



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS
BACHARELADO EM DESIGN GRÁFICO
PEDRO LUCAS ALVES DA SILVA

DESIGN PARA EDUCAÇÃO INCLUSIVA:
Desenvolvimento de roteiros imagéticos para
Alunos surdos no ensino de Ciências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Goiânia
2025



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio do Repositório Institucional (RI/UFG), regulamentado pela Resolução CEPEC no 1240/2014, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei no 9.610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo dos Trabalhos de Conclusão dos Cursos de Graduação disponibilizado no RI/UFG é de responsabilidade exclusiva dos autores. Ao encaminhar(em) o produto final, o(s) autor(a)(es)(as) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (TCCG)

Nome(s) completo(s) do(a)(s) autor(a)(es)(as): Pedro Lucas Alves da Silva

Título do trabalho: Design para educação inclusiva: desenvolvimento de roteiros imagéticos para alunos surdos no ensino de ciências

2. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador) Concorda com a liberação total do documento [X] SIM [] NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(a)(s) autor(a)(es)(as) e ao(a) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo do TCCG. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro.

Obs.: Este termo deve ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Pedro Lucas Alves Da Silva, Discente**, em 13/11/2025, às 12:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Bandeira Da Silva, Professor do Magistério Superior**, em 02/12/2025, às 09:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5784153** e o código CRC **821AA780**.

PEDRO LUCAS ALVES DA SILVA

DESIGN PARA EDUCAÇÃO INCLUSIVA:
Desenvolvimento de roteiros imagéticos para
alunos surdos no ensino de Ciências

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para obtenção do título
de Bacharel em Design Gráfico da Faculdade
de Artes Visuais (FAV) da Universidade
Federal de Goiás (UFG)

Orientador: Wagner Bandeira da Silva

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Silva, Pedro Lucas Alves da
Design para Educação Inclusiva [manuscrito] : Desenvolvimento de roteiros imagéticos para alunos surdos no ensino de Ciências / Pedro Lucas Alves da Silva. - 2025.
137 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Wagner Bandeira da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Artes Visuais (FAV), Design Gráfico, Goiânia, 2025.

Bibliografia.

Inclui fotografias, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Design. 2. Educação Inclusiva. 3. Tecnologia Assistiva. 4. Ensino de Ciências. I. Silva, Wagner Bandeira da, orient. II. Título.

CDU 3



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos vinte e sete dias do mês de novembro do ano de 2025 iniciou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Design para educação inclusiva: desenvolvimento de roteiros imagéticos para alunos surdos no ensino de ciências”, de autoria de Pedro Lucas Alves da Silva, do curso de Design Gráfico, da Faculdade de Artes Visuais da UFG. Os trabalhos foram instalados pelo prof. Dr. Wagner Bandeira da Silva - orientador (FAV/UFG) com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Prof. Dr. Cláudio Aleixo Rocha (FAV/UFG) e prof. Dr. Márcio Alves da Rocha (FAV/UFG). Após a apresentação, a banca examinadora realizou a arguição do estudante. Posteriormente, de forma reservada, a Banca Examinadora se reuniu e considerou o TCC Aprovado.

Proclamados os resultados, os trabalhos foram encerrados e, para constar, lavrou-se a presente ata que segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Wagner Bandeira Da Silva, Professor do Magistério Superior**, em 04/12/2025, às 11:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Claudio Aleixo Rocha, Professor do Magistério Superior**, em 04/12/2025, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Alves Da Rocha, Professor do Magistério Superior**, em 04/12/2025, às 20:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5784168** e o código CRC **61E6C495**.

Resumo

Este estudo aborda o desenvolvimento de um Roteiro Imagético, uma Tecnologia Assistiva configurada como ferramenta pedagógica que substitui instruções textuais por elementos visuais sequenciais para alunos surdos. Para isso, utiliza-se o apoio da Semiótica e do Design da Informação no planejamento e na configuração de estratégias para um artefato que promova a autonomia e a plena compreensão das atividades experimentais no Ensino de Ciências. O trabalho considera, principalmente, a natureza das representações visuais e o processo de apropriação de conceitos científicos pelo público surdo em aulas experimentais.

Palavras-chave: Design. Educação Inclusiva. Tecnologia Assistiva. Ensino de Ciências. Surdez. Roteiro Imagético.

Abstract

This study addresses the development of an Visual Script, an Assistive Technology configured as a pedagogical tool that replaces textual instructions with sequential visual elements for deaf students. To do this, use support from Semiotics and Information Design in planning and configuring strategies for an artifact that promotes autonomy and full understanding of experimental activities in Science Teaching. The work mainly considers the nature of visual representations and the process of appropriation of scientific concepts by the deaf public in experimental classes.

Keywords: Design. Inclusive Education. Science Teaching. Hearing impairment. Deafness. Visual Script.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Pessoas com deficiência auditiva por nível de instrução e situação do domicílio (2019).....	10
Figura 2 – Pessoas com deficiência auditiva, por grupo de idade (2019)	11
Figura 3 – Gráficos dos perfis dos alunos	16
Figura 4 – Estrutura Metodológica dos Roteiros.....	18
Figura 5 – Organização Modular dos Procedimentos.....	19
Figura 6 – Sequência Visual de Passos para uma Tarefa Industrial.....	20
Figura 7 – Atuação do Roteiro Imagético	24
Figura 8 – Esquema do processo da audição humana	29
Figura 9 – Torre de Líquidos - Experimento de Densidade.....	35
Figura 10 – Processo da Informação.....	38
Figura 11 – Infográfico do mapa de dados	38
Figura 12 – Exemplo prático visual	42
Figura 13 – Placa de sinalização Curva Acentuada à Direita (A-1b).....	43
Figura 14 – Persona do Aluno	46
Figura 15 – Persona da Professora.....	47
Figura 16 – Análise e Escolha do Título.....	48
Figura 17 – Painel Semântico Geral	50
Figura 18 – Painel Semântico Técnico-Científico.....	51
Figura 19 – Painel Semântico de Referência.....	52
Figura 20 – Introdução ao Movimento Retilíneo com Aceleração Constante	53
Figura 21 – Visualização do Maquinário	54
Figura 22 – Descrição das Etapas	55
Figura 23 – Etapas do Experimento de Reações Químicas.....	56
Figura 24 – Orientações de Segurança e Lista de Materiais.....	57
Figura 25 – Etapas do Experimento de Soluções Ácidas e Básicas	58
Figura 26 – Livro Didático	58
Figura 27 – Storyboard Experimento 5 - Montagem	60
Figura 28 – Storyboard Experimento 1 - Conteúdo.....	61
Figura 29 – Quadro Complementar - Conteúdo	62
Figura 30 – Projeto Alegria Art para o Facebook.....	64
Figura 31 – Painel Semântico dos Personagens	65
Figura 32 – Painel Semântico de Gestos e Ações.....	66
Figura 33 – Painel Semântico de Capas.....	67
Figura 34 – Painel Semântico Editorial.....	68
Figura 35 – Painel Semântico de Logotipos.....	69
Figura 36 – Cores mais recorrentes.....	70

Figura 37 – Sistema Cromático	71
Figura 38 – Cores por módulos	72
Figura 39 – Experimentação Tipográfica	73
Figura 40 – Famílias Tipográficas Escolhidas.....	74
Figura 41 – Tipografias Aplicadas	75
Figura 42 – Glifos STIX Two Text.....	76
Figura 43 – Rafes e Vetorização - Experimento 1.....	77
Figura 44 – Rafes e Vetorização - Experimento 4.....	78
Figura 45 – Rafes e Vetorização - Experimento 5.....	78
Figura 46 – Rafes e Vetorização - Personagens	79
Figura 47 – Rafes e Vetorização - Personagens e Logotipos.....	80
Figura 48 – Teste com cores Análogas	81
Figura 49 – Combinações com demais cores	81
Figura 50 – Paleta escolhida para os personagens.....	82
Figura 51 – Paleta complementar triádica.....	83
Figura 52 – Protótipos de Média Fidelidade.....	85
Figura 53 – Protótipos de Média Fidelidade com Guias	85
Figura 54 – Alternativas de Capa.....	86
Figura 55 – Alternativas layout interno	87
Figura 56 – Montagem dos Roteiros	89
Figura 57 – Sistema de Guias e Diagramação	90
Figura 58 – Capa e Folha de Rosto.....	91
Figura 59 – Páginas de Introdução e Instrução.....	93
Figura 60 – Tópicos com retângulos na diagonal	95
Figura 61 – Queimadura com cola quente	96
Figura 62 – Representatividade.....	97
Figura 63 – Módulo 1.....	98
Figura 64 – Relação Semiótica.....	99
Figura 65 – Lupas e Setas.....	100
Figura 66 – Estados Visuais.....	101
Figura 67 – Módulo 2.....	102
Figura 68 – Diferentes interações com as mãos.....	103
Figura 69 – Posicionamento do carrinho	104
Figura 70 – Placa de suporte	105
Figura 71 – Interação das mãos com o cronômetro	106
Figura 72 – Módulo 3.....	107
Figura 73 – Lupas sob as tiras.....	108
Figura 74 – Montagem final do experimento.....	109
Figura 75 – Fricção do canudo com guardanapo.....	110

Figura 76 – Execução final	110
Figura 77 – Módulo 4.....	111
Figura 78 – Sinal de advertência	112
Figura 79 – Manipulação da seringa	113
Figura 80 – Mudança de estado da cera.....	113
Figura 81 – Mudança do estado do cata-vento.....	114
Figura 82 – Módulo 5.....	115
Figura 83 – Cabos e a base do circuito	116
Figura 84 – Parte traseira do circuito.....	117
Figura 85 – Colagem do interruptor	118
Figura 86 – Montagem dos soquetes	119
Figura 87 – Conexões do circuito.....	120
Figura 88 – Apresentação do circuito e posicionamento das pilhas.....	121
Figura 89 – Encaixe das minilâmpadas.....	122
Figura 90 – Resultado do experimento	123
Figura 91 – Últimas páginas e contracapa	124
Figura 92 – Protótipo Físico	125
Figura 93 – Alunos utilizando o roteiro imagético	128

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela de Dados Brutos	39
---	----

Sumário

1	Introdução	10
1.1	Contextualização	10
1.2	Problematização	11
1.3	Objetivo geral	13
1.4	Objetivos específicos	14
1.5	Abordagem Metodológica da Pesquisa	14
1.5.1	Etapas da Pesquisa.....	14
1.5.2	Locus e Participantes da Pesquisa	15
1.5.3	Interpretação dos Dados do Perfil dos Alunos.....	15
1.5.4	Fundamentação Pedagógica.....	16
1.5.5	Desenvolvimento e Prototipagem dos Roteiros Imagéticos.....	17
1.5.6	Crterios de Escolha dos Experimentos	20
1.5.6.1	Sistema de Medidas	21
1.5.6.2	Velocidade Média	21
1.5.6.3	Cargas e Forças Elétricas	21
1.5.6.4	Termodinâmica	22
1.5.6.5	Eletrodinâmica.....	22
1.5.7	Contribuições e Insights	23
2	Referencial Teórico	25
2.1	Educação Inclusiva	25
2.2	A educação inclusiva como espaço de formação do sujeito	26
2.3	Pessoas com Deficiência Auditiva e Surdez	29
2.4	Ciências Naturais e o Ensino	32
2.5	Design Instrucional	33
3	Design e a Base Teórica	37
3.1	Design da Informação	37
3.2	Semiótica	41
4	Processo de Design e Desenvolvimento do Roteiro Imagético	45
4.1	Estrutura do Briefing e Perfis de Usuários	45
4.1.1	Briefing	45
4.1.2	Personas.....	45
4.1.3	Avaliação e Escolha do Título.....	47
4.1.4	Análise Paramétrica de Similares	49
4.1.4.1	Painel Semântico Geral.....	49

4.1.4.2	Painel Semântico Técnico-Científico	50
4.1.4.3	Painel Semântico de Referência.....	51
4.1.4.4	Livros Didáticos e Roteiros de Laboratório.....	53
4.2	Estrutura do Conteúdo e Storyboards	59
4.3	Estratégia Conceitual e Diretrizes Visuais	63
4.3.1	Painéis Semânticos e Estilo de Ilustração.....	63
4.3.1.1	Painel Semântico de Personagens	65
4.3.1.2	Painel Semântico de Gestos e Ações.....	66
4.3.1.3	Painel Semântico de Capas.....	66
4.3.1.4	Painel Semântico de Diagramação	67
4.3.1.5	Painel Semântico de Logotipos.....	68
4.4	Construção da Identidade Visual e Editorial	69
4.4.1	Paleta Cromática e Sistema de Cores	69
4.4.2	Família Tipografia	72
4.5	Estilo de Ilustração Final e Recursos Visuais	76
4.6	Estrutura Editorial e Montagem do Artefato	83
4.6.1	Módulos e Espelho Editorial.....	84
4.6.2	Alternativas de Capa e Layout.....	86
4.7	Montagem dos Roteiros e Conteúdos	88
4.7.1	Resultados.....	89
4.7.1.1	Capa e Folha de Rosto.....	91
4.7.1.2	Páginas de Introdução e Instrução	92
4.7.1.3	Módulo 1 - Sistema de Medidas	97
4.7.1.4	Módulo 2 - Movimento e Grandezas Vetoriais.....	102
4.7.1.5	Módulo 3 - Cargas e Forças Elétricas	107
4.7.1.6	Módulo 4 - Termodinâmica.....	111
4.7.1.7	Módulo 5 - Eletrodinâmica.....	115
4.7.1.8	Página de Respiro / Reforço Temático	124
4.7.2	Prototipagem Física	124
4.7.3	Materiais e Tecnologias Gráficas.....	125
5	Conclusão	127
	Referências	129

1 Introdução

1.1 Contextualização

Dados da Pesquisa Nacional de Saúde (PNS) de 2019, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (AGÊNCIA IBGE, 2021), indicam que 17,3 milhões de brasileiros (8,4% da população) com dois anos ou mais possuíam alguma deficiência. Destes, aproximadamente 2,3 milhões (1,1% da população) apresentavam surdez profunda. Entre as pessoas com deficiência auditiva, apenas 22,4% dominam a Língua Brasileira de Sinais (Libras). As barreiras comunicacionais geram desigualdades sociais, educacionais e profissionais, limitando o acesso ao conhecimento e à inclusão de pessoas com deficiência no mercado de trabalho, onde apenas 28,3% estão empregados, e alarmantes 67,6% não concluem o ensino fundamental.

Figura 1 – Pessoas com deficiência auditiva por nível de instrução e situação do domicílio (2019)

Tabela 8220 - Pessoas com deficiência auditiva, por nível de instrução e situação do domicílio (2019)		
Variável - Pessoas com deficiência auditiva (Mil pessoas)		
Situação do domicílio - Urbana		
Ano - 2019		
1 - Brasil		
Nível de instrução		
Sem instrução e fundamental incompleto	1.256,682	Mil pessoas
Fundamental completo e médio incompleto	169,190	Mil pessoas
Médio completo e superior incompleto	311,186	Mil pessoas
Superior completo	127,390	Mil pessoas
Fonte: IBGE - Pesquisa Nacional de Saúde		

Figura 2 – Pessoas com deficiência auditiva, por grupo de idade (2019)

Tabela 8218 - Pessoas com deficiência auditiva, por grupo de idade e situação do domicílio (2019)		
Variável - Pessoas com deficiência auditiva (Mil pessoas)		
Brasil		
Ano - 2019		
Situação do domicílio - Urbana		
Grupo de idade		
2 a 9 anos	28,628	Mil pessoas
10 a 17 anos	37,478	Mil pessoas
18 a 29 anos	90,715	Mil pessoas
30 a 39 anos	140,394	Mil pessoas
40 a 59 anos	410,908	Mil pessoas
60 anos ou mais	1.222,431	Mil pessoas
Fonte: IBGE - Pesquisa Nacional de Saúde		

Esses dados revelam uma realidade educacional defasada para a população surda, especialmente no ensino de Ciências. A exclusão educacional dessas pessoas é agravada pela falta de materiais adaptados e pela ausência de Libras em muitos contextos acadêmicos. Essa realidade torna urgente a implementação de políticas públicas e recursos pedagógicos acessíveis que possam superar essas barreiras comunicacionais e garantir a inclusão plena dos alunos surdos no processo educativo.

Nesse contexto, o design tem um papel fundamental, atuando como mediador entre a informação e o usuário, facilitando o entendimento de conteúdos acadêmicos por meio de recursos visuais adequados. O Design da Informação, como destacado por (Petterson, 2012 *apud* Aros; Silva; Figueiredo, 2017), organiza o conteúdo de maneira clara e acessível, facilitando a aprendizagem de alunos surdos. Alinhado a isso, o Design Instrucional busca otimizar a aprendizagem por meio de estratégias bem estruturadas que facilitam o ensino e economizam tempo (Morrison *et al.*, 2019, p. 4). Essas abordagens são essenciais para o desenvolvimento de materiais que atendam às necessidades dos estudantes surdos, promovendo uma educação mais inclusiva e eficaz.

1.2 Problematização

Diante dessa realidade, de 1996 até 2025, passaram-se quase três décadas desde que os primeiros documentos oficiais brasileiros (Brasil, 2002; Brasil, 1996) indicaram a “relevância do desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem que contemple as necessidades educacionais especiais” (Gonçalves *et al.*, 2013), e ainda há poucas publicações acadêmicas voltadas à inclusão no ensino e à formação docente. Na área do Design Gráfico, esse déficit é ainda mais evidente.

Ademais, temos inúmeros exemplos de políticas públicas para pessoas com deficiências que estimulam e promovem “em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (Brasil, 2015). Essa norma, também conhecida como Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), é a legislação mais abrangente e específica direcionada aos direitos das pessoas com deficiência no Brasil. A Lei consolida e amplia garantias previstas em outras legislações, sendo considerada um marco legal na promoção da inclusão, que assegura às pessoas com deficiências direitos em todas as esferas, como o direito à educação, acessibilidade, informação, comunicação, aos avanços científicos e tecnológicos e, principalmente, a dignidade, o respeito e o bem-estar social e pessoal.

Neste contexto, desde a promulgação das primeiras diretrizes nacionais sobre educação inclusiva (Brasil, 2002; Brasil, 1996) até os dias atuais, persiste um paradoxo alarmante. Enquanto a legislação preconiza “atender à demanda de estudantes com necessidades especiais na educação básica” (Gonçalves *et al.*, 2013)), a produção acadêmica sobre inclusão de estudantes surdos no ensino de Ciências Naturais permanece marginal. Isso se deve, especialmente, à ausência de materiais visuais acessíveis e à presença de barreiras linguísticas, como fórmulas, símbolos e representações que dificultam a compreensão e a transmissão da informação.

No que lhe concerne, conforme (Passos, 2014), enxerga-se no Design Gráfico associados com suas subáreas (Design da Informação, Design Instrucional, Semiótica, etc.), um potencial na produção de TA. Tais tecnologias são fundamentais no contexto educacional, pois, como define a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Brasil, 2015), elas incluem “produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social”.

Essa definição ressalta o papel das TA em facilitar a acessibilidade e a participação ativa de indivíduos com deficiência, particularmente no aprendizado. No contexto do Design Gráfico, essas tecnologias podem ser aplicadas para o desenvolvimento de recursos visuais que superem as barreiras linguísticas e ajudem os alunos surdos a compreender conceitos simbólicos e abstratos, muitas vezes desafiadores. Nesse sentido, o design se configura como uma ferramenta poderosa para criar materiais educativos inclusivos, que não só facilitam a aprendizagem, mas também incentivam uma participação mais equitativa e autônoma no ambiente escolar.

Diante deste cenário paradoxal, em que avanços legislativos (Brasil, 1996; Brasil, 2015; Brasil, 2002) não se traduziram em produções acadêmicas robustas, evidencia-se um desafio epistemológico central. A disciplina de Física apresenta conceitos científicos com representações simbólicas que, muitas vezes, não possuem sinais-termo correspondentes

no dicionário de Libras, resultando no afastamento desses estudantes, conforme apontam (Pereira; Benite; Benite, 2011).

Para enfrentar essa barreira de linguagem e acesso, a presente pesquisa orienta-se pela seguinte questão norteadora: Como o Design da Informação e a Semiótica podem estruturar roteiros imagéticos que promovam a autonomia de alunos surdos na execução de experimentos de Física?.

Essa lacuna reforça a necessidade de estratégias visuais e metodológicas que permitam traduzir o conhecimento científico para uma linguagem acessível à comunidade surda, integrando elementos visuais, táteis e tecnológicos que favoreçam a compreensão e a inclusão no processo educativo.

1.3 Objetivo geral

O objetivo central deste trabalho foi desenvolver, diagramar e configurar roteiros imagéticos, visando promover a autonomia dos alunos surdos na execução de experimentos nas Ciências da Natureza, com foco na disciplina de Física. Ressalta-se que o eixo central do estudo reside no desenvolvimento da capacidade dos estudantes de realizar atividades experimentais de maneira independente, por meio de recursos visuais adaptados às suas necessidades linguísticas e comunicacionais, priorizando-se a acessibilidade e não a aprendizagem direta do conteúdo científico.

Embora os roteiros imagéticos desempenhem um papel essencial na promoção da autonomia dos alunos, a presença e mediação dos professores bilíngues continuam sendo fundamentais no processo educativo. Os roteiros não têm a intenção de substituir o papel do docente, mas de apoiar a execução dos experimentos, facilitando a compreensão dos procedimentos e etapas envolvidas nas atividades científicas. Assim, propuseram-se a ajudar os alunos surdos a realizar as tarefas de forma autônoma, mas a interação e orientação dos professores são indispensáveis para o processo de aprendizagem do conteúdo e para a orientação durante a realização dos experimentos.

Este trabalho se baseia na teoria semiótica. A aplicação da teoria semiótica assegura que os signos, símbolos e representações visuais nos roteiros sejam adequados e eficazes para a compreensão dos alunos surdos, respeitando suas necessidades linguísticas e culturais.

Além disso, os princípios do design da informação e do design instrucional orientam a construção dos roteiros de maneira clara e eficiente, garantindo que os materiais sejam organizados e acessíveis, facilitando a compreensão das etapas do experimento e tornando a experiência de aprendizagem mais eficaz.

Dessa forma, os roteiros imagéticos buscam não apenas facilitar a execução prática das atividades experimentais, mas também garantir que os alunos tenham um acesso adequado às informações necessárias para a realização das atividades de forma autônoma

e eficaz.

1.4 Objetivos específicos

Com base no objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos a serem cumpridos neste projeto:

- 1) Mapear as lacunas comunicacionais: Investigar as principais barreiras de comunicação e conceituais enfrentadas por estudantes surdos durante a execução e a compreensão dos experimentos de Física selecionados para o projeto.
- 2) Configurar os princípios do design visual inclusivo: Aplicar os fundamentos do design da informação, da semiótica e do design instrucional para criar uma estrutura visual que seja acessível, compreensível e adaptado às necessidades dos estudantes surdos, promovendo a inclusão e a eficácia no processo de ensino-aprendizagem.
- 3) Definir diretrizes de design gráfico e instrucional: Estabelecer parâmetros para cores, tipografia, layout, uso de gestos e representações humanas que otimizem a sequência, a hierarquia e a legibilidade da informação visual, garantindo que o conteúdo seja claro e eficaz para o público-alvo (alunos surdos).
- 4) Desenvolver a prototipagem: Criar protótipos de roteiros imagéticos para experimentos de Física, utilizando representações visuais, diagramas, infográficos e outros recursos gráficos, para tornar os conceitos científicos mais acessíveis aos alunos surdos.
- 5) Apresentar o guia visual completo: Consolidar os roteiros imagéticos em um guia visual completo em formato impresso, que possa ser utilizado tanto por professores quanto por alunos surdos em atividades experimentais de Física.

