



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

MURILO FRACCANABBIA TREVISAN

**TRIDIMENSIONALIZAÇÃO DE MAPAS 2D
POR REALIDADE AUMENTADA**

PORTO ALEGRE

2021

MURILO FRACCANABBIA TREVISAN

**TRIDIMENSIONALIZAÇÃO DE MAPAS 2D
POR REALIDADE AUMENTADA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design Visual, da Faculdade de Arquitetura, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para a obtenção do título de Designer.

Orientadora: Gabriela Trindade Perry

Banca examinadora:

Profa. Dra. Gabriela Trindade Perry

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Orientadora)

Prof. Dr. Mário Furtado Fontanive

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

Prof. Dr. Ricardo Marques Sastre

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul)

RESUMO

Admitindo que a capacidade de abstração do estudante é essencial em processos de aprendizado, ferramentas que minimizem o esforço necessário para a realização dessa tarefa podem contribuir para a melhora no desempenho do aluno em sala de aula. O presente trabalho busca investigar formas de uma apropriação da tecnologia de Realidade Aumentada como ferramenta no auxílio do ensino de Geografia e seus aspectos históricos, pela tridimensionalização de mapas bidimensionais, através de contribuições da área do conhecimento da Visualização da Informação. No decorrer do texto, são apresentados conceitos da tecnologia e do campo de estudo, bem como usos e requisitos para tal, além de maneiras de explorar suas características com objetivos educacionais. Inicialmente, montou-se um método híbrido que buscasse, em métodos base, características projetuais específicas para cada necessidade do trabalho. Após as etapas de pesquisa, encaminhamento e definição da proposta, iniciaram-se os processos de geração de alternativas, que, após selecionadas e refinadas, compuseram um modelo de aplicativo para *smartphones* como solução projetual. Construiu-se um protótipo funcional do mesmo, o qual foi submetido a verificações requisituais e avaliações heurísticas, resultando em aprimoramentos do sistema. Ao fim, constatou-se a potencialidade da tecnologia, aplicada como ferramenta de visualização e manipulação de dados, em cumprir o propósito educacional específico.

Palavras-chave: Design Visual. Realidade Aumentada. Mapas Geográficos. Ensino.

ABSTRACT

Assuming that the student's capacity for abstraction is essential in learning processes, tools that minimize the effort required to perform this task can contribute to improving student performance in the classroom. The present work seeks to investigate ways of appropriating Augmented Reality technology as a tool to aid in the teaching of Geography and its historical aspects, by the three-dimensionalization of two-dimensional maps, through contributions from the domain of Information Visualization. Throughout the text, concepts of technology and the field of study are presented, as well as uses and requirements for such, besides ways to explore their characteristics for educational purposes. Initially, a hybrid method was set up that sought, in base methods, specific design characteristics for each work need. After the stages of research, forwarding and definition of the proposal, the processes of generating alternatives began, which, after being selected and refined, composed an application model for smartphones as a design solution. In the end, a functional prototype of the same was built, which was submitted to requirement checks and heuristic evaluations, resulting in improvements of the system. In the end, the potential of technology to fulfill the specific educational purpose, applied as a tool for visualization and manipulation of data, was verified.

Keywords: *Visual Design. Augmented Reality. Geographic Maps. Teaching.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Demonstração do uso do aplicativo <i>Landschap AR</i>	10
Figura 02 – Taxas de insucesso por município no Ensino Médio do Brasil em 2018.....	12
Figura 03 – Projeção de Mercator e sua distorção nos polos terrestres	16
Figura 04 – Filtro <i>Sasha Dog</i> no Instagram.....	19
Figura 05 – <i>Gartner Hype Cycle</i> 2018.....	20
Figura 06 – Processo de construção e interpretação de representações gráficas ...	23
Figura 07 – As duas tarefas da Visualização da Informação.....	24
Figura 08 – Modelo espacial dos atributos de um mapa	25
Figura 09 – Processo do Diamante Duplo.....	26
Figura 10 – Modelo ADDIE.....	28
Figura 11 – Projeto E.....	30
Figura 12 – Modelo proposto.....	33
Figura 13 – Telas do aplicativo <i>Google Arts & Culture</i>	36
Figura 14 – Telas do aplicativo <i>Google Lens</i>	37
Figura 15 – Telas do aplicativo <i>Google</i>	38
Figura 16 – Telas do aplicativo <i>Google Maps</i>	39
Figura 17 – Telas do aplicativo <i>Google Earth</i>	40
Figura 18 – Telas do aplicativo <i>Civilisations AR</i>	41
Figura 19 – Tela do aplicativo <i>Earth Viewer</i>	42
Figura 20 – Arquiteturas dos sistemas dos aplicativos similares baseados em RA .	43
Figura 21 – Arquiteturas dos sistemas dos aplicativos similares relativos a Geografia e/ou História	44
Figura 22 – Configuração cromática das telas mais representativas dos aplicativos similares	45
Figura 23 – Configurações cromática e morfológica dos logotipos dos aplicativos similares	45
Figura 24 – Alternativas Resumidas para a Arquitetura da Informação do aplicativo.....	55
Figura 25 – Primeiros esboços das telas do aplicativo.....	56
Figura 26 – Primeiros <i>wireframes</i> estruturais	57
Figura 27 – Painéis semânticos por termo 1	58
Figura 28 – Painéis semânticos por termo 2	59

Figura 29 – Painel semântico geral	59
Figura 30 – Paletas cromáticas geradas a partir do Painel Semântico Geral	60
Figura 31 – Alternativas de cores para a composição da paleta	60
Figura 32 – Primeiros esboços em grafite sobre papel para o logotipo.....	62
Figura 33 – Desenvolvimento digital das alternativas iconográficas	62
Figura 34 – Ícones pré-selecionados	63
Figura 35 – Fontes para Logotipo	64
Figura 36 – Fontes para Títulos, Subtítulos e Textos	64
Figura 37 – Aplicações gráficas.....	65
Figura 38 – Arquitetura de navegação selecionada	67
Figura 39 – <i>Wireframes</i> desenvolvidos	68
Figura 40 – Paleta Cromática final	69
Figura 41 – Desenho final do símbolo sob grid de construção.....	71
Figura 42 – Combinações entre símbolo e tipografias	72
Figura 43 – Composição final do logotipo e área de não interferência.....	72
Figura 44 – Iconografia completa usada	73
Figura 45 – Tela Inicial e janelas de diálogo.....	74
Figura 46 – Menu Mais Opções: Conta e Configurações.....	75
Figura 47 – Ferramentas Camadas e Geo Sala.....	75
Figura 48 – Ferramenta Suporte: Biblioteca e Tutorial	76
Figura 49 – Telas do tutorial 1	76
Figura 50 – Telas do tutorial 2	77
Figura 51 – Telas do tutorial 3	77
Figura 52 – Fluxos de navegação entre telas.....	78
Figura 53 – Fluxos de navegação entre conexões de conta e ativação de sala	79
Figura 54 – Resultados das questões sobre Reconhecimento	82
Figura 55 – Resultados das questões sobre Navegação	82
Figura 56 – Mudanças de elementos do cabeçalho e Linha do Tempo.....	84

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Agrupamento de etapas.	31
Quadro 02 – Comparativo de Escalas de Diferencial Semântico com padrão de ocorrência.....	46
Quadro 03 – Tabela de Necessidades e Requisitos de Usuário e de Sistema.....	53
Quadro 04 – Geração de alternativas para o nome do aplicativo.....	61
Quadro 05 – Ranqueamento de referências temáticas por ordem de importância ...	66
Quadro 06 – Ranqueamento de qualidades visuais e operacionais por ordem de importância.....	66
Quadro 07 – Alternativas de nomes com suas referências listadas por ordem de representatividade.....	70
Quadro 08 – Alternativas de logotipos listadas conforme suas qualidades estéticas e operacionais.....	72
Quadro 09 – Tipografias para a interface listadas conforme suas qualidades estéticas e operacionais.....	73
Quadro 10 – Verificação de requisitos da primeira versão do Protótipo.....	80

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 JUSTIFICATIVA	12
1.1 PROBLEMA DE PROJETO.....	16
1.2 OBJETIVOS	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 REALIDADE AUMENTADA.....	17
2.2 VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO	21
3 METODOLOGIA	25
3.1 MÉTODOS GUARDA-CHUVA: ‘DIAMANTE DUPLO’ E ‘MUNARI’	25
3.2 MÉTODO ‘ADDIE’	27
3.3 MÉTODO ‘PROJETO E’	29
3.4 MÉTODO PROPOSTO.....	30
4 PESQUISA E ENCAMINHAMENTO	33
4.1 ENTREVISTA COM ESPECIALISTA	33
4.2 ANÁLISE DE MERCADO	34
4.2.1 Aplicativos da Google	34
4.2.1.1 Google Arts & Culture	35
4.2.1.2 Google Lens	36
4.2.1.3 Google	37
4.2.1.4 Google Maps.....	38
4.2.1.5 Google Earth.....	39
4.2.2 Civilisations AR	40
4.2.3 Earth Viewer	41
4.2.4 Análises desenhísticas	42
4.2.4.1 Arquiteturas da informação	42
4.2.4.2 Telas e <i>wireframes</i>	43

4.2.4.3 Identidades visuais	44
4.2.4.4 Escalas de diferencial semântico	45
4.2.6 Análises heurísticas	46
5 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	47
5.1 PÚBLICO ALVO	47
5.2 DEFINIÇÕES SOBRE O APLICATIVO	47
5.2.1 Funcionalidades e Ferramentas	48
5.2.2 Jornada do Usuário	48
5.2.3 Competências a serem desenvolvidas pelos estudantes	50
5.2.4 Situação didática e especificações	50
5.3 REQUISITOS	51
5.3.1 Requisitos e Restrições do Projeto	51
5.3.2 Necessidades e Requisitos do Usuário e do Sistema	52
6 DESENVOLVIMENTO	54
6.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	54
6.1.1 Arquitetura da informação	54
6.1.2 Wireframes e telas	55
6.1.3 Identidade Visual	56
6.1.3.1 Painéis semânticos	57
6.1.3.2 Paleta cromática	59
6.1.3.3 <i>Naming</i>	60
6.1.3.4 Logografia	60
6.1.3.5 Iconografia	62
6.1.3.6 Tipografia	62
6.1.3.7 Aplicação das propriedades visuais	63
6.2 CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO	64
7 PROTOTIPAÇÃO	66
7.1 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS	66

7.1.1 Soluções estruturais	66
7.1.2 Soluções estéticas	67
7.1.2.1 Paleta cromática	67
7.1.2.2 Nome	68
7.1.2.3 Logotipo	69
7.1.2.4 Iconografia	72
7.1.2.5 Tipografia.....	72
7.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO	73
8 SOLUÇÃO	77
8.1 PROTÓTIPO FUNCIONAL.....	77
8.2 VALIDAÇÃO	78
8.2.1 Verificações de requisitos	79
8.2.2 Testes de usabilidade	79
8.2.3 Análises	82
8.3 ADEQUAÇÕES	82
CONSIDERAÇÕES FINAIS	84
REFERÊNCIAS	85

INTRODUÇÃO

A utilização extensiva das redes sociais atualmente nos permite observar como as tecnologias emergentes vêm sendo aplicadas para diversos fins, tais como para entreter-se, se informar e estudar. Tratando objetivamente da Realidade Aumentada (RA), nota-se um amplo crescimento na aplicação e disponibilidade, motivadas pela boa aceitação do público, consolidando, assim, uma via de mão dupla.

Diversos estudos, alguns deles citados no decorrer deste trabalho, apontam para o uso de tecnologias interativas, e especificamente a Realidade Aumentada, como ferramenta para auxiliar o ensino e aprendizado em ambiente escolar. O uso de RA na educação não é novidade, sendo explorado nos mais diversos temas e áreas, como, por exemplo, pelo aplicativo *Landscape AR* (Figura 01), que permite a visualização em 3D de relevos criados a partir de desenhos em papel.

Figura 01 – Demonstração do uso do aplicativo *Landscape AR*.



Fonte: Linguagem Geográfica¹ (2015). Adaptado pelo Autor.

Outra maneira de fazer uso da RA em ferramentas de auxílio ao ensino e aprendizagem é explorando sua visualidade. Segundo Ware (2004), a área da Visualização da Informação tem como seu objeto de trabalho a coleta, interpretação e representação gráfica de conjuntos de dados. Tal campo do conhecimento orienta as maneiras mais eficazes para a tarefa de transformar informações abstratas em objetos visualizáveis e passíveis de interação e exploração.

Procura-se, neste trabalho, investigar formas de aliar, a partir do trabalho de dados crus, a construção de objetos digitais visualizáveis e interatuáveis com sua aplicação em contextos de aprendizagem de áreas específicas do conhecimento, nomeadamente aqui as Ciências Humanas do Ensino Médio brasileiro.

¹ Disponível em: <<https://bit.ly/37ZW8fw>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Para tal, há a preocupação em aprofundar o estudo sobre as tecnologias e conhecimentos necessários para o projeto, adequar a metodologia de trabalho às especificidades dos temas relacionados, reunir dados diversos sobre o público alvo e as respostas de suas necessidades encontradas atualmente em produtos similares, além de construir as próprias propostas de solução, as quais foram submetidas a testes de validação.

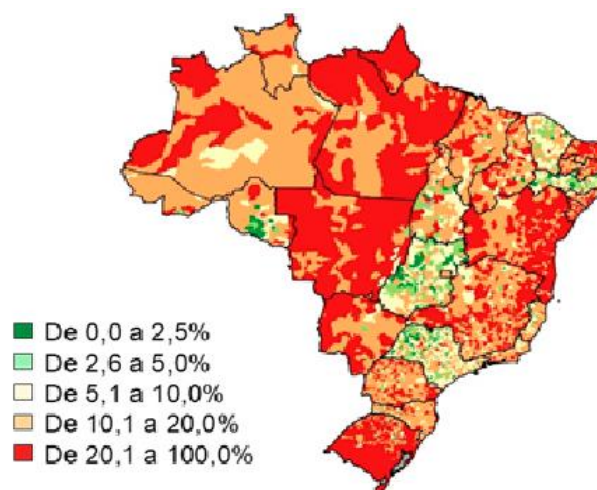
Dando seguimento, destacam-se alguns dos aspectos educacionais relacionados desenvolvidos ao longo da Justificativa, finalizada pela definição dos objetivos de projeto.

1 JUSTIFICATIVA

É importante destacar que, apesar do volume significativo de trabalhos e estudos envolvendo RA e educação, o estado da arte da tecnologia ainda enfrenta alguns desafios para seu uso em larga escala, não só envolvendo a área educacional, mas também demais setores interessados, como destaca Frajberg (2019). Os custos e a complexidade de se implementar esse tipo de tecnologia em dispositivos com restrição de *hardware* explicam, em parte, a dificuldade, observada pelo The Horizon Report (2019, p. 37), com Realidade Aumentada, Virtual e Mista, em proporcionar experiências autênticas de aprendizagem, uma vez que ainda se questiona o porquê usá-las e em que seu uso facilitaria/melhoraria o aprendizado. Tais fatores, porém, não diminuem a importância e o potencial da tecnologia como ferramenta educacional, apenas mostram o caminho a ser perseguido e os desafios a serem superados.

Entre tais desafios, observamos que o ensino acessível e de qualidade encontra barreiras de aprendizagem, que levam a taxas consideráveis de insucesso escolar (reprovação + abandono), principalmente no ensino médio, como mostra a Figura 02. Tais taxas representam um grande desafio aos objetivos da Meta 03² do Plano Nacional de Educação (PNE), que busca garantir, até 2024, que 85% dos jovens de 15 a 17 anos estejam no Ensino Médio.

Figura 02 – Taxas de insucesso por município no Ensino Médio do Brasil em 2018.



Fonte: INEP³ (2019). Adaptado pelo autor.

² Disponível em: <<https://bit.ly/3vAWGRZ>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

³ Disponível em: <<https://bit.ly/3y9rtqA>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Apesar desses números não definirem por si só a realidade da educação brasileira e suas particularidades regionais, eles refletem, além de um grande espaço para a melhora dos indicadores da educação nacional, um enorme desafio e a responsabilidade para a concretização de tal feito.

Segundo Vygotsky (1984, apud BELO e BRANDALISE, 2011, p. 6), a capacidade de abstração dos alunos é um dos pontos fundamentais para o processo de aprendizagem conceitual. Tal habilidade é alcançada quando se inibem ideias secundárias, focando no essencial. Portanto, a concentração do estudante, fator central neste cenário, se não estimulada de forma satisfatória, pode levar ao desinteresse do mesmo, podendo acarretar no abandono de suas atividades junto à escola, uma vez que não encontra sentido prático para os problemas do seu cotidiano no conteúdo ensinado.

Diante desse cenário, a utilização da tecnologia de Realidade Aumentada, popularizada entre o público jovem através de redes sociais como o *Instagram* e outros aplicativos, vem como ferramenta para auxiliar e potencializar os esforços já empreendidos pelos profissionais de ensino na tarefa da melhoria da educação brasileira, não só nos índices, mas na proposta como um todo.

Sabe-se que a RA é capaz de estabelecer ambientes educacionais enriquecidos pelas características de imersão (VÁZQUEZ-CANO et al., 2020, p. 394) e interação em tempo real com objetos e informações virtuais combinadas ao mundo real (AZUMA, 1997, p. 356), facilitando a abstração de conteúdos através da visualização em três dimensões. Demanda-se, então, que os trabalhos de produção e aplicação da Realidade Aumentada como ferramenta de ensino e aprendizagem ampliem a diversidade de temáticas, preocupando-se, também, com formas de popularizar e facilitar o acesso a ela, em termos de *software*, sua posse e seu uso, tanto pelo professor, quanto pelo estudante em suas realidades e cotidianos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estabelece a área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas como integrada pelas disciplinas de Geografia, História, Filosofia e Sociologia⁴ (as duas últimas sendo lecionadas apenas no Ensino Médio), e define uma série de competências gerais e específicas, que, por sua vez, se desdobram em habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes (BRASIL, 2017).

⁴ Disponível em: <<https://bit.ly/37SWkgF>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Para essa área, são elencadas dez competências gerais, das quais quatro são de especial interesse para o presente trabalho:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.
2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.
3. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.
4. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2017, p. 9).

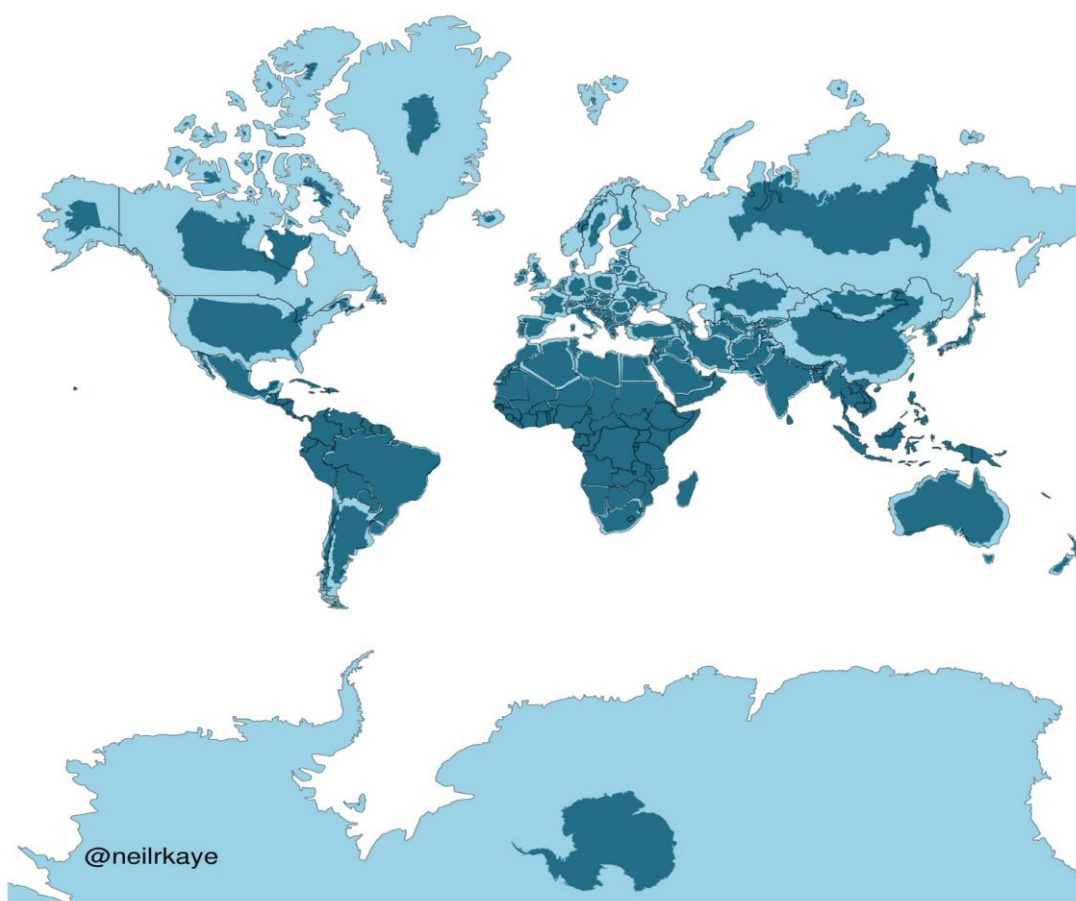
Entende-se que das seis competências específicas da área, listadas pela BNCC, as quatro primeiras se destacam:

1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.
2. Analisar a formação de territórios e fronteiras em diferentes tempos e espaços, mediante a compreensão das relações de poder que determinam as territorialidades e o papel geopolítico dos Estados-nações.
3. Analisar e avaliar criticamente as relações de diferentes grupos, povos e sociedades com a natureza (produção, distribuição e consumo) e seus impactos econômicos e socioambientais, com vistas à proposição de alternativas que respeitem promovam a consciência, a ética socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional, nacional e global.
4. Analisar as relações de produção, capital e trabalho em diferentes territórios, contextos e culturas, discutindo o papel dessas relações na construção, consolidação e transformação das sociedades (BRASIL, 2017, p. 558).

Com posse dessas informações, naturalmente percebe-se uma costura mais forte entre as disciplinas de Geografia e História. Sabendo que a representação em duas dimensões de objetos tridimensionais inevitavelmente sofre distorções, propõe-

se, aqui, aplicar ao globo terrestre a representação de mapas tradicionalmente apresentados de forma bidimensional. Um dos mais famosos exemplos é a projeção de Mercator, que deforma os polos, aumentando drasticamente sua área, como mostra a Figura 03. Por fim, aproveita-se essa oportunidade para adicionar o fator histórico, priorizando representar não somente a imagem estática do hoje, mas também levando em conta uma abordagem diacrônica, ilustrar os momentos passados, políticos, e, por que não, físicos do nosso planeta.

Figura 03 – Projeção de Mercator e sua distorção nos polos terrestres.



Fonte: Neil Kaye⁵ (Twitter) (2019).

É nesse momento que as ferramentas e métodos de Design podem contribuir, num esforço para tornar possível tal feito, projetando a arquitetura e a interface de um aplicativo que, por meio da RA, auxilie o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes no Brasil.

⁵ Disponível em: <<https://bit.ly/3F5LgsF>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

1.1 PROBLEMA DE PROJETO

Como contribuir para o ensino e aprendizagem das transformações do nosso planeta, por meio do estímulo à visualização, com o auxílio de um aplicativo que use a tecnologia de Realidade Aumentada?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral é investigar maneiras aplicáveis de explorar a tecnologia de Realidade Aumentada como ferramenta de representação tridimensional de mapas 2D em contexto de aprendizado.

Os objetivos específicos são:

- a) Estudar formas de ferramentalizar a Realidade Aumentada para uso pedagógico.
- b) Desenvolver maneiras de facilitar o aprendizado em Ciências Humanas no Ensino Médio por meio de técnicas de visualização de informações.
- c) Projetar a arquitetura de navegação, interface e identidade visual de um aplicativo que implemente ferramentas de visualização por meio de Realidade Aumentada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, são apresentados os dois arcabouços teóricos do trabalho: Realidade Aumentada e Visualização da Informação. No desenvolver dos tópicos, são tratadas a conceituação, usos atuais e a visualização de informações pela RA, além das questões relativas à representação e visualização de informações geográficas e cartográficas.

Para fins de delimitação das dimensões do trabalho, mantendo ainda seu caráter educacional, lúdico e informativo, optou-se por não atrelar uso do produto final à um propósito exclusivamente pedagógico e de utilização apenas dentro da sala de aula, uma vez que não se pretende projetar um objeto substituto ao material didático atual. Assim, temas relacionados à prática pedagógica em sala de aula não serão aprofundados.

