x altura) suas unidades de medidas se dão em cm^2 , m^2 por exemplo.

Já o volume é a medida do espaço ocupado por determinado objeto e como multiplicamos três dimensões (comprimento x altura x largura) suas unidades de medidas são dadas em cm^3 , m^3 por exemplo.

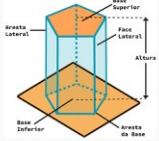

* PRISMAS

Existem alguns termos importantes que vamos observar na figura abaixo como face, base e altura do prisma.


WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar


Página: HOME


Existem alguns termos importantes que vamos observar na figura abaixo como face, base e altura do prisma.


- Área da base - o cálculo vai depender do formato da base, sendo preciso saber a medida do lado (l), observe:

$$Ab = (l^2 \times \sqrt{3})/4$$


$$Ab = l \times l$$


$$Ab = 5 \times (l^2 \times \sqrt{3})/4$$


- Área lateral - nos prismas as faces laterais são compostas por retângulos, além disso o cálculo vai depender do número de lados do prisma.

$$Al = n^\circ \text{ de lados} \times \text{base} \times \text{altura}$$


WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

- Área total - devemos lembrar que os prismas possuem duas bases.

$$At = 2 \times Ab + Al$$


- Volume - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura do prisma.


$$V = \text{Área da base} \times \text{altura}$$


• PIRÂMIDE

- Área da base - assim como nos prismas, o cálculo vai depender do formato da base, sendo preciso saber a medida do lado (l), observe:

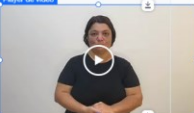
Triângulo

$$Ab = (l^2 \times \sqrt{3})/4$$


$$Ab = l \times l$$


$$Ab = 5 \times (l^2 \times \sqrt{3})/4$$


- Área lateral - nas pirâmides as faces laterais são compostas por triângulos, além disso



WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

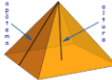

Página: HOME

$AD = \frac{1}{2} \times (l \times a) / n$

Tocar background da faixa

→ **Área lateral** - nas pirâmides as faces laterais são compostas por triângulos, além disso o cálculo vai depender do número de lados da pirâmide.

$Al = n^{\circ} \text{ de lados} \times \text{base} \times \text{apótema} / 2$


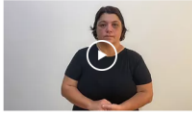



• **Área total** - devemos lembrar que as pirâmides possuem apenas uma base, assim basta somar a área da base com a área lateral.

$At = Ab + Al$

• **Volume** - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura da pirâmide, além disso o volume da pirâmide é três vezes menor que o volume de um prisma, observe:

$V = (Ab \times \text{altura}) / 3$

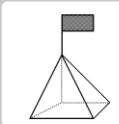
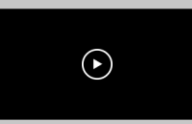



WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Tocar background da faixa

(Unesp) O prefeito de uma cidade pretende colocar em frente à prefeitura um mastro com uma bandeira, que será apoiado sobre uma pirâmide de base quadrada feita de concreto maciço, como mostra a figura.

Sabendo-se que a aresta da base da pirâmide terá 3 m e que a altura da pirâmide será de 4 m, o volume de concreto (em m³) necessário para a construção da pirâmide será:

10 12 24 36

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Alternar página
Veja todas as páginas no seu site e alterne entre elas.

• CILINDRO

- Área da base - o cálculo vai depender do valor do raio, pois trata-se de uma região circular, além disso devemos lembrar que π vale aproximadamente 3,14.

$$Ab = \pi \times r^2$$

DICIONÁRIO

- Área lateral - o cálculo vai depender do valor do raio e da altura do cilindro.

$$Al = 2 \times \pi \times r \times \text{altura}$$



- Área total - devemos lembrar que o cilindro possui duas bases, por isso multiplicamos a área da base por 2.

$$At = 2Ab + Al$$

- Volume - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura, observe:

$$V = Ab \times \text{altura}$$


WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

- Volume - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura, observe:

$$V = Ab \times \text{altura}$$



• CONE

- Área da base - o cálculo vai depender do valor do raio, pois trata-se de uma região circular, assim como o cilindro.

$$Ab = \pi \times r^2$$

- Área lateral - o cálculo vai depender do raio e da medida da geratriz (a lateral formada por qualquer segmento que tenha uma extremidade no vértice e a outra na base do cone).

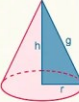
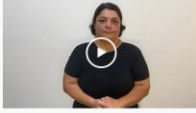
$$Al = \pi \times r \times g$$



WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME


- Área lateral - o cálculo vai depender do raio e da medida da geratriz (a lateral formada por qualquer segmento que tenha uma extremidade no vértice e a outra na base do cone).

$$Al = \pi \times r \times g$$



- Área total - devemos lembrar que o cone possui apenas uma.

$$At = Ab + Al$$

- Volume - para encontrar o volume vamos precisar saber a área da base e a altura, além disso o volume do cone é três vezes menor que o volume de um cilindro.

$$V = (Ab \times \text{altura}) / 3$$


WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

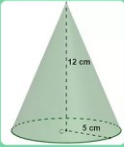

Tocar background da faixa

AGORA É A SUA VEZ!

Para calcular o volume de um cone, é necessário conhecer a sua altura e o seu raio. Assim, vamos encontrar o volume do cone mostrado na figura a seguir, sendo $\pi = 3$.

Temos que:
 Raio = 5 cm
 Altura = 12 cm

300 cm^3
 360 cm^3
 310 cm^3
 400 cm^3

5

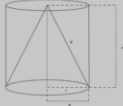
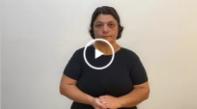
WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

Tocar background da faixa

(Cefet - SC) Dado um copo em forma de cilindro e outro de forma cônica de mesma base e altura. Se eu encher completamente o copo cônico com água e derramar toda essa água no copo cilíndrico, quantas vezes terei que fazê-lo para encher completamente esse copo?

Apenas uma vez
 Duas vezes
 Três vezes
 Uma vez meia
 É impossível saber, pois não se sabe o volume de cada sólido

5

WIX Site Configurações Avançado Contrate um profissional Ajuda Fazer upgrade

Salvar Visualizar Publicar

Página: HOME

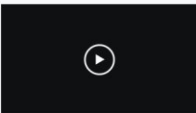

Faixa

• ESFERA

- Área e volume - para encontrar a área e o volume de uma esfera vamos precisar saber seu raio.

$A = 4 \times \pi \times r^2$

$V = (4 \times \pi \times r^3)/3$



VAMOS PENSAR UM POUCO?

O basquete é um dos esportes mais populares do mundo e foi inventado em 1891. Sabendo que bola de basquete tem 23 cm de diâmetro, qual seria a quantidade de material necessário para revestir esta bola? ($\pi = 3$) Lembrete: o raio é a metade do diâmetro.