1.5 Abordagem Metodológica da Pesquisa

A presente pesquisa adotou uma abordagem qualitativa aplicada, buscando compreender os fenômenos a partir da perspectiva dos participantes, sejam eles alunos surdos ou professores bilíngues, por meio de contato direto e interativo, conforme (Neves, 1996). Essa abordagem configurou-se na produção de uma TA, resultante da interpretação dos fenômenos analisados.

1.5.1 Etapas da Pesquisa

A pesquisa adotou a etapa de revisão bibliográfica e fundamentação teórica. Nela, houve um aprofundamento nas teorias do Ensino das Ciências da Natureza, Educação

Inclusiva, Cultura Surda, Design da Informação, Design Instrucional e Semiótica Visual de Charles Peirce. Além disso, foram analisadas as particularidades comunicacionais de estudantes surdos em ambientes práticos experimentais e identificadas as barreiras na transposição de conceitos abstratos.

1.5.2 Locus e Participantes da Pesquisa

No contexto da pesquisa, o público-alvo foi dividido em dois grupos principais: os alunos surdos e os professores bilíngues, que atuam como mediadores do processo educacional. Os roteiros imagéticos, desenvolvidos como parte da estratégia de ensino, foram aplicados pelos professores bilíngues, que dominam tanto o português escrito quanto a Libras (Língua Brasileira de Sinais), permitindo uma comunicação efetiva e acessível para os alunos surdos. Esses professores desempenham um papel crucial na mediação entre os conteúdos acadêmicos e a compreensão dos alunos.

A análise do perfil dos alunos desta pesquisa abrangeu estudantes com idades entre 15 a 18 anos, pertencentes ao Ensino Médio, do 1º ao 3º ano, em uma escola bilíngue de surdos localizada em Goiás. Essa escola, inaugurada em 2022 no Setor Vila Osvaldo Rosa, em Goiânia, é a primeira instituição de ensino bilíngue para surdos do estado, configurando-se como um ambiente inovador para a inclusão educacional de alunos surdos no contexto goiano. A instituição segue o modelo de ensino bilíngue, onde o português escrito é ensinado em paralelo com a Libras, proporcionando uma educação adaptada às necessidades linguísticas e comunicacionais dos estudantes.

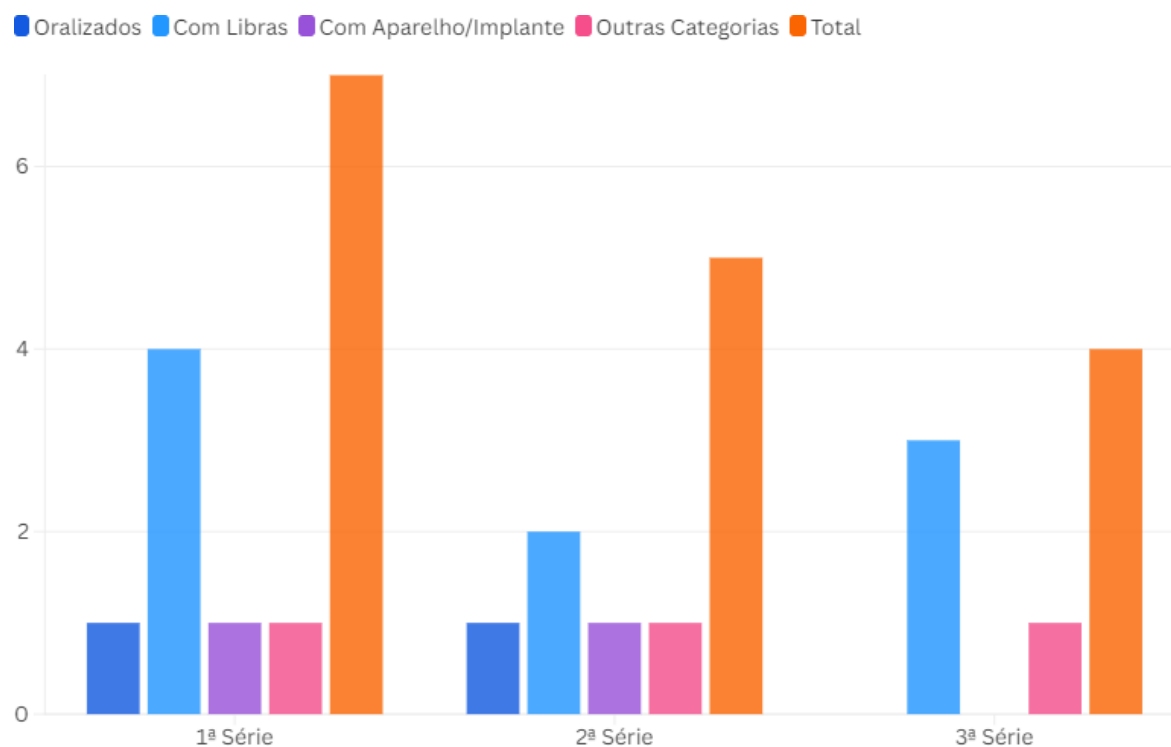
A pesquisa concentrou-se, especificamente, no ensino de Ciências, com enfoque inicial em Física, analisando como os alunos surdos interagem com o conteúdo científico e como estratégias de design, como o desenvolvimento de roteiros imagéticos, podem promover a inclusão e a compreensão desses conteúdos.

Embora a maioria dos alunos tivesse idades entre 15 e 18 anos, a escola também atende estudantes de diferentes faixas etárias, incluindo alunos mais velhos. Essa diversidade etária, aliada a uma gama de necessidades educacionais variadas, como a presença de deficiência auditiva, deficiência intelectual e outros desafios específicos de aprendizagem, como a discalculia, configurou um ambiente de ensino único.

1.5.3 Interpretação dos Dados do Perfil dos Alunos

O gráfico (Figura 3) a seguir detalha o perfil dos alunos, destacando suas características linguísticas, educacionais e algumas especificidades de aprendizagem que impactam diretamente o processo de ensino-aprendizagem.

Figura 3 – Gráficos dos perfis dos alunos



Autor, 2025

A turma da 1ª Série era composta por um aluno oralizado, idoso, com deficiência intelectual e auditiva, utilizando aparelho auditivo, e uma aluna que usava Libras e apresentava suspeita de deficiência intelectual. Outros 4 alunos regulares, com diferentes níveis de fluência em Libras, também faziam parte da turma. Na 2ª Série, havia um aluno com deficiência intelectual e outro regular, ambos fluentes em Libras, além de uma aluna oralizada, usuária de Libras e aparelho auditivo/implante. Já na 3ª Série, a turma era formada por 3 alunos fluentes em Libras, sendo que um deles não escrevia em português e outro apresentava suspeita de discalculia, dificultando a compreensão de conceitos matemáticos e científicos.

Esses perfis refletem a complexidade das necessidades educacionais dos alunos, que variam de comunicação oral com aparelhos auditivos a dependência exclusiva de Libras. As dificuldades cognitivas e de aprendizagem, como a deficiência intelectual e a discalculia, exigiram uma abordagem personalizada e adaptativa.

As aulas eram ministradas de forma multisseriada, com todas as turmas reunidas em uma mesma sala, o que intensificava a demanda por materiais de ensino flexíveis e inclusivos.

1.5.4 Fundamentação Pedagógica

O ensino de Ciências por investigação é uma abordagem pedagógica que transcende a mera transmissão de fatos e conceitos. Conforme (Schiel; Orlandi, 2009, p.10), essa metodologia é crucial para capacitar os estudantes a participarem ativamente e tomarem decisões embasadas no conhecimento científico. Para isso, ela se fundamenta não apenas na aquisição de informações, mas também no desenvolvimento de habilidades por meio da familiarização com procedimentos científicos, da resolução de problemas e da aplicação prática em situações cotidianas.

O roteiro imagético foi concebido como o ponto de partida do processo investigativo em sala de aula. Ele serve como um material instrutivo que origina o experimento investigativo, estimulando o aluno a explorar, formular hipóteses e construir conhecimento de forma ativa, alinhando-se aos princípios do ensino de Ciências por investigação.

Este trabalho foi realizado em parceria com uma aluna graduada em Física pelo Instituto Federal de Goiás (IFG), vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade Federal de Goiás (UFG), o que acrescenta uma sólida base acadêmica ao desenvolvimento dos roteiros.

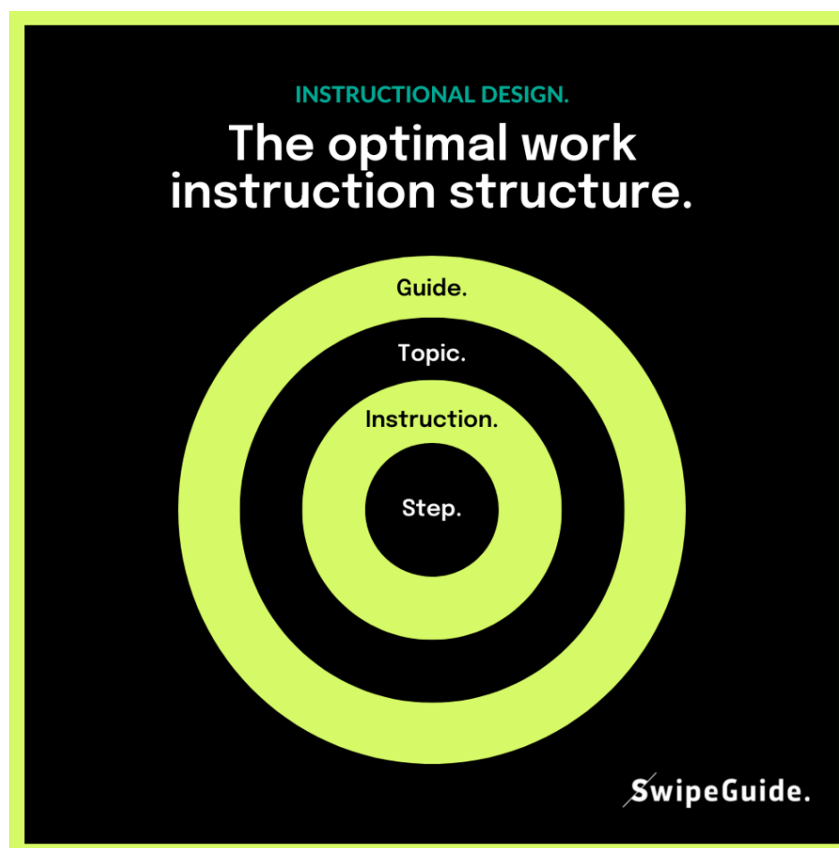
A mestranda, cuja tese investiga a aplicação de roteiros imagéticos para alunos surdos, revelando as contribuições da Semiótica e dos recursos visuais no ensino de Física, ficou responsável pelo fundamento teórico, científico e a aplicação em sala de aula. No que lhe concerne, o autor deste trabalho atuou como designer responsável pela elaboração dos roteiros (visualmente).

1.5.5 Desenvolvimento e Prototipagem dos Roteiros Imagéticos

A metodologia de desenvolvimento dos roteiros imagéticos foi fundamentada nos princípios do Design Instrucional e nas diretrizes da plataforma SwipeGuide (SwipeGuide ([s.d.])), uma plataforma *SaaS* (*Software* como Serviço) focada na criação de instruções visuais interativas. Embora tenha sido inicialmente desenvolvida para melhorar a eficiência em ambientes industriais, a plataforma se revelou igualmente eficaz ao ser adaptada para o contexto da educação inclusiva.

Para a concepção e estruturação dos roteiros, a pesquisa adotou o esquema hierárquico e modular proposto no artigo “*How to Write an Instruction Manual: Work Instructions*” (SwipeGuide, 2018). Esse material detalha um esquema de representação visual dos quatro princípios fundamentais para a escrita de instruções, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4 – Estrutura Metodológica dos Roteiros



SwipeGuide, 2018

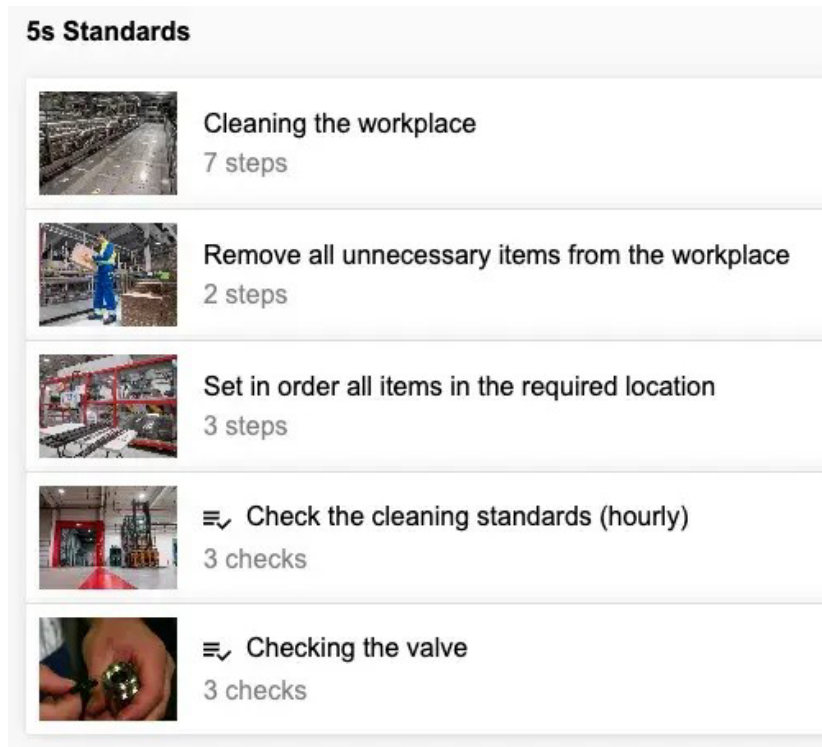
Essa estrutura é composta pelos seguintes elementos:

- **Guia (Guide):** É o documento completo que contém todas as informações sobre um processo ou operação. Sua função é servir como referência principal, reunindo desde conceitos básicos até detalhes técnicos em um único material organizado.
- **Tópico (Topic):** É uma divisão temática dentro do guia, agrupando informações relacionadas. Sua função é organizar o conteúdo em seções lógicas, facilitando a localização rápida do que o usuário precisa.
- **Instrução (Instruction):** É um conjunto de ações específicas dentro de um tópico, explicando como realizar uma tarefa. Sua função é guiar o usuário passo a passo ou listar verificações necessárias para concluir uma parte do processo.
- **Etapa (Step):** É cada ação individual dentro de uma instrução, descrita de forma clara e objetiva. Sua função é garantir que o usuário execute operações simples e precisas, sem erros ou dúvidas.

Na prática, essa lógica transforma a complexidade operacional por meio de estruturas modulares e visuais (SwipeGuide, 2018), conforme Figura 5. Os procedimentos foram

organizados em unidades temáticas curtas, onde ações complexas são decompostas em módulos de poucos passos.

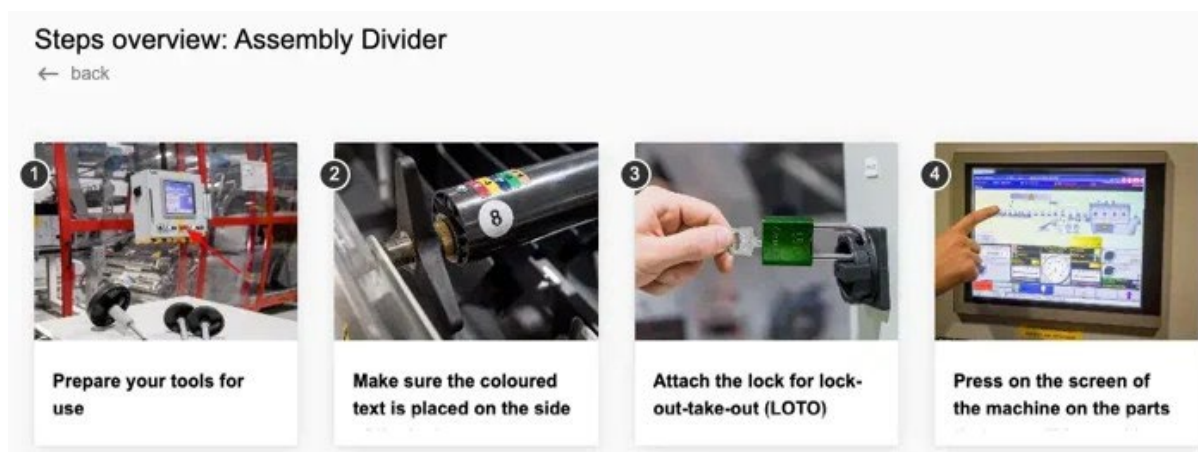
Figura 5 – Organização Modular dos Procedimentos



SwipeGuide, 2018

A lógica central é a granularidade e a clareza visual. Em vez de textos longos, cada tarefa é apresentada por meio de uma sequência visual e numerada, onde cada imagem corresponde a uma ação única (Figura 5) (SwipeGuide, 2018), como ilustrado nas etapas: “Prepare your tools for use” (*Prepare suas ferramentas para uso*), “Make sure the coloured text is placed on the side” (*Certifique-se de que o texto colorido está colocado na lateral*), ou “Press on the screen of the machine on the parts” (*Pressione na tela da máquina nas partes*). Essa abordagem altamente focada garante que qualquer processo complexo seja decomposto em instruções claras, objetivas e facilmente absorvíveis.

Figura 6 – Sequência Visual de Passos para uma Tarefa Industrial



SwipeGuide, 2018

Assim, a metodologia de desenvolvimento dos roteiros imagéticos baseou-se na fragmentação do conteúdo. Em vez de um texto corrido e denso, o processo foi dividido em divisões temáticas curtas (como “Montagem do Material” ou “Execução do Experimento”). Dentro de cada módulo, as ações foram apresentadas como instruções visuais distintas e facilmente verificáveis pelo aluno surdo.

Com base nesse modelo, os roteiros imagéticos configuraram-se como uma ferramenta poderosa no processo de inclusão educacional, oferecendo uma solução prática e eficaz para os desafios comunicacionais enfrentados pelos alunos surdos.

1.5.6 Critérios de Escolha dos Experimentos

Inicialmente, foram escolhidos cinco experimentos de um total de doze sugeridos. A seleção dos experimentos foi baseada no conteúdo curricular estabelecido pela Bimestralização da Formação Geral Básica do Documento Curricular para Goiás (GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação (SEDUC), 2023), abrangendo os conteúdos bimestrais a serem tratados durante os três anos do Ensino Médio.

Além de seguir o Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás, a escolha dos experimentos também foi orientada por uma sequência lógica que considera o nível de abstração e a progressão da dificuldade na interpretação dos conceitos. Essa abordagem buscou garantir que os alunos surdos pudessem construir gradualmente sua compreensão, começando com atividades de fácil visualização e interpretação e avançando para experimentos que exigem uma maior compreensão de conceitos mais abstratos. A seguir, encontra-se a descrição dos experimentos escolhidos.

1.5.6.1 Sistema de Medidas

O primeiro módulo selecionado, com o experimento sobre Sistema de Medidas, aborda a medição de objetos bidimensionais e tridimensionais, tendo sido escolhido por exigir uma abordagem predominantemente visual e interpretativa. Este conteúdo se relaciona ao 1º Ano, 1º Bimestre do Ensino Médio, onde se estuda Grandezas Físicas e Instrumentos de Medidas. Esse tipo de experimento oferece uma introdução acessível aos conceitos fundamentais da Física. Ao medir figuras planas (bidimensionais) e sólidos (tridimensionais), os alunos começam a compreender a utilização de instrumentos de medição, as grandezas físicas relacionadas à geometria e as unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI). Essa experiência prática prepara os alunos para a aplicação de conceitos físicos de forma concreta.

Além disso, o experimento também envolve a medição de massa de objetos, permitindo que os alunos não apenas aprendam a medir comprimentos, mas também a massa de diferentes itens. Visualmente, os alunos podem observar o aumento da massa na balança, complementando o aprendizado e proporcionando uma compreensão mais completa dos processos de medição em Física.

1.5.6.2 Velocidade Média

Com o experimento de Velocidade Média, a dificuldade aumenta, pois os alunos começam a trabalhar com conceitos mais dinâmicos e relacionados ao movimento. Este conteúdo se relaciona ao 1º Ano, 1º Bimestre do Ensino Médio, com o estudo de Grandezas Físicas e Instrumentos de Medidas. Nesse experimento, os alunos observam o deslocamento de um carrinho, inicialmente posicionado em um ponto A (inicial) e movendo-se para um ponto B (final). A experiência de medir o tempo e a distância percorrida pelo carrinho ajuda os estudantes a compreenderem visualmente o conceito de velocidade média.

A ideia de que o carrinho percorre um trajeto de um ponto ao outro é um exemplo de movimento que conecta a compreensão de grandezas físicas com a observação de fenômenos no mundo real, exigindo uma maior capacidade de abstração e análise. Isso ilustra o conceito simbólico/abstrato de forma concreta e visual, facilitando a assimilação do princípio teórico de forma ativa.

1.5.6.3 Cargas e Forças Elétricas

Passando para o terceiro módulo, intitulado Cargas e Forças Elétricas, com o experimento Eletroscópio de Folhas, ele se insere no estudo de Eletrostática no 3º ano, 1º Bimestre do Ensino Médio. O experimento escolhido é especialmente relevante para esse

conteúdo, pois envolve conceitos que são, por natureza, abstratos e difíceis de visualizar diretamente.

Ao energizar o material condutor com energia estática e aproximar a esfera metálica do eletroscópio, as tiras de alumínio se abrem devido à repulsão das cargas elétricas, proporcionando uma demonstração visual do comportamento das cargas elétricas. Esse fenômeno se relaciona aos conceitos de elétrons e prótons, partículas subatômicas que possuem cargas elétricas, mas que não podem ser observadas a olho nu. O comportamento do eletroscópio pode ser visto facilmente, mas para entender o que está realmente acontecendo (as cargas elétricas em ação), é necessário interpretar o que está por trás disso. As cargas elétricas não são visíveis diretamente. Assim, o experimento se torna uma ferramenta fundamental para demonstrar e conectar conceitos abstratos da eletricidade com experiências práticas, permitindo que os alunos explorem e compreendam a teoria por trás de fenômenos que não podem ser vistos diretamente.