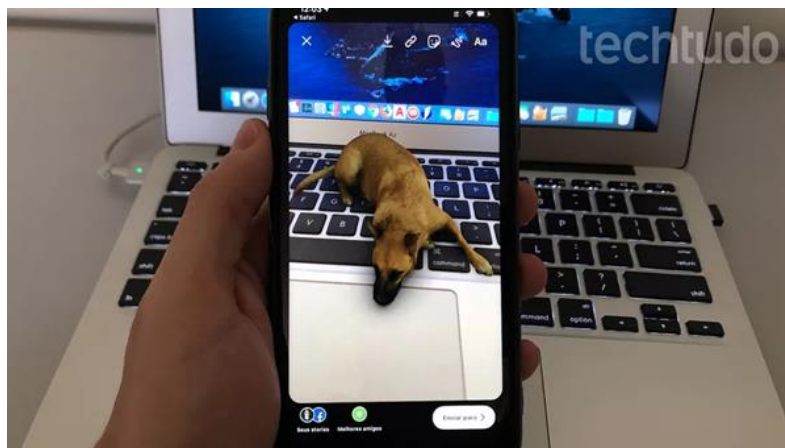
2.1 REALIDADE AUMENTADA

A Realidade Aumentada é uma tecnologia que vem se consolidando aos poucos no dia a dia de quem lida com o universo digital e virtual. Nos últimos anos, seu uso vem seguindo uma trajetória de adoção exponencial, especialmente por conta das redes sociais e demais aplicações de entretenimento, como também em plataformas educativas. Na Figura 04, observa-se o filtro *Sasha Dog* na plataforma *Instagram*, que viralizou no Brasil em 2019, onde o modelo tridimensional de um cão aparece sob a imagem da superfície capturada pela câmera do *smartphone*.

Entende-se por Realidade Aumentada, na definição de Azuma (1997, p. 356), qualquer sistema que reúna as 3 características básicas seguintes:

- “Combine real e virtual;
- Seja interativo em tempo real;
- Seja registrado em 3 dimensões.”

Cabe lembrar que a interação não se limita apenas ao sentido da visão, mas pode contemplar também a audição, olfato, tato e até paladar.

Figura 04 – Filtro *Sasha Dog* no Instagram.

Fonte: Techtudo⁶ (2019).

De acordo com FUHRT (2011), os mais diferentes métodos de registro de imagem para RA consistem usualmente em dois estágios: o rastreamento e a reconstrução/reconhecimento. O primeiro equivale à detecção de pontos de interesse, predefinidos ou não, na imagem captada pela câmera. Já o segundo estágio usa os dados obtidos para a reconstrução do mundo real em um sistema de coordenadas. É nesse ambiente em que são inseridos os objetos virtuais a serem representados através de dispositivos vestíveis (*wearables*), como óculos, dispositivos portáteis, como *smartphones*, ou até projeções holográficas direto no ambiente real, sem a necessidade de dispositivos, na chamada Realidade Aumentada Espacial. Os métodos de registro diferem principalmente de acordo com o ambiente, se interno ou externo, se o dispositivo é móvel ou estático, se sua localização é conhecida ou não e se a geometria tridimensional do ambiente e dos objetos é previamente conhecida/calculada ou não.

Para termos uma ideia do estágio de adoção de uma tecnologia emergente, o instituto Gartner elabora anualmente o *Gartner Hype Cycle*, um gráfico (Figura 05) com relação à expectativa, popularidade e plena adoção na esfera social dessa tecnologia. Sua construção é embasada em análises, pesquisas, citações acadêmicas e mercados mundiais, dividindo o ciclo em 5 estágios: (1) Gatilho de Inovação, que é quando um avanço tecnológico em potencial propicia os primeiros experimentos e conceitos; (2) Pico de Expectativas Infladas, que acontece após a novidade tecnológica ganhar publicidade significativa; (3) Fosso da Desilusão, ocorrendo à

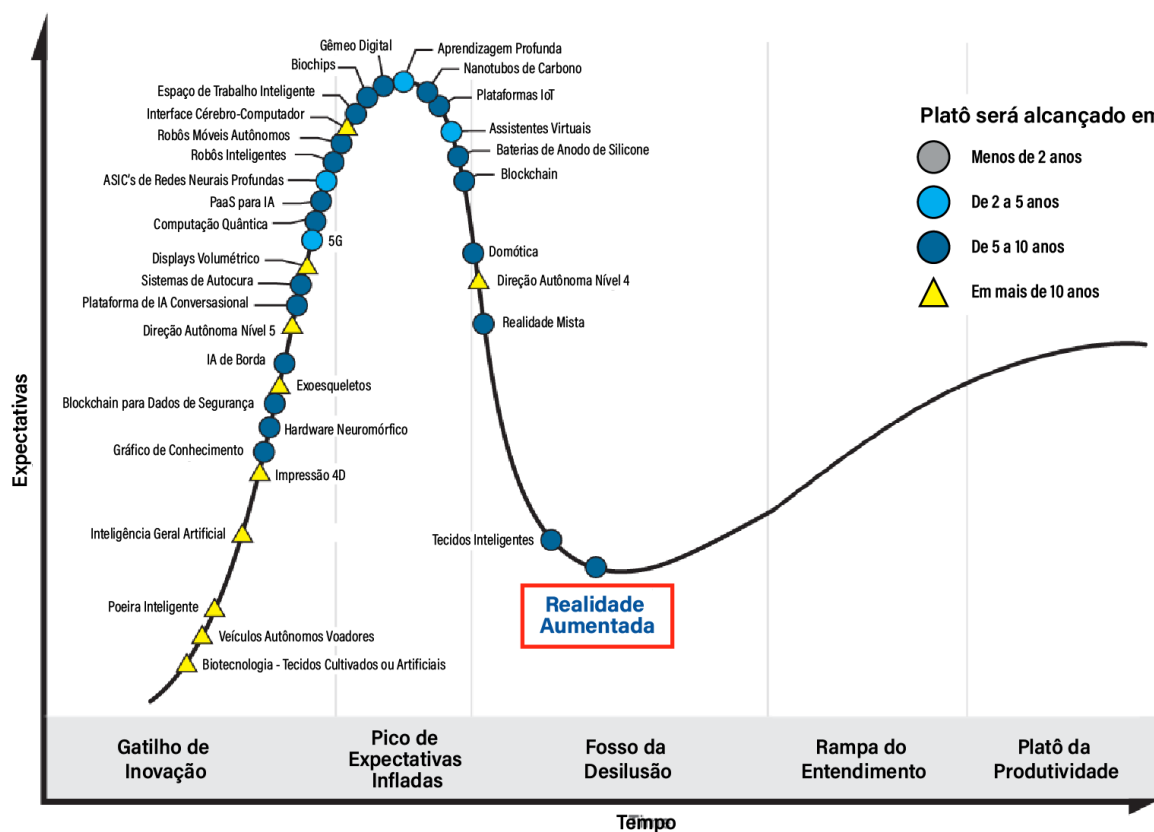
⁶ Disponível em: <<http://glo.bo/3KwWF5H>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

medida em que os experimentos e implementações não são entregues conforme a expectativa; (4) Rampa do Entendimento, sendo o estágio onde mais exemplos de implementação da tecnologia ganham a confiança das instituições mais inovadoras; e (5) Platô da Produtividade, onde a tecnologia entra em estágio final de amadurecimento, ganhando relevância e aplicabilidade no mercado e na sociedade.

Apesar de apresentar generalizações quanto ao ciclo de vida das tecnologias, essa ferramenta tem forte relevância no que tange ao assunto, ao levar-se em conta o recolhimento de estudos, revisões sistemáticas, análises e opiniões que sustentem a construção do gráfico. A última aparição da RA no ciclo de Gartner se deu em 2018, localizada no fundo do Fosso da Desilusão, como mostra a Figura 05, com uma expectativa de alcance do Platô entre 5 e 10 anos. Essa constatação acompanha as análises já citadas aqui (THE HORIZON REPORT, 2019) que observam a dificuldade na implementação em larga escala da tecnologia.

Figura 05 – Gartner Hype Cycle 2018.

Ciclo de Expectativas para Tecnologias Emergentes, 2018



Fonte: Gartner Institute (2018). Adaptado pelo Autor.

Embora a RA não tenha aparecido mais no *Hype Cycle*, hoje em dia, pode-se inferir que ela se encontra ao menos no 4º estágio (Rampa do Entendimento), uma vez que é observada uma considerável utilização em redes sociais, aplicativos de entretenimento, jogos e no marketing. Um exemplo ubíquo são os já mencionados filtros da rede social *Instagram*, com que, no uso da câmera frontal do *smartphone*, o rosto do usuário é detectado e escaneado pelo aplicativo para a aplicação de filtros e efeitos especiais de toda sorte. Outro exemplo é o caso do jogo *Pokémon Go*, “o primeiro jogo de realidade aumentada baseado em localização a alcançar o status de *mainstream*” (PAAVILAINEN et al., 2017, p. 2494), que oferece ao jogador a interação com os personagens da franquia num mapa fictício baseado na localização por GPS, misturando Realidade Aumentada e Virtual.

A área médica possui aplicações muito relevantes da tecnologia⁷, com destaque para seus usos durante procedimentos cirúrgicos, tornando-os minimamente invasivos, na medida em que se consegue visualizar tecidos e órgãos sem a necessidade de cortes para tal. Os empregos da RA na indústria se expressam, entre outros casos, na “manutenção e reparo de maquinários complexos” (AZUMA, 1997, p. 358), bem como na própria operação de produção em ambientes de colaboração humano-robô (MAKRIS, et al., 2016). Na construção civil, Feiner et al. (1995) cita a visualização de elementos internos a paredes e estruturas de concreto, como vigas, pilares, tubos, ferragens, etc., e Azuma (1997) idealiza a visualização de futuras construções no lugar onde serão erguidas.

Azuma (1997) também hipotetiza a reconstrução virtual de antigos sítios históricos, como o terreno de *Gettysburg* (palco de uma importante batalha da Guerra Civil Norte Americana) ou o interior do Parthenon de 430 a.C. Mas não só a remontagem de objetos, edifícios, ambientes e situações do passado (BLANCO-FERNÁNDEZ, et al., 2014), e de artefatos ainda existentes (KOBESSE E HOLMQUIST, 2020) é possível de ser explorada. O rastreamento do ambiente permite a identificação e classificação de determinado(s) item(ns) (TAVERRITI et al., 2016), e o cruzamento com bancos de dados preexistentes pode disponibilizar, assim, uma série de informações a serem visualizadas através da RA. A integração com sistemas de geolocalização, por exemplo, pode informar e direcionar ao usuário locais próximos que estão escondidos na paisagem do momento, mostrando caminhos e setas

⁷ Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25037466/>> e <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25527874/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

virtuais, reduzindo, portanto, o esforço mental e enriquecendo a experiência (KOUROUTHANASSIS et al., 2014). Nota-se, então, para além do potencial turístico, o forte potencial educacional.

Cada vez mais estudos envolvendo RA na educação são publicados. É considerável, também, o número de revisões sistemáticas de literatura, as quais reúnem diversos desses trabalhos, ora focados em um tema específico, ora mais abrangentes, apresentando as vantagens, limitações, desafios, recursos e outras tendências da tecnologia quando aplicada nesse campo. Bacca et al., (2014) trazem em seu estudo uma reunião de 32 trabalhos entre 2003 e 2013. Em resumo, apresentam “o ganho no aprendizado, maior motivação e colaboração dos estudantes” (p. 146) como principais vantagens do uso da RA na educação; e como limitações, “a dificuldade na manutenção de informações sobrepostas, muita atenção para as informações virtuais e a consideração da RA como uma tecnologia intrusiva” (p. 146), ou seja, promove a invasão de privacidade. O estudo também delinea como “principal propósito a explicação de um tópico de interesse, bem como o fornecimento de informações adicionais” (p. 146).

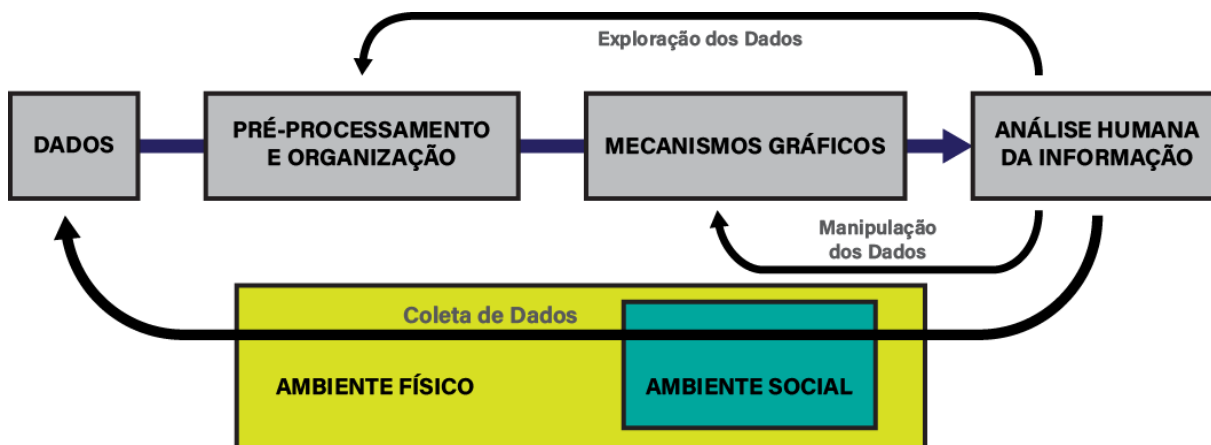
Apesar de certos impeditivos em termos de *hardware*, a popularidade dos *smartphones* mostra um caminho promissor a ser seguido. A utilização da RA na educação, portanto, tem potencial para a criação de atividades expositivas, interativas, muitas vezes lúdicas e que se mostram vantajosas no enriquecimento da experiência do aprendizado dentro da sala de aula. Trata-se, então, de, entre outras coisas, adaptar o conteúdo didático à sua visualização e interação dentro do universo virtual.

2.2 VISUALIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Visualização da Informação é uma área do conhecimento que se preocupa com a construção e interpretação de representações gráficas de um determinado conjunto de dados através de métodos e ferramentas computacionais (WARE, 2004), em resumo, em tornar visível informações abstratas. Ware (2004) divide esse processo em 4 estágios, como mostrados na Figura 06: 1) a coleta e armazenamento dos dados; 2) o processamento e a organização dos dados; 3) a utilização de ferramentas computacionais para a construção da imagem gráfica; e 4) a análise destes dados pelo ser humano e sua capacidade perceptiva e cognitiva. Pode-se ainda visualizar na Figura 06 dois tipos de dados de acordo com a divisão proposta por Chen (1976):

as entidades, que são geralmente os objetos de interesse que queremos visualizar; e os relacionamentos, que marcam a forma como se estruturam as relações entre as entidades. Ainda há os atributos, que qualificam as entidades e relacionamentos, de forma que não podem ser pensados independentemente (WARE, 2004).

Figura 06 – Processo de construção e interpretação de representações gráficas.

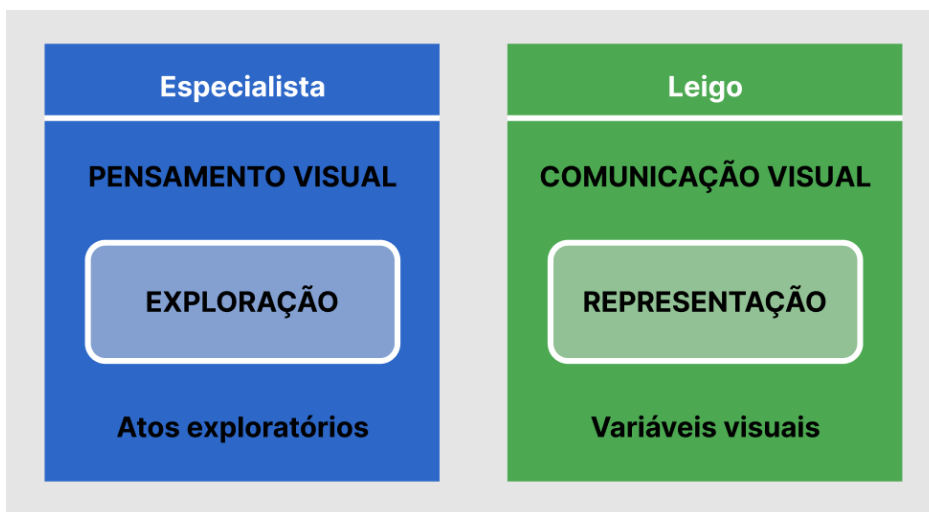


Fonte: Ware (2004). Adaptado pelo Autor.

Quando se fala na representação de algo, se adentra ao campo da semiótica. Ware (2004), além de nos lembrar que, em última instância, os significados das coisas são arbitrários e regulados pelas convenções socioculturais e códigos artificiais, enfatiza que, em maior ou menor grau, os seres humanos possuem semelhantes características biológicas que tratam da visão, percepção e cognição. Sendo assim, há parâmetros que, ao serem seguidos durante a construção de uma representação, irão naturalmente diminuir o esforço cerebral, melhorando a comunicação proposta.

Numa tentativa de desenhar tais parâmetros, Jian (1996), em seu estudo sobre Visualização Cartográfica, divide-a de acordo com a intenção do produto final (Figura 07), levando em conta dois tipos de usuários e o respectivo uso que cada um faz do objeto resultante. Se o usuário é considerado um especialista, ele usa o mapa com a finalidade de analisar o conteúdo em busca de informações implícitas. Para um usuário considerado leigo, o mapa serve para apresentar, comunicando informações já conhecidas.

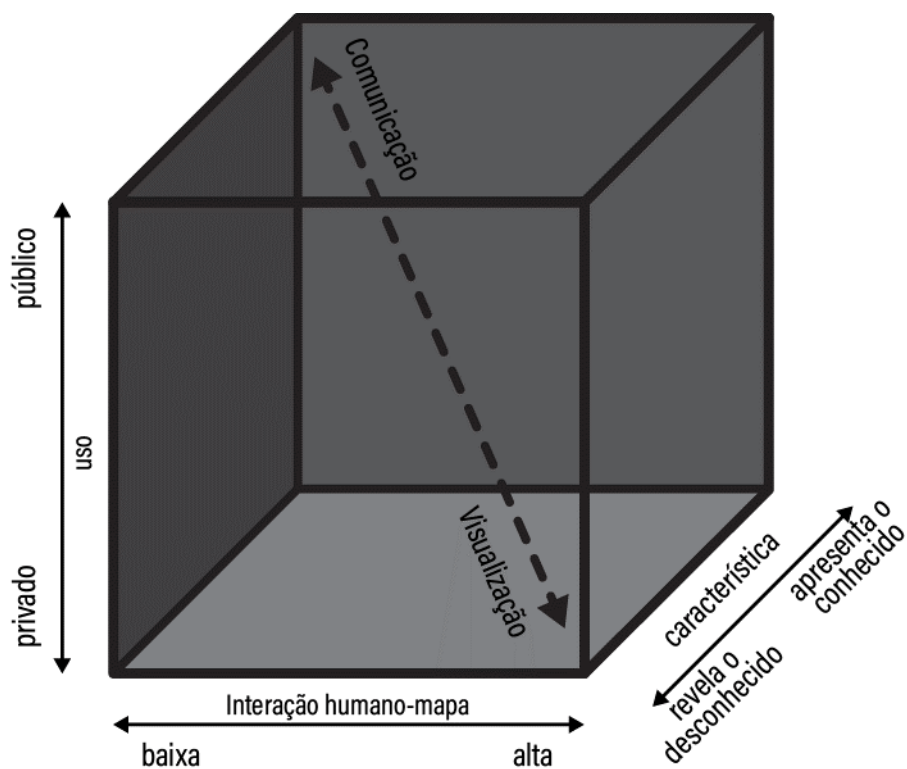
Figura 07 – As duas tarefas da Visualização da Informação.



Fonte: Jian (1996). Adaptado pelo Autor.

Essa noção de uso do produto a ser visualizado está presente no trabalho de MacEachren (1994), que, em seu livro *Visualization in Modern Cartography*, propõe um modelo espacial, mostrado na Figura 08, com 3 eixos de atributos, e que busca definir o caráter do objeto gráfico em questão (no caso de MacEachren, um mapa).

Figura 08 – Modelo espacial dos atributos de um mapa.



Fonte: MacEachren (1994). Adaptado pelo Autor.

Os atributos citados dão conta: do domínio, se é privado ou público, isto é, se o mapa foi elaborado sob medida ou para um público amplo; da interação humano-mapa, se é baixa ou alta; e do conteúdo, se ele revela informações desconhecidas ou se apresenta informações conhecidas. Quanto mais específico é o público, mais alta a interação e mais implícita é a informação, o propósito final se torna a Visualização. Como exemplo, temos o sistema de informações geográficas ArcGis. Por outro lado, quanto mais amplo é o público, mais baixa a interação e mais explícita é a informação, temos como propósito a Comunicação. O mapa-múndi político de um livro didático exemplifica esse caso.

Few (2009) destaca que a natureza abstrata de dados quantitativos em colaboração com a natureza física de dados qualitativos, ambos dispostos em conjunto, sobrepostos ou próximos, enriquece a análise pretendida. A interação, citada anteriormente, pressupondo, então, que se possa mudar os parâmetros do que se está visualizando, possibilita o trânsito entre objetos gráficos mais exploratórios, voltados a públicos mais específicos, e objetos gráficos mais comunicativos, voltados a públicos mais amplos.

A partir da investigação da base teórica necessária para o início do trabalho, pôde-se iniciar a construção metodológica do projeto.

3 METODOLOGIA

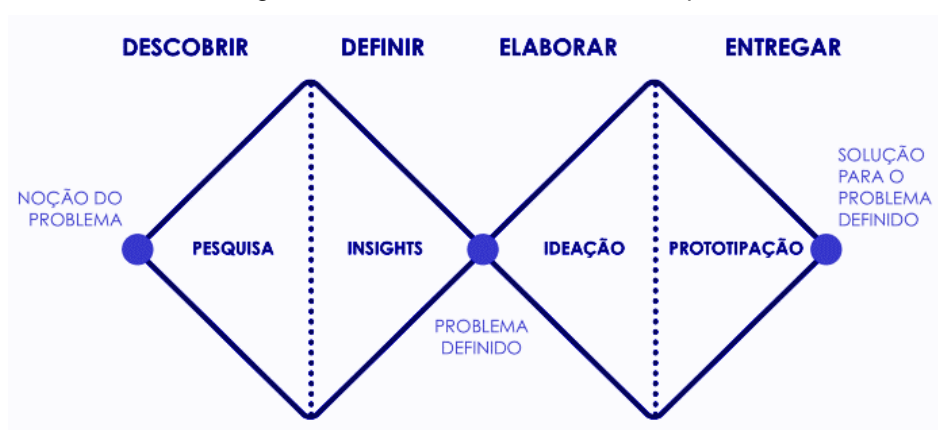
Para atender às especificidades de um projeto de aplicação de RA em plataformas voltadas à aprendizagem, construiu-se um método adaptado para o presente trabalho. Os métodos Duplo Diamante e de Munari serão utilizados na formação de um guarda-chuva, uma vez que apresentam aspectos fundamentais do processo de resolução de problemas em Design de uma forma geral: a iteratividade entre as etapas e o comprometimento crescente com o detalhamento à medida que se avança rumo à solução do problema.

Para a solução dos problemas específicos relativos ao caráter do projeto, foram usados o método ADDIE, voltado a objetos de aprendizagem, e o método Projeto E, cujo propósito atende à produção de Interfaces Gráficas Amigáveis.

3.1 MÉTODOS GUARDA-CHUVA: 'DIAMANTE DUPLO' E 'MUNARI'

Em verdade, o Duplo Diamante não é visto pelos seus criadores como um método, mas como uma representação geral do processo de solução de problemas de design. Desenvolvido entre 2003 e 2004 pelo *British Design Council*⁸, na ambição de reunir as características básicas de um projeto de design, foi construído através de intensa análise, mapeamento e desconstrução de vários outros projetos anteriores da própria instituição e de outras entidades e autores independentes.

Figura 09 – Processo do Diamante Duplo.



Fonte: Medium⁹ (2019).

⁸ Disponível em: <<https://bit.ly/3OVKeUr>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

⁹ Disponível em: <<https://bit.ly/3KwXCeh>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

O resultado apresenta 4 fases centrais do andamento de um projeto e seus respectivos objetivos de trabalho, num movimento de abertura e fechamento de conteúdo e possibilidades, como mostrado na Figura 09: 1) a fase de Descoberta, onde se produz a pesquisa; 2) a fase de Definição, onde se produz o *insight*; 3) a fase de Elaboração, onde o produto é a ideação; e 4) a fase de Entrega, onde o produto é o protótipo.

Já o método de Munari, apresentado em seu livro *Das Coisas Nascem Coisas* (1981), tem por essência a fragmentação do problema em partes menores para uma compreensão total do mesmo, almejando “atingir o melhor resultado com o menor esforço” (p. 20). O autor preza pelo cuidado aos aspectos objetivos, como funcionalidade, manuseio, produção, etc., negando o luxo e as frivolidades. A ideia é que “o belo é a consequência do justo”, logo, a estética de um produto se resolve automaticamente quando resolvido seu conteúdo.

A construção das etapas começa estabelecendo uma ligação entre Problema e Solução. Na sequência, Munari desmembra esse caminho em:

- Definição do Problema, onde são definidos os limites do trabalho;
- Componentes do Problema, onde são evidenciadas as subdivisões do problema geral, sugerindo uma ideia de solução;
- Recolha de Dados, onde são reunidas informações prévias sobre trabalhos similares já realizados;
- Análise de Dados, onde são analisadas tais informações;
- Criatividade, onde se assume um modo em que a ideia inicial é mantida nos limites até então delineados;
- Materiais e Tecnologia, onde se recolhem dados relativos à produção;
- Experimentação, onde se iniciam os experimentos;
- Modelo, onde se constroem modelos a partir das conclusões dos experimentos;
- Verificação, onde se verificam os modelos com terceiros;
- Desenho Construtivo, onde se executam os desenhos necessários para a construção de um protótipo.

Munari assume que “o método projetual do designer não é absoluto nem definitivo” (p. 21), mas sim algo modificável na medida em que se encontram novos valores objetivos de importância ao processo. É observável que o passo-a-passo pode

se encaixar, com alguns ajustes, dentro do Duplo Diamante. Com a reunião e o realocamento de etapas semelhantes, pode-se reorganizar o caminho no intuito de resumir-lo e reduzir o retrabalho, diminuindo o esforço final.

No entanto, como o problema deste projeto tem especificidades não contempladas nos métodos aqui apresentados, buscou-se orientação metodológica também na literatura sobre Design Instrucional, apresentada no item a seguir.

3.2 MÉTODO 'ADDIE'

Segundo Molenda (2003), não se pode definir com precisão a fonte primária do modelo ADDIE. De acordo com seu estudo, o mais próximo da origem da abordagem é o trabalho em conjunto com a *Florida State University* e o Exército Estadunidense, o qual desenvolveu um modelo chamado de Procedimentos Interserviço para Desenvolvimento de Sistemas Instrucionais (PIDSII), cujo gráfico apresentava 5 títulos: *Análise*, *Design*, *Desenvolvimento*, *Implementação* e *Controle*. Posteriormente, o termo *Controle* foi substituído por *Avaliação* (Figura 10).

Figura 10 – Modelo ADDIE.



Fonte: Clarity¹⁰ (2015). Adaptado pelo Autor.

A primeira etapa (*Análise/Identificação*) consiste no entendimento do contexto dos estudantes em relação ao seu aprendizado atual, o aprendizado pretendido, suas forças e fraquezas, restrições, necessidades e oportunidades, ou seja, o problema

¹⁰ Disponível em: <<https://bit.ly/3LFsWZU>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

educacional e suas características e a solução aproximada. Ao fim, costuma-se elaborar um Relatório que sintetize a situação dada e os objetivos almejados. A segunda etapa (Design/Especificação) dá conta do planejamento da situação de aprendizado e a produção e seleção dos materiais a serem usados nela. Pode ser feita a produção de um Roteiro da Atividade, no qual se descrevem as estratégias, abordagens e métodos de avaliação. Na etapa de Desenvolvimento/Produção, produz-se e se adapta os materiais e conteúdos selecionados à plataforma a ser utilizada. Aqui também costuma-se produzir Roteiros específicos para o Conteúdo, a Multimídia e as Atividades. Em Implementação/Ação, acontece a aplicação da proposta, na qual, primeiramente, carregam-se os materiais para sua publicação, e posteriormente, realizam-se as tarefas pelos estudantes. Idealmente, planeja-se a publicação de um Projeto Piloto antes da última etapa (Avaliação/Reflexão), que é o momento em que se avaliam os resultados da solução proposta em um Relatório Final para eventuais revisões necessárias. Então, por fim, é veiculada a proposta ajustada, que ao fim de cada novo ciclo continua sendo submetida à etapa de Avaliação. Há de se destacar que essa etapa não necessariamente é realizada apenas ao fim do processo. Para a otimização do tempo e da qualidade final da proposta, as ferramentas de Avaliação podem ser aplicadas no desenrolar do método.

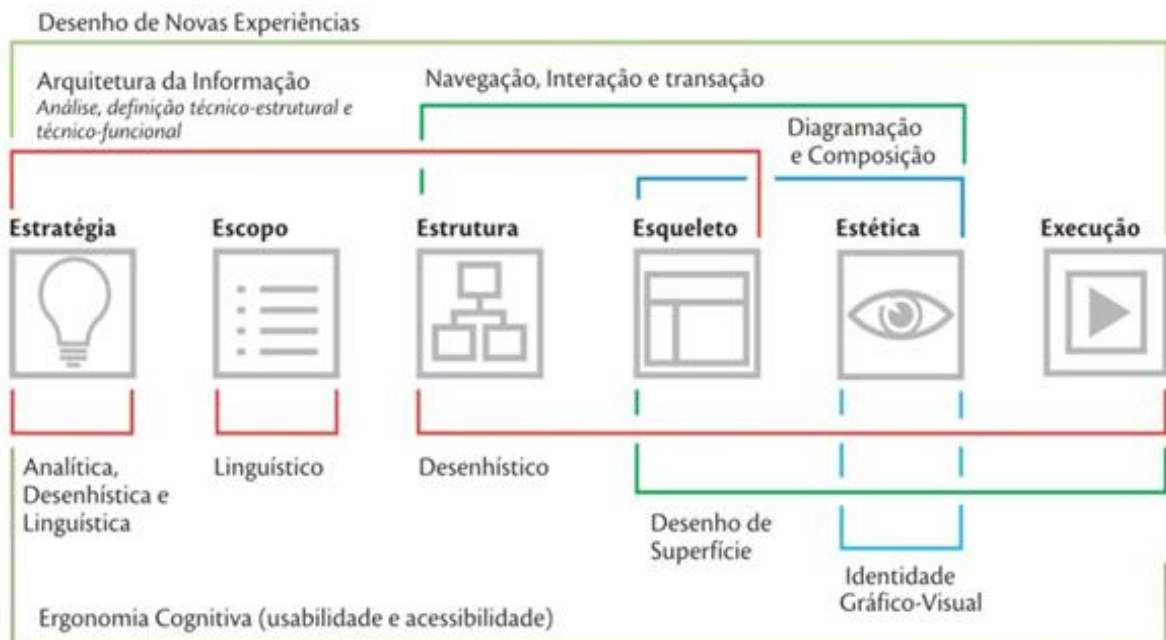
Para a sistematização de tais procedimentos, Filatro (2008) propõe 3 leituras do modelo ADDIE: o Design Instrucional Fixo (DIF), voltado para a elaboração de produtos fechados; o Design Instrucional Aberto (DIA), que enfatiza a interação entre educadores e educandos, norteados a produção de materiais que são disponibilizados e resolvidos paulatinamente; e o Design Instrucional Contextualizado (DIC), que dá ênfase na configuração de ambientes personalizados segundo o contexto. Como o presente trabalho busca a entrega de um protótipo de aplicativo, entende-se que o DI Fixo é a abordagem mais adequada.

Uma característica importante do método é sua aplicabilidade tanto para uso institucional, como para educação pessoal (HIDAYANTO et. al., 2017). Contudo, acredita-se que também seja necessário identificar pelo menos um método de projeto de interfaces. Por isso, no item seguinte, será apresentado o Projeto E.

3.3 MÉTODO 'PROJETO E'

Metodologia projetual para design de Interfaces Gráficas Amigáveis (IGA) para sistemas e produtos dígito-virtuais estruturada a partir do modelo de Garrett (2003), cujas etapas são Estratégia, Escopo, Estrutura, Esqueleto e Superfície, proposto por Meurer e Szabluk (2009), e apresentada na figura 11.

Figura 11 – Projeto E.



Fonte: Meurer e Szabluk (2009).

A etapa da Estratégia trata da identificação do contexto do trabalho e das análises de produtos similares ou tangenciais. A etapa do Escopo visa listar e organizar o conteúdo em categorias. Em Estrutura, constroem-se as arquiteturas, fluxogramas e organogramas. E no Esqueleto produzem-se os *wireframes* e a relação humano-computador. Os autores intervêm na última etapa (Superfície), subdividindo-a em Estética e Execução, separando a construção visual da interface da construção do Produto Mínimo Viável. Meurer e Szabluk destacam que o método não é necessariamente sequencial e rígido. Podem-se retornar a passos anteriores, no processo de iteração, e omitir e/ou alterar passos iniciais não necessários.

3.4 MÉTODO PROPOSTO

Tendo reunido os métodos base, construiu-se o método híbrido. Primeiramente, agruparam-se (Quadro 01) as etapas dos métodos de acordo com sua natureza e já previamente modificadas e adequadas ao projeto: em Munari, deslocou-se a etapa de Materiais e Tecnologias para junto da Coleta de Dados; e em ADDIE, fixou-se a Avaliação percorrendo o projeto do início ao fim.

Quadro 01 – Agrupamento de etapas.

Diamante Duplo	Munari	ADDIE		Projeto E	
Noção do problema	Definição do problema				
Descobrir (pesquisa)	Componentes do problema	Análise	A v a l i a ç ã o	Estratégia	
	Coleta de dados				
	Materiais e tecnologias				
Definir (<i>insights</i>)	Análise de dados				Escopo
Problema definido					
Desenvolver (ideação)	Criatividade	Desenho			Estrutura
	Experimentação				
Entregar (prototipação)	Modelo	Desenvolvimento			Esqueleto
	Validação				
	Desenho final				
Solução para o problema definido	Solução	Implementação		Execução	

Fonte: Autor.

A proposta metodológica se divide em duas macro etapas, de acordo com a metodologia guarda-chuva Duplo Diamante: uma primeira etapa teórica e uma segunda etapa prática. As etapas representadas no quadro pelas células azuis são as fases de abertura de possibilidades. Já as células representadas pela cor verde são as fases de fechamento de possibilidades. No início, no final e na separação entre as duas macro etapas, encontram-se os *milestones*, representados nas células brancas do quadro, que marcam os momentos em que são entregues definições importantes

para o andamento do projeto. E na célula cinza, o processo de avaliação, que acompanha grande parte do processo de forma ininterrupta.

Dando seguimento, abriu-se o escopo de cada etapa, discriminando sub-etapas e o ferramental a ser usado, a fim de estabelecer ligações lógicas entre as etapas e ferramentas, levando em conta relações pré-requisituais. Por fim, desenhou-se o método proposto, cujo modelo observamos na figura 12, contendo as etapas e sub-etapas e suas respectivas posições e interrelações. Algumas adequações de nomenclatura foram necessárias para dar coesão ao conjunto. O escopo resumido do método híbrido proposto acompanha a seguinte construção:

- Noção (do Problema)
 - Problema pressuposto
- Pesquisa
 - Análise contextual
 - Coleta de dados
 - Estratégia
- Encaminhamento
 - Análise de dados
 - Escopo
- Definição (do Problema)
 - Público alvo
 - Requisitos
- Desenvolvimento
 - Geração de alternativas
 - Critérios para seleção
- Prototipação
 - Seleção de alternativas
 - Montagem do modelo
- Solução (para o Problema Definido)
 - Protótipo funcional
 - Validação
 - Adequações
- Avaliação
 - Considerações finais

Figura 12 – Modelo proposto.



Fonte: Autor.

As sub-etapas não têm uma ordem fechada, inclusive, indicando que, em alguns casos, se executem concomitantemente, principalmente nos momentos iniciais. Destaca-se que cada etapa possui uma sub-etapa da seção de Controle, cuja importância para o bom andamento do projeto se dá na detecção de lacunas e problemas que certamente levariam ao retrabalho em momentos posteriores.

Aqui fechamos a etapa de Noção do Problema e continuamos para as etapas de Pesquisa e Encaminhamento.

4 PESQUISA E ENCAMINHAMENTO

Nesta etapa, foram coletadas informações acerca do tema, por meio de uma entrevista não estruturada com um especialista, além da seleção, desconstrução e análise dos aspectos componentes de produtos similares e tangenciais.

4.1 ENTREVISTA COM ESPECIALISTA

Com o intuito de embasar a aplicabilidade do projeto, conversou-se com um graduado em Geografia, que está fazendo mestrado em Educação em uma entrevista aberta. Após uma breve conceituação da tecnologia de Realidade Aumentada, foi explicada a ideia base do projeto para que o entrevistado pudesse responder às questões.

Perguntou-se sobre possibilidades de temas, formas de representação, recortes temporais e espaciais e suas respectivas lacunas, além de questões sobre representações cartográficas e históricas. Em resumo, as respostas levantaram diversos exemplos de temas, situações e eventos a serem explorados, bem como formas de se explorar diferentes casos.

A primeira pergunta foi sobre possíveis outros temas, ao que o entrevistado respondeu que questões naturais do planeta, tanto em escala temporal geológica, como a deriva continental, como em eventos em tempo real, como a exploração do meio ambiente, são interessantes de serem abordadas. Para além de fronteiras nacionais, quando perguntado sobre outras formas de representação da espacialidade humana, foi sugerido que se explorassem fluxos/deslocamentos, eventos específicos e/ou manifestações culturais por localização geográfica.

As perguntas seguintes, sobre recortes temporais e espaciais e a maneira de tratar suas inevitáveis lacunas, tiveram o retorno de que cada tema em particular, a depender do objetivo educacional, irá direcionar para fontes de dados específicos, mas que, de acordo com o escopo do projeto, a representação espacial do globo terrestre não tem o porquê de ser alterada. Também houve o esclarecimento sobre a naturalidade dos hiatos temporais e espaciais, salientando que não se é possível representar todo o espaço e tempo.

Além dos destaques acima, as respostas reforçaram a importância deste tipo de representação, pensado levando em conta aspectos e parâmetros diferentes dos

tradicionais e hegemônicos, como uma forma de aproveitar o potencial da ferramenta em explorar a complexidade para trazer ao usuário maneiras diferentes de olhar para o mundo.

Tendo em vista esse material, opta-se aqui por delimitar o alcance do projeto ao tema da Deriva Continental, cuja espacialidade abrange o globo terrestre, tem temporalidade definida e uma possibilidade de representação potencialmente útil para o entendimento do assunto pelo usuário, visto que diminui a necessidade de abstração, facilitando a visualização dos processos representados.

4.2 ANÁLISE DE MERCADO

Devido à definição prévia da plataforma, buscou-se para análise no mercado por aplicativos de *smartphone* que tivessem como tema Geografia/Cartografia e/ou fizessem uso da tecnologia de Realidade Aumentada, sendo desejável que trabalhassem com uma abordagem educacional. Foram selecionados aplicativos das empresas Google (Google LLC), BBC (*Media Application Technologies for the BBC*) e HHMI Biointeractive (*Howard Hughes Medical Institute*).

Realizaram-se análises linguísticas, desenhísticas e heurísticas, conforme orienta Meurer e Szabluk (2009)¹¹, buscando desconstruir os produtos em seus aspectos estruturais, funcionais, logográficos, cromográficos, tipográficos, pictográficos e iconográficos, além dos diferenciais semânticos e características de usabilidade. Algumas análises são desenvolvidas no capítulo 6, antecedendo a geração de alternativas dos Organogramas, Fluxogramas, *Wireframes*, Telas e Identidade Visual.

4.2.1 Aplicativos da Google

A Google possui uma série de aplicativos com funções e ferramentas que utilizam da RA e/ou RV. Muitos desses recursos conseguem ser acessados por mais de um aplicativo, mas cabe salientar que, para o pleno funcionamento da Realidade Aumentada, deve-se instalar no *smartphone* a aplicação *Google Play Services* para RA, que desbloqueia as funções que usam dessa tecnologia. Infelizmente, uma vez

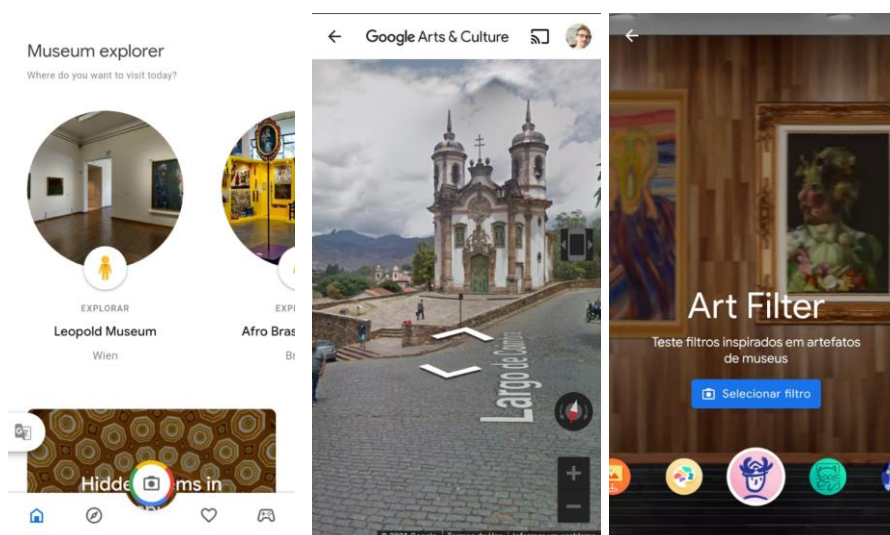
¹¹ Ver item [3.3 MÉTODO 'PROJETO E'](#).

que nem todos os dispositivos possuem compatibilidade com a ferramenta, que é o caso presente, a análise aqui ficará parcialmente debilitada.

4.2.1.1 Google Arts & Culture

A aplicação *Google Arts & Culture* permite uma vasta exploração cultural e artística por diversos lugares do mundo através de um extenso banco de dados e informações, imagens, sons e vídeos, artefatos e ambientes em 3D que podem ser manipulados de diferentes formas. Separando seu conteúdo em seções temáticas, como podemos ter ideia através da Figura 13, a maior parte do material é apresentada em forma de artigo, apresentando imagens e textos de apoio.

Figura 13 – Telas do aplicativo *Google Arts & Culture*.



Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

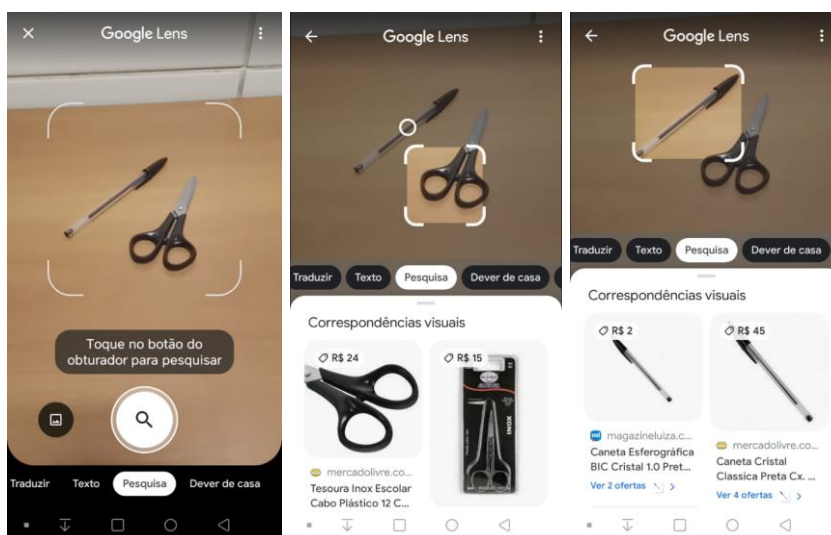
Algumas das representações imagéticas apresentam manipulabilidade em três dimensões através da ação dos dedos sobre a tela do dispositivo, porém, recursos em Realidade Aumentada aparecem apenas em dois momentos: através do botão de acesso à câmera do *smartphone*, o usuário pode aplicar filtros de reconhecimento facial com temáticas artísticas sobre seu rosto ou de terceiros; e, em determinadas seções, há o auxílio da tecnologia *Street View*, original do aplicativo *Google Maps*, que permite ao usuário a exploração espacial de ambientes, como museus e cidades de importância cultural (Figura 13), com auxílio dos sistemas de geolocalização e acelerometria nativos do aparelho de telefone celular.

Sua estrutura preserva o *wireframe* padrão dos aplicativos da Google: o Cabeçalho, contendo botões de navegação e acesso às opções do aplicativo; a Área Central, reservada para o conteúdo; e o Rodapé, com as seções do aplicativo e o *Floating Action Button* (FAB). O fundo da interface é branco, em contraste com o conteúdo bastante colorido. Outros atributos padrão nos aplicativos da Google são: a Tipografia, com títulos, subtítulos e textos variando entre as fontes Product Sans e Roboto; a Iconografia, com pictogramas, ícones e sinais próprios do *Material Design*, o sistema de *guidelines* da Google; e a Logografia, com as marcas formadas por símbolo e texto padrão.

4.2.1.2 Google Lens

O *Google Lens*, um *plug-in* para a câmera do *smartphone*, possui recursos de detecção de textos, imagens e/ou objetos para pesquisas simples e/ou direcionadas, além de outras funções.

Figura 14 – Telas do aplicativo *Google Lens*.



Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

O funcionamento da ferramenta se dá a partir do acesso à câmera ou galeria de imagens do dispositivo, como mostrado na figura 14, que disponibiliza as opções de botões: 'Traduzir', para a tradução de textos captados pela câmera; 'Texto', para copiar para a área de transferência textos captados pela câmera; 'Pesquisa', para a pesquisa na internet de elementos detectados pela câmera; 'Dever de Casa', que

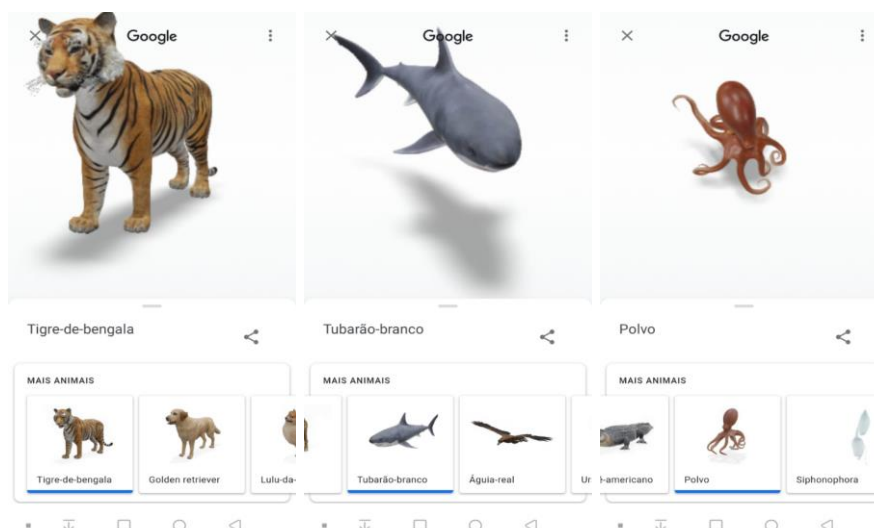
busca diretamente ajuda para resoluções de problemas relacionados à educação; ‘Compras’, que pesquisa sobre produtos e lê códigos de barras; ‘Lugares’, que pesquisa lugares e edifícios; e ‘Jantar’, que busca sobre comidas.

A interface tem fundo escuro. Os resultados das pesquisas aparecem em um rodapé estendível, de fundo branco. O FAB é posicionado na área de conteúdo. A tipografia, iconografia e logografia seguem o padrão dos aplicativos da Google.

4.2.1.3 Google

O *Google*, aplicativo da ferramenta de pesquisa da empresa, permite a visualização de determinados objetos pesquisados através da RA. Este recurso também pode ser acessado pela pesquisa via *Google Chrome*, o navegador de internet da Google. Caso o dispositivo não possua o suporte da Google para RA, o objeto 3D se limita a ser mostrado sobre o fundo do próprio aplicativo, sem a funcionalidade da câmera, como mostra a figura 15.

Figura 15 – Telas do aplicativo *Google*.



Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

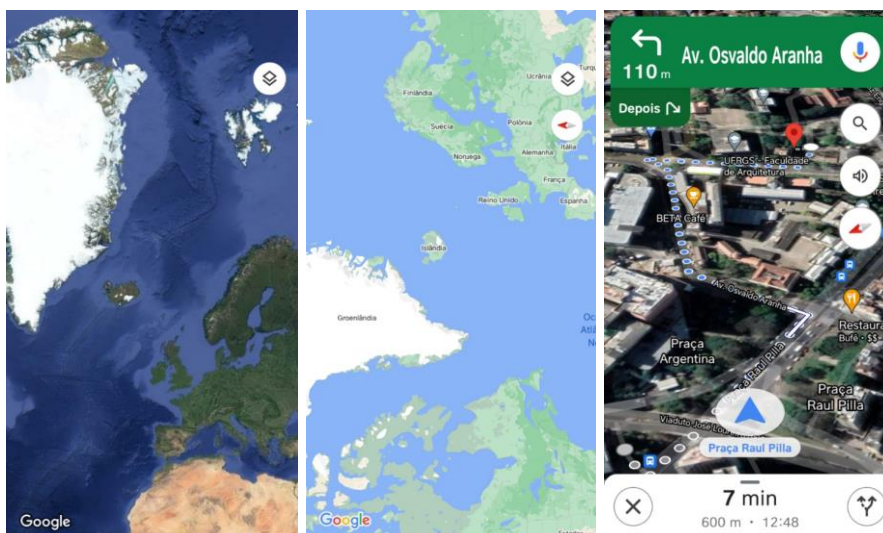
O rodapé contém a lista de objetos disponíveis para manipulação. A interface é praticamente toda na cor branca, tem poucos botões e funções e sua tipografia, iconografia e logografia seguem os padrões da Google.

4.2.1.4 Google Maps

Google Maps e *Google Earth*, que não necessariamente trabalham com RA, apesar do *Maps* possuir o recurso *Live View*, (que funciona através da RA, indicando por meio de setas os próximos passos de uma rota especificada), são de interesse do projeto pela visualização do globo terrestre em três dimensões.

Em verdade, a representação tridimensional do globo ocorre apenas na utilização do serviço por dispositivos *desktop*, estando disponível em dispositivos móveis somente a representação 2D do planeta (Figura 16), tanto com imagens de satélite, como no modo mapa. As formas de exploração são os deslocamentos longitudinal e latitudinal, *zoom in* e *zoom out*, rotação e leve inclinação do plano bidimensional, além de outros recursos de menor interesse ao trabalho.

Figura 16 – Telas do aplicativo *Google Maps*.