1.5.6.4 Termodinâmica

O experimento do módulo 4, intitulado Termodinâmica, com o experimento da máquina a vapor, faz parte do conteúdo de Leis da Termodinâmica no 2º ano, 4º Bimestre do Ensino Médio. Esse experimento é interpretativo, pois, ao aquecer a água dentro da lata de alumínio, ela se transforma de líquido para vapor, aumentando sua agitação molecular. Esse aumento de pressão faz com que o vapor escape pelo furo da lata e gere movimento no cata-vento. Esse fenômeno ilustra a transformação de energia térmica em movimento mecânico, um princípio básico das máquinas térmicas e das leis da termodinâmica, que envolvem a conversão de calor em trabalho.

1.5.6.5 Eletrodinâmica

O último experimento do quinto módulo, intitulado Eletrodinâmica, com o experimento de Circuito Elétrico, se encaixa no 3º ano, 2º Bimestre do Ensino Médio, explorando conceitos como Condutores e Isolantes, Resistência, Corrente Elétrica, Tensão, Potência e Circuitos. Esse experimento explora conceitos fundamentais sobre a montagem e o funcionamento de circuitos elétricos.

A partir da construção do circuito elétrico, os alunos podem entender como os componentes, como pilhas, interruptores e lâmpadas, interagem em um circuito. Eles aprendem, na prática, sobre a resistência elétrica, a corrente elétrica que flui através do circuito e a tensão aplicada nas lâmpadas, proporcionando uma demonstração clara de como a energia elétrica se converte em luz e calor. O experimento também é útil para ilustrar a potência consumida pelos componentes, possibilitando uma compreensão mais prática desses conceitos abstratos.

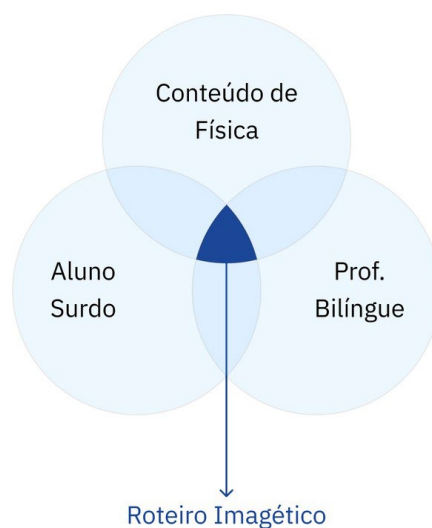
1.5.7 Contribuições e Insights

Este tópico aborda as contribuições da SwipeGuide para a criação dos roteiros imagéticos, focando na clareza visual, simplicidade e interatividade, respeitando as particularidades linguísticas e comunicacionais do público-alvo. A criação dos roteiros seguiu as recomendações da plataforma, que enfatizam a execução prática das tarefas. As instruções foram formuladas de forma simples, com frases curtas e diretas, evitando jargão ou termos técnicos desnecessários. Assim, os roteiros foram desenvolvidos para serem facilmente compreendidos visualmente e seguidos sem a necessidade de explicações textuais complexas, que poderiam dificultar a interpretação por alunos surdos.

Um ponto importante que não deve ser esquecido é que, para que o material cumpra sua função comunicacional, ele deve ser eficaz, eficiente e atraente, conforme os princípios do design instrucional aplicados da educação infantil ao ensino médio (Morrison *et al.*, 2019, p. 6). Nesse sentido, a SwipeGuide enfatiza o uso de recursos visuais como uma maneira poderosa de esclarecer as instruções e facilitar a compreensão do processo. Seguindo esse princípio, os roteiros imagéticos foram enriquecidos com imagens e ilustrações que tornam as ações essenciais mais claras e dinâmicas. A inclusão de modelos humanos nas ilustrações foi uma estratégia adotada para garantir que os alunos compreendessem corretamente o que fazer em cada etapa da atividade, eliminando ambiguidades e tornando o material não apenas funcional, mas também visualmente atraente.

Além disso, ainda conforme (Morrison *et al.*, 2019, p. 8), o design instrucional resulta na criação de uma “intervenção” como um meio de facilitar os objetivos instrucionais definidos. Nesse contexto, o roteiro imagético surge como o artefato instrucional que materializa essa intervenção metodológica. Ele não apenas preenche a lacuna, mas também se torna o ponto de convergência entre os três elementos essenciais do processo de ensino-aprendizagem: Conteúdo de Física, Aluno Surdo e Professor Bilíngue (Figura 6). O design instrucional orienta o Professor Bilíngue em Formação Continuada a avaliar as necessidades específicas do aluno surdo, ajustando suas práticas pedagógicas e metas de ensino. Nesse cenário, o roteiro imagético funciona como uma ferramenta que facilita a aplicação dessas estratégias, permitindo que o professor direcione a aprendizagem de maneira mais personalizada e acessível.

Figura 7 – Atuação do Roteiro Imagético



Elaboração do autor, 2025

Portanto, o diagrama ilustra de forma eficaz a interdependência entre os três elementos do processo de ensino-aprendizagem, mediada pela intervenção do design instrucional, e reforça a ideia de que o roteiro imagético constitui a chave para conectar esses componentes, permitindo que os objetivos educacionais sejam alcançados de maneira mais eficaz e inclusiva.

2 Referencial Teórico

Para o desenvolvimento dos roteiros imagéticos, é fundamental realizar um aprofundamento sobre os temas relacionados ao contexto do projeto. Portanto, nesta seção, serão abordadas as definições e características da educação inclusiva, com ênfase nas estratégias pedagógicas para alunos surdos, bem como as áreas do design. Serão discutidas suas aplicações e abordagens, com o intuito de fundamentar a criação de recursos didáticos visuais.

2.1 Educação Inclusiva

A definição de Educação Inclusiva, conforme (Vilela-Ribeiro; Benite, 2010), trata-se de um termo abrangente que parte do pressuposto de que todos os alunos são especiais e não apenas aqueles com algum tipo de deficiência. Ainda sobre as autoras, a Educação Inclusiva refere-se ao direito à educação, conforme garantido pela Declaração Universal dos Direitos Humanos de 1948, e deve ser assegurado independentemente das condições físicas, intelectuais, sociais, emocionais ou linguísticas que o indivíduo possa possuir (Vilela-Ribeiro; Benite, 2010 *apud* UNESCO, 1994). Isso caracteriza como dever da escola oferecer suporte adequado e os melhores serviços possíveis a todos os alunos. Complementa-se que o papel fundamental da Educação Inclusiva é oferecer escolarização de qualidade a qualquer pessoa que enfrente barreiras.

O princípio da inclusão se baseia no reconhecimento e nas respostas (estratégias) às necessidades dos alunos, construindo um ambiente que acolha a todos, celebre as diferenças e apoie a aprendizagem. No entanto, é fundamental que as instituições de ensino estejam devidamente capacitadas, tanto em questões estruturais, com a implementação de rampas, corrimãos, vãos livres, banheiros adaptados para pessoas com deficiência (PcD), pisos táteis, sinalização visual, elevadores, sinalização tátil, sonora, visual e adequada, quanto na formação continuada dos profissionais da educação e, principalmente, no desenvolvimento de TA. Essa capacitação institucional, articulada a políticas e novas práticas, constitui o movimento de adaptação para um modelo inclusivo, cujo foco é remover barreiras e assegurar a participação plena de todos os estudantes.

Nessa perspectiva, trata-se de um processo contínuo de construção de uma nova sociedade, conforme (Sasaki, 2009, p. 42), que propõe a remodelação dos sistemas sociais gerais e a oferta de novos formatos para espaços físicos (internos e externos), equipamentos, aparelhos, utensílios, mobiliários, meios de transporte, acessibilidade e educação, entre outros. O autor complementa que, com o êxito dessa sistematização, o adjetivo “inclusivo” qualifica substantivos para indicar sistemas reformulados sob essa perspectiva (por exemplo, educação inclusiva, transporte inclusivo, lazer inclusivo).

Sasaki (Sasaki, 2009, p. 42) propõe justamente a ressignificação das estruturas

sociais por meio do adjetivo “inclusivo” como um marcador de transformação. Essa transformação, contudo, não ocorre de forma isolada, mas exige a mobilização conjunta de todo o corpo social, incluindo governos, ministérios, secretarias, empresas, organizações civis, entre outros, para priorizar as diferenças e buscar soluções. Nessa perspectiva, corroborando com (Vilela-Ribeiro; Benite, 2010, p. 587), o contexto educacional demanda a formação de professores para a educação inclusiva já na graduação, a fim de garantir que os futuros educadores estejam preparados para lidar com a diversidade funcional dos alunos, suas especificidades, as relações com a deficiência, e, principalmente, que estejam aptos ao desenvolvimento de adaptações curriculares. Por isso, é de extrema relevância discutir políticas educacionais de formação inicial de professores.

O projeto de desenvolvimento de Roteiros Imagéticos para Alunos Surdos no Ensino de Ciências se conecta diretamente aos princípios da Educação Inclusiva ao remover barreiras de aprendizagem para alunos surdos, proporcionando um ambiente educacional mais acessível e inclusivo. Ele contribui para o movimento de transformação da educação, conforme proposto por Sasaki, ao criar soluções práticas para a adaptação curricular e ao capacitar os professores a atender às necessidades dos alunos surdos, garantindo uma educação de qualidade para todos.

Esse projeto não é apenas uma resposta às demandas da Educação Inclusiva, mas também uma implementação concreta dos seus princípios, utilizando o design gráfico como ferramenta para promover a inclusão efetiva no contexto educacional.

2.2 A educação inclusiva como espaço de formação do sujeito

Conforme (Felipe; Monteiro, 2006, p. 188), existem pessoas surdas em todos os estados brasileiros, e suas organizações e aglutinações constituem comunidades surdas no país, configurando o que os autores definem como cultura surda: um conjunto de valores, tradições, comportamentos, identidades e formas de comunicação, como a Língua de Sinais, compartilhados por essas pessoas.

No contexto brasileiro, essa cultura surda também é atravessada pela diversidade regional, que influencia diferentes aspectos, como a alimentação, o vestuário e as variações linguísticas locais, entre outros exemplos. Strobel (Strobel, 2016) complementa que o povo surdo não se trata apenas como indivíduos que compartilham uma condição auditiva, mas como um grupo cultural unido por experiências, valores e modos de perceber o mundo, profundamente enraizado na cultura visual, na observação e captação das informações através da visualização. Diferentemente de comunidades vinculadas por território, a cultura surda se constitui a partir de códigos comuns que transcendem fronteiras geográficas, criando uma identidade coletiva baseada na Língua de Sinais, nas tradições compartilhadas e em uma concepção de mundo distinta daquela predominante na sociedade ouvinte.

Essa experiência linguística faz com que a Libras seja classificada como uma língua

de modalidade visuo-espacial, ou seja, é percebida pelo olhar e produzida no espaço, diferente da Língua Portuguesa, que se processa por um canal oral-auditivo (Buzar, 2009, p. 34-50). Consequentemente, o sujeito surdo desenvolve uma competência cognitiva visuo-espacial aprimorada para processar e sequenciar informações através da visão (Buzar, 2009, p. 45). É essa competência que justifica o alinhamento deste projeto de design: o material didático precisa traduzir os conceitos de Física em uma linguagem visual pura, sequencial e desvinculada do texto escrito, de modo a explorar a forma primária de cognição do aluno e garantir sua plena acessibilidade e autonomia no aprendizado.

Em reforço a essa base cultural-visual, o texto enfatiza (Strobel, 2016, p. 28) que a conexão entre pessoas surdas não depende da proximidade física, mas se estabelece por meio de um “código de formação visual”. Isso significa que, mesmo diante de variações regionais na Língua de Sinais ou em hábitos cotidianos, o vínculo cultural permanece. Um surdo em Manaus e outro em Porto Alegre, por exemplo, podem utilizar sinais diferentes para determinadas palavras, mas compartilham a experiência comum de transitar em um mundo predominantemente ouvinte. Nesse sentido, ao pesquisarmos a comunidade surda como um grupo cultural e não apenas como um conjunto de indivíduos com uma deficiência, reconhecemos suas demandas por educação bilíngue, representação política e respeito à Língua Brasileira de Sinais (Libras) como direitos linguísticos, e não como meras “ajudas técnicas”. Essa perspectiva fundamenta, por exemplo, a crítica ao oralismo puro e a defesa de instituições educacionais em que a Língua de Sinais seja priorizada, reforçando que a cultura surda constitui um patrimônio que precisa ser preservado.

Dessa forma, ao considerarmos a cultura surda como elemento central na constituição do sujeito, torna-se fundamental refletir sobre os processos de construção identitária. Nesse contexto, (Dizeu; Caporali, 2005)), autoras do curso de Fonoaudiologia, em seu artigo *A Língua de Sinais Constituinte do Surdo como Sujeito*, destacam a relevância da comunidade surda na formação da identidade do sujeito surdo. Segundo as autoras, quando uma pessoa surda cresce isolada em um ambiente majoritariamente ouvinte, sem acesso a outros surdos ou à sua própria cultura, sua vivência tende a ser marcada pela invisibilidade e pela desvalorização de sua condição linguística (Dizeu; Caporali, 2005, p. 11).

Nesse contexto, a surdez é frequentemente interpretada sob uma perspectiva médica, como uma deficiência a ser superada. Ao conviver com seus pares, o sujeito surdo tem a oportunidade de vivenciar a língua de sinais em seu pleno potencial, participar de práticas culturais compartilhadas e compreender que a surdez não é uma limitação, mas sim uma forma distinta de ser e interagir com o mundo.

E como bem destacam (Dizeu; Caporali, 2005, p. 11) em estudo fundamental sobre o tema: “O objetivo dessa interação é a constituição da identidade surda, de se aceitar como uma pessoa normal, com potencialidades e limitações, apenas surda.” Essa percepção revoluciona a compreensão tradicional da surdez, posicionando-a como diferença cultural e

não como limitação. Em suma, como também afirma (Strobel, 2016 *apud* Hall, 2014, p. 6), *'o deslocamento do povo surdo e sua inserção na comunidade surda são fundamentais para a construção de suas identidades'*.

O processo de formação do sujeito, seja ouvinte ou surdo, passa pelo reconhecimento de sua identidade, sendo a educação o principal meio para essa construção. Reconhecida como um direito social pela Constituição Federal de 1988, no artigo 6º, a educação é um bem comum assegurado a todos (Brasil, 1998). Esse direito é complementado pela Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional, ao conceber a educação como um processo formativo essencial à convivência humana, contribuindo para o desenvolvimento do sujeito em sua vida familiar, social e profissional (Brasil, 1996).

Conforme (Rodrigues, 2001, p. 7), a formação do sujeito como cidadão pressupõe o reconhecimento de sua liberdade e autonomia, valores historicamente associados à cidadania desde os tempos clássicos e reafirmados com a Revolução Francesa, momento em que o conceito passou a abranger um número crescente de indivíduos. O cidadão é compreendido como aquele que, ao ter sua vontade respeitada e articulada à coletividade, exerce seus direitos e deveres de maneira autônoma e responsável, em um espaço democrático e socialmente compartilhado.

Podemos dizer que a partir dos tempos clássicos, o conceito de cidadão se consolidou e incorporou outros grupos e indivíduos. Após a Revolução Francesa, estende-se progressivamente o reconhecimento de cidadania a um universo cada vez mais amplo da população, desde que preenchesse a condição constitutiva: a da liberdade e da autonomia. Por isso, devem ser indicadas em que condições a liberdade e a autonomia – princípios constitutivos – se manifestam na cidadania. O cidadão é livre porque está certo de que sua vontade não será impedida de ser proclamada por injunções que lhes são externas. Ele sabe que essa vontade implica responsabilidade e se articula às vontades de todos os outros cidadãos reunidos no mesmo espaço e tempo social. Seguindo esse rastro, a ideia de formação para a cidadania começa a ser dimensionada. Tendo em vista que as condições da cidadania são construídas, a Educação ganha papel central nesse processo.

Ao tratar especificamente da formação do sujeito surdo como cidadão, é preciso considerar as especificidades de sua comunicação e cultura. A construção da autonomia e da liberdade do sujeito surdo está intrinsecamente ligada ao direito de acesso à comunicação e à informação em sua própria língua. Essa compreensão é reforçada por políticas públicas como a Resolução CNE/CEB nº 2, de 11 de setembro de 2001 (Brasil, 2001), que estabelece, em seu artigo 12, parágrafo 2º, que:

[. . .] os sistemas de ensino, nos termos da Lei 10.098/2000 e da Lei 10.172/2001, devem assegurar a acessibilidade aos alunos que apresentem necessidades educacionais especiais, mediante a eliminação de barreiras arquitetônicas urbanísticas, na edificação – incluindo instalações, equipamentos e mobiliário – e nos transportes escolares, bem como de barreiras nas comunicações, provendo as escolas dos recursos humanos e materiais necessários. [. . .] Deve ser assegurada, no processo educativo de alunos que apresentam dificuldades de comunicação e sinalização diferenciadas [. . .], a acessibilidade aos conteúdos curriculares, mediante a utilização de linguagens e códigos aplicáveis, como o

sistema Braille e a língua de sinais, sem prejuízo do aprendizado da língua portuguesa [. . .]” (BRASIL, 2001, art. 12).

Assim, o direito à acessibilidade comunicacional, metodológica e instrumental é uma condição imprescindível para garantir a liberdade e autonomia do sujeito surdo no ambiente educacional. A educação bilíngue, o reconhecimento da Língua Brasileira de Sinais (Libras) como primeira língua e a promoção de ambientes inclusivos são fundamentais para viabilizar a formação plena desse sujeito, respeitando suas singularidades e ampliando suas possibilidades de participação ativa na sociedade.

2.3 Pessoas com Deficiência Auditiva e Surdez

Com base no texto de Carmelina Aragon e Isabela Santos (Aragon; Santos, 2015), o funcionamento da audição humana pode ser compreendido como um processo detalhado que envolve às três partes da orelha: externa, média e interna, conforme demonstra a Figura 8 (Gomes, 2021).

Figura 8 – Esquema do processo da audição humana



Fonte: GOMES, Mariane, 2021

A **audição humana** é um processo complexo que se inicia na orelha e culmina na percepção sonora. Conforme explicam (Aragon; Santos, 2015, p. 124), o som é captado pela orelha externa, conduzido ao tímpano e aos três pequenos ossos da orelha média (martelo, bigorna e estribo), que amplificam as vibrações. Essas vibrações chegam ao ouvido interno, movimentando o líquido na cóclea, onde os estímulos são decodificados. Sinais elétricos são então enviados aos centros auditivos cerebrais, finalizando a interpretação e produção

da sensação sonora (Alves, 2012, p. 79). A medição da audição é feita em **decibéis (dB)**, considerada normal com limiares entre 10 e 26 dB para frequências de 20 a 20.000 Hertz (Hz), embora a percepção possa variar com a idade. Alterações nessas estruturas comprometem a capacidade auditiva, resultando em perdas de intensidade variável (Alves, 2012, p. 79).

A compreensão da surdez transcende a perspectiva meramente clínica, posicionando-a como uma diferença e não como uma deficiência a ser corrigida. Como já discutido anteriormente, e segundo o Decreto n.º 5.626/2005, que regulamenta a Lei n.º 10.436/2002 sobre a Língua Brasileira de Sinais, e o art. 18 da Lei n.º 10.098/2000 (Brasil, 2005), a pessoa surda não é definida por uma “falta”, mas por um modo distinto de ser e interagir com o mundo, pautado pela experiência visual. A perda auditiva é um aspecto da condição, mas não define a pessoa apenas por isso. Essa característica humana diversa dá origem a uma cultura própria, com peculiaridades únicas. Nesse sentido, uma pessoa surda é aquela que, vivenciando um déficit auditivo que a impede de adquirir naturalmente a língua oral/auditiva majoritária, constrói sua identidade e manifestações culturais e comportamentais com base nessa diferença.

Dessa forma, a definição de deficiência auditiva geralmente se atém à limitação auditiva, considerando uma incapacidade, enquanto a definição de surdez enfatiza a diferença linguística e cultural do sujeito (Aragon; Santos, 2015, p. 125),

Em síntese, enquanto uma pessoa deficiente auditiva pode ter uma perda parcial de audição, conseguindo perceber alguns sons, uma pessoa surda tem uma perda auditiva total ou quase total, e a percepção dos sons não é funcional, mesmo com próteses auditivas.

As autoras ainda (Aragon; Santos, 2015 *apud* Sales *et al.*, 2010, p. 125) apresentam os graus de perda auditiva da seguinte forma: normal (0 a 25 decibéis), leve (25 a 40 decibéis), moderada (41 a 70 decibéis), severa (71 a 90 decibéis) e profunda (acima de 90 decibéis). Essa classificação também é corroborada por estudos internacionais, como o de (Olusanya; Davis; Hoffman, 2019), que discutem a importância de uma classificação precisa da perda auditiva para avaliar o impacto funcional e social da deficiência auditiva, alinhando-se com as diretrizes da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) da Organização Mundial da Saúde.

A classificação dos graus de perda auditiva tem um impacto direto no desenvolvimento da oralidade do indivíduo com deficiência auditiva. Quanto maior o grau de perda auditiva, maior será o prejuízo no processo de aquisição da linguagem oral (Aragon; Santos, 2015 *apud* Sales *et al.*, 2010, p. 125).

Contudo, é importante destacar que a deficiência auditiva não é uma condição homogênea, mas sim um espectro, onde a perda auditiva pode variar em intensidade e extensão. Essa variação no grau de perda auditiva exige uma abordagem flexível e personalizada para o diagnóstico e a intervenção, considerando as nuances da condição e suas implicações no desenvolvimento da linguagem e nas estratégias educacionais,

originando diferentes necessidades de aprendizagem (Vilela-Ribeiro; Benite, 2010, p. 587).

Quando elaboramos esses recursos, é fundamental considerar que a perda auditiva, em seus diferentes graus, impacta diretamente como os alunos percebem, processam e interagem com as informações. Por exemplo, alunos com perda auditiva leve podem ter alguma dificuldade em ouvir sons suaves, mas ainda podem compreender instruções orais, especialmente com o uso de aparelhos auditivos. Já alunos com perda auditiva moderada a severa podem ter maior dificuldade em compreender a oralidade, dependendo mais de recursos visuais, como imagens, gráficos e ilustrações. Para aqueles com perda auditiva profunda, a percepção auditiva pode ser extremamente limitada, tornando indispensável o uso de recursos visuais independentes de qualquer forma de informação auditiva, como diagramas e sequências visuais claras.

A perspectiva da surdez como diferença linguística e cultural valida a centralidade das Libras, reforçando a necessidade de ilustrações pensadas para um público essencialmente visual. Adicionalmente, essa base teórica serve como fundamento para o desenvolvimento prático das ilustrações dos roteiros:

- A prioridade da comunicação visual é absoluta. As ilustrações deixam de ser um mero suporte para se tornarem o pilar da comunicação, transmitindo cada etapa e conceito de forma clara e inequívoca, uma vez que a pessoa surda “compreende e interage com o mundo por meio de experiências visuais” (Brasil, 2005). Isso exige uma linguagem visual pura, com redução drástica da dependência textual em português. As ilustrações precisam “falar por si”, com legendas simples, focadas nas instruções para guiar o professor.
- A clareza e sequencialidade lógica da estrutura de Guia, Tópico, Instrução e Etapa são amplificadas, garantindo que cada ilustração represente um passo compreensível, sem ambiguidades visuais. A sequência de cada etapa deve ser intuitiva, de modo que o aluno surdo consiga entender rapidamente o que precisa fazer, sem depender da interpretação oral ou textual do conteúdo. Cada ilustração, portanto, deve não apenas explicar o conceito, mas também induzir à ação de forma fluida e sem ambiguidade.
- Além disso, o design precisa estar alinhado com a acessibilidade: as cores, os contrastes e os elementos gráficos devem ser pensados para garantir que o material seja facilmente compreendido por todos os alunos surdos, incluindo aqueles com diferentes graus de deficiência auditiva. Nesse sentido, o design das ilustrações deve também incentivar a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem, tornando-o não apenas um observador passivo, mas um agente ativo na sua própria construção do conhecimento.