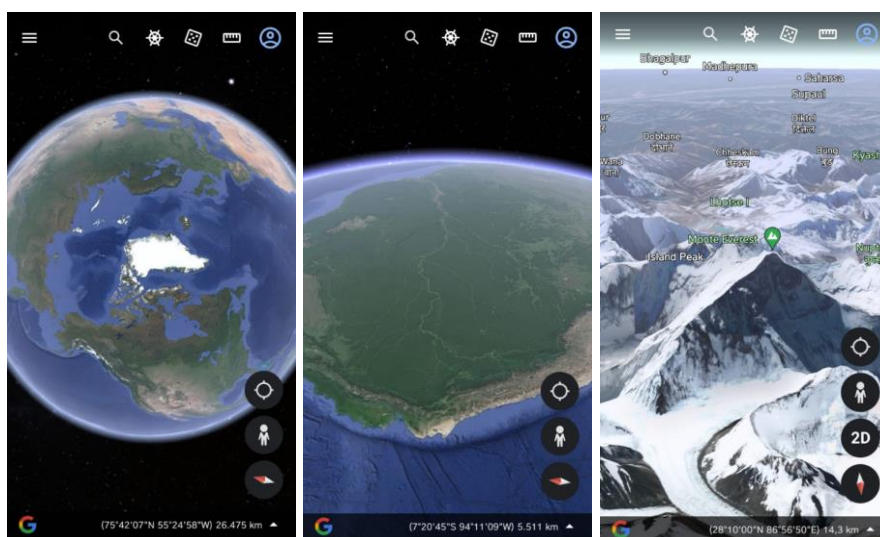
Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

A estrutura do *wireframe* é formada: pelo cabeçalho, com a barra de pesquisa e outros botões; pela área de conteúdo, mostrando o mapa e seus botões de interação; e pelo rodapé, bastante dinâmico, a depender da função ou ferramenta do aplicativo em execução. Os fundos das telas, abas e janelas são brancos, em contraste com alguns botões, ícones, tarjas e ilustrações que fazem uso das cores da marca principal da Google (verde, azul, vermelho e amarelo), além das diferentes camadas de visualização do mapa. Tipografia, iconografia e logografia seguem o padrão dos aplicativos da Google.

4.2.1.5 Google Earth

Dos aplicativos da Google, sem dúvida, o mais instigante para o presente projeto é o *Google Earth*. Além da representação tridimensional do globo terrestre, há uma maior explorabilidade espacial, a possibilidade de maiores inclinações e a visualização em 3D do relevo e construções, permitindo que o usuário manipule com criatividade o modelo do globo (Figura 17).

Figura 17 – Telas do aplicativo *Google Earth*.



Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

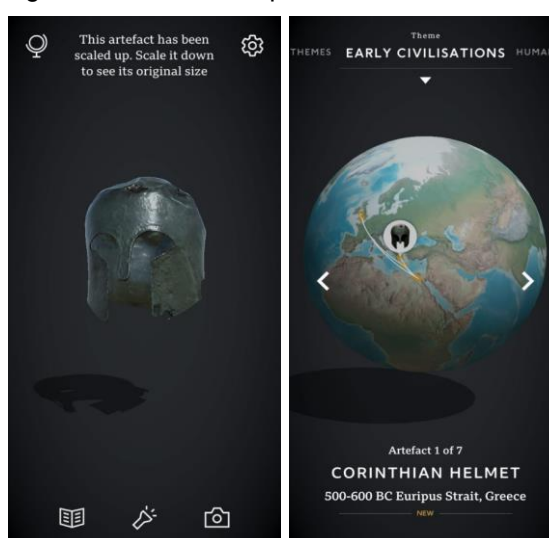
Outras funcionalidades, como os botões Viajante e Estou Com Sorte, levam o usuário a experimentar visitas guiadas temáticas, por exemplo, a locais que sofreram transformações significativas nas últimas décadas, visíveis através do recurso de *time lapse*, além de pontos turísticos não tradicionais, apresentando uma boa mescla de conteúdo educativo/informativo, cultural e de entretenimento.

Em contraste com os demais aplicativos da Google analisados até aqui, o *Google Earth* concentra seus botões no cabeçalho, mantendo pouca informação no espaço de conteúdo. Demais botões, ferramentas, funcionalidades, configurações, informações e textos aparecem em abas, janelas, e rodapés extras. Sua interface é escura, e a aplicação do padrão da Google para a tipografia, iconografia e logografia continua.

4.2.2 Civilisations AR

A BBC (*British Broadcasting Corporation*), famosa empresa estatal de mídia inglesa, desenvolveu o aplicativo *Civilisations AR*, cujo objetivo é apresentar artefatos arqueológicos de diferentes civilizações e períodos históricos com o auxílio de áudio e texto. Sem o suporte para a Realidade Aumentada no dispositivo, o aplicativo se limita a mostrar o objeto 3D livre para manipulação com os dedos sobre a tela do aparelho (Figura 18)

Figura 18 – Telas do aplicativo *Civilisations AR*.



Fonte: Capturas de tela pelo Autor.

Sua arquitetura é dividida em duas áreas que se desenvolvem a partir das visualizações do Artefato e o do Globo Terrestre, com o *wireframe* principal separando a tela entre cabeçalho, conteúdo e rodapé. Na primeira parte, observa-se um caráter mais iconográfico na tela, como podemos observar na figura 18, e das funções: podem-se habilitar botões acima da superfície do Artefato, os chamados *spotlights*, posicionados como satélites do objeto, que, entre outras coisas, reproduzem áudio, aplicam efeitos visuais sob o artefato e abrem janelas. A segunda região da arquitetura do aplicativo, a visualização do Globo, apresenta informações mais textuais, mostrando nomes, datas, locais e categorias.

A interface é escura, seus textos são em maioria na cor branca ou cinza claro, com fonte moderna e sem serifa para títulos e subtítulos e fonte clássica, com serifa *slab*, para textos. Os ícones são em *outline*, ou seja, apresentam apenas seu contorno,

na linha do tempo e na visualização de camadas sob o modelo 3D. A tipografia usada é simples, sendo composta por apenas duas fontes modernas e sem serifa, que variam em seus pesos e caixas. O logo da aplicação é apenas tipográfico, com fonte semelhante à Trajan, com serifas romanas e na cor cinza claro.

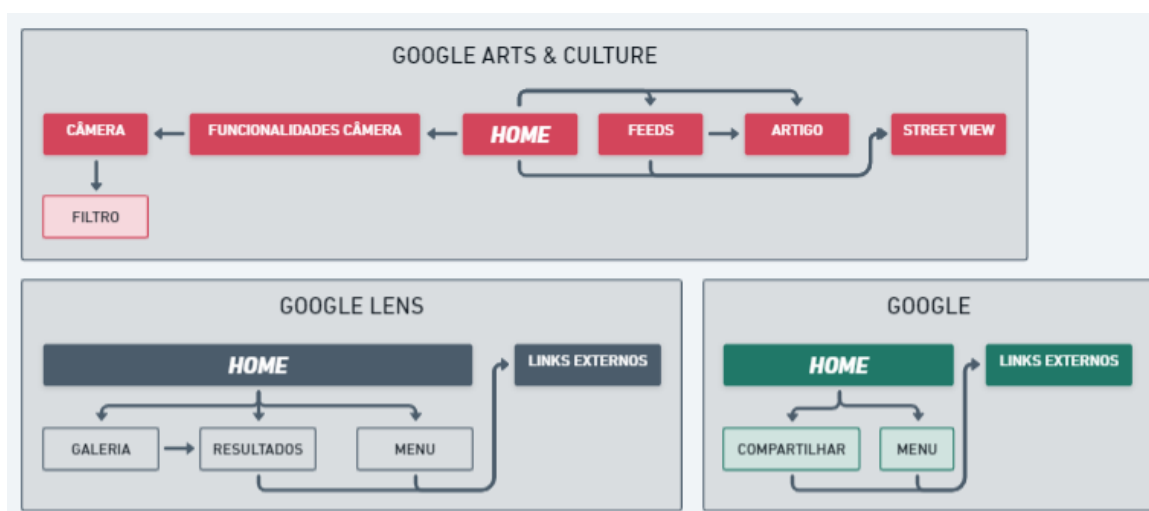
4.2.4 Análises desenhísticas

Aqui, foram reunidos os principais aspectos desenhísticos das aplicações similares para análises em conjunto. Para as análises funcionais, foram desenhadas as configurações estruturais das arquiteturas de informação e *wireframes*, enquanto que, para as análises estéticas, foram montados gráficos cartesianos, além de um quadro comparativo final com as escalas de diferencial semântico, como orientam Meurer e Szabluk (2009).

4.2.4.1 Arquiteturas da informação

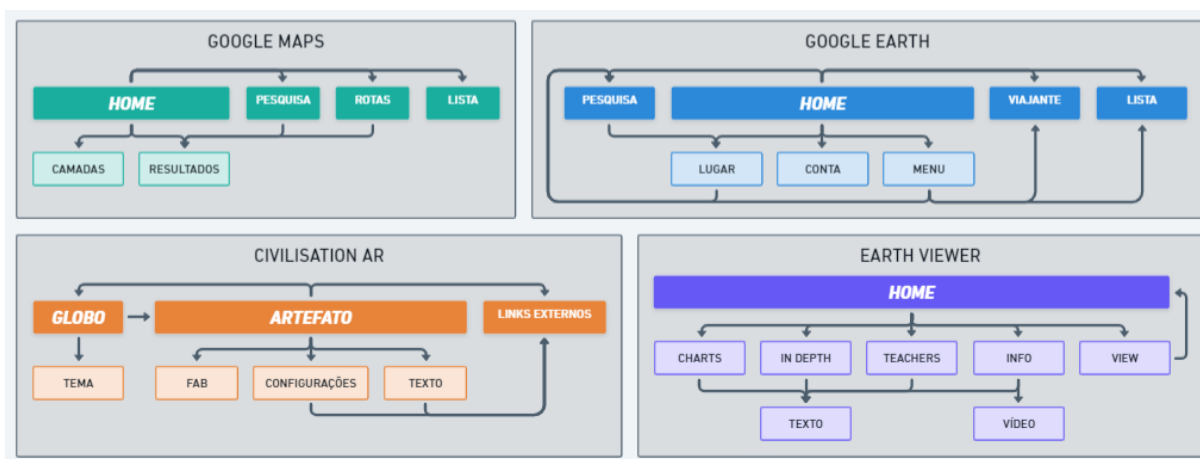
A desconstrução estrutural dos aplicativos similares permitiu reforçar observações já feitas anteriormente, como a tendência em concentrar as informações, ações, ferramentas e funcionalidades mais importantes na tela principal, reservando espaço para dispor tais elementos em abas ou janelas. Aplicativos de navegação muito ampla tendem a facilitar a ocorrência de problemas de usabilidade.

Figura 20 – Arquiteturas dos sistemas dos aplicativos similares baseados em RA.



Fonte: Autor.

Figura 21 – Arquiteturas dos sistemas dos aplicativos similares relativos a Geografia e/ou História.



Fonte: Autor.

As figuras 20 e 21 apresentam, de forma resumida, uma comparação entre as arquiteturas dos sistemas similares. Em cada caso, as telas do aplicativo são representadas pelas células preenchidas, enquanto que as células com contorno representam suas abas e janelas, além dos caminhos possíveis entre elas. As telas principais possuem o texto em *itálico*, nos ilustrando a possibilidade do uso de uma ou duas telas principais, a depender da importância do conteúdo, como no caso do aplicativo *Civilisation AR*.

4.2.4.2 Telas e *wireframes*

O formato de *wireframe* de maior ocorrência nos produtos similares separa a tela em 3 áreas: o Cabeçalho; o Conteúdo; e o Rodapé. Na interface orientada no formato paisagem (aplicativo *Earth Viewer*), há ainda uma divisão permanente da área de Conteúdo, com a presença de uma região lateral suportando a Linha do Tempo da aplicação. Os botões de navegabilidade (Fechar e Voltar) e os acessos às configurações, através dos botões de Conta e/ou Menu costumam ser encontrados no Cabeçalho, enquanto que as diferentes áreas e/ou seções do aplicativo e sua arquitetura são acessíveis por meio dos botões presentes no Rodapé. Na área do Conteúdo, temos as principais ferramentas e funcionalidades do aplicativo e da própria interação com o conteúdo, além do(s) *Floating Action Button(s)* (FAB). Na maior parte dos casos, as Configurações, Menu e/ou Conta são abertas em janelas,

enquanto que as demais funcionalidades são acessadas tanto por janelas como por abas ou até em novas telas, tendo cada aplicativo seu padrão.

4.2.4.3 Identidades visuais

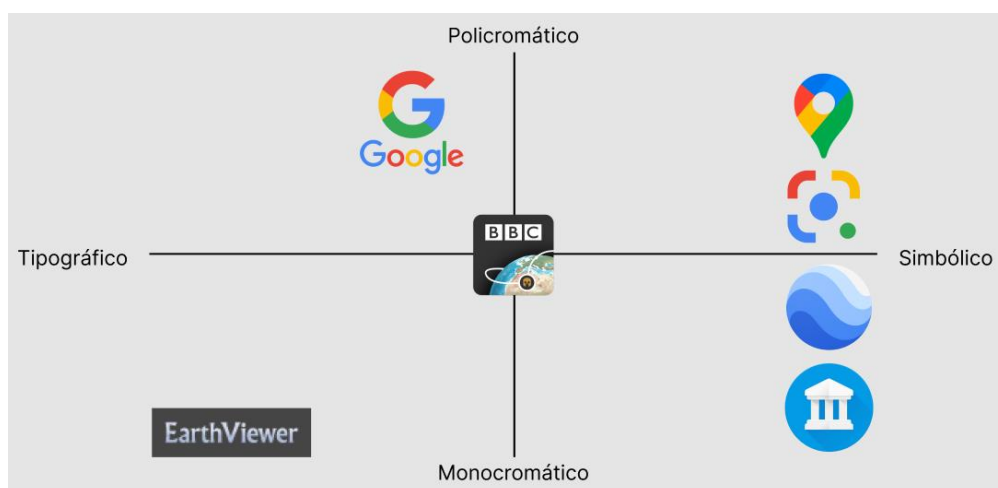
A figura 22 ilustra a configuração cromática aproximada das interfaces dos aplicativos similares por meio de um gráfico cartesiano no qual o eixo X trata das cores do fundo das telas, e o eixo Y, das cores dos elementos que as compõem. Observe-se uma tendência de uso de elementos policromáticos em fundos claros, enquanto que, em fundos escuros, os elementos tendem a ser monocromáticos.

Figura 22 – Configuração cromática das telas mais representativas dos aplicativos similares.



Fonte: Autor.

Figura 23 – Configurações cromática e morfológica dos logotipos dos aplicativos similares.



Fonte: Autor.

As configurações cromáticas e morfológicas aproximadas dos logotipos e símbolos atuais dos aplicativos similares podem ser observadas na figura 23. Notam-se tendências para logotipos simbólicos e policromáticos, mesmo que politonais de uma mesma cor.

4.2.4.4 Escalas de diferencial semântico

Foram preenchidas as escalas de diferencial semântico de cada aplicativo, comparando atributos estéticos e funcionais posicionando, numa escala de 5 graus, entre: textual ou icônico; simples ou complexo; poucas cores ou muitas cores; objetivo ou subjetivo; sério ou divertido; estático ou dinâmico; utilitário ou de entretenimento; clássico ou contemporâneo; e informativo ou interativo. O conjunto das análises demonstra a ocorrência de padrões, como traz o Quadro 02, com a sinalização em rosa claro do padrão mais notável.

Quadro 02 – Comparativo de Escalas de Diferencial Semântico com padrão de ocorrência.

	Arts & Culture	Lens	Google	Maps	
Textual					Ícônico
Simple					Complexo
Poucas cores					Muitas cores
Objetivo					Subjetivo
Sério					Divertido
Estático					Dinâmico
Utilitário					Entretenimento
Clássico					Contemporâneo
Informativo					Interativo
	Earth	Civilisation AR	Earth Viewer		
Textual					Ícônico
Simple					Complexo
Poucas cores					Muitas cores
Objetivo					Subjetivo
Sério					Divertido
Estático					Dinâmico
Utilitário					Entretenimento
Clássico					Contemporâneo
Informativo					Interativo

Fonte: Autor.

Dividindo a lista de atributos em duas partes, observa-se que, na primeira, o caráter estrutural dos produtos tende a ser mais icônico e com poucas cores, enquanto na segunda, a tendência aponta para produtos com caráter funcional mais divertido, dinâmico, de entretenimento, contemporâneo e interativo. Em alguns casos, só uma das partes do padrão aparenta ocorrer.

4.2.6 Análises heurísticas

Para analisar a usabilidade dos aplicativos, seus sistemas foram explorados observando as 10 Heurísticas de Usabilidade descritas por Jakob Nielsen em 1994, sendo elas: 1) Visibilidade do status do sistema; 2) Correspondência entre o sistema e o mundo real; 3) Controle e liberdade do usuário; 4) Consistência e padronização; 5) Prevenção de erros; 6) Reconhecimento em vez de memorização; 7) Eficiência e flexibilidade de uso; 8) Estética e design minimalista; 9) Ajuda aos usuários no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros; e 10) Ajuda e documentação (NIELSEN, 1994).

Os sistemas analisados, em geral, comunicam de forma clara e compatível seus *status* para o usuário, dando liberdade e flexibilidade de uso. Contudo, apresentaram problemas de usabilidade quando havia muita informação a ser consumida pelo usuário e quando havia falta de padronização nas ações, botões, cores e posição de elementos na tela. Para isso, alguns sistemas priorizaram segmentar a quantidade de informações mostradas de acordo com o nível de experiência do usuário, mantendo na primeira tela as ações e ferramentas principais, enquanto organiza as informações secundárias em menus, abas e janelas.

5 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

Neste capítulo, define-se o problema, de forma mais complexa e propositiva, e a respectiva proposta para a construção da solução. Para isso, estabeleceram-se as principais características do público alvo e suas necessidades, orientando, assim, a definição das funcionalidades, ferramentas e jornadas de realização de tarefas do aplicativo. Por fim, foram tabelados os requisitos do projeto e do produto.

5.1 PÚBLICO ALVO

O público alvo definido é dividido em 3 grupos: Estudantes de geografia do Ensino Médio; Professores de geografia do Ensino Médio; e demais Interessados no tema. Demograficamente, não há distinção de gênero, apenas de idades: Jovens de 15 a 19 anos; e Adultos de 20 a 60 anos.

Há características que abrangem mais que um grupo ou idade, como a presença ou ausência de conhecimentos e habilidades em geografia e/ou informática/computação, sendo, contudo, a combinação entre tais características o principal fator da segmentação. Exemplificando, os Estudantes lidam melhor com a informática/computação do que os Professores, que, por sua vez, conhecem mais sobre geografia do que seus alunos, enquanto os demais interessados podem ainda possuir ou não tais méritos em ambas áreas.

Tais conhecimentos e habilidades refletem nas atitudes dos usuários, principalmente quando dentro de sala de aula. Na desistência, postergação e má execução de tarefas, pelos Estudantes por mau desempenho em geografia, e pelos Professores por dificuldades perante ao sistema de ensino e o uso de novas tecnologias aliadas ao ato de ensinar. Por isso, há de se explorar em sincronia o ponto forte de cada público na construção de uma solução para todos.

5.2 DEFINIÇÕES SOBRE O APLICATIVO

Foram determinadas, portanto, funcionalidades, ferramentas e jornada do usuário, bem como as competências a serem dominadas pelos estudantes em um contexto de uso do aplicativo como ferramenta auxiliar de ensino. Tais definições auxiliaram na construção dos requisitos de projeto e de produto.

5.2.1 Funcionalidades e Ferramentas

Foram estabelecidas como funcionalidades do aplicativo: exibição e animação do Modelo 3D, onde o usuário poderá visualizar e manipular o Globo Terrestre virtual; habilitação de filtros e camadas sob a visualização do Modelo 3D; informações e tutorial acessíveis; e criação e compartilhamento de salas e testes, onde cada sala partilha da mesma visualização do Globo.

Como ferramentas, foram definidas: Ferramentas de manipulação do modelo 3D, como gestos de rotação, inclinação e *zoom*; Linha do Tempo, onde se pode controlar a visualização do Globo com base no tempo; Camadas, com a habilitação ou desabilitação de filtros de visualização; abas e janelas de Informações e Tutorial; e Ferramenta Professor, reunindo as salas e tarefas criadas.

5.2.2 Jornada do Usuário

Foi elaborada uma jornada única onde o usuário segue a linha principal de exploração do aplicativo, começando pelo tutorial e seguindo para exploração livre:

- A. O usuário, ao abrir o aplicativo, é informado se o dispositivo possui suporte para a tecnologia de Realidade Aumentada. Se sim, o aplicativo solicita ao usuário acesso à câmera do dispositivo. Se sim, o usuário é orientado a apontar a câmera para o espaço adequado e aguardar o modelo 3D do Planeta Terra ser carregado na sua visualização. Se o dispositivo do usuário não tiver suporte para RA e/ou o usuário não permitir acesso do aplicativo à câmera, o modelo 3D do Planeta Terra é carregado sobre a tela de fundo do aplicativo, um ambiente tridimensional difuso;
- B. Através de mensagens do tutorial, o usuário é instruído a explorar o aplicativo, começando pela manipulação do modelo 3D, que ensina gestos de aproximação e afastamento da visualização, rotações e inclinação;
- C. Após os gestos, o tutorial explica os botões principais da interface, começando pelos botões de manipulação do modelo 3D: bússola, *zoom*, rotações e inclinação;
- D. O tutorial então explica os botões *Play*, *Pause* e *Playback*, conduzindo então a explicação da linha do tempo;

- E. Seguindo no tutorial, é explicada a ferramenta de camadas, suas categorias e como habilitá-las ou desabilitá-las;
- F. Após as camadas, o tutorial sugere ao usuário começar a exploração, mas com a opção de continuar o tutorial;
- G. Continuando no tutorial, o usuário é ensinado como funciona a ferramenta professor, que permite criar salas e tarefas;
- H. Ao fim, o tutorial se concentra em informações complementares quanto aos menus Conta, Opções/Configurações e Informações/Tutorial;
- I. O usuário pode parar (desabilitar) ou acessar (habilitar) o tutorial a qualquer momento nas próprias abas do tutorial. A visualização do modelo permanece na localização em que está;
- J. O usuário então movimenta, rotaciona e amplia o modelo 3D, primeiramente com os gestos e depois com os botões;
- K. O usuário começa a explorar a linha do tempo, clicando e *Playback*, para animar o planeta para o passado. Então, clica em *Pause* e *Play*, animando assim o planeta para o presente. Logo após, rola a linha do tempo para os lados, prestando atenção na animação do modelo 3D. Por fim, manipula o zoom da linha do tempo;
- L. O usuário começa agora a explorar a aba das camadas. À medida que vai selecionando e desfazendo a seleção das camadas, o usuário presta atenção nas marcas que aparecem na linha do tempo e nos ícones que aparecem e desaparecem no planeta conforme o período do tempo selecionado. Clicando em um ícone, abre-se uma aba ou janela com informações sobre o ponto marcado;
- M. Continuando, o usuário clica na ferramenta Professor, que abre uma aba onde o usuário tem a opção de criar uma Sala de Aula Virtual ou entrar em alguma Sala preexistente. Para criar uma Sala, o aplicativo gera um código, que pode ser compartilhado nas redes sociais ou copiado para a área de transferência do dispositivo. Com o código criado, o usuário anfitrião pode entrar na sala diretamente, enquanto os usuários convidados entram na sala digitando ou colando o código copiado em seu respectivo campo ou pelos links de convite;

- N. Para criar e acessar Salas ou Tarefas, é preciso estar conectado em uma conta, porém, a não conexão não impede o livre uso e exploração das demais ferramentas;
- O. O usuário, dentro da Sala, compartilha seu modelo 3D do planeta para outras pessoas. Com AR, o modelo é geolocalizado no mesmo lugar real;
- P. Na Sala, há a opção para o anfitrião criar Tarefas e compartilhá-las. A parte de criação de tarefas não será desenvolvida;
- Q. O usuário clica então no menu de Opções, onde encontra os botões Conta e Configurações;
- R. Chegando ao fim, o usuário clica no botão de Suporte, navegando pelas categorias Tutorial/Ajuda e Informações.

5.2.3 Competências a serem desenvolvidas pelos estudantes

Em um contexto de uso do aplicativo em sala de aula como ferramenta de auxílio do professor de geografia no ensino de sua disciplina, estabeleceram-se algumas competências as quais se almeja que os estudantes dominem ao final do processo. São elas: Entendimento do planeta como um globo, com superfície tridimensional esférica; Entendimento que, em geral, representações do globo são convenções, podendo ser abstraídas e subvertidas; Entendimento de que o desenho dos continentes nem sempre foi o mesmo; Entendimento de como os continentes passados se comportavam na superfície tridimensional de um globo.

5.2.4 Situação didática e especificações

Lembrando o caráter de apoio educacional do produto final, Filatro (2008)¹³ sugere este momento para a sistematização da situação didática envolvida além de especificações materiais e organizacionais.

A Unidade de Aprendizagem é sistematizada na exploração visual do Modelo 3D, juntamente com a experimentação das ferramentas de Linha do Tempo e Camadas e, posteriormente, o consumo de informações de referência, na forma de textos curtos e imagens sobre os conteúdos didáticos trabalhados.

¹³ Ver item [3.2 MÉTODO 'ADDIE'](#).