2.4 Ciências Naturais e o Ensino

O autor José Plínio destaca que a Física é uma ciência empírica (Baptista, 2006, p. 541), ou seja, depende da observação e da experimentação para coletar dados que, posteriormente, são analisados e usados para construir sua estrutura teórica por meio do método indutivo. A partir da observação de fenômenos específicos, geram-se hipóteses que se transformam em teorias abrangentes, capazes de explicar diversos outros fenômenos.

Sabendo disso, o objetivo do ensino de Ciências Naturais, não é apenas transmitir o conhecimento sobre o mundo natural, mas também desenvolver habilidades críticas essenciais para a interpretação e compreensão desses fenômenos. No contexto da educação inclusiva, especialmente no ensino para alunos surdos, é fundamental que as abordagens pedagógicas sejam cuidadosamente adaptadas para garantir que o conteúdo seja acessível, sem perder a profundidade necessária para um aprendizado eficaz, especialmente ao considerar as barreiras comunicacionais.

O trecho de Derek Hodson, em seu artigo *“Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências”*, reflete uma abordagem pedagógica que enfatiza a importância da atividade prática no aprendizado. Segundo o autor, qualquer método didático que exija a participação ativa do aluno, em vez de um papel passivo, está alinhado com a crença de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta (Hodson, 1988, p. 1). Isso sugere que a aprendizagem se torna mais eficaz quando os alunos estão ativamente envolvidos no processo, seja por meio de experimentos, investigações ou atividades práticas, ao invés de apenas receberem o conhecimento de forma passiva.

Hodson também descreve diferentes objetivos e estilos de aplicação prática em experimentos, como a testagem de hipóteses, o desenvolvimento de habilidades básicas de observação e medição e a familiarização com aparatos, entre outros (Hodson, 1988, p. 2). Adicionalmente, o ensino de Ciências desempenha um papel fundamental na educação para a cidadania, pois permite que o indivíduo participe de forma racional e crítica na sociedade. Isso é possível independentemente de a pessoa ter ou não necessidades educativas especiais, uma vez que o ensino de ciências oferece as ferramentas para que o cidadão desenvolva uma visão crítica sobre os fenômenos ao seu redor (Vilela-Ribeiro; Benite; Cachapuz *et al.*, 2010, 2005 *apud* ??, ??, p. 587). Essa abordagem promove a formação de cidadãos críticos, que não apenas entendem os conceitos científicos, mas também sabem utilizá-los de maneira prática e consciente no contexto da vida cotidiana. Assim, o ensino de ciências vai além da simples transmissão de conhecimento técnico, tornando-se uma ferramenta essencial para a transformação social e o empoderamento do indivíduo.

Isso se relaciona diretamente com os experimentos nos roteiros imagéticos produzidos, reforçando os conceitos práticos e alinhando-se aos princípios propostos pelo autor, que destaca a importância das atividades de caráter experimental e investigativo.

Nesse contexto, Derek Hodson aborda uma ideia crucial, afirmando que o propósito das atividades práticas é mostrar aos alunos que eles conseguem manipular e controlar eventos, bem como investigar e solucionar problemas (Hodson, 1988, p. 9). Segundo a visão do autor, o objetivo das atividades práticas não é apenas ensinar, mas também estimular a autonomia dos alunos, incentivando-os a “no mínimo tentar!”. A frase anterior reflete exatamente essa ideia de que, mesmo que o aluno não consiga a solução completa, o esforço e a tentativa são elementos cruciais para o processo de aprendizagem. Esse princípio está diretamente alinhado com os objetivos deste projeto, que busca oferecer aos alunos surdos a oportunidade de explorar e experimentar conceitos científicos de maneira ativa, engajante e inclusiva.

No entanto, uma problemática central que deve ser abordada é a falta de materiais pedagógicos adequados para alunos surdos, especialmente aqueles que dependem da Língua Brasileira de Sinais. A maioria dos materiais didáticos voltados para o ensino de alunos surdos está em Língua Portuguesa escrita (Santana; Benite, 2024 *apud* Moraes; Scolari; Paula, 2013), representando um grande obstáculo, principalmente para aqueles que não dominam a escrita do português. A falta de material visual e acessível prejudica o envolvimento desses alunos no processo de aprendizagem, evidenciando a necessidade de metodologias inclusivas que atendam suas necessidades linguísticas e culturais.

Consequentemente, é nesse cenário que os roteiros imagéticos desempenham um papel crucial. Considerando que a visão é o eixo central do processo de ensino e aprendizagem (Pereira; Benite; Benite, 2011, p. 50), os roteiros imagéticos funcionam como materiais didáticos projetados para orientar atividades experimentais, proporcionando aos alunos surdos o acesso a informações essenciais durante a experimentação (Santana; Benite, 2024, p. 7). Esse tipo de material utiliza imagens dos materiais manuseados e ilustra as ocorrências do experimento, permitindo que os alunos surdos acompanhem e compreendam o processo de forma visual, sem depender da linguagem escrita ou falada.

Em síntese, esses roteiros imagéticos promovem maior autonomia, inclusão social e qualidade de vida para os alunos (Brasil, 2015), permitindo que sigam as etapas do experimento de maneira independente. Além disso, esses roteiros aumentam a compreensão dos conceitos científicos (Paiva *et al.*, 2023, p. 1), superando barreiras linguísticas.

2.5 Design Instrucional

O Design Instrucional resulta na criação de uma intervenção intencional e planejada, cujo foco principal não está no instrutor ou no conteúdo, mas primordialmente no aluno, adaptando abordagens pedagógicas, conforme as necessidades específicas de aprendizado (Morrison *et al.*, 2019, p. 8). Ao contrário de um modelo tradicionalmente passivo, baseado na aula expositiva ou na leitura de material textual, o design instrucional defende a necessidade

de aprimorar como a aprendizagem é realizada, estabelecendo a melhor maneira de articular e avaliar o conhecimento por meio da interatividade.

A partir da consideração das necessidades educacionais dos alunos surdos, a adaptação do conteúdo pedagógico foi crucial. Ao aplicar os princípios do Design Instrucional ao desenvolvimento dos roteiros imagéticos, foi necessário refletir sobre as perguntas propostas, que serviram como base para a estruturação do conteúdo didático.

As principais perguntas formuladas pelos autores (Morrison *et al.*, 2019, p. 9) incluíram :

- 1) Que informações deveriam ser incluídas neste roteiro imagético?
- 2) Qual o nível de preparação que cada aluno precisava para atingir os objetivos?
- 3) Quais estratégias de ensino eram mais apropriadas para alcançar os objetivos de aprendizagem?
- 4) Quais recursos ou tecnologias eram mais adequados?
- 5) Qual suporte era necessário para uma aprendizagem bem-sucedida?

A articulação dessas perguntas do Design Instrucional conduziu à análise das perspectivas do aluno e do professor, o que possibilitou a busca pelas melhores soluções visuais e serviu de guia para o processo de design deste trabalho. O confronto entre o contexto das aulas de Ciências e a necessidade de responder a esses questionamentos estabeleceu requisitos projetais específicos, garantindo que o desenvolvimento do artefato fosse uma intervenção intencional, e não apenas um ato intuitivo de Design Gráfico.

Este rigor metodológico demandou que as soluções visuais fossem minuciosamente pensadas para atender aos princípios de eficiência e foco no essencial inerentes às instruções. Tal exigência de simplificação do signo para otimizar a clareza e a acessibilidade para o público surdo direcionou uma decisão fundamental no desenvolvimento: a opção pela ilustração vetorial em detrimento de outros recursos visuais, como a fotografia. Conforme aponta a literatura (Robinson, 2020, p. 134), a escolha da forma de representação (seja fotografia, desenho, tabela ou gráfico) deve variar conforme a necessidade do projeto, pois cada recurso possui vantagens e desvantagens inerentes.

Embora as fotografias figurem entre os recursos gráficos mais comuns em manuais e instruções, devido à sua facilidade de interpretação por usuários leigos, seu uso em contextos de instrução técnica ou científica apresenta limitações significativas (Robinson, 2020, p. 134). A principal vantagem da fotografia reside no seu alto grau de realismo, que facilita a identificação de peças ou produtos com facilidade por assimilação. Contudo, é exatamente esse realismo que acarreta as desvantagens no Design Instrucional.

A principal desvantagem da fotografia é o ruído e a desorganização inerentes à captura fiel da realidade, que introduzem elementos contextuais que competem com o foco da instrução. Tais elementos são provenientes da própria estrutura física e técnica da produção, demandando recursos como sistemas de iluminação controlada, câmeras fotográficas de qualidade moderada e o uso de fundos neutros para mitigar a interferência (como sombras ou reflexos). Conforme a autora (Robinson, 2020, p. 134), a dificuldade em isolar certas partes ou ações da instrução, também é um problema, mas pode ser mitigada por edições digitais, acrescentando contornos ou setas.

Adicionalmente, o realismo restringe a capacidade da fotografia de representar o conhecimento científico de forma eficiente. O recurso possui uma incapacidade intrínseca de mostrar vistas ocultas ou estruturas internas sem manipulação física (corte) do objeto (Robinson, 2020, p. 134). Essa limitação se manifesta criticamente no contexto de experimentos, como a distinção visual entre líquidos com densidades diferentes. A Torre de Líquidos, ilustrada na Figura 9 (STEVE SPANGLER SCIENCE, [s.d.]) serve como um exemplo contundente: diante da similaridade visual de substâncias como água, álcool, óleo, mel e detergente, como o aluno surdo pode identificar, de forma autônoma e inequívoca, o que é cada camada? A fotografia falha ao não conseguir diferenciar as substâncias de maneira clara, exigindo a introdução de recursos gráficos complementares (ícones, sistema de cores ou legenda).

Figura 9 – Torre de Líquidos - Experimento de Densidade



Steve Spangler Science, [s.d.].

É diante desta ineficiência que a intervenção do Design Instrucional se torna imperativa: para solucionar a falha de representação do realismo, a pesquisa optou pela ilustração vetorial. No entanto, é crucial reconhecer que qualquer desenho é uma abstração e requer alguma sofisticação visual para ser interpretado, já que as pistas visuais de tridimensionalidade (como sombras e textura) podem estar ausentes (Robinson, 2020, p. 138). Em contrapartida, as ilustrações são extremamente benéficas para ilustrar conceitos abstratos e relações espaciais (Morrison *et al.*, 2019; Peeck, 1987, p. 183), capacidade que se alinha perfeitamente à modalidade de cognição viso-espacial do aluno surdo. Além disso, a ilustração permite mostrar exatamente o que se deseja e compor um cenário ou ação

(Robinson, 2020, p. 136), removendo elementos desnecessários que atuam como ruído, tirando atenção ou gerando dúvidas durante a execução dos experimentos. Neste projeto, a ilustração vetorial foi a escolha superior, pois com uma análise das vantagens e desvantagens dos recursos visuais demonstrou que sua capacidade de purificar o signo visual e eliminar ambiguidades garante o fator mais influente: a melhoria da aprendizagem (Morrison *et al.*, 2019, p. 105), assegurando a acessibilidade e a autonomia ao aluno surdo, elementos centrais no contexto do projeto.

3 Design e a Base Teórica

Neste capítulo, inicia-se o referencial teórico sobre Design e o desenvolvimento do projeto, complementando a discussão anteriormente abordada sobre Ensino e Educação Inclusiva, Ciências da Natureza, Cultura Surda, e outros tópicos relacionados. O Design, no contexto educacional, vai além da simples criação de materiais visuais e gráficos. Ele representa um processo estratégico que envolve planejamento, desenvolvimento e avaliação de recursos que buscam facilitar a compreensão e a acessibilidade de conteúdos complexos para públicos diversos, incluindo os alunos surdos.

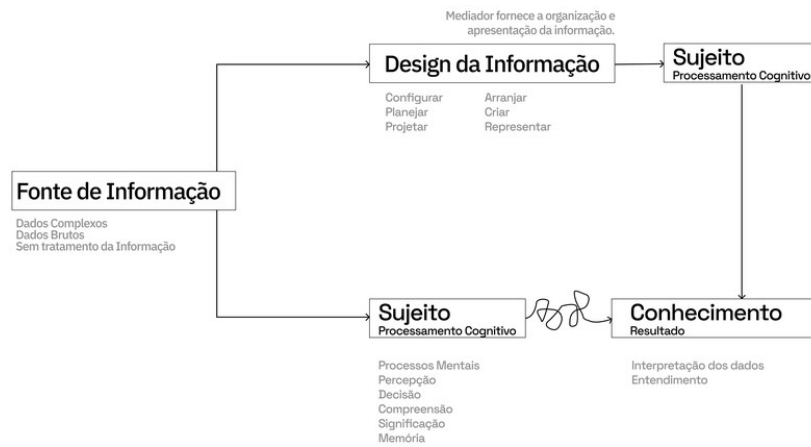
3.1 Design da Informação

O Design, conforme define (Passos, 2014, p. 155), é uma disciplina focada na idealização e configuração de artefatos, que vai além da criação estética de objetos. Trata-se de um processo amplo de planejamento e organização, no qual as ações realizadas são intencionais e visam alcançar objetivos específicos, sempre em sintonia com as necessidades dos usuários e do contexto em que os artefatos serão empregados. Dessa forma, o Design visa resolver problemas práticos, funcionais e estéticos, utilizando métodos estruturados para gerar modelos replicáveis de maneira eficaz.

No que se refere à informação, a definição que Passos traz, ao incorporar a proposição de Buckland, (Passos, 2014 *apud* Buckland, 1991, p. 82) , com foco no entendimento da informação como um processo que envolve percepção, assimilação e compreensão por parte do receptor como aquela que reduz a incerteza. A informação não deve apenas ser transmitida, mas deve ser compreendida de forma clara e acessível.

No que lhe concerne, Design da Informação, adequado com a Sociedade Brasileira de Design da Informação (SBDI, 2020) como uma área do Design que define, planeja e configura tanto o conteúdo de uma mensagem quanto o ambiente/suporte em que ela é apresentada, com a finalidade de atender às necessidades informacionais do público e otimizar a eficiência comunicativa.

Figura 10 – Processo da Informação



Elaboração do Autor, 2025

O diagrama (Figura 10) apresentado ilustra o processo de transformação da informação, desde seus dados brutos até o resultado em conhecimento, dificultando o entendimento e o processamento por parte do sujeito, conforme demonstrado na parte inferior. Logo, o Design da Informação, localizado na parte superior, atua como mediador, facilitando a compreensão do conteúdo ao reduzir incertezas e minimizar erros de interpretação, através dos princípios do design, transformando a informação bruta em um formato acessível e visual, permitindo que o público-alvo processe, compreenda o conteúdo de forma eficiente.

Figura 11 – Infográfico do mapa de dados



Kanno, M.; Brandão, R, 1988

A imagem apresentada (Figura 11) segue o modelo de apresentação de mapa

proposto no *Manual de Infografia da Folha de S. Paulo*, desenvolvido por Mário Kanno e Renato Brandão (Kanno; Brandão, 1988, p. 25), que sugere diretrizes para a organização visual em publicações do jornal. Esse tipo de infográfico tem como objetivo simplificar a localização de informações no espaço geográfico, permitindo que o leitor compreenda rapidamente os fluxos de exportação das marcas brasileiras, sem a necessidade de um conhecimento prévio detalhado sobre cada destino.

Tabela 1 – Tabela de Dados Brutos

Marca	Mercado/Região
Grendene	EUA, Europa, México, Mercosul
Hering	EUA, Europa, Mercosul
Natura	EUA, Europa, Mercosul
Lacta	EUA, Europa, Japão, Oriente Médio, Austrália
Garoto	EUA, México, Mercosul
Café do Ponto	Europa, Japão, Austrália
Bandereirante	Oriente Médio
Todeschini	Mercosul
Forum	EUA
Zoomp	Argentina, Uruguai
Omino	América Latina
Mafisa	América Latina

Elaboração do Autor, 2025

A tabela (Tabela 1) contém os dados brutos que serviram de base para a construção do infográfico (Figura 10), apresentando as informações de forma mais detalhada. Ela oferece uma visão precisa e estruturada dos destinos das exportações, porém pode ser mais difícil de assimilar rapidamente pelo público geral. Para compreendê-la, é necessária uma leitura atenta e uma comparação linha por linha, o que pode dificultar a interpretação imediata da distribuição das marcas pelo mundo.

Os dados brutos, como os apresentados na tabela, são essenciais para registrar a informação, mas apresentam desafios quando apresentados diretamente em um jornal, especialmente para um público geral. Um dos principais problemas é a complexidade e a densidade das informações. A tabela contém muitos dados compactados em um formato que pode ser difícil de digerir rapidamente. Isso pode sobrecarregar o leitor, que pode ter dificuldade em processar a lista de marcas e seus mercados associados. Em um contexto jornalístico, onde o objetivo é comunicar a informação de maneira clara e rápida, esse formato tabelar pode se tornar um obstáculo.

Além disso, a falta de contextualização visual é um problema significativo. Quando os dados são apresentados apenas em tabelas, não há uma visão imediata do “como” e

“onde” as marcas estão exportando seus produtos. O infográfico, por sua vez, organiza visualmente essas informações, facilitando o entendimento do público ao representar as rotas de exportação no mapa. Isso ajuda a mostrar relações espaciais e geográficas, facilitando para o leitor perceber padrões e conexões que seriam difíceis de identificar apenas com a leitura de uma tabela.

Outro aspecto importante é a diferença entre leitura linear e leitura rápida. O formato tabelar exige uma leitura linear, onde o leitor precisa percorrer a tabela de cima para baixo para entender completamente a informação. Em um jornal, onde o tempo de leitura é limitado, essa abordagem pode ser ineficaz. O infográfico, por sua vez, permite uma leitura mais ágil, utilizando cores, setas e símbolos que direcionam a atenção do leitor de forma instantânea, tornando a compreensão muito mais rápida.

Os infográficos também são visualmente mais atraentes e mais fáceis de lembrar. Ao incorporar elementos gráficos como mapas, ícones e conexões, eles tornam a informação mais acessível e compreensível. Esse tipo de apresentação cria uma narrativa visual que envolve o público e facilita o processo de retenção da informação. Isso aumenta a probabilidade de o leitor se interessar pelo conteúdo e se lembrar dele posteriormente.

Por fim, os dados apresentados em formato de tabela podem ser interpretados de maneiras diferentes, dependendo da experiência ou perspectiva do leitor. Um infográfico bem projetado reduz essas ambiguidades, ao organizar e estruturar as informações de maneira visualmente clara, guiando a interpretação correta e tornando a comunicação mais eficaz.

Corroborando com a teoria da construção do conhecimento de Vygotsky (Barreto, 2005 *apud* Vygotsky, 1991, p. 113), o mundo é construído a partir de signos que se desenvolvem, nos quais as vivências culturais e sociais desempenham um papel essencial no desenvolvimento da inteligência e do conhecimento. Assim, o conhecimento (resultado das vivências individuais) é visto como um processo social, que pode ser facilitado pelo design ao estruturar informações de maneira coerente com a cognição humana e com os referenciais culturais do público-alvo (sujeito).

A função do designer envolve a produção, edição e configuração de informações em diferentes formatos e para diversas finalidades (Passos, 2014, p. 56). Posto isto, o contexto do projeto, implica em traduzir procedimentos experimentais de Física em roteiros imagéticos por meio de: seleção do conteúdo essencial, hierarquização e sequenciação visual das etapas, padronização de ícones, legibilidade e contraste, diagramação modular, escolha cromática e tipográfica, estilo de visual e verbal, semiótica, representação, visualização da informação, entre outros (Passos, 2014, p. 35).

Assim, o designer organiza a informação para que alunos surdos acessem o passo a passo reduzindo incertezas e erros de execução. Portanto, deve-se envolver uma abordagem estratégica que considera o contexto, o suporte e o público-alvo, de modo a otimizar a experiência de interação com a informação.

3.2 Semiótica

A escolha pelo desenvolvimento de roteiros imagéticos para alunos surdos no ensino de Ciências é fundamentalmente ancorada na Semiótica de Charles Sanders Peirce (Peirce, 2000) e na sua leitura aplicada por Lúcia Santaella (Santaella, 2002), que fornecem as ferramentas conceituais para desmembrar o signo visual.

A semiótica, enquanto campo de estudo, é uma teoria que abrange todos os signos, códigos e sinais presentes nas diferentes formas de comunicação, como palavras, imagens e sons. Em sua essência, ela busca entender como essas diferentes manifestações geram significados e como os indivíduos as interpretam (Santaella, 2002, p. 59).

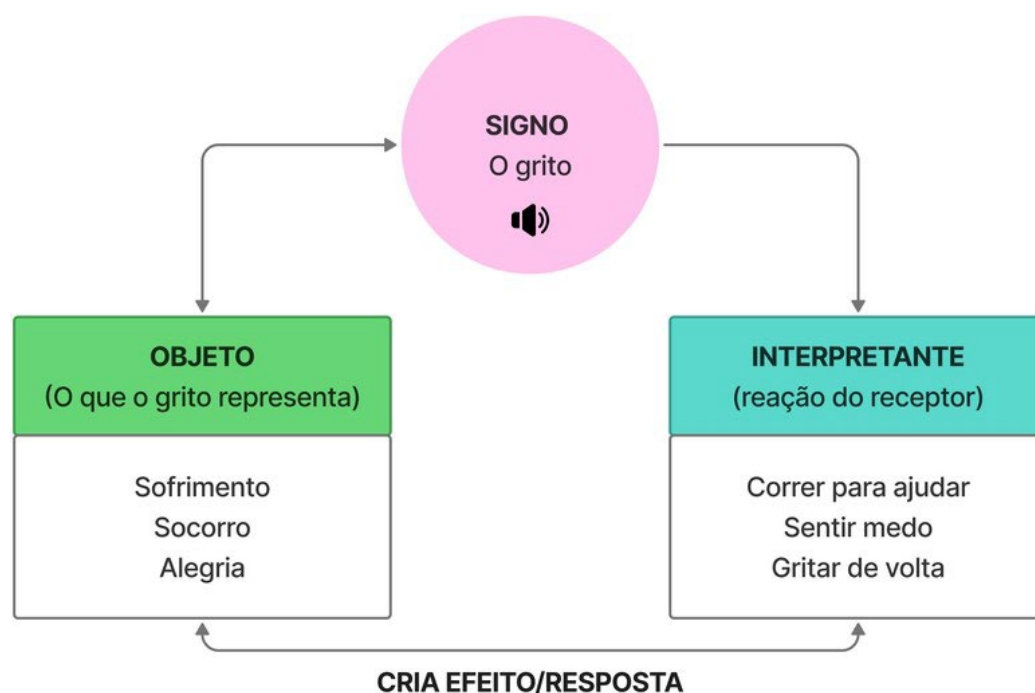
A semiótica se baseia na ideia de que a comunicação não ocorre sem a presença de signos, ou seja, sem algo que represente um conceito ou ideia. A partir dessa premissa, o estudo semiótico vai além das palavras e dos textos, incluindo também os processos envolvidos na percepção e interpretação desses signos. Assim, ela abrange não só os aspectos mais racionais e diretos da comunicação, mas também suas dimensões mais emocionais, sensoriais, e até mesmo simbólicas. Esses efeitos, que podem variar de simples reações emocionais até complexas interpretações metafóricas e simbólicas, são centrais para o entendimento de como as mensagens funcionam e impactam o receptor.