Além das especificações de conteúdo e de atividades acima citadas, também se especificaram a linguagem: Linguagem Estrutural de acordo com a linguagem utilizada no dia-a-dia do usuário e Linguagem de Conteúdo com um maior caráter acadêmico; e os objetivos de aprendizagem: Visualizar e interagir, sozinho ou coletivamente, com um Modelo 3D do planeta Terra que mostra sua superfície ao longo dos períodos geológicos; Ler pequenos textos explicativos sobre conceitos, objetos ou eventos importantes aos conteúdos trabalhados; E realizar tarefas simples criadas pelos anfitriões. Por uma questão de prazo, a ferramenta Tarefas, juntamente com suas formas e métodos de avaliação, não será desenvolvida.

Para alcançar os objetivos didáticos, delimitou-se uma estratégia focada no apelo à visualização e informações de consumo rápido. Assim, definiram-se as mídias que deverão ser selecionadas e os materiais que precisarão ser produzidos: Imagens e textos para a composição do conteúdo de referência, o Modelo 3D do planeta Terra e a sequência de representações da geomorfologia dos continentes durante os períodos geológicos.

5.3 REQUISITOS

Inicialmente, definiram-se os Requisitos e Restrições do projeto como um todo e, posteriormente, elaborou-se um quadro com as Necessidades do Usuário, Requisitos do Usuário e Requisitos do Sistema.

5.3.1 Requisitos e Restrições do Projeto

São requisitos do projeto: a construção da Identidade Visual, Interface e Arquitetura da Informação de um aplicativo para *smartphones* conforme requisitos de usuário e sistema tabelados; e a construção do Protótipo Funcional do aplicativo.

São restrições do projeto: se limitar ao desenho da interface e arquitetura da informação do aplicativo; o modelo tridimensional editável, animável e manipulável, bem como a tecnologia de RA, não serão desenvolvidos de forma funcional no Protótipo Funcional, apenas previstos e/ou representados;

5.3.2 Necessidades e Requisitos do Usuário e do Sistema

Como fechamento desta etapa do projeto, elaborou-se um quadro (Quadro 03) segmentando de forma sistemática as Necessidades de Usuário, os Requisitos de Usuário e os Requisitos de Sistema. Cada necessidade ou requisito possui seu respectivo código.

Quadro 03 – Tabela de Necessidades e Requisitos de Usuário e de Sistema.

	Necessidades do usuário	Requisitos do usuário	Requisitos do sistema
Conteúdo	1 Entender o planeta como um globo, com superfície tridimensional.	1.1 Fornecer o modelo tridimensional e manipulável do globo.	1.1.1 Área de visualização.
			1.1.2 Modelo 3D do Planeta Terra.
		1.2 Fornecer informações sobre a temática Geografia.	1.2.1 Janelas, abas, menus.
	2 Entender que, em geral, representações do globo são convenções.	2.1 Permitir a habilitação e desabilitação de camadas de visualização do modelo 3D.	2.1.1 Botão Camadas
		2.2 Permitir a rotação e inclinação do modelo 3D em todos os seus eixos.	2.1.2 Menu Camadas
		2.3 Fornecer informações sobre o tema específico Cartografia.	2.2.1 Gestos Rotation e Swiping com dois dedos aplicados ao modelo 3D.
3 Entender como os continentes do passado se comportavam na superfície tridimensional do globo.	3.1 Permitir no modelo 3D a visualização, em sequência ou não, da representação de superfícies passadas do globo.	1.2.1 Janelas, abas, menus.	
	3.2 Fornecer informações sobre o tema específico Deriva Continental.	3.1.1 Botões Play, Pause e Playback (FAB's)	
Usabilidade	4 Consumir conteúdo como entretenimento.	4.1 Adequar a linguagem de conteúdo e de uso do aplicativo ao contexto do dia-a-dia do usuário.	3.1.2 Linha do Tempo
		4.2 Instigar a curiosidade e criatividade do usuário por meio de interface propositiva.	1.2.1 Janelas, abas, menus.
	5 Usar o aplicativo em tarefas educacionais dentro e fora de sala de aula.	5.1 Fornecer interface propositiva em relação à conteúdo, explicações e informações.	4.1.1 Textos curtos
		5.2 Permitir o compartilhamento de um mesmo modelo 3D para visualização em mais de um dispositivo ao mesmo tempo.	4.1.2 Termos e conceitos atuais
			5.3 *Permitir a aplicação de testes simples.
		6 Navegar e explorar o aplicativo com facilidade e controle.	6.1 Fornecer ferramenta de resolução de dúvidas.
	6.2 Fornecer tutorial simples, de fácil acesso e de fácil habilitação ou desabilitação.		1.2.1 Janelas, abas, menus.
			5.2.1 Botão Criar Sala
			5.2.2 Tela/Janela Criar Sala
			5.3.1 Botão Criar Teste
		5.3.2 Tela/Janela Criar Teste	
		6.1.1 Botão Suporte	
		6.2.1 Botão Tutorial	
		6.2.2 Janela	

Fonte: Autor.

As 6 Necessidades elencadas são divididas em 2 grupos – as relacionadas ao conteúdo didático trabalhado e as relacionadas à usabilidade do aplicativo – obtendo, assim, requisitos que contemplarão tanto a estrutura formal como a parte substancial do produto final. Tais requisitos, na etapa de avaliação do aplicativo, serão úteis para medições quantitativas de aspectos qualitativos.

6 DESENVOLVIMENTO

Na fase de desenvolvimento, foram geradas as primeiras alternativas de organogramas e fluxogramas da arquitetura do aplicativo, de *wireframes* das principais telas e de funcionalidades e ferramentas, bem como da identidade visual e de sua aplicação. Também foram definidos alguns critérios para seleções das alternativas, que foram sendo aplicados durante o desenvolvimento das mesmas.

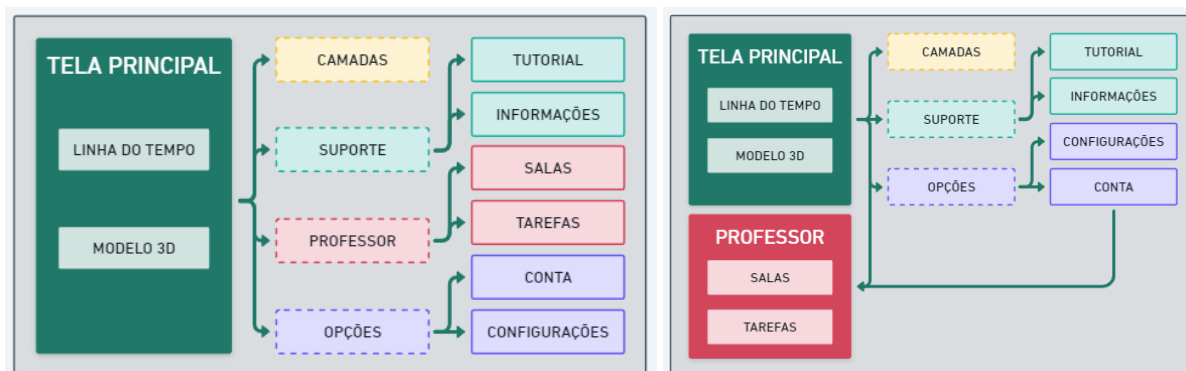
6.1 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

Com base nas análises dos produtos similares¹⁴ e a detecção de características importantes das arquiteturas da informação, telas, *wireframes*, e identidades visuais, iniciou-se o processo da geração de alternativas através de experimentações gráficas.

6.1.1 Arquitetura da informação

Foram geradas duas alternativas para a arquitetura do sistema do aplicativo (Figura 24), onde a primeira reúne todas as funções e ferramentas centralizadas na tela principal, enquanto que a segunda separa a ferramenta Professor da tela principal, delegando a ela mais importância dentro do sistema. Destaca-se que, para a seleção das alternativas, os dois sistemas aqui gerados não são fechados em si, podendo assumir elementos selecionados do outro sistema em questão.

Figura 24 – Alternativas Resumidas para a Arquitetura da Informação do aplicativo.



Fonte: Autor.

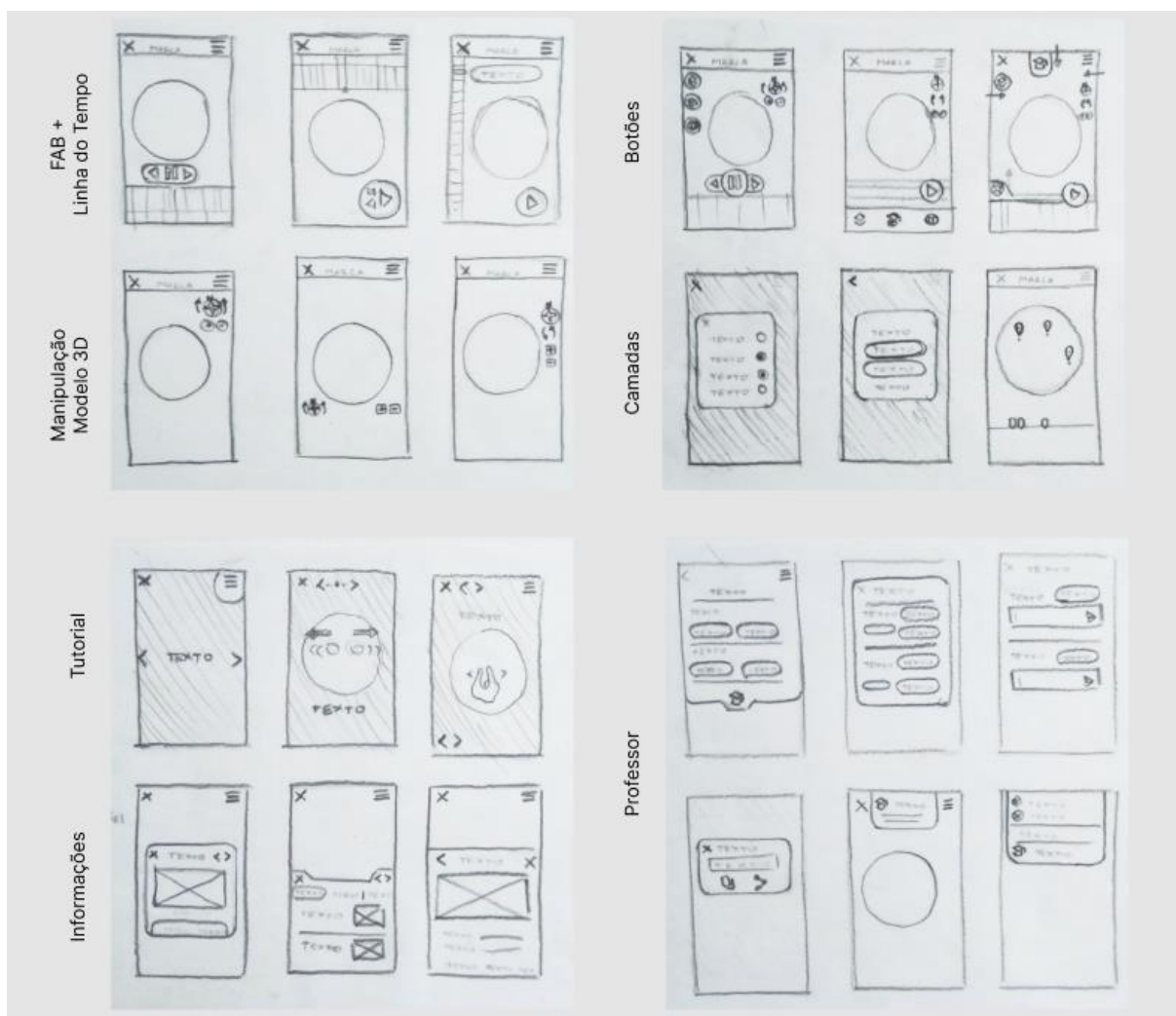
¹⁴ Ver item [4.2 ANÁLISE DE MERCADO](#).

Nas duas alternativas, observa-se a mesma hierarquia, com as telas, contendo seus conteúdos, representadas pelas células preenchidas, as abas, representadas pelas células com contorno tracejado, e as janelas, representadas pelas células com contorno contínuo.

6.1.2 Wireframes e telas

Com base na Jornada de Usuário definida, iniciou-se a geração das alternativas de *wireframes* por esboços com lápis em papel (Figura 25). Priorizando explorar posições e formatos, foram desenhadas a tela inicial além das demais funções e ferramentas do aplicativo.

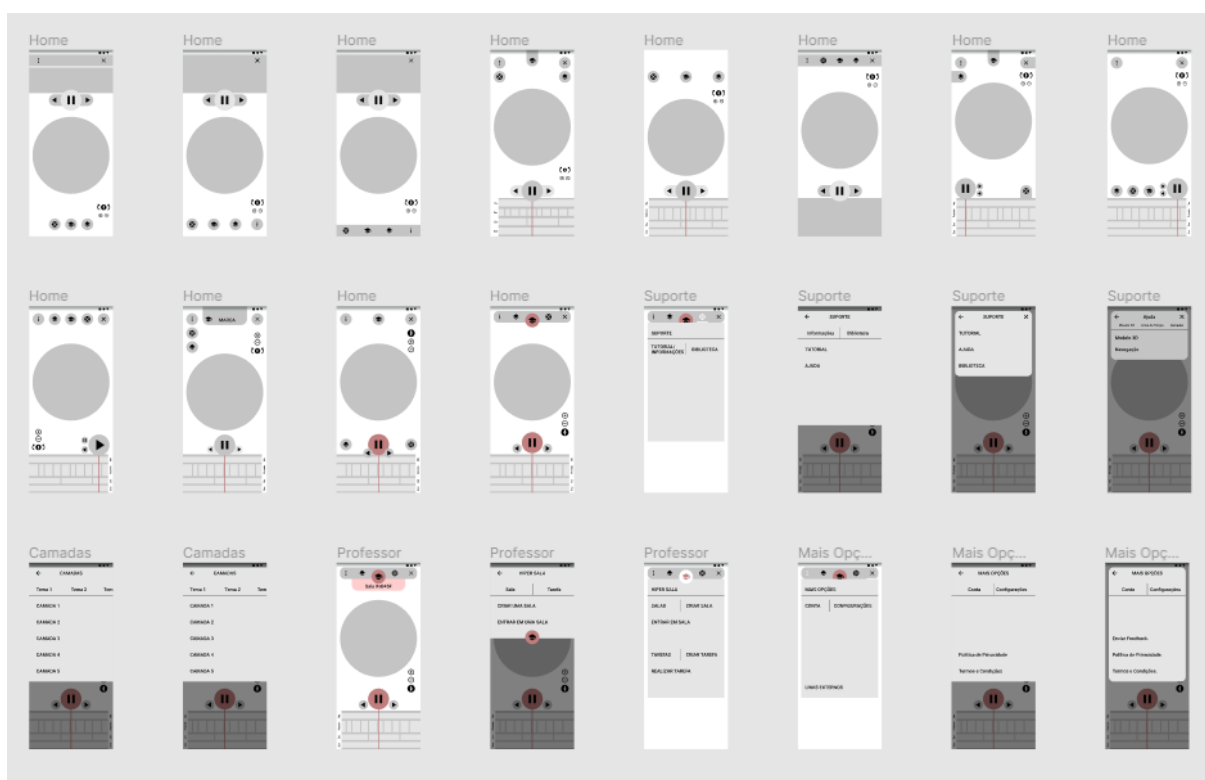
Figura 25 – Primeiros esboços das telas do aplicativo.



Fonte: Autor.

A partir dos esboços, iniciou-se a construção das telas por meio da plataforma *Figma*¹⁵, própria para projetos de aplicativos. Após a definição da resolução da tela em 360 x 800 *pixels* e da malha diagramacional em 11 linhas e 5 colunas de 50 *pixels* cada, espaçadas entre si em 20 *pixels*, os primeiros *wireframes* estruturais foram desenvolvidos (Figura 26), começando pela tela inicial e seguindo pelas abas e janelas das ferramentas e funcionalidades.

Figura 26 – Primeiros *wireframes* estruturais.



Fonte: Autor.

6.1.3 Identidade Visual

Após a coleta e análise, junto aos aplicativos similares, de seus aspectos logográficos, cromográficos, tipográficos, pictográficos e iconográficos,¹⁶ foram elaboradas premissas para a composição da identidade gráfico-visual da interface.

Primeiramente, foram pré-selecionados termos de identificação do projeto a fim de se montarem painéis semânticos para orientar a seleção de cores. Posteriormente,

¹⁵ Disponível em: <<https://www.figma.com>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

¹⁶ Ver item [4.2 ANÁLISE DE MERCADO](#).

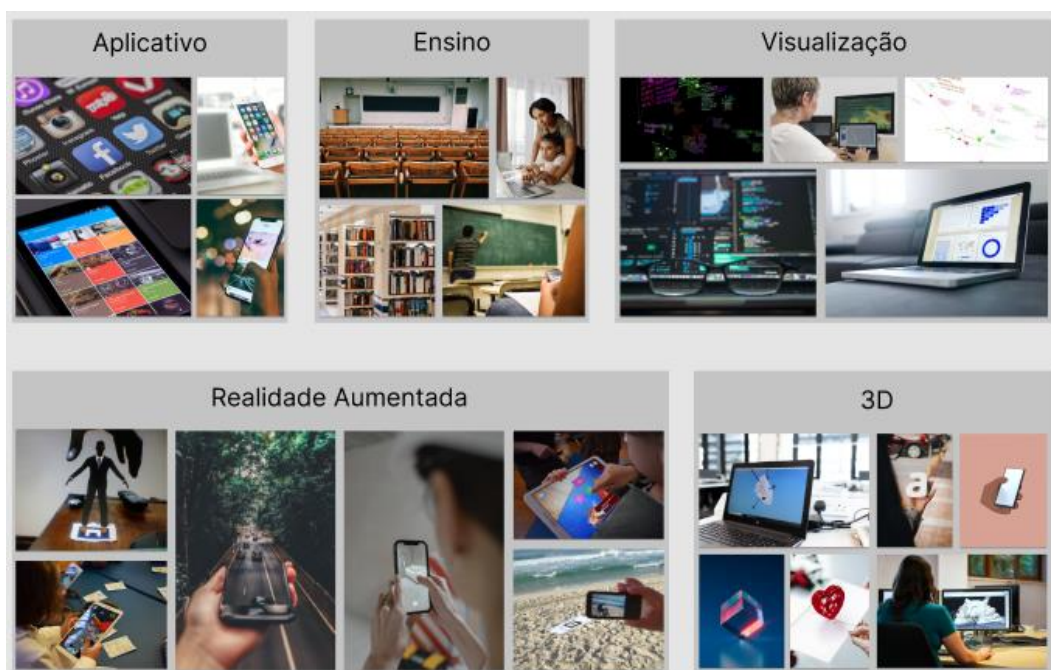
tendo definido os sistemas de *guidelines* da Google como sendo a origem dos ícones (*Google Material Design*¹⁷) e fontes tipográficas (*Google Fonts*¹⁸), e a plataforma *Coolors.co*¹⁹ como origem das paletas cromáticas, foram reunidas alternativas para cada um destes aspectos. Por fim, foram gerados nomes para o aplicativo através da técnica de *brainstorm*.

Com posse de tais definições e análises, foram esboçadas as primeiras ideias de aplicação das propriedades visuais na interface, tal como os primeiros desenhos do logo do aplicativo.

6.1.3.1 Painéis semânticos

Como orientam Meurer e Szabluk (2009), foram selecionados alguns termos de identificação do projeto, os quais guiaram a produção dos painéis semânticos (Figuras 27 e 28): Aplicativo; Ensino; Visualização; Realidade Aumentada; 3D; Deriva Continental; e Geografia. As imagens foram retiradas de repositórios *on-line* de imagens livres para uso.

Figura 27 – Painéis semânticos por termo 1.



Fonte: Autor.

¹⁷ Disponível em: <<https://fonts.google.com/icons>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

¹⁸ Disponível em: <<https://fonts.google.com/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

¹⁹ Disponível em: <<https://coolors.co/>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Figura 28 – Painéis semânticos por termo 2.



Fonte: Autor.

Após a produção de um painel para cada termo, foram selecionadas imagens de cada painel para a confecção de um painel semântico geral (Figura 29), a fim de resumir a informação para guiar a seleção das cores da paleta cromática.

Figura 29 – Painel semântico geral.



Fonte: Autor.

De forma geral, pode-se observar uma grande presença da cor azul, associada à tons metálicos, formando um polo de cor fria, em contraste com uma combinação da cor verde escuro com tons terrosos e cores claras, sendo então o outro polo, de temperatura neutra.

6.1.3.2 Paleta cromática

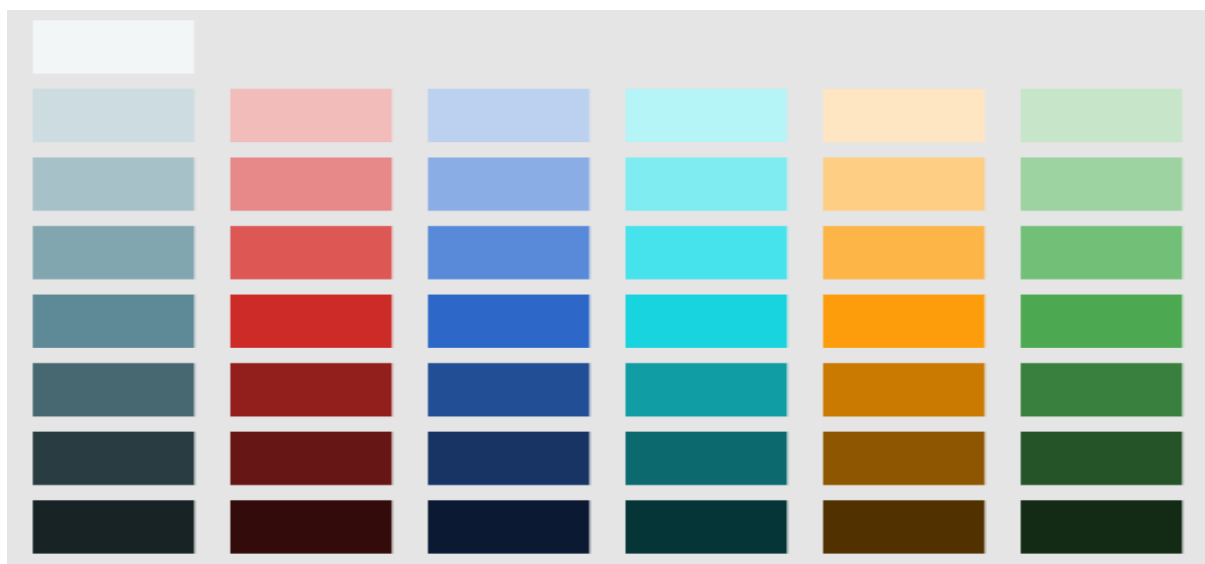
A partir do painel semântico geral, foram geradas 6 paletas cromáticas (Figura 30). Posteriormente, através de eliminações e ajustes de acordo com o Círculo Cromático, foram selecionadas 6 alternativas de cores juntamente com suas respectivas escalas tonais (Figura 31).

Figura 30 – Paletas cromáticas geradas a partir do Painel Semântico Geral.



Fonte: Autor.

Figura 31 – Alternativas de cores para a composição da paleta.



Fonte: Autor.

Como observado, tem-se a presença de cores azuis, com variações tonais e adições de matizes acinzentadas, cores claras e escuras para contrastes, além de cores verdes e terrosas/ferrosas.

6.1.3.3 Naming

Por meio da técnica de *brainstorm*, geraram-se alternativas para o nome da plataforma. Foram usados como base termos relativos à temática do projeto: Realidade Aumentada; Ensino; Geografia; e Conectividade. O Quadro 04 apresenta os nomes gerados por meio de combinações entre os termos, além de experimentações com suas respectivas iniciais.

Quadro 04 – Geração de alternativas para o nome do aplicativo.

Deriva	Conecta Sala	Hypera	RealiGeo	CGRE
Decon	Hiper Educa	Educa Geo	RealiGlobo	CGER
Continental	EducaLink	GeoSala	GeoSala RA	GCER
Plataforma	Sala Virtual	EducaGlobo	EducaGeo RA	GCRE
GeoGlobo	Sala Aumentada	Hiper Globo	EducaGlobo RA	RECG
GeoTempo	RA Sala	Conecta Geo	RealiGeo Educa	REGC
Sala RA	Real Educação	HiperGeo	GREC	RCEG
ProfessoRA	Realiduação	Geolink	CREG	RGEC
RA Educa	Realidade Conectada	GeoRA	CERG	ERGC
Hiper Sala	HiperRA	Geora	GERC	ERCG

Fonte: Autor.