No que lhe concerne, conceito de signo, é fundamental para a compreensão dos processos comunicativos em semiótica. Segundo a autora (Santaella, 2002, p. 8), um signo pode ser qualquer coisa que represente outra, funcionando como uma ponte entre o objeto a que se refere e o interpretante, ou seja, aquele que interpreta o signo. Isso inclui uma vasta gama de elementos: palavras, imagens, gestos, objetos e até mesmo sons, como um grito.

Para facilitar o entendimento, Lucia Santaella exemplifica o conceito de signo por meio de um grito. Nesse contexto, o grito, embora seja apenas um som, pode ser considerado um signo porque representa algo além de si mesmo. Ele não é apenas um som vazio, mas carrega um significado específico, dependendo de sua intensidade e contexto. O grito pode ter diferentes objetos, ou seja, diferentes coisas a que ele se refere, como o sofrimento, o medo ou a alegria.

Por exemplo, um grito de dor, um grito de socorro ou um grito de felicidade são signos que representam essas emoções ou estados de uma pessoa. O “objeto” do signo, portanto, é aquilo que o grito está tentando comunicar. Além disso, o grito provoca um efeito interpretativo, sendo a reação do receptor, ou “interpretante”. O interpretante é o que acontece na mente da pessoa que ouve o grito e sua resposta a ele. Dependendo do tipo de grito, a reação pode ser correr para ajudar ou até gritar de volta. Assim, o signo (o grito) gera um significado o qual é interpretado conforme a situação, criando um efeito que varia conforme o contexto e a percepção de quem o recebe (Santaella, 2002, p. 8).

Figura 12 – Exemplo prático visual



Elaboração do Autor, 2025

A compreensão do signo, com suas três partes essenciais: o *Representamen* (a forma do signo) (Peirce, 2000, p. 46), o Objeto (aquilo que é representado) (Santaella, 2002, p. 8) e o Interpretante (o efeito que ele gera) (Peirce, 2000, p. 4) nos leva ao conceito central de semiose. Em síntese, a semiose não é um estado, mas o processo dinâmico de significação (Santaella, 2002, p. 148), sendo “caracterizada como uma atividade direcionada para um fim, guiada por um propósito”. É o movimento contínuo que ocorre na mente do receptor (o Interpretante) quando ele se depara com um signo (o *Representamen*) que se refere a algo (o Objeto).

Figura 13 – Placa de sinalização Curva Acentuada à Direita (A-1b)



Brasil, 2022

Para ilustrar essa tríade em um contexto prático e visual, que se aproxima da natureza dos roteiros imagéticos, pode-se tomar como exemplo uma placa de sinalização de trânsito que indica “Curva Acentuada à Direita” (Figura 13), conforme o *Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito* (Brasil. Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN), 2022, p. 12). Nesse caso, o *Representamen* é a própria imagem da seta curva inscrita na placa; o Objeto é a curva real e iminente na estrada, à qual o sinal faz referência; e o Interpretante é o efeito que essa imagem produz na mente do motorista a compreensão da necessidade de reduzir a velocidade.

A semiose é o processo contínuo que conecta esses três elementos, transformando a simples imagem (*Representamen*) em um conhecimento e em uma ação (*Interpretante*). Esse processo evidencia a capacidade do signo visual de comunicar informações complexas de maneira direta e eficaz, princípio que orienta o design deste trabalho.

No contexto do Design para Educação Inclusiva, o design dos roteiros imagéticos tem o propósito de direcionar a semiose (o processo de criação de significado) de forma eficiente para o aluno surdo. Ao selecionar e organizar os signos visuais, o trabalho assegura que o *Representamen* remeta, de forma inequívoca, ao Objeto (o conceito de Física), garantindo o Interpretante (o aprendizado) correto. É essa necessidade de direcionamento que torna a Tricotomia do Signo de Peirce (Peirce, 2000, p. 51) a ferramenta indispensável para a construção do material didático.

A necessidade de direcionar a semiose para o aprendizado do aluno surdo exige do design a escolha estratégica do tipo de signo mais adequado, conforme a sua relação com o Objeto. Para isso, a Semiótica oferece a Tricotomia do Signo, o pilar metodológico para a construção dos roteiros imagéticos. A diferença fundamental entre as categorias reside na forma como cada signo estabelece sua conexão com o Objeto, ou seja, na sua função

comunicativa. “Enquanto o ícone sugere através de associações por semelhança e o índice indica através de uma conexão de fato, existencial, o símbolo representa através de uma lei” (Santaella, 2002, p. 20).

Retomando o exemplo da placa (Figura 13), é possível classificar seus elementos à luz da Tricotomia Peirceana. A seta curvada, que imita o traçado físico da via, atua como Ícone, pois remete ao objeto (a curva) por similaridade visual. O fato de a placa estar posicionada antes do ponto de perigo, alertando sobre um evento real e iminente, confere-lhe um caráter de Índice, pela relação causal e de contiguidade. Por fim, o formato de losango em amarelo, preto e o código oficial (A-1b) funcionam como Símbolo, pois dependem de uma lei e de uma convenção aprendida no Código de Trânsito Brasileiro para terem seu significado normativo. O sucesso comunicativo da placa reside exatamente na combinação eficaz da intuição do Ícone/Índice com a convenção do Símbolo.

Portanto, a Tricotomia do Signo não serve apenas para descrever os elementos visuais, mas para justificar a escolha e a eficácia desses elementos, fornecendo o critério lógico para determinar a adequação das escolhas visuais feitas. É a partir dessa lógica que a priorização do Ícone e do Índice neste trabalho se torna a estratégia central para eliminar a barreira do Símbolo (a língua escrita, equações e conceitos da Física), o qual é frequentemente uma segunda língua para o aluno surdo. Ao basear a comunicação na similaridade (Ícone) e na relação de causa-e-efeito (Índice), o Design alinha-se à modalidade cognitiva visuo-espacial do aluno, conforme discutido no Tópico 2.2. Essa é a base do Design Acessível.

Complementarmente, a teoria da Semiótica Cognitiva de Lúcia Santaella fornece o embasamento para a organização e o fluxo do material didático. A autora enfatiza que a leitura da imagem é um processo cognitivo ativo que exige a desautomatização da percepção (Santaella, 2002, p. 29), obrigando o design a facilitar o percurso do olhar do receptor. Essa clareza é crucial, pois a meta final é que o *Representamen* conduza o aluno à cognição e ao aprendizado pretendido, e não apenas à reação. Dessa forma, o design atua diretamente para garantir a autonomia e o Interpretante correto. Essa dupla perspectiva que atua na seleção do signo (Tricotomia) e na organização sequencial (Cognição Visual) (Santaella, 2002, p. 31) é que fundamenta o Design Acessível dos roteiros imagéticos.

Em suma, a Semiótica é uma ferramenta valiosa para compreender a comunicação humana em sua totalidade, permitindo que se analise e interprete as múltiplas camadas de significados que são geradas por diferentes formas de expressão, seja no cotidiano ou em contextos mais específicos, como o Ensino de Ciências. É essa utilidade que justifica o alinhamento deste projeto: o material didático precisa traduzir os conceitos de Física em uma linguagem visual pura, sequencial e desvinculada do texto escrito, de modo a explorar a forma primária de cognição do aluno e garantir sua plena participação e autonomia no aprendizado, reforçando a autonomia do estudante na execução dos experimentos.

4 Processo de Design e Desenvolvimento do Roteiro Imagético

O presente capítulo detalha o processo de criação e materialização do roteiro imagético, servindo como a execução prática.

4.1 Estrutura do Briefing e Perfis de Usuários

A primeira etapa do processo de design foi a definição clara do escopo do projeto, dos objetivos instrucionais e a caracterização detalhada do público-alvo. Para este trabalho, esses elementos foram consolidados na estrutura de um *briefing*. O *briefing* é um conjunto de informações básicas, instruções e diretrizes, elaborado para a contextualização e execução do projeto (Passos, 2014 *apud* Ferreira, 2010, p. 160). Este documento inicial serviu como o norteador de todas as decisões projetuais subsequentes.

4.1.1 Briefing

Os Objetivos Gerais do projeto consistiram em desenvolver um conjunto de elementos visuais sequenciais diagramados em uma apostila de Física para alunos surdos, configurado como uma solução intitulada Tecnologia Assistiva (Brasil, 2015), usando a Semiótica e o Design da Informação como ferramentas pedagógicas. O projeto teve como principal expectativa permitir que os alunos consigam executar o experimento, sendo a presença do professor essencial para a orientação e compreensão. O foco reside na execução e realização dos experimentos, sem pressionar para uma compreensão profunda dos conceitos científicos, devido ao nível prévio dos alunos.

Os Objetivos Específicos visam a clareza de instruções, por meio da substituição de textos por representações visuais claras que expliquem de forma sequencial as etapas do experimento de física, e o apoio pedagógico, que consiste em fornecer aos educadores uma ferramenta inclusiva.

Os Resultados Esperados convergiram para a autonomia de aprendizado, onde se espera que os alunos surdos possam realizar experimentos científicos com mais autonomia e menos dependência de suporte textual. Adicionalmente, buscou-se o desenvolvimento de um material didático funcional, acessível e visual.

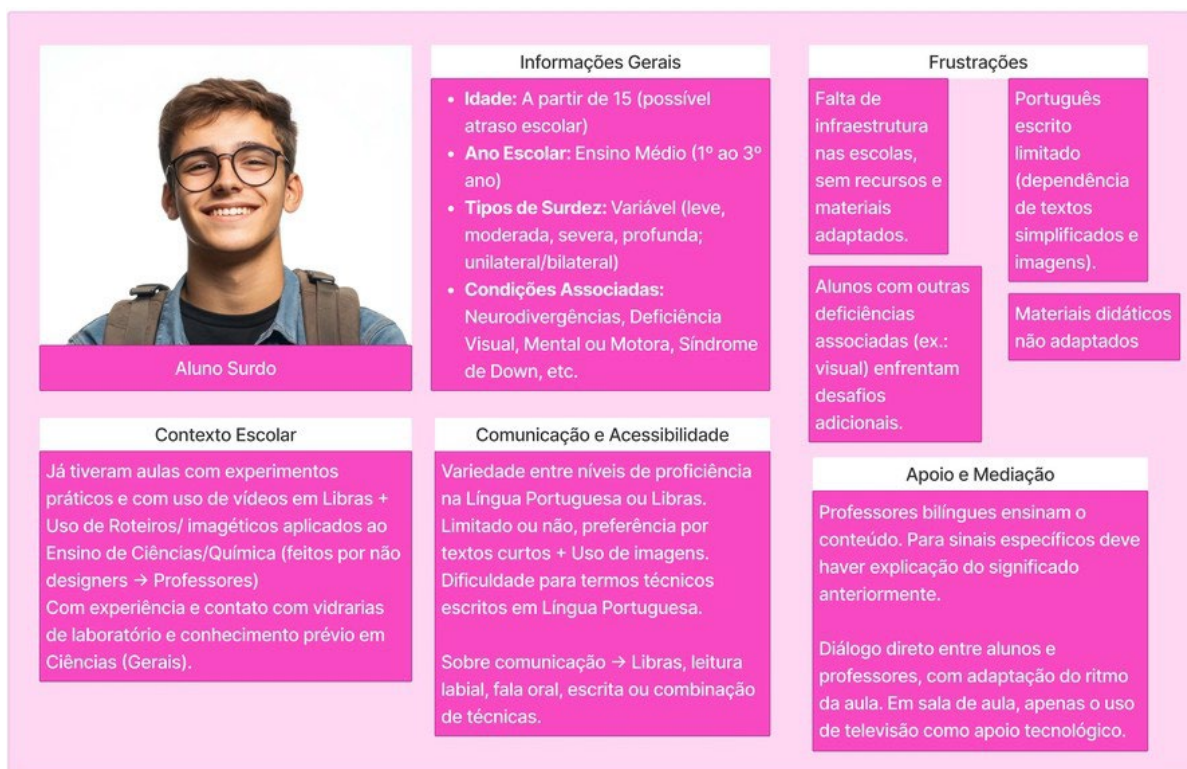
4.1.2 Personas

A intervenção projetual deste trabalho foi desenhada para o público de alunos surdos, cujas características e desafios foram detalhadamente analisados na fase inicial do Design Instrucional.

Tendo em vista a alta complexidade do público-alvo, que engloba inúmeras variáveis dos seres humanos, desde diferentes graus de surdez até alunos com outras deficiências

associadas (como deficiência intelectual e neurodivergências), as decisões de design foram promovidas sob a perspectiva geral/universal, a partir do desenvolvimento de personas: representação fictícia (Passos, 2014, p. 131) do público-alvo ou do usuário final de um produto.

Figura 14 – Persona do Aluno



Elaboração do Autor, 2025

Portanto, para a persona dos alunos (Figura 14) o guia visual foi pensado de forma universal para abranger a diversidade de necessidades: as configurações e escolhas de design específicas (como a clareza visual, a previsibilidade sequencial e o baixo ruído) foram adotadas para se encaixar nas particularidades da deficiência intelectual (simplificação cognitiva) para a deficiência auditiva (substituição do texto por recursos visuais), garantindo a máxima autonomia e acessibilidade ao maior número de usuários possível.

A concepção do Design Instrucional não se restringiu ao aluno, mas foi estrategicamente implementada para apoiar e capacitar o corpo docente, constituído de professores e profissionais bilíngues (Figura 15), facilitando seu papel como mediador conceitual. Para isso, o guia incorporou elementos de apoio pedagógico. Em termos práticos (para o professor), o material inclui uma introdução e orientação prévia, que visa guiar o professor para um entendimento completo do que é o guia, sua metodologia e seus objetivos. Adicionalmente, foi implementada a página “Conheça Seu Guia Visual”. Essa seção funciona como um manual explicativo sobre a estrutura, a organização das etapas e

a função dos elementos técnicos e da estrutura visual, o que é crucial, visto que os educadores podem não estar familiarizados com materiais adaptados.

Figura 15 – Persona da Professora



Elaboração do Autor, 2025

Por fim, foram incluídas as legendas nas etapas sequenciais. Estas legendas são descrições textuais breves e objetivas que não substituem a imagem na instrução do aluno, mas servem como âncoras textuais para o professor, guiando o andamento exato das etapas e direcionando o avanço do experimento. Essa inclusão intencional de legendas libera o professor da necessidade de atuar como tradutor constante das instruções práticas, permitindo que ele concentre sua competência na mediação dos conceitos teóricos da Física.

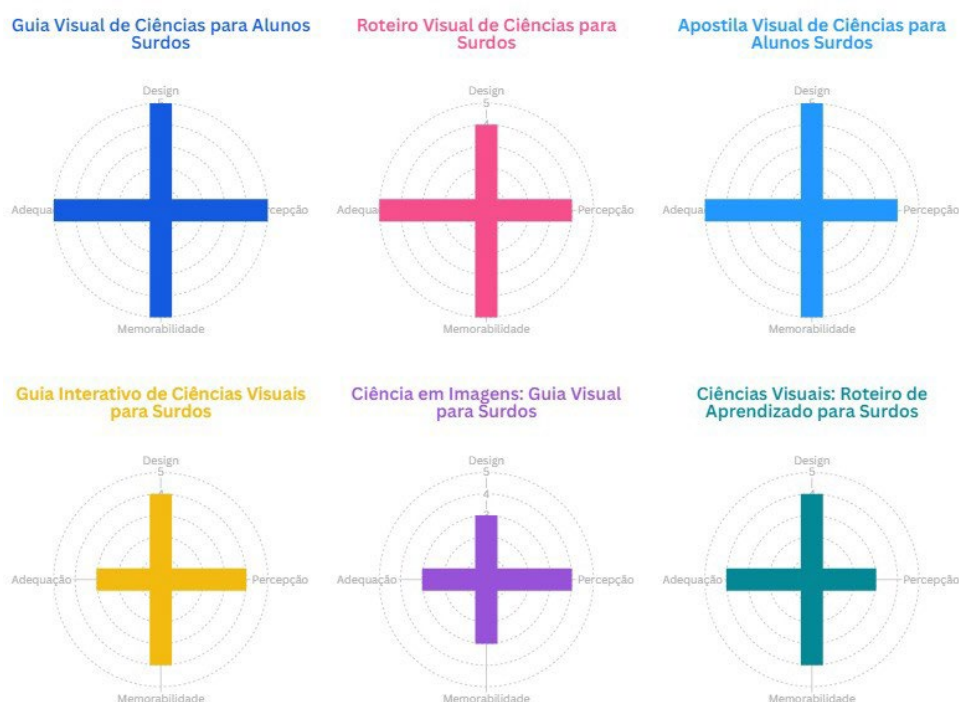
4.1.3 Avaliação e Escolha do Título

O Título do Trabalho de Conclusão de Curso (*Design para Educação Inclusiva: Desenvolvimento de Roteiros Imagéticos para Alunos Surdos no Ensino de Física*) cumpre o rigor acadêmico ao delimitar o tema e o escopo da pesquisa. Contudo, sua extensão e a especificidade da estrutura escrita resultam em complexidade, comprometendo a eficiência comunicativa do artefato final. Para mitigar esse desafio e garantir a clareza para o público-alvo, foi realizada uma etapa de derivação e simplificação de nomes.

Essa análise visou encontrar uma nomenclatura sucinta, direta e que comunicasse a natureza visual do material. A avaliação das alternativas foi estruturada a partir dos critérios de Percepção, Memorabilidade e Adequação, os quais foram adaptados de referências

de criação de nomes para marcas para julgar a eficiência comunicativa das alternativas (Feitoza, 2020). Inicialmente, eram 15 variações iniciais, seis nomes foram submetidos à avaliação final, conforme ilustrado no gráfico (Figura 16).

Figura 16 – Análise e Escolha do Título



Elaboração do Autor, 2025

A análise gráfica demonstrou que as alternativas que continham o termo “Guia” apresentaram um desempenho superior e mais equilibrado, especialmente nos eixos Percepção e Adequação. A palavra “Guia” foi considerada a melhor opção para substituição de “Roteiro” por ser ampla e específica, ao passo que a combinação “Guia + Interativo” (a opção verde) não se mostrou adequada na perspectiva da possibilidade de transformação em logotipo. Opções como “Ciências Visuais” também foram descartadas por não se adequarem à estrutura desejada.

O resultado dessa análise foi a combinação das melhores características em uma única proposta: Guia Visual de Física para Alunos Surdos. Esta escolha foi intencional e estratégica, pois a combinação “Guia Visual” apresenta uma excelente estrutura escrita e compositiva, facilitando a aplicação na identidade visual. A inclusão da palavra “Física” atendeu à adequação temática do projeto. Assim, o título final sintetiza o projeto na ordem Formato (*Guia*) > Estilo (*Visual*) > Conteúdo (*Física*) > Público (*Alunos Surdos*), comunicando de imediato a natureza e o propósito do artefato.

4.1.4 Análise Paramétrica de Similares

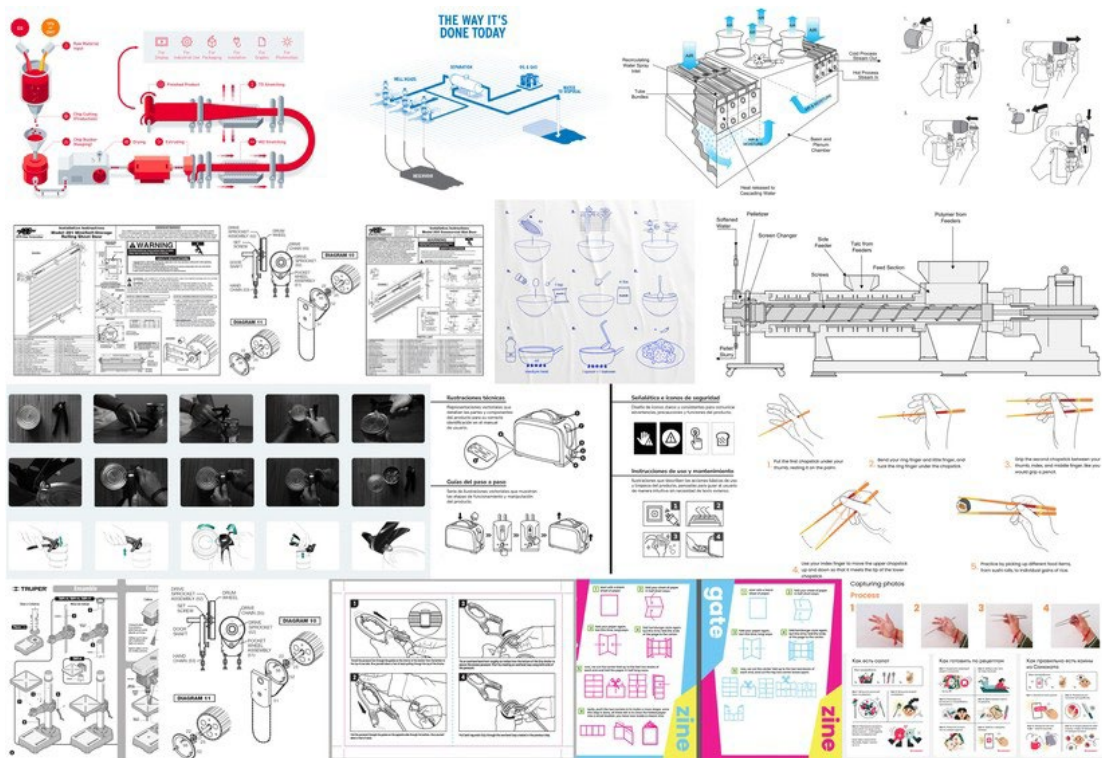
A avaliação de recursos existentes é fundamental para diagnosticar o problema de design e definir o objeto da intervenção. Para tal, este subtópico aplica a Análise Paramétrica, definida como a coleta e análise de parâmetros de modo sistemático entre os diversos artefatos.

A pesquisa foi estruturada em um fluxo progressivo de afinamento, partindo da análise de referências visuais amplas até chegar na pesquisa específica de livros e roteiros didáticos. Esta abordagem garantiu que a intervenção final fosse informada por um rigor estético de Design, simultaneamente, em que abordasse as falhas específicas do ambiente escolar. Desta Análise Paramétrica, emergiu um grande volume de conteúdo e imagens de referência. Este volume forneceu um vasto repertório de referências visuais e ideias projetuais.

4.1.4.1 Painel Semântico Geral

Inicialmente, a Análise Paramétrica buscou uma pesquisa visual geral, abrangendo uma vasta tipologia de materiais. Este painel semântico geral (Figura 17) serviu para estabelecer o repertório estético e as tendências de apresentação de informações visuais em diferentes setores. A análise das imagens demonstrou que a instrução eficaz, em diversos segmentos (científico, industrial, etc.), prioriza a Ilustração Vetorial e o Desenho de Linha como recursos superiores. Confirmou-se que a clareza depende da sequencialidade rigorosa e do uso de listas numeradas (1, 2, 3. . .). Além disso, a análise validou o uso estratégico da cor para codificação de fluxos e materiais. Outro aspecto relevante é o uso da cor como agente estético, tornando o material mais atraente, em contraste com as imagens de manuais em preto e branco e com arte com linhas simples, que são percebidos como materiais puramente técnicos. Por fim, a pesquisa revelou o processo de design que utiliza a fotografia como guia para transformação em ilustrações (tira-se a foto para perceber as etapas e depois se desenha), validando a sua metodologia de trabalho para a vetorização.

Figura 17 – Painel Semântico Geral

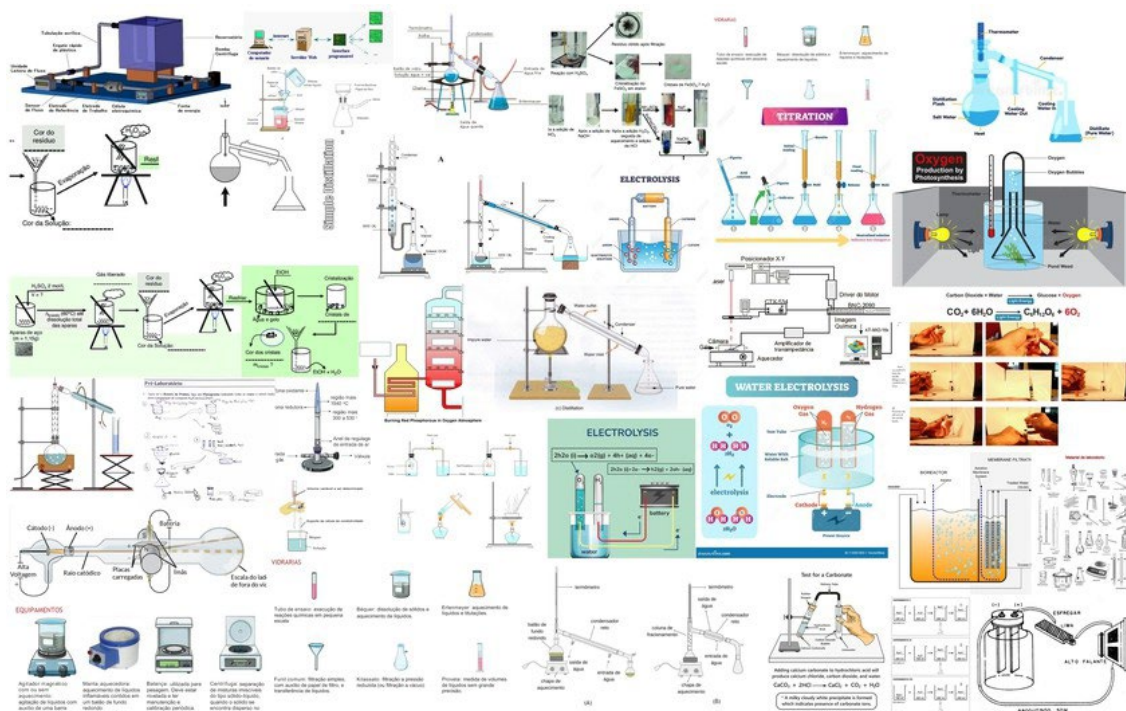


Elaboração do Autor, 2025

4.1.4.2 Painel Semântico Técnico-Científico

Em seguida, a pesquisa foi direcionada para a análise específica de estilos de ilustração para instrumentos de laboratórios, focando em materiais de Ciências, Química e Física. Esta etapa buscou entender como a linguagem visual é utilizada para representar equipamentos e procedimentos complexos, orientando o futuro estilo de ilustração do guia visual. O Painel Semântico de Laboratório (Figura 18) revela que a representação esquemática e funcional dos instrumentos é a principal prioridade.

Figura 18 – Painel Semântico Técnico-Científico



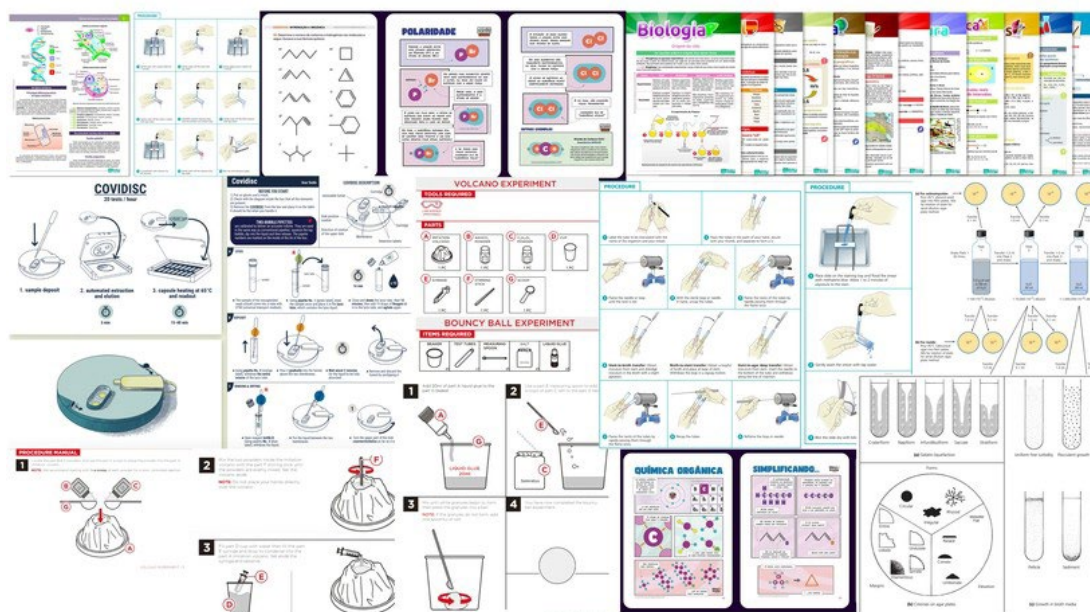
Elaboração do Autor, 2025

O Painel Semântico de Laboratório (Figura 18) revela que a representação esquemática e funcional dos instrumentos é a principal prioridade. Observou-se uma tendência em utilizar ilustrações em perspectiva, que buscam manter pistas visuais de tridimensionalidade para facilitar o reconhecimento do objeto, mas sem o ruído contextual da fotografia. As imagens utilizam traços limpos, de diferentes espessuras e preferem cores sólidas e saturadas para preenchimento, usando linhas para delimitar a forma, enquanto a cor é utilizada para codificar a substância, o fluxo ou o estado. Ademais, as ilustrações seguem uma lógica sequencial bem estruturada. A presença de setas em diversas partes da imagem é crucial para indicar direções de movimento e transformação de materiais, facilitando a compreensão dos processos descritos. Tais ilustrações utilizam convenções universais, como a seta para indicar o fluxo de líquido ou a direção da energia, mantendo o foco no equipamento essencial e eliminando fundos desnecessários.

4.1.4.3 Painel Semântico de Referência

A etapa seguinte concentrou-se na análise de roteiros visuais de Ciências que possuíam apelo estético (Figura 19). Estes projetos, considerados de alta qualidade visual, foram estudados para extrair princípios de Design Gráfico.

Figura 19 – Painel Semântico de Referência



Elaboração do Autor, 2025

A análise do Painel de Roteiros de Referência demonstra uma evolução estética e funcional significativa. As representações já apresentam um maior apelo estético e uma diagramação consciente, com espaços de respiro, uso de margens e divisão clara entre os quadros de instrução, sistema de cores coerentes e hierarquia das tipografias. Observou-se a presença de estilos menos técnicos e científicos (como a aplicação de conhecimento de Ciências em formato de História em Quadrinhos), e a inclusão de ilustrações 3D texturizadas, o que não era comum nos painéis anteriores. Outro aspecto interessante revelado por esta análise foi o uso de círculos para representar uma lupa, dando foco a uma atividade específica e garantindo a clareza da micro-ação.

Nessa etapa, foram apresentadas e adaptadas ideias cruciais no projeto final: a adição da lista prévia de materiais ilustrada e o Glossário Visual.

Além disso, a análise comprovou a relevância da implementação de equipamentos de segurança (EPI) necessários conforme os experimentos de Química. Embora o Ensino de Física Experimental não exija EPIs com o mesmo rigor, a decisão estratégica do projeto foi manter a implementação desses equipamentos no Guia Visual. Esta inclusão foi feita pensando no contexto dos alunos e na garantia máxima de segurança, conforme as necessidades dos experimentos. Ademais da identificação de possíveis acidentes (físico, de impactos, com objetos cortantes e materiais quentes).

4.1.4.4 Livros Didáticos e Roteiros de Laboratório

A Análise Paramétrica de roteiros experimentais iniciou-se com a avaliação de materiais de referência, como o livro *Física Experimental Básica na Universidade* (Campos; Alves; Speziali, 2008), do Departamento de Física da UFMG, visando a imersão nos conteúdos e a identificação das falhas estruturais. Este material representa o modelo didático tradicional de laboratório ao nível superior, em que se percebe que ao iniciar o módulo há uma introdução explicando o conceito básico teórico (Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 22) (Figura 20). Esta estrutura não se alinha com a proposta do Guia Visual, pois ainda carece da presença do professor em sala de aula para ministrar previamente o conteúdo.

Figura 20 – Introdução ao Movimento Retilíneo com Aceleração Constante

INTRODUÇÃO

A 2ª lei de Newton estabelece que a força resultante F sobre um objeto é igual ao produto da massa inercial m do objeto pela aceleração a adquirida por ele, ou

$$F = ma$$

Como exemplo de aplicação dessa lei, considere o sistema mostrado na Fig. 1. Um objeto de massa m_1 está sobre uma superfície horizontal, sem atrito, e é ligado por uma corda a outro objeto de massa m_2 , que está suspenso na extremidade da corda. A corda é inextensível e de massa desprezível, que gira sem atrito. Na figura também estão mostradas as forças que atuam sobre cada objeto: os pesos P_1 e P_2 dos objetos de massas m_1 e m_2 , respectivamente; forças T da corda sobre cada objeto e a força N que a superfície faz sobre m_1 .

✓ Os módulos das forças que a corda faz sobre cada objeto são iguais. Por que?

✓ Os módulos das acelerações dos dois objetos são iguais. Por que?

Considere a a aceleração do objeto sobre a superfície horizontal e a_2 a aceleração do objeto dependurado. No objeto sobre a superfície horizontal atua a força normal N , seu peso P_1 e a tensão da corda T . De acordo com a 2ª lei de Newton, as equações para as componentes x e y dessas forças são

$$\sum F_{1x} = m_1 a_{1x} = T \quad e$$

$$\sum F_{1y} = m_1 a_{1y} = N - m_1 g = 0$$

Para o objeto dependurado na corda só existem forças na direção y , sendo possível escrever

$$\sum F_{2y} = m_2 a_{2y} = T - m_2 g$$

Como a corda é inextensível, os módulos das acelerações serão iguais para os dois objetos, porém terão sinais contrários: um deslocamento de m_1 no sentido de x positivo causa um deslocamento de m_2 no sentido negativo de y , ou seja, $a_{1x} = -a_{2y} = a$. Eliminando T nas equações em y e em x , tem-se

$$a = \frac{m_2}{m_1 + m_2} g \quad (1)$$

Experimentos de Mecânica

✓ Considerando que o movimento do objeto sobre a superfície horizontal é na direção x , mostre, a partir das definições de velocidade $v = dx/dt$ e aceleração $a = dv/dt$, que a equação do movimento do objeto é dada por

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \quad (2)$$

em que x_0 e v_0 são, respectivamente, a posição e a velocidade iniciais do objeto.

✓ Esboce os gráficos da distância, da velocidade e da aceleração do objeto de massa m_1 em função do tempo, a partir do instante em que ele começa a se movimentar.

Considere, agora, uma situação um pouco diferente, em que o objeto de massa m_1 está sobre um plano inclinado de um ângulo θ em relação à horizontal, como representado na Fig. 2.

✓ Represente, em um diagrama, as forças que atuam sobre os objetos mostrados na Fig. 2. Mostre que, nesse caso, os objetos se movem com uma aceleração dada por

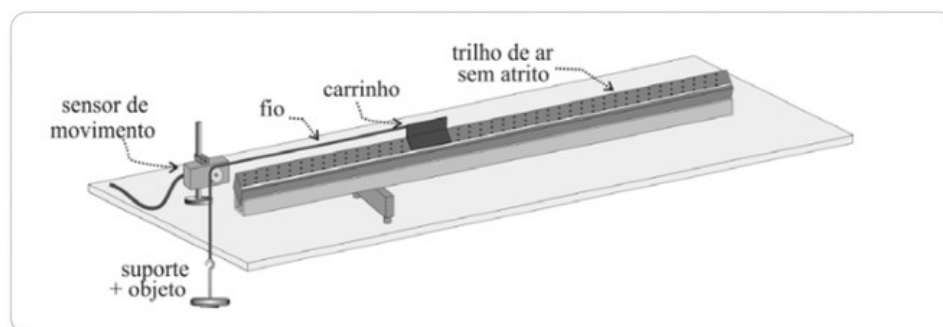
$$a = \frac{m_2 - m_1 \sin \theta}{m_1 + m_2} g \quad (3)$$

Verifique que para $\theta = 0^\circ$ esse resultado é mesmo da equação 1.

Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 22.

A primeira barreira identificada é de natureza linguístico-textual. Toda a explicação teórica do material é descrita de forma textual e há somente três imagens representando tal explicação. Na parte prática, a organização se dá entre objetivos e sugestão de material, com a lista de materiais descrita textualmente, conforme (Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 23): Computador, interface, sensor de movimento, trilho de ar, objetos com massas m_1 e $m_2 \approx 5m_1$ suporte ($m_s \approx m_1$), carrinho ($m_c \approx 8m_1$), fio inextensível e trena. Percebe-se que até na descrição dos materiais são utilizados códigos de convenção da Física, como m_1 e m_2 (para massas) e o símbolo \approx (que significa “aproximadamente igual”). Essa densidade de texto e símbolos constitui uma barreira linguística e cognitiva imediata para o aluno surdo.

Figura 21 – Visualização do Maquinário



Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 23

A segunda barreira reside na estrutura de instrução. Na etapa da execução dos procedimentos (Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 23), o material possui uma boa representação da montagem, feita em 3D para demonstrar a tridimensionalidade e dar um panorama de toda a estrutura do objeto que será utilizado (Figura 21), incluindo legenda e setas identificando as partes que compõe o objeto. Contudo, o material falha em detalhar a ação: as etapas do experimento são descritas inteiramente em texto corrido e único (Figura 22), apenas com a separação por tópicos (listas não numeradas). Essa estrutura falha em organizar a informação de forma sequencial, comprometendo a eficiência comunicativa do aluno surdo, mas se encaixa aos alunos regulares de nível superior, conforme o público do material analisado. Cabe ressaltar que, todas as aplicações deste material segue esse padrão, textos em excesso e poucas imagens.

Figura 22 – Descrição das Etapas

Análise do movimento do carrinho com o trilho na horizontal

- Ligue o compressor de ar e, em seguida, alinhe o trilho na horizontal. Para isso, com o carrinho solto sobre o trilho, ajuste os parafusos localizados nos pés do trilho até que o carrinho fique em equilíbrio e não tenha um movimento preferencial em qualquer direção.
- Procure se familiarizar com os instrumentos e com o programa de aquisição de dados. Você deverá obter gráficos de posição *versus* tempo, de velocidade *versus* tempo e de aceleração *versus* tempo referente ao movimento do carrinho. Faça algumas medições preliminares com diferentes valores de massas colocadas sobre o suporte e procure entender as mudanças observadas em cada gráfico.
- Use uma balança para medir a massa dos objetos, caso elas não tenham sido previamente medidas. Escolha uma razão conveniente entre as massas m_1 do carrinho e m_2 do suporte com objetos e obtenha os gráficos de posição, velocidade e aceleração *versus* tempo.
- Faça um ajuste da equação do movimento com os dados de distância *versus* tempo obtidos experimentalmente. Isso é feito no programa com a opção de ajuste de curvas pelo método de mínimos quadrados. A partir dos parâmetros obtidos desse ajuste, calcule a aceleração do carrinho.
- Essa aceleração também pode ser calculada de duas outras formas: por meio do cálculo da inclinação do gráfico de velocidade *versus* tempo e por meio do cálculo do seu valor médio no gráfico de aceleração *versus* tempo. Compare os valores da aceleração determinados por esses três métodos.
- Calcule o valor esperado para a aceleração (equação 1) e compare com aqueles obtidos experimentalmente. Procure justificar as eventuais diferenças observadas.

Análise do movimento do carrinho com o trilho inclinado

- Com os calços fornecidos, incline o trilho (no máximo até cerca 5 graus). Se necessário, modifique a razão entre as massas que possibilitem as medições. Obtenha, então, os gráficos de $x \times t$, de $v \times t$ e de $a \times t$.
- Meça o ângulo de inclinação do trilho e compare o valor medido da aceleração com o valor esperado, dado pela equação 3. Discuta esses resultados.

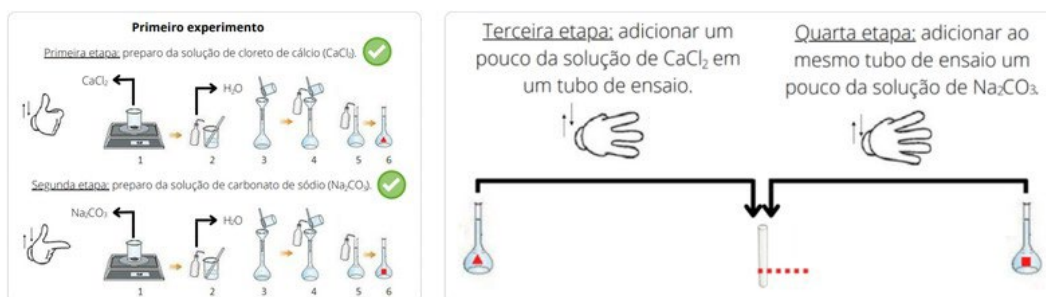
Campos; Alves; Speziali, 2008, p. 23

A análise deste similar demonstrou que a intervenção projetual não deve apenas traduzir o conteúdo, mas reestruturar toda a organização da informação a partir de módulos (títulos, corpo do texto, introdução, lista de materiais, glossário, instruções), utilizando a sequencialidade visual e a codificação do Design da Informação para superar a dependência textual, entregando de maneira progressiva as informações aos alunos.

A Análise Paramétrica estabeleceu um diálogo direto com o Laboratório de Pesquisas em Educação Química e Inclusão (LPEQI) do Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás, uma vez que o autor deste projeto é a ele vinculado e tem como foco uma linha de pesquisa já difundida na instituição: a construção de roteiros imagéticos para alunos surdos. A investigação prévia mostrou que, embora o LPEQI seja pioneiro, a estruturação e criação dos roteiros anteriores, relacionados ao Ensino de Ciências (Química), não eram feitas por designers. Essa lacuna demonstra que, para promover um ensino mais inclusivo, professores em formação e formação continuada se propõem aos estudos de Design, com foco principalmente em semiótica, para produzir Tecnologias Assistivas. É neste cenário de busca por profissionalização do design que o presente trabalho se insere.

Portanto, a seguir serão analisadas duas propostas de roteiros imagéticos desenvolvidos no âmbito do LPEQI, sendo o primeiro sobre o ensino de reações químicas com a Figura 23 (Ferreira *et al.*, 2024) e o segundo sobre soluções ácidas e básicas com a Figura 24 (Santana; Benite, 2024).

Figura 23 – Etapas do Experimento de Reações Químicas



Ferreira et al., 2024 p. 8-11

A análise do primeiro roteiro imagético (Figura 23), demonstrou as primeiras tentativas eficazes de transcender o texto. A intervenção já apresentava um alto grau de rigor instrucional, sendo baseada em uma estrutura sequencial clara. O roteiro utiliza a numeração para a separação de ações dentro da etapa (de 1 a 6) e emprega setas para guiar o olhar e indicar as soluções presentes dentro dos recipientes, com as setas pretas. A transição para a próxima ação, que não é feita por quadros, são representadas pelas setas amarelas.

Apesar da eficácia sequencial, a análise revelou oportunidades de aprimoramento em Design Gráfico e Semiótica. Notou-se a presença de uma breve descrição textual com o título de cada etapa (ex.: “preparo da solução de cloreto de cálcio”), o que o seu projeto busca remover.

Em termos semióticos, o roteiro recorre a formas geométricas (triângulos e quadrados vermelhos) para diferenciar as soluções (CaCl_2 e Na_2CO_3). Contudo, na quarta etapa, a vidraria central é representada com um novo ícone (repetição de quadrados vermelhos), o que pode introduzir ambiguidade na codificação visual, uma possível solução seria pela soma ($\Delta + \sim$). Além disso, o roteiro utilizava gestos manuais para referenciar a etapa (ex.: sinal do número um com movimento vertical), o que foi replicado no projeto final em questão.

Por fim, a observação prática indicou que, apesar de problemas visuais (como a baixa resolução), o formato geral é aceitável e funcional para a execução, confirmando que a estrutura visual sequencial é o caminho correto para a autonomia do aluno surdo.

A análise prosseguiu com a avaliação de uma segunda proposta de roteiro imagético desenvolvida no LPEQI, focado em soluções ácidas e básicas (Figuras 24 e 25). Este roteiro

revelou o uso de elementos de Design Instrucional e Segurança, incorporados ao projeto final.

Figura 24 – Orientações de Segurança e Lista de Materiais



Santana; Benite, (2024).

Primeiramente, observou-se a implementação de instruções para segurança no laboratório, indicando orientações de vestuário (sapato fechado, calça longa, cabelos presos) e o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), como jaleco, luvas e óculos de proteção. As descrições são acompanhadas de uma imagem e a legenda logo abaixo, remetendo à modalidade visuo-textual. O mesmo padrão (imagem + legenda) é aplicado à lista de materiais e reagentes. Adicionalmente, foi notado o uso de ícones para indicar soluções com perigo tóxico (Triângulo de Advertência), uma prática crucial para a segurança implementada no Guia Visual de Física.