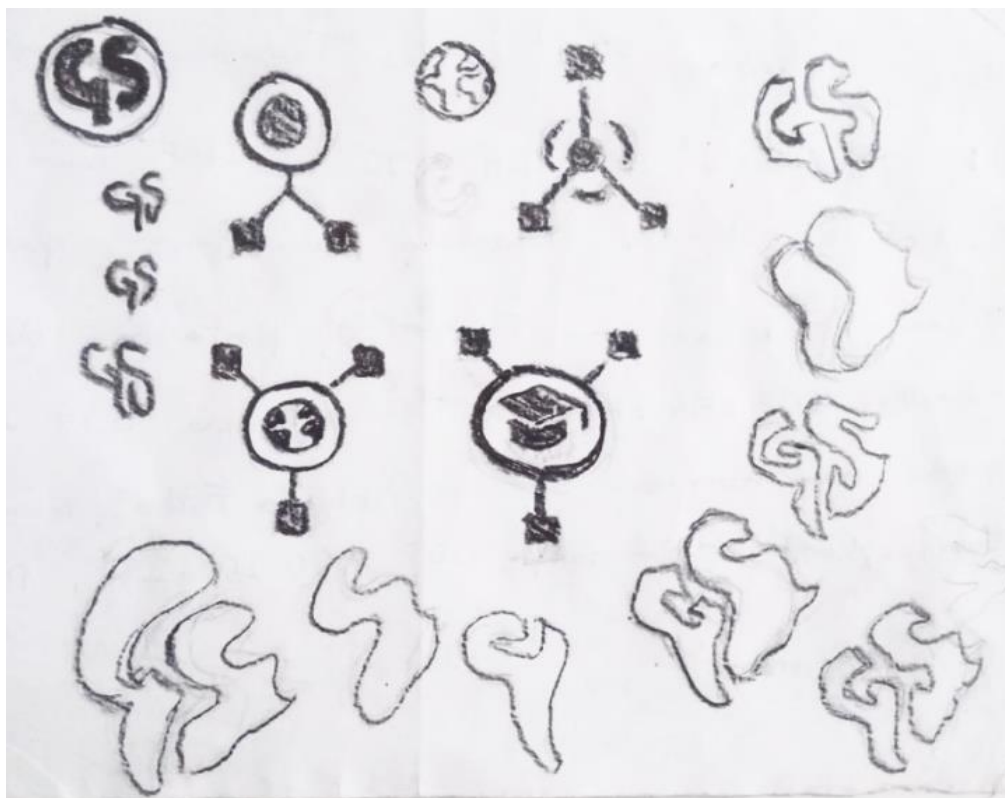
Para a posterior seleção, foram excluídos os nomes: que tivessem pouco apelo; que não fossem referências a elementos ou conceitos relacionados ao projeto; que apresentassem dificuldade de replicação multiplataforma; e que fossem muito parecidos com outros da lista, optando então pelo mais simples. Assim, a lista foi reduzida a 12 nomes: Plataforma; GeoTempo; Sala RA; RA Educa; Hiper Sala; Hiper Educa; EducaLink; Educa Geo; Geo Sala; Conecta Geo; HiperGeo; e GeoLink.

6.1.3.4 Logografia

Levando em conta os nomes previamente selecionados, iniciou-se a produção de esboços em grafite para o logotipo do aplicativo (Figura 32). Foram explorados símbolos iconográficos, tipográficos e ilustrativos.

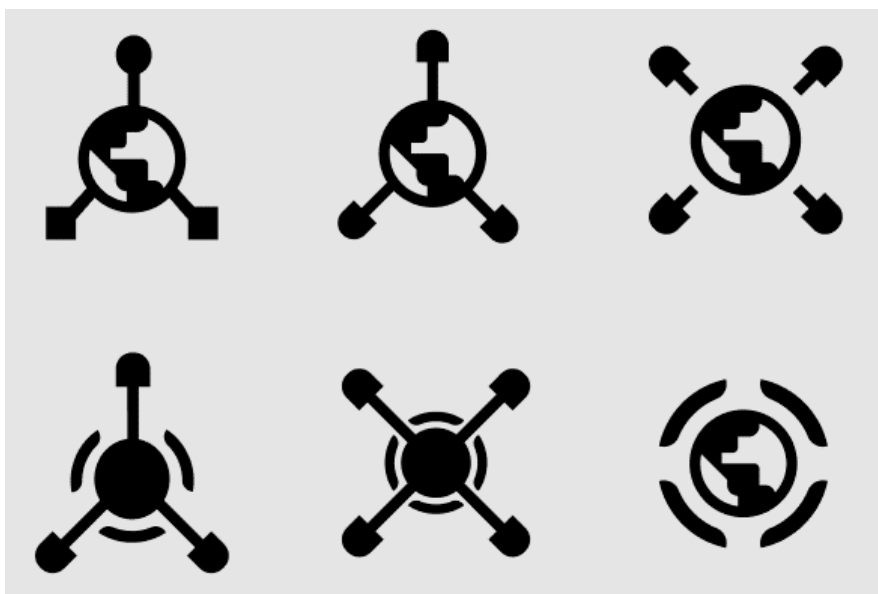
Considerando o caráter digital do produto, foram desenhadas em *software* vetorial alternativas apenas a partir dos esboços iconográficos (Figura 33), uma vez que possuem maior tendência em serem responsivos digitalmente.

Figura 32 – Primeiros esboços em grafite sobre papel para o logotipo.



Fonte: Autor.

Figura 33 – Desenvolvimento digital das alternativas iconográficas.



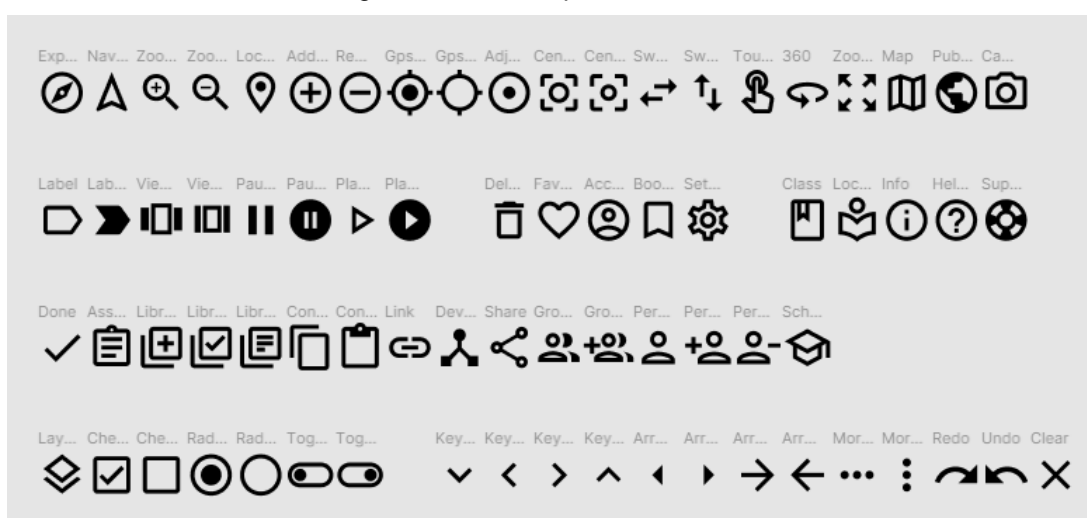
Fonte: Autor.

As alternativas vetoriais foram construídas sob o *grid* próprio para construção iconográfica do sistema de design *Material Design*.

6.1.3.5 Iconografia

Dando seguimento, selecionou-se uma série de ícones os quais pudessem ser utilizados no aplicativo. Buscou-se por ícones para a navegação e manipulação do Modelo 3D, Linha do Tempo, Conta e Configurações, Suporte, ferramenta Professor, Camadas e demais ícones de navegação pelo aplicativo, que podem ser conferidos na figura 34.

Figura 34 – Ícones pré-selecionados.



Fonte: Autor.

O sistema iconográfico da Google dispõe de variações formais para seus itens, possibilitando a escolha entre ícones preenchidos, apenas em contorno ou em dois tons, e com cantos e extremidades anguladas ou arredondadas. Tais variações são importantes para que os sistemas dos quais os ícones fazem parte possam comunicar seu *status* para o usuário, por exemplo.

6.1.3.6 Tipografia

A partir da plataforma da *Google Fonts* foram pré-selecionadas algumas famílias tipográficas para usos no logotipo, títulos, subtítulos e textos. O sistema permite escolher entre fontes serifadas, sem serifa, *displays*, manuscritas e monoespaçadas, além de propriedades como espessura, inclinação e largura.

Para o logotipo, buscou-se por fontes de maior espessura, com ou sem serifa, mostradas na figura 35, e para títulos, subtítulos e textos optou-se por tipos sem serifa e de largura e espessura média, ilustradas na figura 36.

Figura 35 – Fontes para Logotipo.

Roboto Slab	Suez One	Oleo Script	Alegreya
Logotipo	Logotipo	Logotipo	Logotipo
LOGOTIPO	LOGOTIPO	LOGOTIPO	LOGOTIPO
Biryani	Eczar	Heebo	Tienne
Logotipo	Logotipo	Logotipo	Logotipo
LOGOTIPO	LOGOTIPO	LOGOTIPO	LOGOTIPO

Fonte: Autor.

Figura 36 – Fontes para Títulos, Subtítulos e Textos.

Karla	Asul	Maven Pro
Título	Título	Título
Amet minim mollit non deserunt ullamco est sit aliqua dolor do amet sint. Velit officia consequat duis enim velit mollit. Exercitation veniam consequat sunt nostrud amet.	Amet minim mollit non deserunt ullamco est sit aliqua dolor do amet sint. Velit officia consequat duis enim velit mollit. Exercitation veniam consequat sunt nostrud amet.	Amet minim mollit non deserunt ullamco est sit aliqua dolor do amet sint. Velit officia consequat duis enim velit mollit. Exercitation veniam consequat sunt nostrud amet.
BOTÃO	BOTÃO	BOTÃO

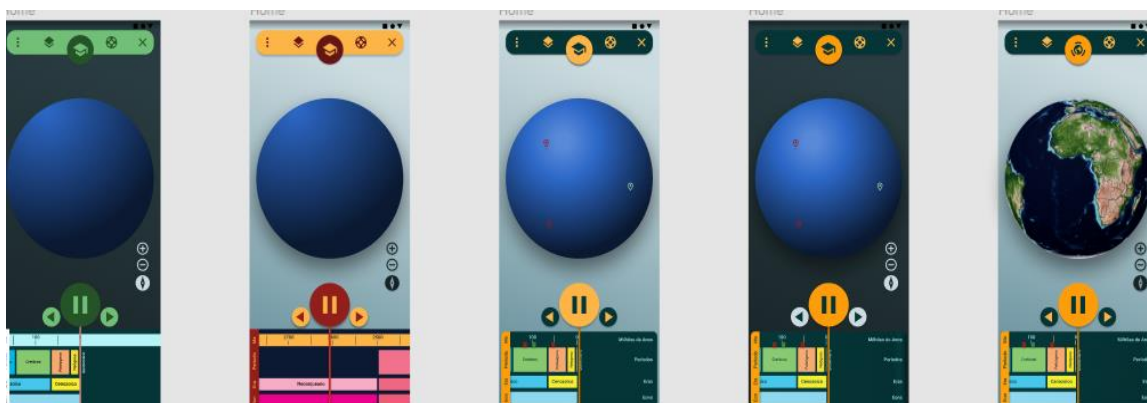
Fonte: Autor.

Optou-se por não variar a família entre os elementos textuais da interface, evitando, assim, problemas de harmonização entre tais elementos na construção e no resultado final das telas do aplicativo.

6.1.3.7 Aplicação das propriedades visuais

A partir dos *wireframes* estruturais, elaboraram-se algumas alternativas (Figura 37), no intuito de se possibilitar a aplicação de cores, ícones e tipografias.

Figura 37 – Aplicações gráficas.



Fonte: Autor.

As cores usadas têm origem no conjunto de alternativas cromáticas elaborado anteriormente, exceto na Linha do Tempo, em que, por se tratar da Escala de Tempo Geológico, foram usadas as cores estabelecidas para tal instrumento pela Comissão Internacional sobre Estratigrafia²⁰.

6.2 CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO

Como parte das seleções das alternativas geradas, foram usados, durante seu respectivo desenvolvimento e refino, critérios qualitativos e quantitativos formulados, considerando as definições, especificações e requisitos até aqui listados.

Em relação a critérios qualitativos, considerando navegação, *layout* e conteúdo, estabeleceram-se que: o trajeto para a realização das tarefas do aplicativo deve ser o menor e mais simples possível, priorizando a centralidade da tela principal; a padronização de ações e localizações dos elementos na interface deve ser a maior possível, relacionando todo e qualquer elemento dentro de um dos padrões definidos; e o *layout* da interface e de todos os elementos, bem como a informação contida neles, deve seguir a malha diagramacional estabelecida, priorizando o uso de imagens nas telas de Informações.

Quanto aos aspectos quantitativos, usou-se o Diagrama de Mudge, uma ferramenta que ordena, por meio da comparação entre si, critérios previamente especificados (ROCCO E SILVEIRA, 2007), em conjunto com a posterior valoração, através de tais parâmetros, das alternativas analisadas.

²⁰ Disponível em: <<https://stratigraphy.org/chart>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Foram montados dois diagramas elencando importâncias quanto às referências temáticas usadas na geração de alternativas para o nome da plataforma e qualidades visuais e operacionais de aspectos formais importantes à interface.

O Quadro 05 apresenta o ordenamento de cada referência – A) Realidade Aumentada; B) Educação; C) Geografia; D) Conectividade; e E) Visualização – quanto sua importância – 1) pouco mais importante; 2) medianamente mais importante; e 3) muito mais importante.

Quadro 05 – Ranqueamento de referências temáticas por ordem de importância.

Critérios comparados entre si					Ocorrência	Frequência	
A	A				1	9%	
B	B1	B			2	18%	
C	C3	C1	C		5	45%	
D	A1	B1	C1	D	1	9%	
E	E1	E1	C1	D1	E	2	18%
Total					11	100%	

Fonte: Autor.

Desse modo, as referências, por ordem de importância, são: Geografia; Visualização; Educação; Realidade Aumentada; e Conectividade.

Nas mesmas importâncias do quadro anterior, o quadro 06 trabalha, por sua vez, as qualidades: A) Responsividade Digital; B) Ludicidade; C) Simplicidade; e D) Pregância.

Quadro 06 – Ranqueamento de qualidades visuais e operacionais por ordem de importância.

Critérios comparados entre si					Ocorrência	Frequência
A	A				9	56%
B	A5	B			0	0%
C	A1	C3	C		3	19%
D	A3	D3	D1	D	4	25%
TOTAL					16	100%

Fonte: Autor.

Assim, o ranqueamento dos aspectos formais e operacionais estabelece a respectiva ordem: Responsividade Digital; Pregância; Simplicidade; e Ludicidade.

O próximo capítulo desenvolve o processo de seleção das alternativas e montagem das telas finais.

7 PROTOTIPAÇÃO

Nesta etapa, são explicados os momentos de seleção e refino das alternativas anteriormente geradas e a posterior utilização das mesmas na construção do modelo da interface.

7.1 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

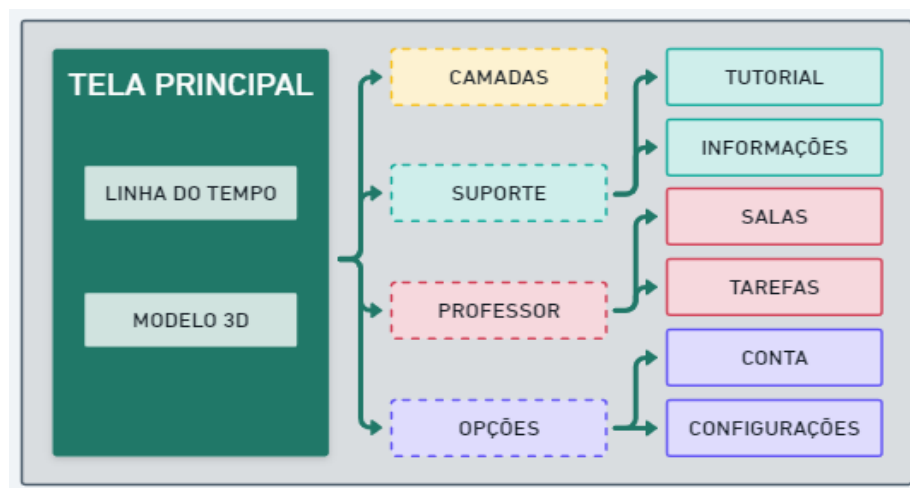
Conforme geradas, as alternativas iam sofrendo um trabalho de refino, de acordo com os critérios estabelecidos e o próprio desenvolvimento da experimentação. Aspectos que demonstrassem boas soluções para as necessidades do usuário eram replicados nos elementos e interfaces seguintes gerados.

7.1.1 Soluções estruturais

A organização estrutural do fluxo de usabilidade da plataforma selecionada foi a alternativa que trabalhava a navegação centralizada na tela principal (Figura 38).

De acordo com a análise de similares²¹, arquiteturas muito amplas tendem a facilitar a ocorrência de problemas de usabilidade. Desse modo, o fluxo centralizado em eixo único simplifica a navegação e aprimora a experiência do usuário.

Figura 38 – Arquitetura de navegação selecionada.

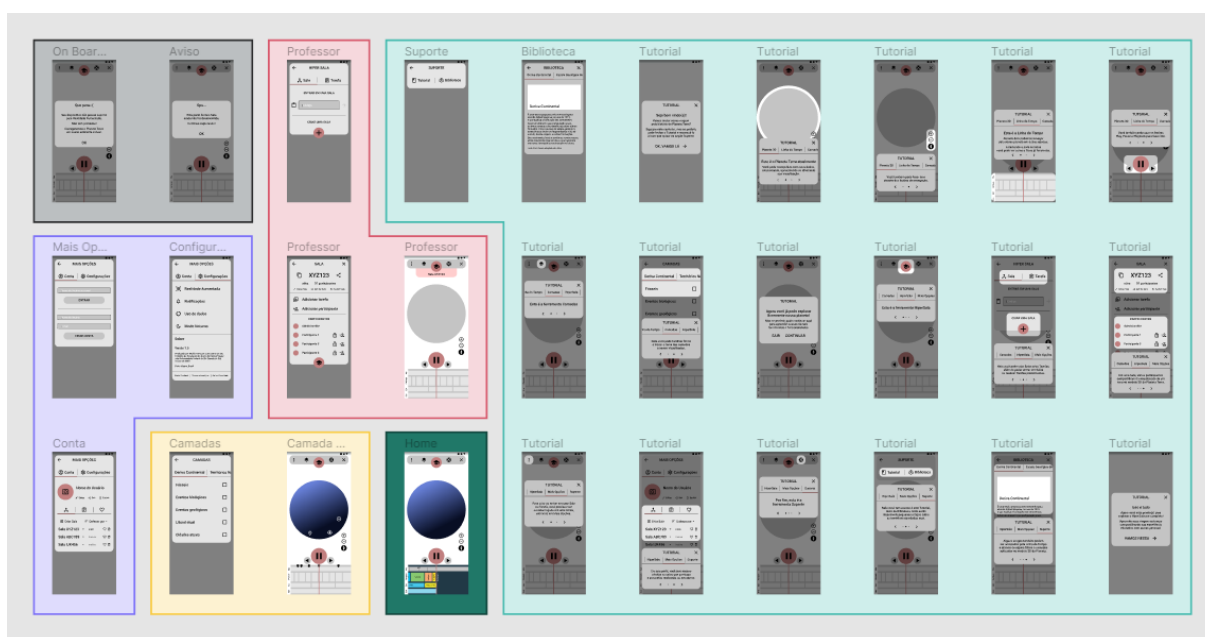


Fonte: Autor.

²¹ Ver item [4.2.4.1 Arquiteturas da informação](#).

Ao passo que a construção experimental dos *wireframes* estruturais ia sendo conduzida, o contínuo refino dos mesmos levou à definição final de cada tela.

Figura 39 – *Wireframes* desenvolvidos.



Fonte: Autor.

A figura 39 mostra as telas selecionadas separadas em áreas de acordo com a arquitetura de navegação: Verde escuro para Tela Inicial; Amarelo para as Camadas; Verde Claro para a ferramenta Suporte; Vermelho para a ferramenta Professor; Roxo Claro para Mais Opções; e Cinza para mensagens diversas.

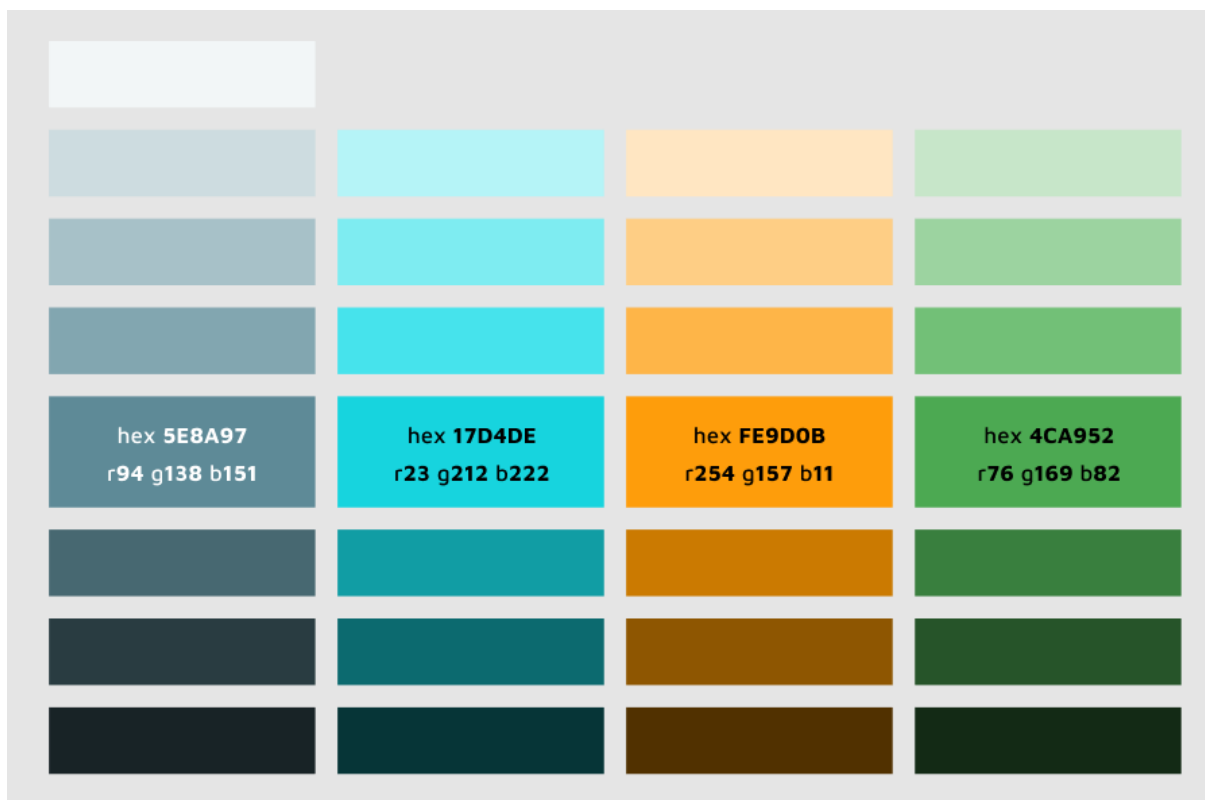
7.1.2 Soluções estéticas

Fazem parte das soluções estéticas as seleções de Cores, Nome, Logotipo, Ícones e Tipografias.

7.1.2.1 Paleta cromática

No decorrer das experimentações, foi estabelecida a paleta cromática final, ilustrada na figura 40, sendo formada por variações tonais de cores aproximadas do cinza, ciano, laranja e verde.

Figura 40 – Paleta Cromática final.



Fonte: Autor.

Cabe destacar que os tons majoritariamente usados foram os tons mais claros juntamente com os mais escuros, formando combinações de alto contraste. Os usos, na maior parte das ocasiões, respeitaram os seguintes padrões: as cores Cinza foram aplicadas nos fundos de telas e janelas; as variações de Ciano foram aplicadas nos conteúdos textuais, iconográficos e de apoio; as cores Laranja serviram para marcar os conteúdos quando selecionados; e as cores Verde tiveram aplicações pontuais.

7.1.2.2 Nome

Após a ordenação das referências temáticas usando o Diagrama de Mudge²², foram estabelecidas pontuações para cada referência, podendo, assim, relacioná-las aos 12 nomes pré-selecionados²³ no intuito de ranqueá-los: Geografia, 5 pontos; Visualização, 4 pontos; Educação, 3 pontos; Realidade Aumentada, 2 pontos; e Conectividade, 1 ponto.

²² Ver item [6.2 CRITÉRIOS PARA A SELEÇÃO](#).

²³ Ver item [6.1.3.3 Naming](#).

Construiu-se, assim, um quadro (Quadro 07), no qual cada alternativa foi listada com até três referências por ordem de representatividade. Visando priorizar nomes com maior número de referências, estabeleceu-se a pontuação de -1 ponto para quando não houvesse referências a serem relacionadas.

Quadro 07 – Alternativas de nomes com suas referências listadas por ordem de representatividade.

	Plataforma		GeoTempo		Sala RA		RA Educa		Hiper Sala		Hiper Educa	
1 ^a	E	4	C	5	B	3	B	3	D	1	D	1
2 ^a	B	3	E	4	A	2	A	2	B	3	B	3
3 ^a	D	1	-	-1	D	1	-	-1	E	4	-	-1
TOTAL	8		8		6		6		8		3	
	EducaLink		Educa Geo		GeoSala		Conecta Geo		HiperGeo		GeoLink	
1 ^a	B	3	B	3	C	5	D	1	D	1	C	5
2 ^a	D	1	C	5	B	3	C	5	C	5	D	1
3 ^a	-	-1	-	-1	D	1	B	3	B	3	-	-1
TOTAL	3		7		9		9		9		5	

Fonte: Autor.