Contudo, a análise também reforçou a necessidade de intervenção em Design Gráfico devido à falta de constância nas representações visuais. O material apresenta uma mistura de estilos, com ações representadas por fotografias, manipulações de imagens e ilustrações estilo arte de linha, comprometendo a confiabilidade semiótica e a eficiência comunicativa. Apesar dessa inconsistência, o roteiro faz uso eficaz das setas para indicar verbos e ações (como entornar, girar ou misturar), validando a estratégia de sequencialidade do seu projeto.

Figura 25 – Etapas do Experimento de Soluções Ácidas e Básicas



Santana; Benite, (2024).

Mais criticamente, o roteiro falha em representar a transformação sequencial e a alteração de estado dos objetos (Figura 25). Por exemplo, ao misturar o sabão em pó com um líquido, não há alteração concisa nas cores (que indicaria a dissolução ou a reação). Além disso, o ato de encher um béquer com líquido em uma etapa não se traduz na representação do béquer cheio na etapa seguinte, criando uma lacuna semiótica na progressão da instrução. Essa ausência do retorno visual da ação, exige que o aluno infira o resultado da ação, o que é um obstáculo para a cognição viso-espacial.

A fase de Análise Paramétrica também englobou a avaliação de livros didáticos (Figura 26), dos quais foram extraídas ideias e diretrizes para a composição, estrutura de páginas, diagramação e interações entre imagens e textos. Esta análise revelou aspectos essenciais de Design Editorial para garantir a navegabilidade da obra, conforme observado em materiais didáticos (Mortimer; Machado, 2016).

Figura 26 – Livro Didático



Mortimer; Machado, (2016).

A primeira diretriz extraída foi a orientação estrutural, onde se notou o uso de páginas de apresentação que introduzem a proposta do livro e, subsequentemente, explicam a organização da obra. Esta orientação é frequentemente diagramada através da amostragem de exemplares de páginas do próprio livro, com um sistema de setas direcionando a explicação de cada tópico que compõe a página. Esta percepção justificou a criação da sua seção “Conheça Seu Guia Visual”.

Em seguida, a análise focou na transição de conteúdo e fluxo editorial: a separação de módulos ou capítulos é um aspecto editorial relevante que utiliza imagens (fotos parciais ou fotos inteiras que compõem páginas duplas) seguidas pelo título do próximo módulo. Este recurso visual atua como uma forma eficaz de sinalização de sequência, guiando o fluxo do leitor.

Por fim, foram observadas as convenções de diagramação essenciais para a usabilidade, como o posicionamento da numeração das páginas (página esquerda, canto inferior esquerdo e página direita, canto inferior direito). Estes foram os aspectos de Design Editorial retirados da análise e que informaram as diretrizes de *layout* e *grid* do projeto.

4.2 Estrutura do Conteúdo e Storyboards

Este tópico detalha o processo pelo qual o conteúdo instrucional foi filtrado e organizado, culminando na criação dos *storyboards* que nortearam a produção visual. No que lhe concerne, *storyboards* é uma ferramenta visual de design que adapta esquemas em sequência (Passos, 2014, p. 120).

A estruturação do conteúdo seguiu a lógica que priorizou a execução prática sobre a abstração teórica. Inicialmente, como descrito no Tópico ??, o conteúdo foi coletado e validado a partir de vídeos e referências de livros de roteiros de Física (Peruzzo, 2013a; Peruzzo, 2013b; Peruzzo, 2013c; Hewitt, 2015), sendo submetido a um processo de filtragem para isolar apenas as informações essenciais para a realização dos experimentos. Essa peneira foi crucial para remover o ruído textual e conceitual presente em materiais tradicionais, adaptando a linguagem para o público surdo. Todo processo aconteceu sobre a supervisão e acompanhamento da aluna em formação continuada.

O exemplo que será mostrado (Figura 27) trata-se do experimento mais complexo do projeto final, o experimento cinco com a temática de Eletrodinâmica. Conforme mencionado, a primeira etapa do *storyboard* envolveu a análise e a simplificação do processo de montagem do circuito elétrico. O objetivo foi transformar o fluxo contínuo do vídeo (MUNDO DA ELÉTRICA, 2020) em etapas discretas e sequenciais. A complexidade do cenário real (mãos, fios soltos, fundos, reflexos) foi intencionalmente filtrada e simplificada para a clareza do roteiro imagético. O vídeo foi quebrado em ações micro-sequenciais, como “colagem do interruptor”, “colocando pilhas” e “colocando soquetes”. Cada ação principal foi destrinchada em sub-etapas numeradas no *storyboard* para eliminar a ambiguidade e

garantir que o aluno surdo pudesse replicar a execução com precisão.

Figura 27 – Storyboard Experimento 5 - Montagem



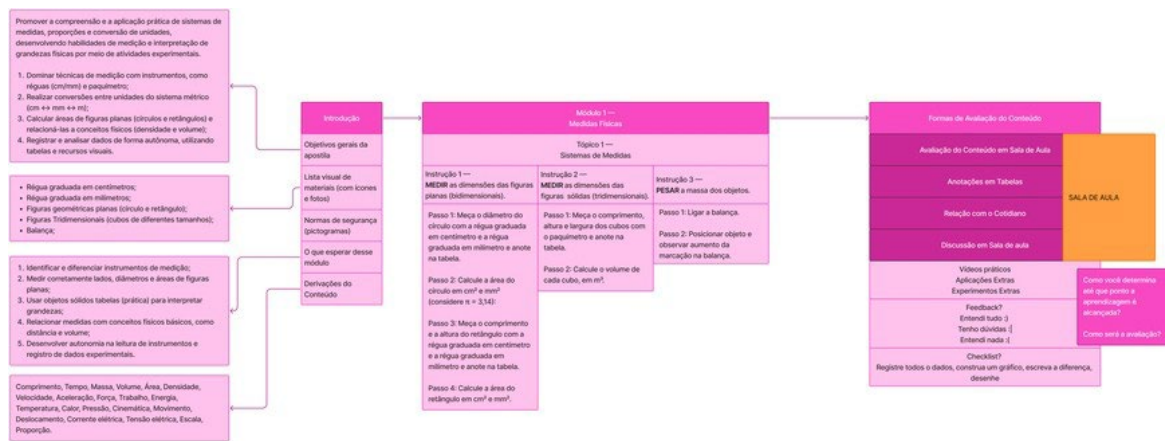
Elaboração do Autor, 2025

O *storyboard* foi a ferramenta central que traduziu a análise em execução. Foram desenvolvidos dois tipos de *storyboard* para cada módulo do guia visual que serviu ao autor da pesquisa para o desenvolvimento do roteiro. Foi a partir dele que se definiram a organização das etapas, ângulos, perspectivas e a organização visual.

A título de exemplo será mostrado *storyboard* de conteúdo do primeiro experimento, intitulado Medidas Físicas (Figura 28) que ilustra a aplicação hierárquica, sendo fundamental para garantir a organização sequencial e a clareza do fluxo de aprendizagem. Os quadros

em questão guiaram o desenvolvimento da parte textual (legendas e instruções), conferindo ao autor da pesquisa a noção de como trabalhar e aplicar os conceitos técnicos. O sistema visual assegurou o sobre quais seriam as informações necessárias, o que deveria ser verificado e a ordem exata em que as ações deveriam ser feitas. Dessa forma, o *storyboard* transformou os objetivos do Design Instrucional em diretrizes práticas e executáveis para o Design Gráfico.

Figura 28 – Storyboard Experimento 1 - Conteúdo



Elaboração do Autor, 2025

A estrutura de conteúdo do guia visual foi delimitada e aplicada com hierarquia modular, onde o Guia (conjunto de instruções) (SwipeGuide, 2018) foi conceitualmente adaptado para representar o Módulo, ou seja, o conjunto completo das instruções sobre o conteúdo ou área específica da Física (Medidas Físicas, Movimento e Grandezas Vetoriais, Termodinâmica, etc.).

Abaixo dessa unidade principal, o tipo ou nome do experimento foi definido como tópico (experimento do motor a vapor, experimento de velocidade média, experimento de energia estática, etc.).

A partir do tópico, o conteúdo se desdobra em instruções, que representam o conjunto específico de etapas para executar uma tarefa (instrução 1 — medir as dimensões das figuras planas). Por fim, a etapa constitui a menor unidade de ação, especificando cada passo individual da execução (medir o diâmetro do círculo, calcule a área, ligue a balança).

Vale ressaltar que nem todas as etapas foram desenhadas ou representadas visualmente, o que foi uma decisão intencional de Design Instrucional. Haja vista que certas ações são orientadas pelo professor em sala de aula, o foco do guia visual foi estritamente na ação e execução do experimento. A título de exemplo, no *storyboard* de conteúdo (Figura 28), existem as etapas: calcule a área do círculo (considere $\pi = 3,14$) e calcule a área e o volume (cm^2 ; mm^2 e m^3). Essas etapas, que exigem processamento cognitivo mais complexo, manipulação de fórmulas e recursos técnicos, não foram traduzidas em quadros

visuais, permanecendo como instruções para o professor e para a mediação em sala de aula. Essa exclusão reforça o papel do guia como uma ferramenta para a execução prática.

Na lateral esquerda, estão dispostas as informações extras que guiam o professor na preparação e contexto do módulo. Isso inclui a introdução (com os objetivos gerais da apostila), a lista visual de materiais, as normas de segurança (possíveis riscos de acidentes), o que esperar desse módulo e as derivações do conteúdo. Essas informações servem como suporte inicial e prévio para o professor, garantindo que o embasamento teórico e os requisitos de segurança estejam claros antes da execução prática.

Na lateral direita, encontra-se o detalhamento das formas de avaliação de conteúdo. Esta seção não é padronizada, mas pode variar conforme a necessidade e o nível de dificuldade do experimento. A avaliação é segmentada em eixos como avaliação do conteúdo em sala de aula (que inclui a arguição em tarefas), relação com o cotidiano (exemplos práticos), verificação prática (aplicação, experimentação) e sugestões de lista de verificação. Esta seção atua como um guia flexível para o professor, otimizando o uso do tempo em sala e liberando-o para focar na mediação do conhecimento teórico de Física.

Figura 29 – Quadro Complementar - Conteúdo

<p>Que informações preciso para ensinar o conceito?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conceitos básicos de sistema métrico (cm, mm, m). • Como usar régua e balança. • Noções visuais de grandezas físicas. • Instruções visuais passo a passo. 	<p>Quais são as informações que eles precisam para executar essa tarefa?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como posicionar a régua. • Onde iniciar e terminar a medição. • Como identificar e registrar os números. • Como usar os instrumentos corretamente. 	<p>O que precisa ser verificado.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconhecimento e nome dos instrumentos (visuais). • Capacidade de medir corretamente (executar a medição). • Interpretação dos dados medidos. 	<p>Em que ordem as verificações devem ser feitas?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificação dos instrumentos de medição. • Execução da medição com régua. • Registro dos valores medidos. • Análise e interpretação dos dados registrados. 	<p>Qual é a utilidade percebida pelos alunos da instrução?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Percepção comum: algo básico, necessário, mas não tão interessante. • Como pode ser visto: diferente por usar instrumentos e objetos reais e abstrato esteticamente. • Como torna-lo mais interessante: incluir cores, ilustrações, recursos visuais dinâmicos (zoom, setas, etc.)
<p>Como a aprendizagem é realizada, defendendo as necessidades do aluno.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Com uso de recursos visuais, ícones, sistema de cores. • Mediação de professor bilíngue. • Através de experimentação prática, manipulação de objetos sólidos reais. • Enfatizando a interpretação visual e a cognição através da ação. • Estruturação clara das etapas com imagens. 	<p>Análise da tarefa - conhecimentos e procedimentos que precisam estar incluídos na instrução.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Números naturais, decimais e unidades de medida. • Fórmulas matemáticas e representações visuais simbólicas. (Diâmetro, Comprimento, Largura, Altura). 	<p>Metas – por que o aluno está realizando esse experimento?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aprender na prática como usar instrumentos de medição. • Entender como medições se aplicam à física do cotidiano. • Relacionar os conceitos matemáticos com experiências reais. • Desenvolver autonomia para usar equipamentos com segurança e precisão. • Preparar-se para conteúdos mais complexos como cinemática, massa, densidade. 	<p>Como ensinar cada verificação.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mostrar o instrumento; peça ao aluno para nomear e identificar. • Medição prática: peça para medir uma figura e registrar. • Aplicar a fórmula com apoio visual: mostre passo a passo. • Analisar os resultados com base nos dados registrados. • Repetir com variações (outras figuras, outros tamanhos). 	

Elaboração do Autor, 2025

Para finalizar o planejamento do conteúdo, os quadros de informações complementares (Figura 29) serviram como um registro metódico e uma lista de verificação essencial para a intervenção projetual. A análise desses quadros influenciou a tradução das necessidades pedagógicas em requisitos de design. Ao definir o rigor do sequenciamento e a definição dos pré-requisitos, reforçaram a necessidade de um ambiente de aprendizagem ativo e colaborativo, com o uso de recursos visuais, e que se concentra na resolução de problemas.

A estrutura desses quadros funcionou como a matriz de requisitos do Design Instrucional, garantindo que a solução projetada estivesse plenamente alinhada com os objetivos da pesquisa, definindo não apenas o que seria ilustrado, mas também como a informação seria organizada para promover a autonomia do aluno surdo.

4.3 Estratégia Conceitual e Diretrizes Visuais

Com a fase de análise e pesquisa concluída, este tópico estabelece as diretrizes e os fundamentos conceituais que nortearam as decisões estéticas e funcionais do *Guia Visual de Física para Alunos Surdos*. O objetivo central é justificar as escolhas criativas, demonstrando que a identidade visual do artefato é o resultado direto da análise das necessidades do usuário e dos princípios das necessidades pedagógicas dos alunos.

4.3.1 Painéis Semânticos e Estilo de Ilustração

Um aspecto importante para o desenvolvimento do projeto são as ilustrações gráficas para a composição das páginas impressas. Existe uma grande procura no design para solucionar problemas tecnológicos, de informática e, adequados ao projeto, científicos (Hurlburt, 1986, p. 124). Configurando um novo desafio aos *designers*, a compreensão da complexidade da representação e simplificação de conceitos científicos (Hurlburt, 1986, p. 124) é fundamental para a transmissão eficaz da informação. As ilustrações no projeto foram utilizadas tanto na representação das etapas dos roteiros quanto como elemento compositivo. Sobre o processo criativo, um ponto importante foi a definição do conceito, sendo a determinação do estilo e o caráter da ilustração (Hurlburt, 1986, p. 122).

Portanto, considerando, principalmente a idade do público-alvo do projeto (adolescentes de 15 até 17 anos ou mais) e a necessidade de uma proposta ampla que proporcione solução universal/geral, foi escolhido como estilo de referência o *Corporate Memphis* (ou *Alegria Art*). O estilo artístico foi encomendado pelo Facebook à agência de design Buck (BUCK, 2017), responsável pelo novo sistema de guia visual de ilustrações e animações para a rede social em 2017 até 2020, tendo como característica ser divertido e brincalhão (Figura 30).

reduzidos, conforme os princípios de eficiência do Design Instrucional.

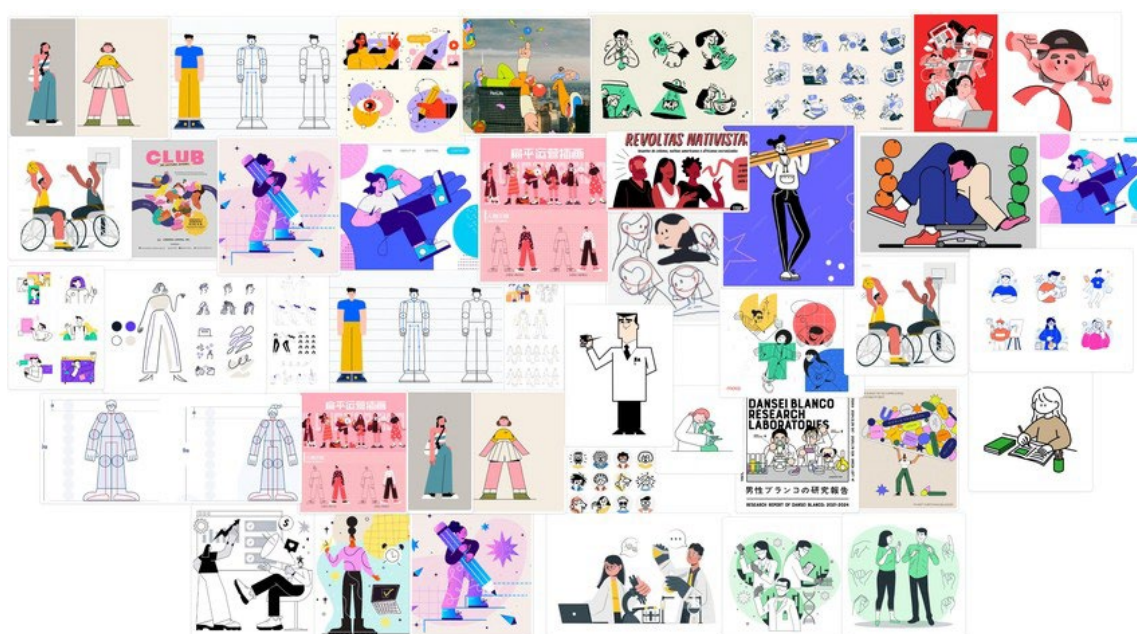
Então, após a delimitação de um conceito e estilo visual, foram elaborados painéis semânticos a fim de buscar inspirações para o desenvolvimento dos personagens, ilustrações, diagramação, composição, sistema de cores e escolhas tipográficas.

4.3.1.1 Painel Semântico de Personagens

O painel semântico de personagens (Figura 31) foi desenvolvido para guiar e referenciar a estrutura e o design dos elementos visuais, orientando todo o processo criativo. A partir deste painel, buscou-se criar personagens que não só se alinhavam com o estilo visual proposto, mas que também fossem inclusivos, dinâmicos e atraentes.

Considerando que o projeto está relacionado à cultura surda, um dos objetivos foi representar os personagens em ações que fossem condizentes com essa realidade. Com base no estilo visual de *Alegria Art*, os personagens foram desenhados em poses que remetem à prática da Libras, enfatizando gestos claros com as mãos. Também há referências de contextos científicos, incorporando personagens usando jalecos, manipulando experimentos e béqueres em ambientes de laboratório. Essa abordagem busca refletir um ambiente de aprendizagem e descoberta, promovendo a inclusão de diferentes formas de comunicação e representações, enquanto assegura que a interação com a comunidade surda e suas necessidades visuais seja respeitada e bem representada.

Figura 31 – Painel Semântico dos Personagens



4.3.1.2 Painel Semântico de Gestos e Ações

O painel semântico de ilustrações de ações gestuais (Figura 32) foi desenvolvido para orientar e direcionar a maneira como as ações seriam representadas visualmente, com foco nas mãos e nos gestos. Esse painel resultou em um conjunto de diretrizes sobre como ilustrar diferentes ações realizadas pelas mãos, como segurar, posicionar, acender, entre outros gestos relacionados aos experimentos e atividades do projeto. Embora o foco principal esteja nas mãos, o painel também expandiu para incluir elementos adicionais que complementam o contexto, como livros, computadores, celulares, sinais e outros objetos que poderiam ser associados à proposta.

Apresentando elementos que poderiam ser utilizados nas ilustrações para enriquecer a narrativa visual e conectar ainda mais com o contexto do projeto. Essa abordagem visa criar um ambiente dinâmico e interativo, com gestos e objetos que ajudam a construir uma representação visual coerente e atrativa para o público-alvo.

Figura 32 – Painel Semântico de Gestos e Ações



Elaboração do Autor, 2025

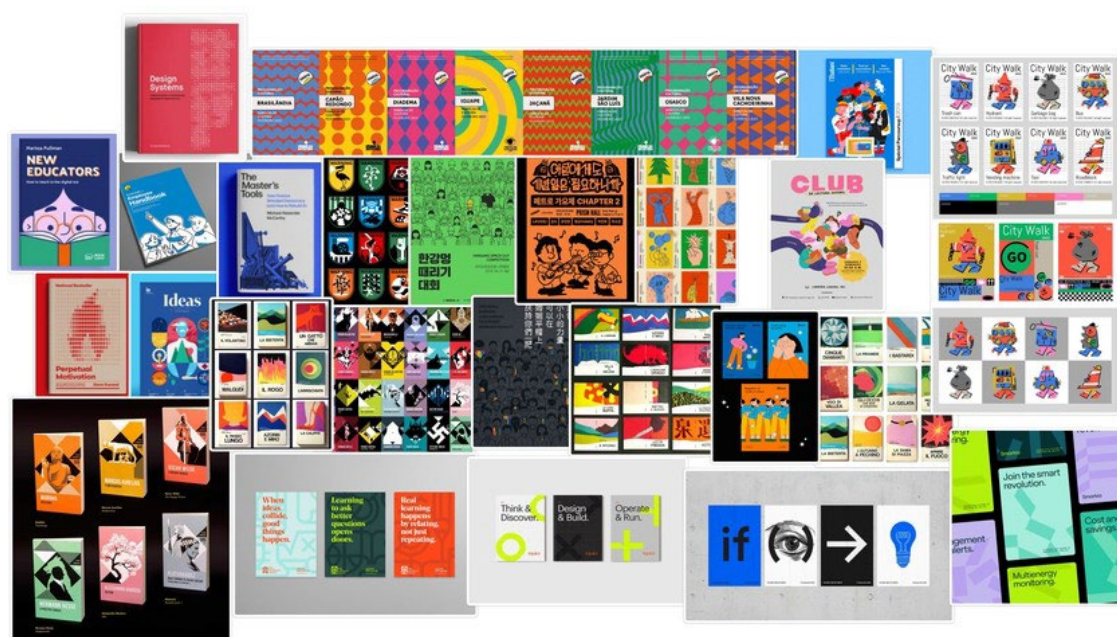
4.3.1.3 Painel Semântico de Capas

O painel de capas (Figura 33) foi elaborado para orientar a criação da capa do projeto, reconhecendo a importância desse elemento como um fator de diferenciação e destaque

(Haluch, 2018, p. 70). Como o projeto está relacionado à estruturação e configuração de roteiros imagéticos de Física para alunos surdos, com foco na diagramação de um guia editorial, a produção da capa se tornou um aspecto crucial para atrair atenção e comunicar eficazmente o conteúdo.

A pesquisa para o desenvolvimento da capa envolveu a análise de diferentes estilos, explorando desde capas com ilustrações até grafismos, algumas com composições parciais e outras cobertas integralmente por elementos gráficos. O painel também explorou modelos modulares e orgânicos, com variações na disposição de elementos visuais. Além disso, foi realizada uma análise detalhada das hierarquias textuais e o uso de tipografias, considerando sua legibilidade e impacto visual. A escolha das tipografias e o sistema de cores também foram aspectos centrais na análise, buscando uma combinação que fosse tanto atraente quanto funcional, alinhada ao objetivo de representar o conteúdo de forma clara e acessível.

Figura 33 – Painel Semântico de Capas



Elaboração do Autor, 2025

4.3.1.4 Painel Semântico de Diagramação

O painel semântico de diagramação com foco em aplicação editorial (Figura 34) foi desenvolvido para fornecer inspirações sobre como organizar textos, imagens e as etapas dos experimentos de maneira eficaz dentro de uma estrutura editorial. Este painel consiste exclusivamente em referências de diagramação, que serviram para entender a melhor forma de aplicar o conteúdo com clareza e organização, utilizando princípios do Design Editorial.