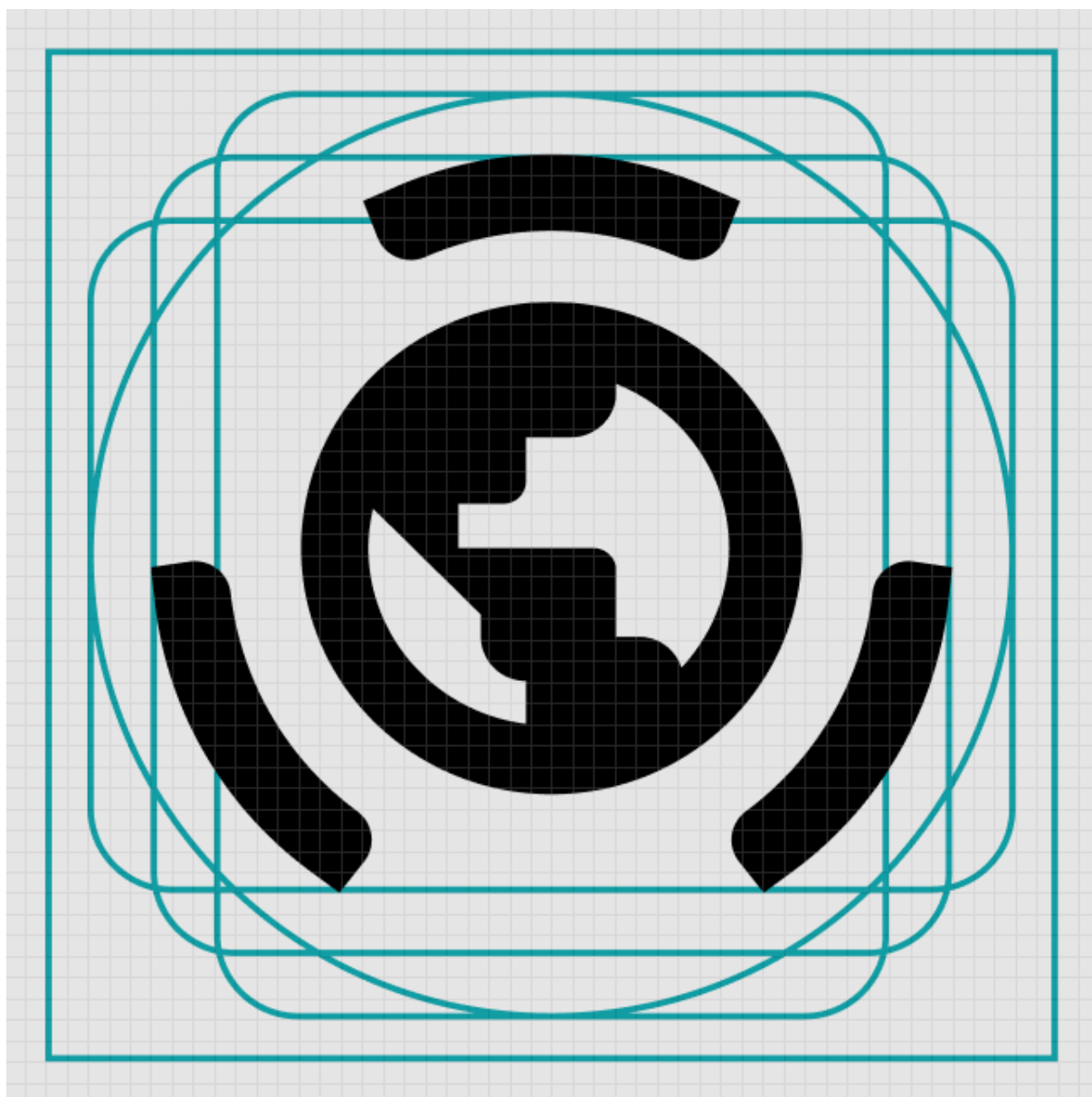
Deste modo, os 3 nomes com maior pontuação foram GeoSala, Conecta Geo e Hiper Geo, cada um com 9 pontos. Como forma de desempate, selecionou-se o nome cuja primeira referência fosse a de maior pontuação, definindo, assim, GeoSala como o nome do aplicativo.

A partir dessa definição, optou-se por renomear a ferramenta Professor para Geo Sala, ligando-a aos seus conceitos de Educação e Conectividade, além da possibilidade de utilizar o logo do aplicativo como ícone da ferramenta.

7.1.2.3 Logotipo

Com o nome da plataforma definida, teve início a seleção do símbolo para o logotipo, priorizando a alternativa que mais se adequasse, tanto ao nome, quanto ao caráter iconográfico, visando a proposta de seu uso como ícone da ferramenta Geo Sala. A figura 41 mostra a alternativa selecionada e refinada, sobreposta ao seu respectivo *grid*, que, por sua vez, é o *grid* de construção iconográfica próprio do sistema *Material Design*.

Figura 41 – Desenho final do símbolo sob grid de construção.



Fonte: Autor.

Composta pelo ícone de Planeta circundado por três arcos de círculo concêntricos, a forma simboliza três entes voltados ao mesmo objeto, podendo ser lidos como três dispositivos conectados à mesma visualização do Globo. A hierarquia entre os entes também permite a interpretação da figura do professor, ao fundo, conduzindo a visualização do globo aos alunos, à frente.

Ao símbolo, juntou-se o nome GeoSala, utilizando as fontes pré-selecionadas²⁴ para a composição tipográfica do logotipo (Figura 42).

²⁴ Ver item [6.1.3.6 Tipografia](#).

Figura 42 – Combinações entre símbolo e tipografias.



Fonte: Autor.

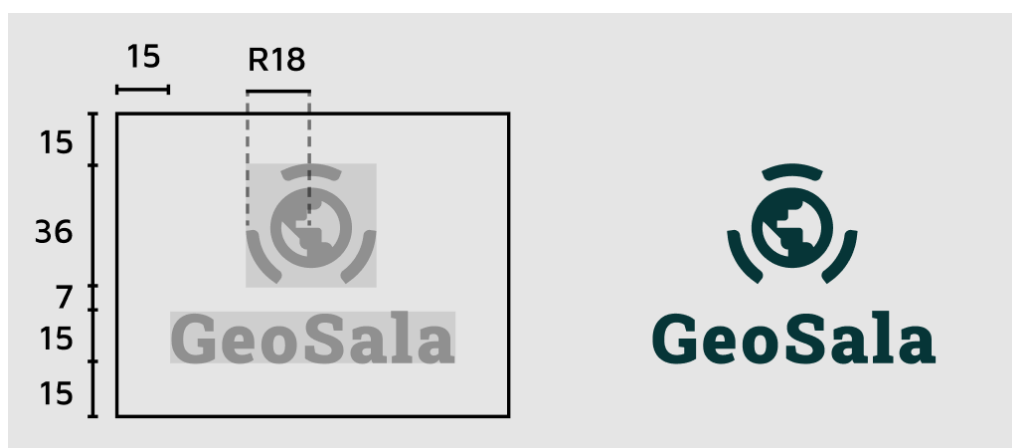
Igualmente realizado na seleção do nome, tais combinações foram ordenadas (Quadro 08) conforme suas qualidades estéticas e operacionais, as quais receberam a seguinte pontuação: Responsividade Digital, 4 pontos; Pregnância, 3 pontos; Simplicidade, 2 pontos; e Ludicidade, 1 ponto.

Quadro 08 – Alternativas de logotipos listadas conforme suas qualidades estéticas e operacionais.

	R. Slab		O. Script		S. One		Alegreya		Biryani		Heebo		Eczar		Tienne	
1ª	D	3	B	1	D	3	B	1	A	4	C	2	D	3	D	3
2ª	A	4	D	3	B	1	D	3	C	2	A	4	B	1	B	1
TOTAL	7		4		4		4		6		6		4		4	

Fonte: Autor.

Figura 43 – Composição final do logotipo e área de não interferência.



Fonte: Autor.

Portanto, a alternativa 1 – Roboto Slab, peso *Black* – sendo a mais pontuada, foi a selecionada para a composição final do logotipo. Na figura 43, observam-se as proporções entre símbolo e tipografia, além da área de não interferência.

7.1.2.4 Iconografia

Como observado na figura 44, os ícones usados são categorizados em: Navegação; Organização; Interação; Seções; e Tela Inicial. Para as sinalizações de *status* e/ou ação, optou-se pelo uso de cores diferentes, visto que nem todos os ícones poderiam assumir diferenciações formais de preenchimento e contorno.

Figura 44 – Iconografia completa usada.



Fonte: Autor.

7.1.2.5 Tipografia

Relacionando as qualidades estéticas e operacionais às três alternativas para a tipografia da interface, obteve-se o resultado mostrado no Quadro 09.

Quadro 09 – Tipografias para a interface listadas conforme suas qualidades estéticas e operacionais.

	Karla		Asul		Maven Pro	
1 ^a	A	4	D	3	A	4
2 ^a	C	2	B	1	D	3
TOTAL	6		4		7	

Fonte: Autor.

Obtendo 7 pontos, a fonte Maven Pro foi a selecionada para compor todos os elementos textuais presentes nas telas do aplicativo. Foram estabelecidos estilos para os diferentes usos:

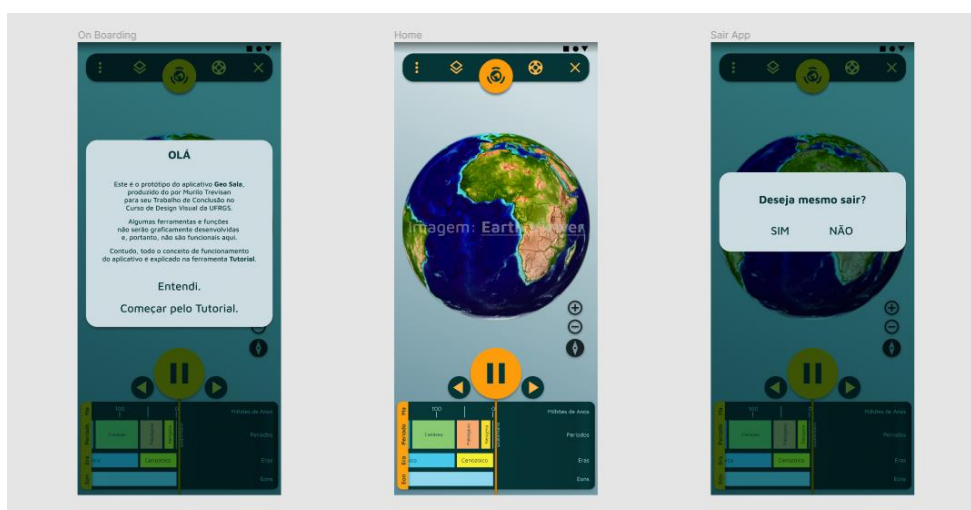
- Cabeçalho: Peso *Bold*, 20 pts., caixa alta em toda palavra;
- Títulos: Peso *Bold*, 20 pts e 16 pts., caixa alta apenas na inicial;
- Botões: Pesos *Medium* e *Bold*, 20 e 16pts.;
- Textos: Pesos *Medium* e *Bold*, 16 e 12pts.;
- Legendas: Peso *Regular*, 12pts.

7.2 DESENVOLVIMENTO DO MODELO

As alternativas, ao passo em que eram selecionadas e refinadas, iam compondo o modelo. Nessa etapa, também foram preenchidos os espaços destinados a conteúdo, tanto textual como imagético. Cabe reforçar que o trabalho, limitando-se ao projeto e construção da interface gráfica e sua usabilidade, não teve desenvolvido o conteúdo didático a ser aplicado, bem como sua posterior avaliação pedagógica com participação dos públicos alvo principais. A imagem usada na representação do modelo 3D é originária do aplicativo similar *Earth Viewer*²⁵.

As figuras 45, 46, e 47 mostram as telas finalizadas da Tela Inicial e Janelas de diálogos, Conta e Configurações, além das ferramentas Camadas e Geo Sala.

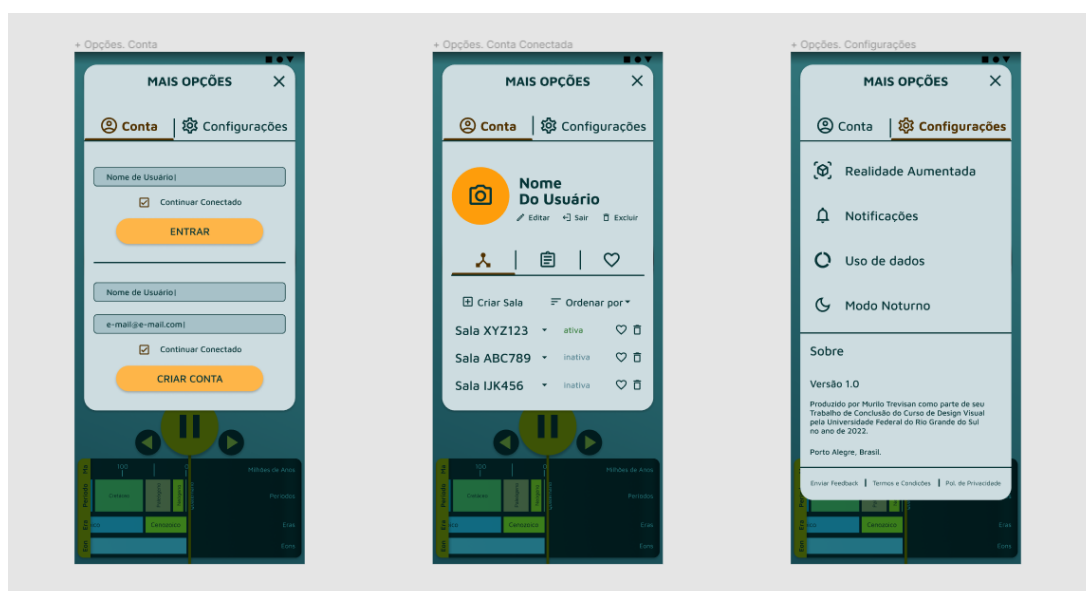
Figura 45 – Tela Inicial e janelas de diálogo.



Fonte: Autor.

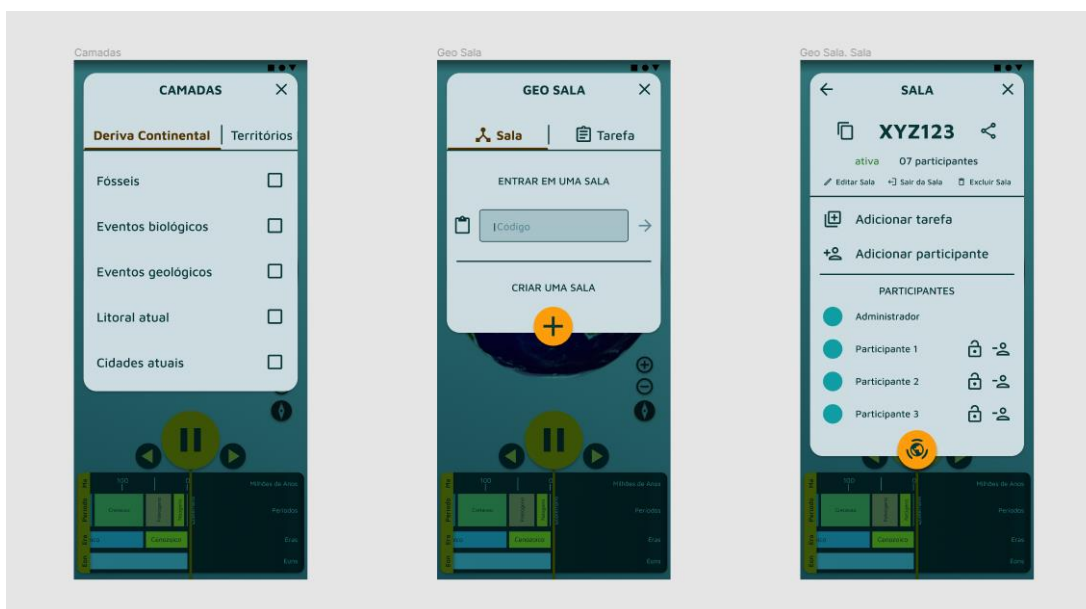
²⁵ Disponível em: <<https://bit.ly/3vZ2aF7>>. Acesso em: 02 mai. 2022.

Figura 46 – Menu Mais Opções: Conta e Configurações.



Fonte: Autor

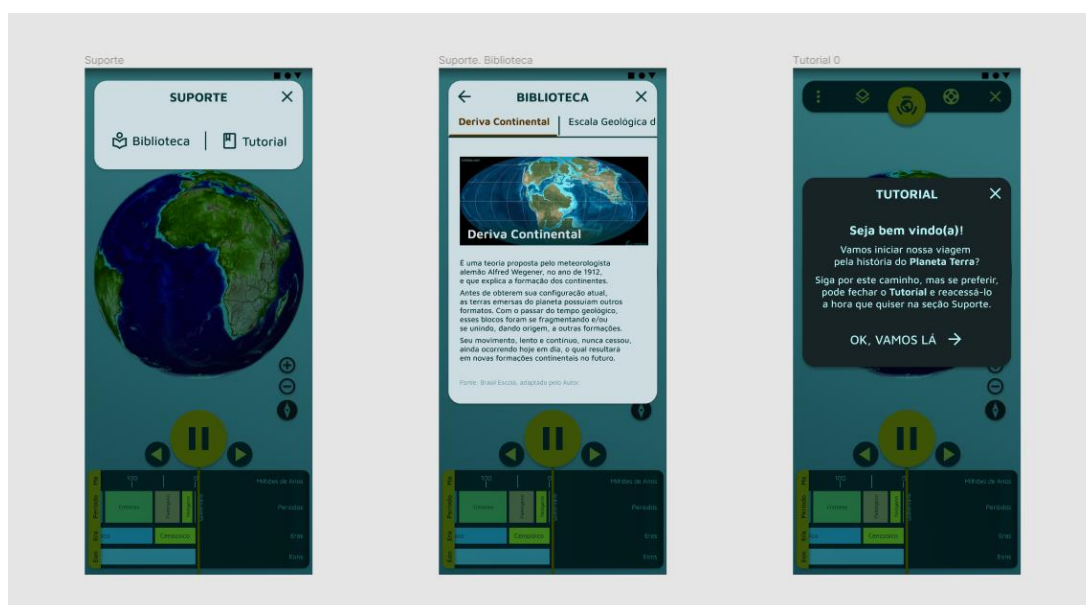
Figura 47 – Ferramentas Camadas e Geo Sala.



Fonte: Autor.

Todas as seções do aplicativo, exceto no tutorial, abrem janelas a partir do cabeçalho, que se sobrepõem a um fundo escuro e transparente sob a tela inicial, criando contraste e auxiliando na visualização. Neste momento, os itens criáveis e adicionáveis receberam nomes genéricos. A figura 48 introduz a ferramenta Suporte, composta pela Biblioteca e pelo Tutorial, que, por sua vez, possui comportamento e estética diferenciada dos demais elementos.

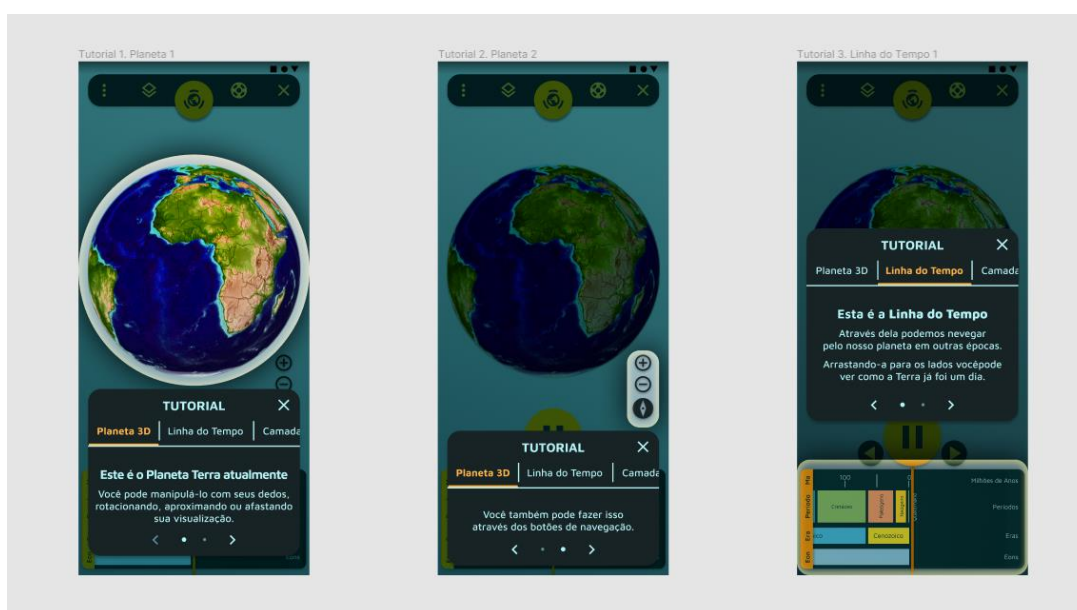
Figura 48 – Ferramenta Suporte: Biblioteca e Tutorial.



Fonte: Autor.

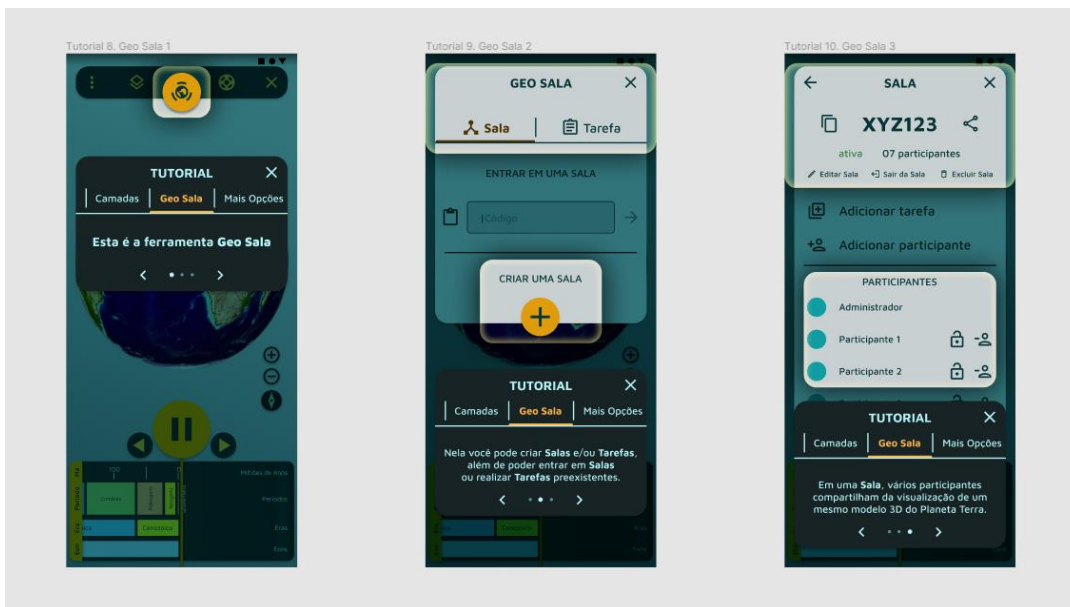
Fixar as janelas do Tutorial, ao modelo das outras seções, impossibilitaria a explicação dos elementos do cabeçalho. Como demonstrado nas figuras 49, 50 e 51, as janelas assumem posições volantes, que mudam conforme o seu objeto de apresentação. Para contrastar com os demais elementos da interface, o Tutorial também assume uma configuração de cor mais escura.

Figura 49 – Telas do tutorial 1.



Fonte: Autor.

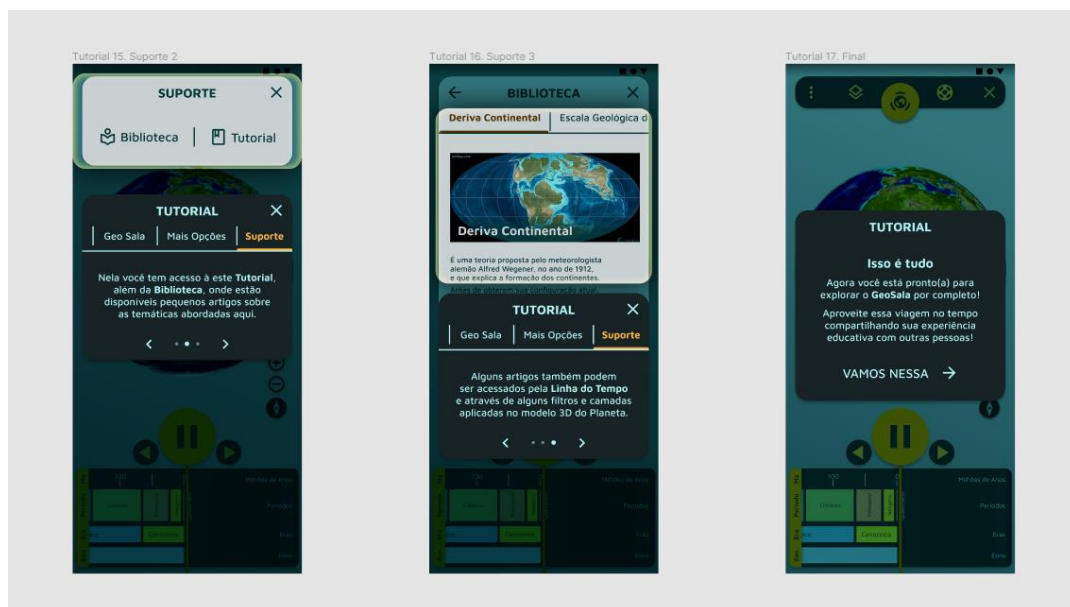
Figura 50 – Telas do tutorial 2.



Fonte: Autor.

Observa-se também o comportamento do fundo transparente, que aqui atua destacando as áreas a serem explicadas pela correspondente etapa do Tutorial.

Figura 51 – Telas do tutorial 3.



Fonte: Autor.

Após a finalização formal e estética das telas, teve início a montagem dos fluxos de navegação e usabilidade.

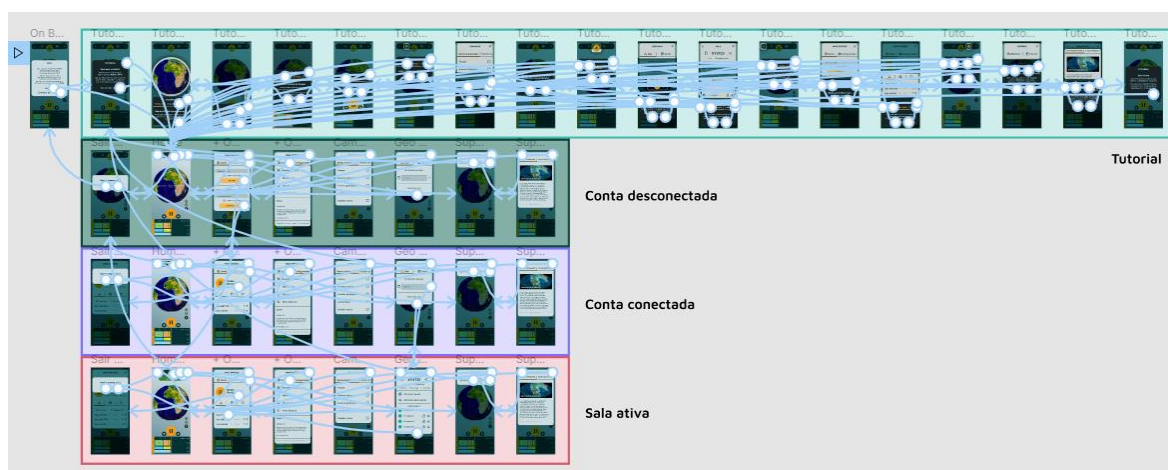
8 SOLUÇÃO

Esta é a etapa em que ocorrem a montagem dos fluxos de telas, resultando no protótipo funcional, sua posterior validação por verificações e testagem, além de eventuais correções necessárias.

8.1 PROTÓTIPO FUNCIONAL

A sequência de navegação seguiu a ordem preestabelecida pela Jornada do Usuário²⁶, iniciando por uma mensagem de contextualização do trabalho. A figura 52 demonstra os fluxos de telas, além de seccionar a navegação em 4 áreas: o fluxo da sequência do Tutorial, com fundo verde claro; o fluxo da exploração pelo aplicativo sem a criação ou conexão de uma conta de usuário, com fundo verde; o fluxo de exploração com uma conta conectada, com fundo roxo claro; e o fluxo de exploração com uma sala ativa, com fundo em vermelho.

Figura 52 – Fluxos de navegação entre telas.



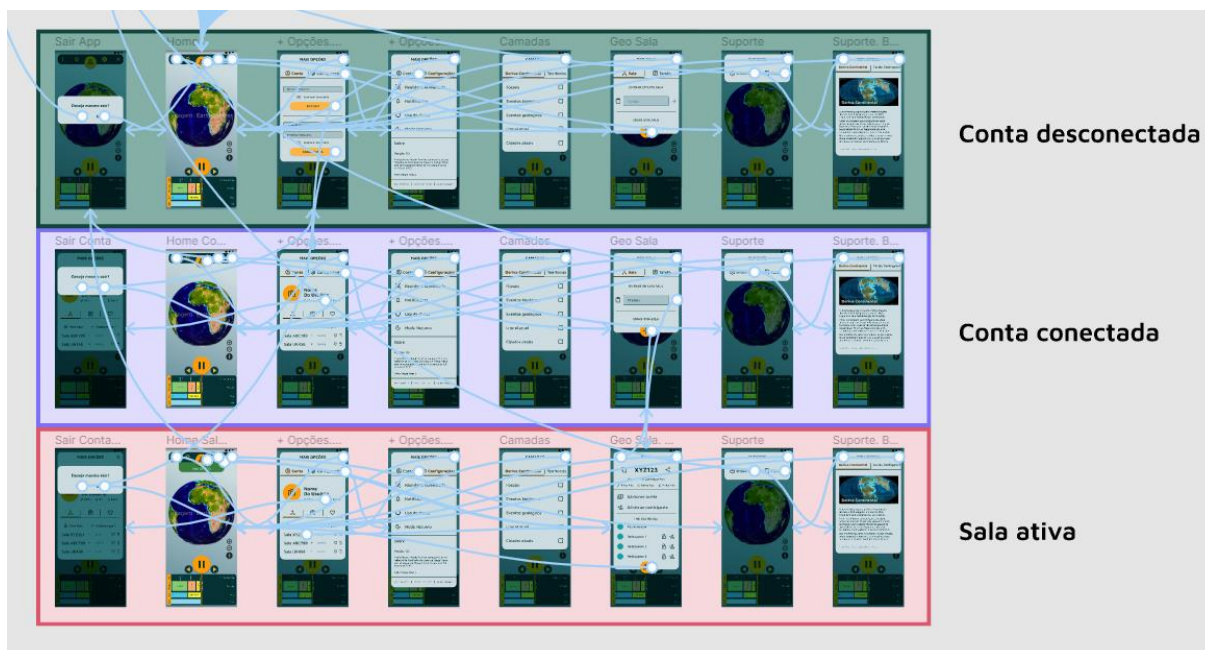
Fonte: Autor.

Apesar de possuir um fluxo contínuo, o Tutorial permite grandes saltos entre suas etapas, além da possibilidade de sair para a Tela Inicial a qualquer momento.

Sem estar conectado em uma conta, o usuário não consegue criar ou acessar uma Sala ou Tarefa. Na figura 53, temos o detalhe das interações entre os fluxos de Conta desconectada, Conta conectada e Sala ativa.

²⁶ Ver item [5.2.2 Jornada do Usuário](#).

Figura 53 – Fluxos de navegação entre conexões de conta e ativação de sala.



Fonte: Autor.

Devido ao tempo limitado, o escopo do projeto previa o não desenvolvimento do modelo 3D do planeta, reservando-se apenas à tarefa de representação da superfície do Planeta Terra em seu respectivo espaço. Junto a isso, a animação da Linha do Tempo reteve-se ao movimento de deslize horizontal de seu conteúdo e a ferramenta Camadas se configurou apenas acessível, mas não funcional. As demais ferramentas Conta e Geo Sala também apenas preveem seu funcionamento sem desenvolverem maiores funções.

8.2 VALIDAÇÃO

Para a validação do protótipo funcional, estabeleceram-se critérios de avaliação para verificações e posterior testagem com público selecionado. Após a coleta desses dados, suas respectivas análises foram realizadas. Como já citado, uma vez que os conteúdos didático-pedagógicos não foram desenvolvidos, a avaliação não se preocupará com o aspecto educacional.

8.2.1 Verificações de requisitos

Retomando os requisitos²⁷, para os Requisitos do Usuário foram estabelecidos dois status – Previsto (P) e Não Previsto (NP) – e para os Requisitos do Sistema, outros dois status – Desenvolvido (D) e Não Desenvolvido (ND). Os *status* sobre previsão validam se o conteúdo do requisito foi previsto ou não na plataforma, enquanto os *status* sobre desenvolvimento validam se o conteúdo foi ou não desenvolvido. O Quadro 10 mostra o resultado da verificação dos Requisitos de Usuário e de Sistema relativos à primeira versão do Protótipo. Em RU, vemos a numeração dos Requisitos de Usuário, e em RS, a dos Requisitos de Sistema.

Quadro 10 – Verificação de requisitos da primeira versão do Protótipo.

RU	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	4.1				
	P	P	P	P	P	P	P	P				
RS	1.1.1	1.1.2	1.2.1	2.1.1	2.1.2	2.2.1	1.2.1	3.1.1	3.1.2	1.2.1	4.1.1	4.1.2
	D	ND	D	D	D	ND	D	D	D	D	D	D
RU	4.2	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2						
	P	P	P	P	P	P						
RS	4.2.1	1.2.1	4.2.1	1.2.1	5.2.1	5.2.2	5.3.1	5.3.2	6.1.1	6.2.1	6.2.2	
	D	D	D	D	D	D	ND	ND	D	D	D	

Fonte: Autor.

Assim, a verificação estabeleceu que todos os Requisitos de Usuário foram previstos, e os Requisitos de Sistema Não Desenvolvidos foram: 1.1.2) Modelo 3D do Planeta Terra; 2.2.1) Gestos *Rotation* e *Swiping* aplicados ao Modelo 3D; 5.3.1) Botão Criar Teste; e 5.3.2) Janela Criar Teste.

8.2.2 Testes de usabilidade

Retomando as Heurísticas de Usabilidade já vistas aqui anteriormente²⁸, estabeleceram-se relações de proximidade entre elas, podendo reagrupá-las e reordená-las, resultando em 12 questões de escala linear de 1 a 9, separadas entre os temas Reconhecimento e Navegação, podendo assim, obter resultados quantitativos sobre questões qualitativas.

²⁷ Ver item [5.3.2 Necessidades e Requisitos do Usuário e do Sistema](#).

²⁸ Ver item [4.2.6 Análises heurísticas](#).

As questões do primeiro grupo foram:

- 1) De 1 a 9, quão visualmente claro e simples é o sistema?
- 2) De 1 a 9, quão eficaz o sistema é em sinalizar seu status vigente?
- 3) De 1 a 9, quanta correspondência os elementos do sistema possuem no mundo real?
- 4) De 1 a 9, o quanto essa correspondência favorece o reconhecimento da função dos elementos?
- 5) De 1 a 9, quanta padronização as ações em geral possuem?
- 6) De 1 a 9, o quanto essa padronização facilita o posterior reconhecimento da ação?

As questões do segundo tema foram:

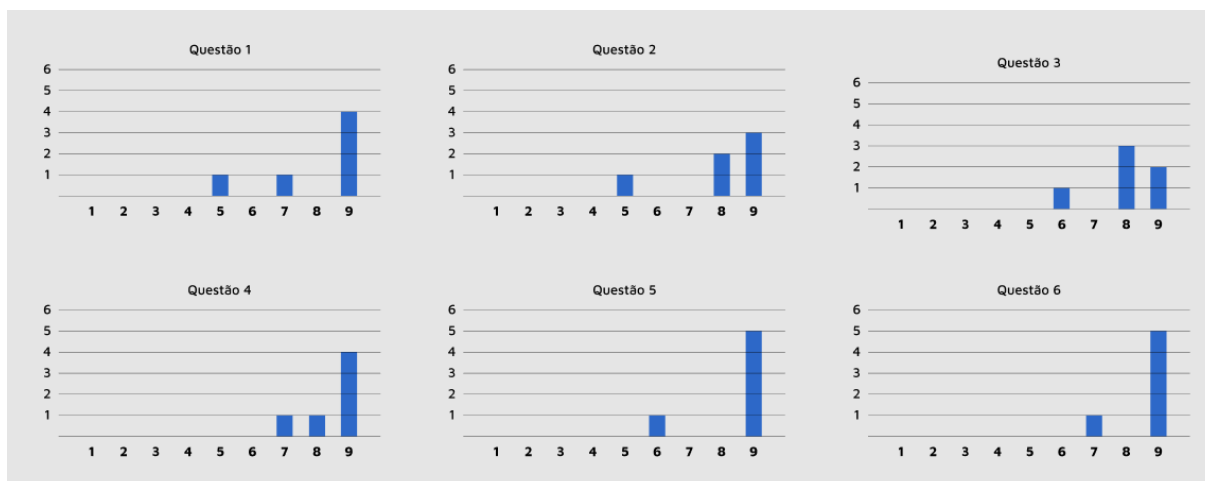
- 7) De 1 a 9, o quanto há de segurança para uma livre navegação?
- 8) De 1 a 9, o quanto essa livre navegação permite agilizar a exploração e uso da plataforma?
- 9) De 1 a 9, o quanto a plataforma previne erros durante seu uso e exploração?
- 10) De 1 a 9, quão reconhecíveis, diagnosticáveis e recuperáveis são os eventuais erros de uso e exploração que ocorrem?
- 11) De 1 a 9, o quão suscetível a dúvidas é o uso e exploração da plataforma?
- 12) De 1 a 9, quão acessível é a resolução das dúvidas que eventualmente ocorrem?

Os testes, então, foram conduzidos com uma amostra de 6 pessoas pertencentes ao terceiro grupo do Público Alvo²⁹. Antes de responder às questões, cada participante teve de realizar duas tarefas: ao abrir o protótipo, continuar pelo Tutorial até o fim; e após o término do Tutorial, explorar livremente o aplicativo conferindo o que era ou não funcional no protótipo. Podendo, então, a partir disso, completar as 12 questões, cada respondente teve a oportunidade de, ao final, contribuir com as considerações que quisesse acrescentar sobre o trabalho.

²⁹ Ver item [5.1 PÚBLICO ALVO](#).

Nas figuras 54 e 55, observamos, separadas por questão, a distribuição do número de respostas, no eixo vertical, e a escala linear quantitativa, no eixo horizontal. Como a graduação da escala estabelecia o número 1 como pouco e o número 9 como muito, a questão 11 teve sua escala invertida em relação ao formulário, posicionando a pontuação positiva ao lado direito.

Figura 54 – Resultados das questões sobre Reconhecimento.



Fonte: Autor.

Figura 55 – Resultados das questões sobre Navegação.



Fonte: Autor.

Como demais considerações, obtiveram-se 2 respostas. Na primeira, foram questionados os tamanhos dos textos da Linha do Tempo, além de objeções quanto ao posicionamento e à escolha em si de alguns ícones/botões: o botão Camadas, apesar de estar no cabeçalho, atua diretamente sobre o conteúdo, como os botões da

Linha do Tempo e Navegação; o ícone do Suporte – uma boia salva-vidas – se mostrou de difícil identificação, sendo sugerido o ícone de ponto de interrogação; e os botões Geo Sala e Pause, ambos sendo *FAB's*, disputando a atenção do usuário e gerando dúvida sobre a função central do aplicativo.

Já a segunda resposta apontou a questão da aplicabilidade de um longo Tutorial – 17 passos distribuídos entre 6 etapas – para adolescentes em contexto de sala de aula, além da vontade expressada pelo respondente em explorar as funções não desenvolvidas no protótipo.

8.2.3 Análises

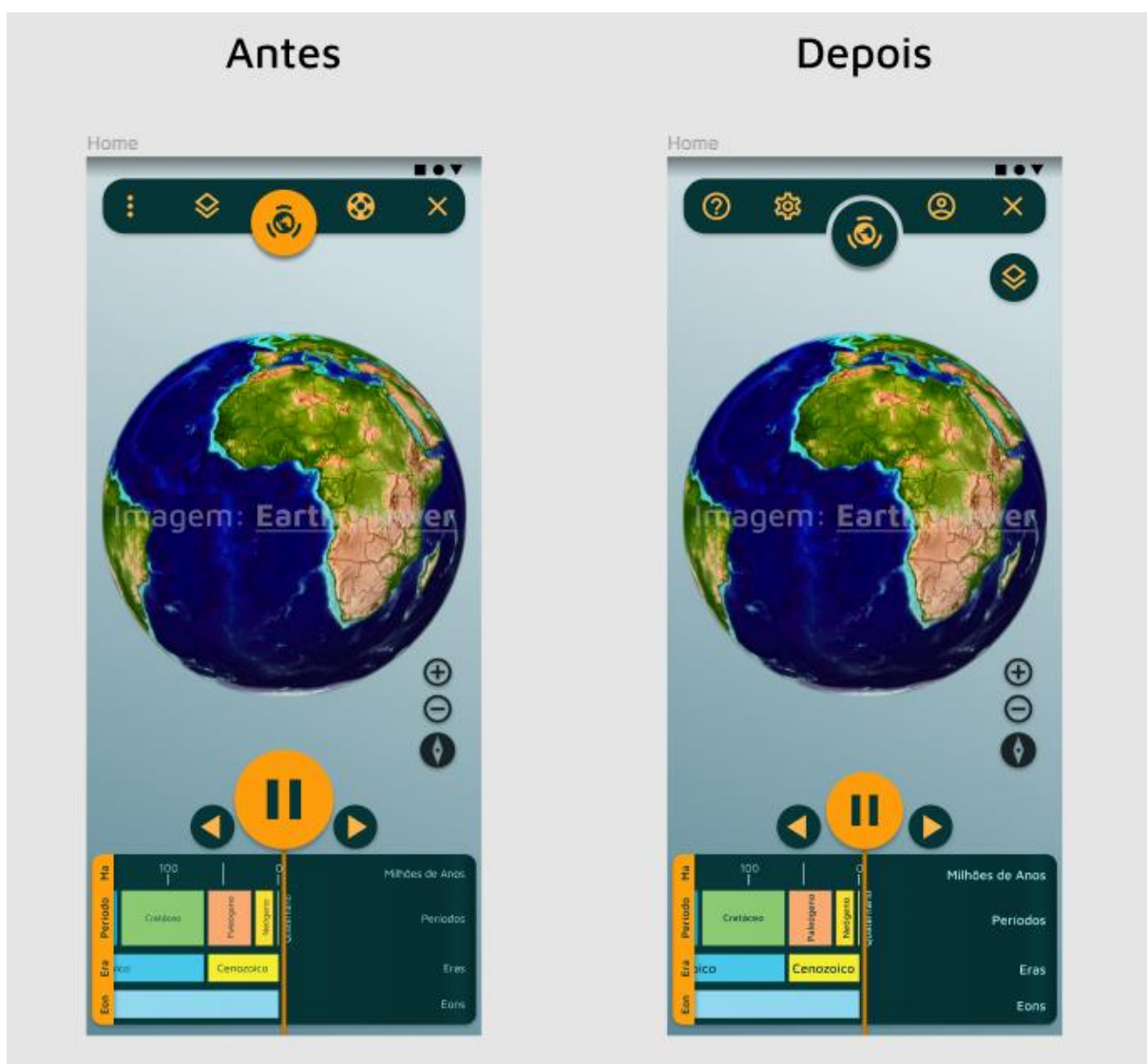
Das verificações, observou-se que todos os elementos cuja construção fora anteriormente estipulada foram desenvolvidos, reservando aos elementos de construção mais complexa apenas suas previsões estéticas e navegacionais.

Da análise heurística, de uma forma geral, o protótipo atingiu bons resultados, sendo constatado um desempenho ligeiramente melhor da parte do Reconhecimento comparada à Navegação. Porém, o sistema prototipado ainda gera dúvidas em sua operação, as quais, por sua vez, levam a erros de uso. Tais dúvidas, algumas apresentadas nas contribuições qualitativas, podem ser mitigadas reconfigurando alguns ícones e botões em termos de cores, tamanhos, posições e tipos.

8.3 ADEQUAÇÕES

A partir de concluída a etapa de verificação, as análises permitiram, então, a proposição de algumas adequações. Na Linha do Tempo, as fontes foram aumentadas em peso e tamanho e o botão Pause teve sua dimensão reduzida. No cabeçalho, o Suporte teve seu ícone de boia trocado pelo ícone de ponto de interrogação, o botão Camadas foi reposicionado na área de conteúdo, liberando espaço para que os botões de Conta e Configuração pudessem ser dispostos fora do menu Mais Opções, e o botão Geo Sala teve sua cor trocada para diferenciar sua hierarquia perante o conjunto de botões da Linha do Tempo, modificando, desse modo, a maneira como interage formalmente com o cabeçalho. Tais mudanças podem ser observadas na figura 56.

Figura 56 – Mudanças de elementos do cabeçalho e Linha do Tempo.



Fonte: Autor.

Após as alterações dos elementos da tela inicial, foram atualizados os elementos nas demais telas, bem como seus fluxos de navegação, além do ajuste de alguns detalhes restantes, encerrando, assim, a produção deste trabalho. A versão finalizada do protótipo pode ser conferida no *link* <https://bit.ly/3MtuLJo>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A potencialidade da tecnologia de Realidade Aumentada é muito útil ao propósito educacional. Por meio das suas características de interação e imersão, o esforço de abstração para o entendimento de determinados assuntos é reduzido, aprimorando o resultado do aprendizado. Com o auxílio de conceitos da área do conhecimento chamada Visualização da Informação, tal objetivo pode ser alcançado com ainda mais eficácia.

Como mencionado no trabalho e vivenciado durante a análise de similares, as limitações de *software* e *hardware* imputam desafios significativos para se ter uma experiência rica de aprendizado envolvendo RA. Essa dificuldade se impôs nos momentos de planejamento e construção do modelo e protótipo funcional da solução proposta. A complexidade de construção de uma maquete virtual do Planeta Terra que pudesse ter sua superfície modificada de acordo com dados parâmetros acabou por determinar o resultado do trabalho, limitando o produto final e suas respectivas avaliações apenas às configurações estéticas e estruturais do sistema como um todo.

Entretanto, com cada elemento tendo seus aspectos projetados e suas funcionalidades previstas, as capacidades da ferramenta se mostraram promissoras, evidenciando, inclusive, possibilidades para uma eventual continuação do trabalho para além da construção dos componentes não desenvolvidos. Somando à deriva continental, pode-se trabalhar com outros temas de visualização e interação com o Globo, como, por exemplo, a evolução das fronteiras nacionais, sem alterar a dinâmica interna de funcionamento da plataforma.

Como conclusão, destaca-se que, apesar da contradição inicial continuar, os trabalhos aqui realizados contribuíram com a grande tarefa de investigar maneiras de construir sistemas que, ao passo que não sejam complexos, tenham substância para que a experiência do usuário seja legítima, alcançando, assim, resultados educacionais satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- AZUMA, R. T. **A Survey of Augmented Reality**. 1997. Dissertação - Hughes Research Labs, University of Northern Carolina, Carolina do Norte, EUA, 1997.
- BACCA-ACOSTA, J. et al. **Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications**. *Educational Technology and Society*, v. 17, p. 133-149, out. 2014.
- BELO, N. T. H.; BRANDALISE, M. Â. T. **Processos de abstração no desenvolvimento do pensamento lógico-matemático: tecendo reflexões entre teorias e práticas**. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 13., 2011, Recife.
- BLANCO-FERNÁNDEZ, Y. et al. **REENACT: A step forward in immersive learning about Human History by augmented reality, role playing and social networking**. *Expert Systems with Applications*, v. 41, n. 10, p. 4811-4828, ago. 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017.
- CHEN, P. P. **The Entity-Relationship Model - toward a Unified View of Data**. *ACM Transactions on Database Systems*, v. 1, n. 1, pp 9-36, mar. 1976.
- FEINER, S. K. **Architectural anatomy**. *Teleoperators and Virtual Environments*, v. 4, n. 3, p. 318-325. 1995.
- FILATRO, A. **Design instrucional na prática**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2008.
- FRAJBERG, D. **Artificial Intelligence and Augmented Reality for entertainment applications**. 2020. Tese - (Doutorado em Ciência da Computação e Engenharia) - Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria, Politecnico di Milano, 2019.
- FUHRT, B. **Handbook of Augmented Reality**. 3. Ed. – Nova Iorque: Springer, 2011.
- HIDAYANTO, D. R. et al. **The application of ADDIE model in developing adventure game-based multimedia learning to improve students' understanding of basic programming**. In: 3RD INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY, out. 2007, Bandung, Indonésia, p. 307-312.
- JIAN, B. **Cartographic Visualization: Analytical and Communication Tools**. *Cartography*, v. 25, n. 2, dez. 1996.
- KOBEISSE, S.; HOLMQUIST, L. E. 2020. **ARcheoBox: Engaging with Historical Artefacts Through Augmented Reality and Tangible Interactions**. In: ACM

SYMPOSIUM ON USER INTERFACE SOFTWARE AND TECHNOLOGY, 33., out. 2020, Nova York, EUA, p. 22-24.

KOUROUTHANASSIS, P. et al. **Tourists responses to mobile augmented reality travel guides**: The role of emotions on adoption behavior. *Pervasive and Mobile Computing*, v. 18, p. 71-87, set. 2014.

MACEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F. **Visualization in Modern Cartography**. 1. ed. Pergamon, 1994.

MAKRIS, S. et al. **Augmented reality system for operator support in human–robot collaborative assembly**. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 2016.

MEURER, H.; SZABLUK, D. **Projeto E**: aspectos metodológicos para o desenvolvimento de projetos dígito-virtuais. *Ação Ergonômica*, v. 5, n. 2, 2009.

MOLENDÁ, M. **In search of the elusive ADDIE model**. *Performance Improvement*, v. 42, n. 5, p. 34-36, mai. 2003.

MUNARI, B. **Das coisas nascem coisas**. 1 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NIELSEN, J. **Usability Engineering**. Mountain View: Morgan Kaufmann, 1994.

PAAVILAINEN, J. **The Pokémon GO Experience**: A Location-Based Augmented Reality Mobile Game Goes Mainstream. In: *CHI CONFERENCE ON HUMAN FACTORS IN COMPUTING SYSTEMS*, 2017, Nova York, EUA, p. 2493-2498.

ROCCO, A. M.; SILVEIRA, A. D. **Ferramental para eficiência em vendas**. In: *CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO E GERÊNCIA*, 2008, Cascavel, Brasil.

TAVERRITI, G. et al. **Real-time Wearable Computer Vision System for Improved Museum Experience**. Amsterdam, 2016. p. 703-704.

The Horizon Report 2019. The New Media Consortium, 2019.

VÁZQUEZ-CANO, E. et al. **Use of Augmented Reality to Improve Specific and Transversal Competencies in Students**. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, v. 19, n. 8, p. 393-408, ago. 2020.

WARE, C. **Information Visualization**: Perception for Design. 2. ed. São Francisco: Morgan Kaufmann, 2004.