Figura 34 – Painel Semântico Editorial



Elaboração do Autor, 2025

A partir dessas referências, foi possível explorar diferentes possibilidades de layout e composição, focando especialmente no uso de grid, arranjo de elementos e a forma de distribuição do conteúdo dentro da página impressa. A análise permitiu determinar como ajustar as margens, definir a mancha de texto e configurar o espaçamento adequado para garantir uma leitura fluida e confortável. A disposição das imagens e a hierarquia do texto também foram aspectos essenciais para criar uma página bem equilibrada, onde o conteúdo visual e textual se complementam sem sobrecarregar o leitor.

O painel também gerou as inspirações necessárias para a composição de partes específicas do material editorial, como o sumário, a introdução e a organização dos roteiros dos experimentos. O foco estava em garantir que cada seção fosse bem dividida e facilmente navegável visando aprimorar a compreensão do conteúdo e maximizar a eficácia do material para o público-alvo.

4.3.1.5 Painel Semântico de Logotipos

O painel semântico de logotipos (Figura 35) explorou diferentes estilos tipográficos e visuais para definir a identidade do projeto. A escolha envolveu a experimentação entre ilustrações com os personagens e logotipos tipográficos, onde o nome do livro poderia ser configurado de maneira peculiar (Dias *et al.*, 2012, p. 2). A decisão final considerou o impacto visual e a clareza, visando criar uma marca visual forte e memorável, alinhada ao conteúdo e ao público-alvo. O processo foi focado em garantir uma identidade gráfica que fosse simultaneamente, única e facilmente reconhecível.

Figura 35 – Painel Semântico de Logotipos



Elaboração do Autor, 2025

Vale ressaltar que todos os painéis foram construídos a partir da pesquisa de temas relacionados ao contexto do projeto (design editorial ilustrado, material pedagógico, tecnologia assistiva para alunos surdos, design editorial e inclusão, etc.).

4.4 Construção da Identidade Visual e Editorial

Após toda a apresentação do repertório visual que direcionou o projeto, inicia-se a exposição do processo e dos resultados, focando na construção da identidade visual e editorial. A seguir, serão detalhados os principais aspectos da identidade visual e editorial, começando pela definição da paleta cromática e do sistema de cores, que orientam a codificação dos módulos e a aplicação dos elementos visuais de maneira funcional e esteticamente agradável. Em seguida, a tipografia e legibilidade serão discutidas, evidenciando como a escolha tipográfica contribui para a hierarquia da informação, garantindo legibilidade e acessibilidade. Por fim, será abordado o estilo final de ilustração e recursos visuais, detalhando o desenvolvimento das ilustrações vetoriais

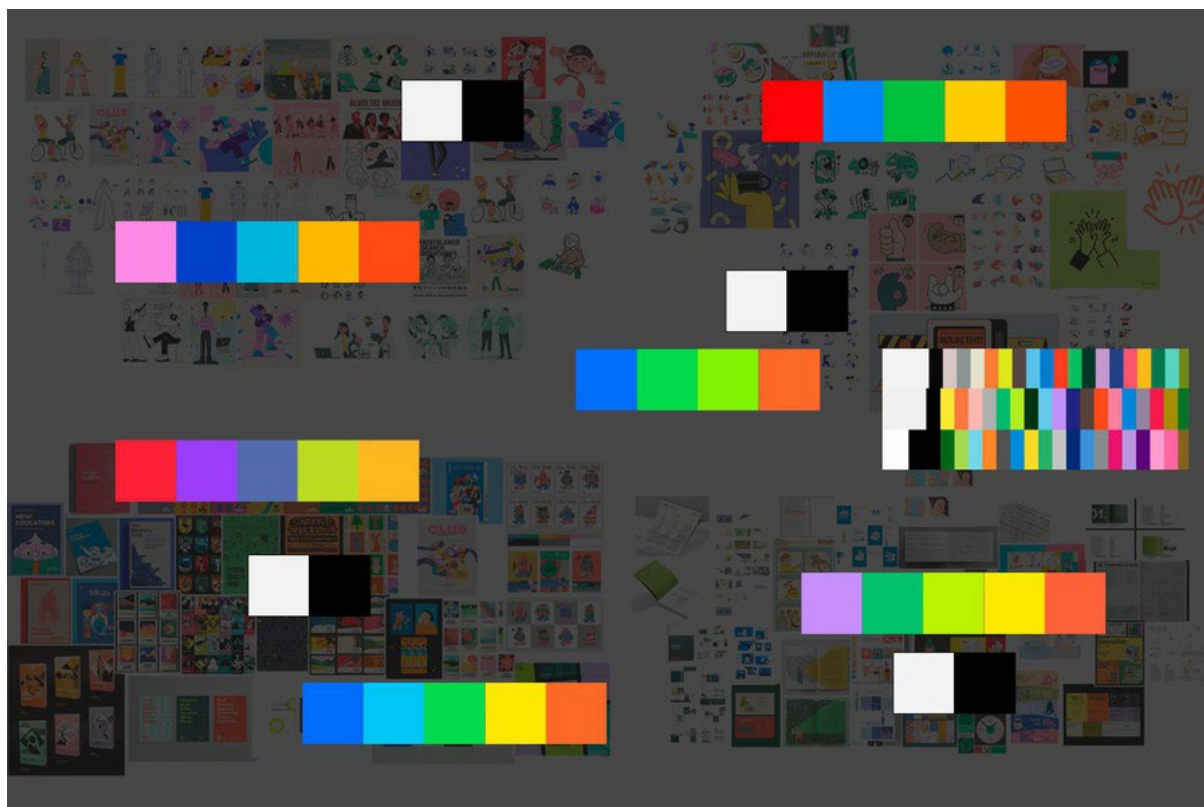
4.4.1 Paleta Cromática e Sistema de Cores

A cor é muito mais do que um adorno, é um poderoso veículo de informação que opera em um nível universal e profundo na percepção humana. Ela carrega significados associativos (como o azul do céu) e simbólicos (como o perigo do vermelho), o que a torna

um recurso fundamental e indispensável para qualquer comunicador visual que deseje transmitir mensagens eficazes, emotivas e ricas em significado (Dondis, 1997, p. 64).

Sabendo disso, o processo de criação da paleta de cores para o guia visual começou com a análise da frequência de uso de certos padrões cromáticos nas imagens do painel semântico (Figura 30 a 34). As cores mais predominantes foram selecionadas para formar a base de uma paleta exclusiva para o projeto (Figura 36).

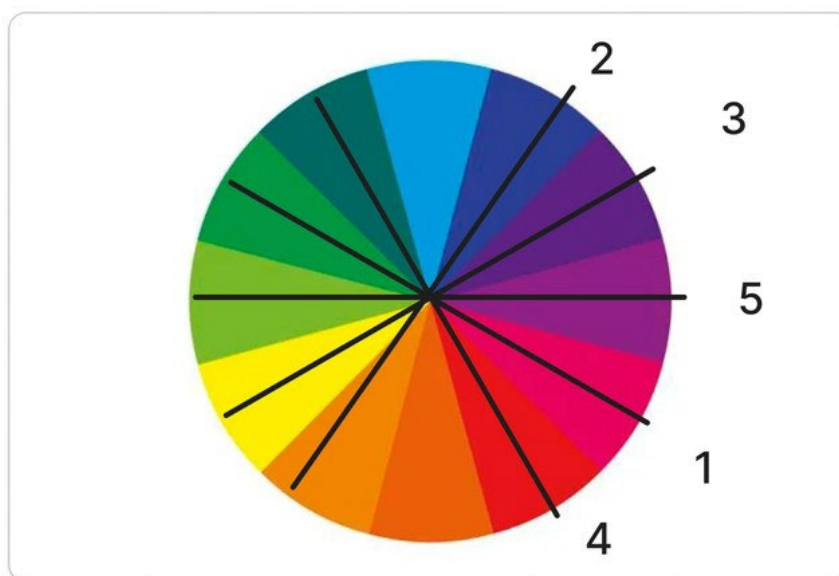
Figura 36 – Cores mais recorrentes



Elaboração do Autor, 2025

Após a análise da recorrência das cores nos painéis semânticos, foi definido o sistema cromático (Figura 37), composto pela paleta primária, paleta secundária e paleta de variações. A paleta de variações é composta por diferentes tons das paletas primária e secundária, utilizada no guia visual para detalhes e em situações em que se fazia necessário um maior contraste em relação às cores principais ou secundárias.

Figura 38 – Cores por módulos



Elaboração do Autor, 2025

4.4.2 Família Tipografia

A escolha tipográfica desempenha um papel crucial na mediação entre o conteúdo e a comunicação com o leitor, impactando diretamente sua experiência com o material. Uma tipografia bem escolhida torna o conteúdo legível, útil e, sobretudo, confortável de ser lido, evitando problema como letras pequenas, excesso de espaçamento entre palavras ou margens muito estreitas (Haluch, 2018, p. 10).

A tipografia sempre foi considerada um dos elementos principais da página impressa, ocupando um lugar de destaque no mundo do design (Hurlburt, 1986, p. 124). Essa escolha tipográfica não se limita a um aspecto funcional; ela também consegue reforçar o significado do texto e o caráter do livro, proporcionando uma identidade visual que complementa o conteúdo e facilita a compreensão do leitor (Haluch, 2018, p. 17).

Portanto, essa decisão seguiu a orientação de experimentação que sugere (Haluch, 2018, p. 56): “Recomenda-se compor um parágrafo em tipos diferentes e compará-los quanto à legibilidade, mancha, cor, peso, corpo e entrelinha. A opção preferida é aquela que é mais legível e agradável.” Baseado nisso, antes de optar pela tipografia definitiva,

houve a experimentação de diferentes fontes para títulos e para o corpo de texto (Figura 39), buscando a melhor combinação entre clareza visual e harmonia estética, sempre considerando as necessidades do projeto e do público-alvo. A título de exemplo, serão apresentadas três.

Figura 39 – Experimentação Tipográfica



Elaboração do Autor, 2025

Considerando a estrutura do material e os objetivos de legibilidade e acessibilidade, foi definido que uma fonte serifada seria ideal para os títulos, devido à sua robustez e presença, que reforçam a autoridade do conteúdo e garantem que o título se destaque sem sobrecarregar o leitor. Fontes serifadas são frequentemente associadas à tradição e seriedade, características apropriadas para o contexto educacional do projeto. Já uma fonte sem serifa foi escolhida para o corpo de texto, devido à sua clareza e simplicidade, essenciais para garantir legibilidade e continuidade na leitura.

A escolha das tipografias *Bitter* para os títulos e *Raleway* para o corpo de texto é uma decisão técnica e estratégica que combina estética moderna com funcionalidade e legibilidade (Figura 40). A *Bitter*, caracterizada por sua serifa grossa e retangular, foi selecionada para os títulos devido ao seu peso visual robusto e traço quase monolinear, criando uma “mancha” forte e autoritária quando usada em tamanhos grandes. Essa robustez estabelece a hierarquia visual do texto, garantindo que o título se destaque, que enfatiza que a tipografia de títulos deve ser escolhida com critério, e não “a esmo” (Haluch, 2018, p. 78).

Figura 40 – Famílias Tipográficas Escolhidas

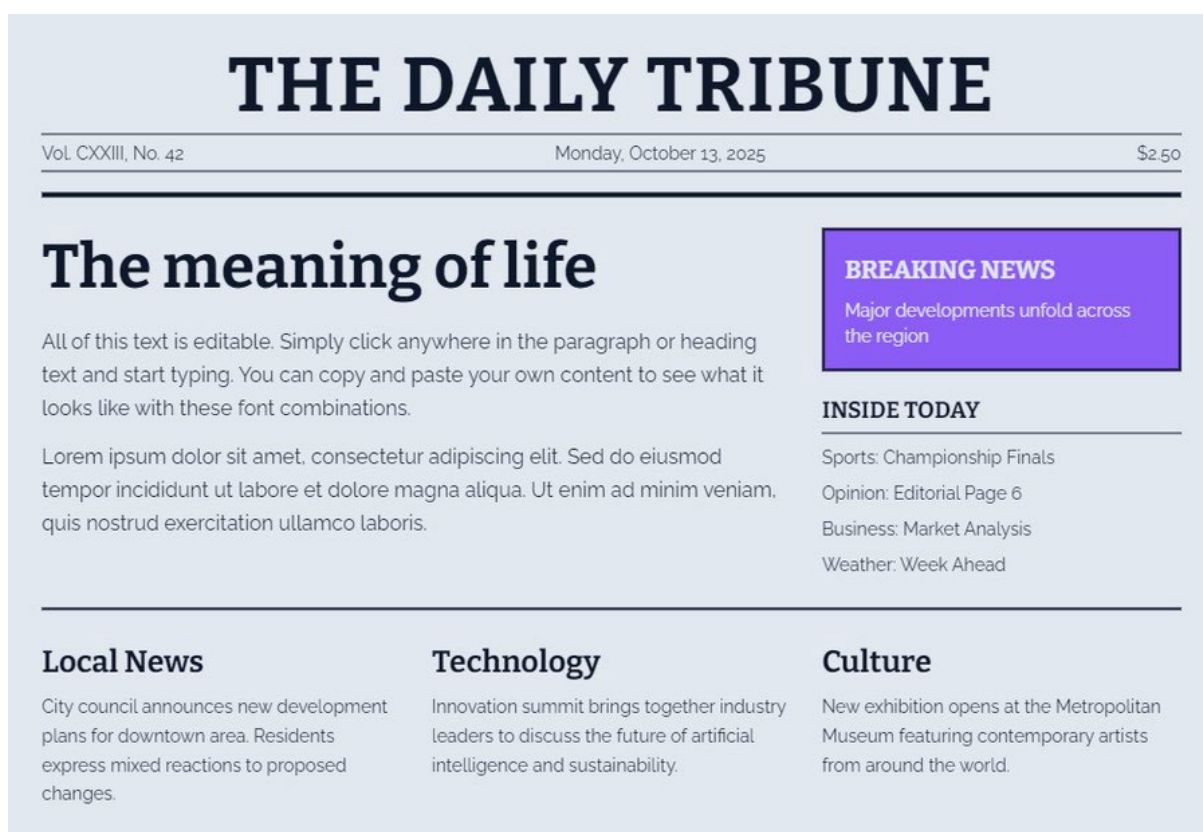


Elaboração do Autor, 2025

Por outro lado, a *Raleway*, uma fonte sem serifa de raízes humanistas e geométricas, foi escolhida para o corpo de texto por oferecer clareza e um traço limpo, maximizando a legibilidade e o conforto durante a leitura. Ambas as fontes possuem famílias tipográficas completas e bem desenhadas, com uma ampla gama de pesos e estilos, do *Thin* ao *Black*, incluindo itálicos, atendendo à exigência de uma “família tipográfica completa” (Haluch, 2018, p. 45).

Em suma, a combinação entre a *Bitter* e a *Raleway* oferece um equilíbrio perfeito entre hierarquia visual e legibilidade (Figura 41), atendendo às necessidades do projeto de forma funcional e estética. A escolha dessas fontes garante uma leitura fluida e confortável, simultaneamente, em que assegura a clareza e distinção necessárias para uma comunicação eficiente, respeitando os princípios do design editorial e as exigências de acessibilidade.

Figura 41 – Tipografias Aplicadas

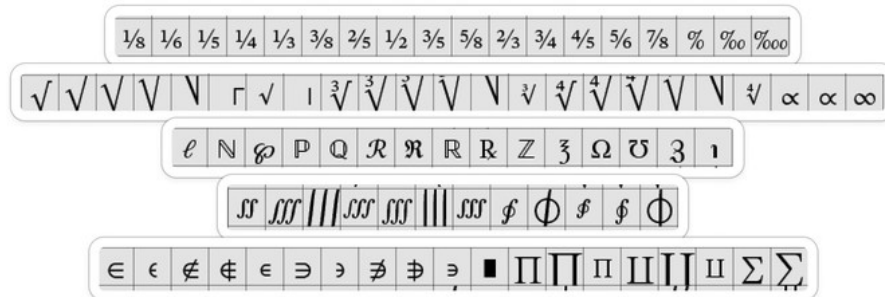


Elaboração do Autor, 2025

Portanto, existe uma problemática na funcionalidade e aplicação ao contexto do Ensino de Física. Ambas as fontes (*Bitter* e *Raleway*), não possuem glifos específicos para fórmulas matemáticas e científicas, limitando sua eficácia em contextos acadêmicos e técnicos.

Para resolver essa limitação, foi escolhida a tipografia *STIX Two Text* (Figura 42), projetada especificamente para atender às necessidades de notações científicas e matemáticas. Ela faz parte da família *STIX* (Scientific and Technical Information Exchange), criada para oferecer uma solução tipográfica de alta qualidade para o uso em textos científicos e acadêmicos, especialmente aqueles que envolvem fórmulas e expressões matemáticas complexas.

Figura 42 – Glifos STIX Two Text



Elaboração do Autor, 2025

A imagem apresenta diversos glifos tipográficos usados em notações científicas e matemáticas. Alguns dos glifos que podem ser destacados são: \sum (somatório), $\sqrt{\quad}$ (raiz quadrada), \in (pertence a), dentre outros símbolos reconhecíveis pelas Ciências Exatas e Naturais.

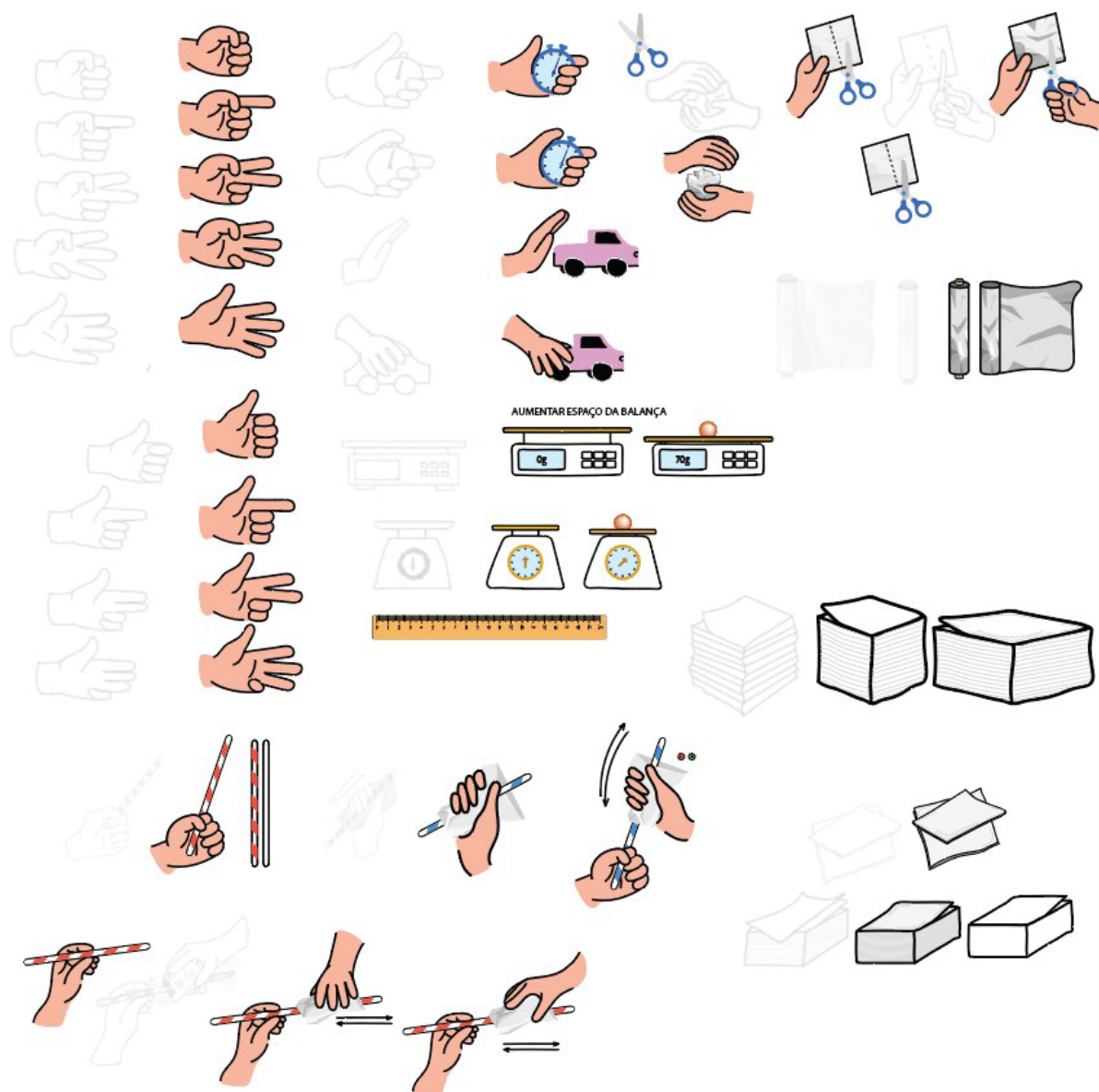
4.5 Estilo de Ilustração Final e Recursos Visuais

O desenvolvimento das ilustrações dos experimentos envolveu várias fases criativas e técnicas, desde o rascunho inicial até a vetorização final. A análise dos painéis semânticos de estilo de personagens e gestos forneceu diretrizes essenciais para a criação dos personagens e das interações das mãos com os objetos, com base em poses, ações, vestimentas e tipos de cabelo que garantissem uma representação fiel ao contexto do projeto.

O processo começou com a fase de rascunho, utilizando técnicas analógicas, como grafite e borracha, para esboçar as cenas e definir as proporções e a composição dos elementos. Essa etapa inicial permitiu ajustar detalhes e explorar diferentes possibilidades visuais. Após, as ilustrações foram vetorizadas no *Adobe Illustrator*, permitindo ajustes rápidos e a aplicação das cores, conforme as diretrizes dos painéis semânticos.

Além disso, o processo também envolveu a ilustração dos logotipos, experimentando diferentes formas visuais para a marca do projeto. A criação tipográfica e a exploração de formas ajudaram a definir a identidade visual, alinhando-a com o estilo do guia.

Figura 43 – Rafes e Vetorização - Experimento 1



Elaboração do Autor, 2025

O processo de desenvolvimento seguiu a ordem dos experimentos, começando pelo de Sistema de Medidas. Na imagem anterior (Figura 43), estão representados os elementos que constituem os experimentos (Sistema de Medidas, Velocidade Média e Eletroscópio de Folhas). A produção dos roteiros foi dividida em duas partes: primeiro, o desenvolvimento dos rascunhos e a vetorização, e depois o processo de montagem, como um quebra-cabeça (separação das peças e montagem subsequente).

segura as latinhas na imagem (Figura 44). A mão que entorna a lata e despeja o líquido também é reutilizada, anteriormente segurando o carrinho (Figura 43).

Figura 46 – Rafes e Vetorização - Personagens



Elaboração do Autor, 2025

Figura 47 – Rafes e Vetorização - Personagens e Logotipos



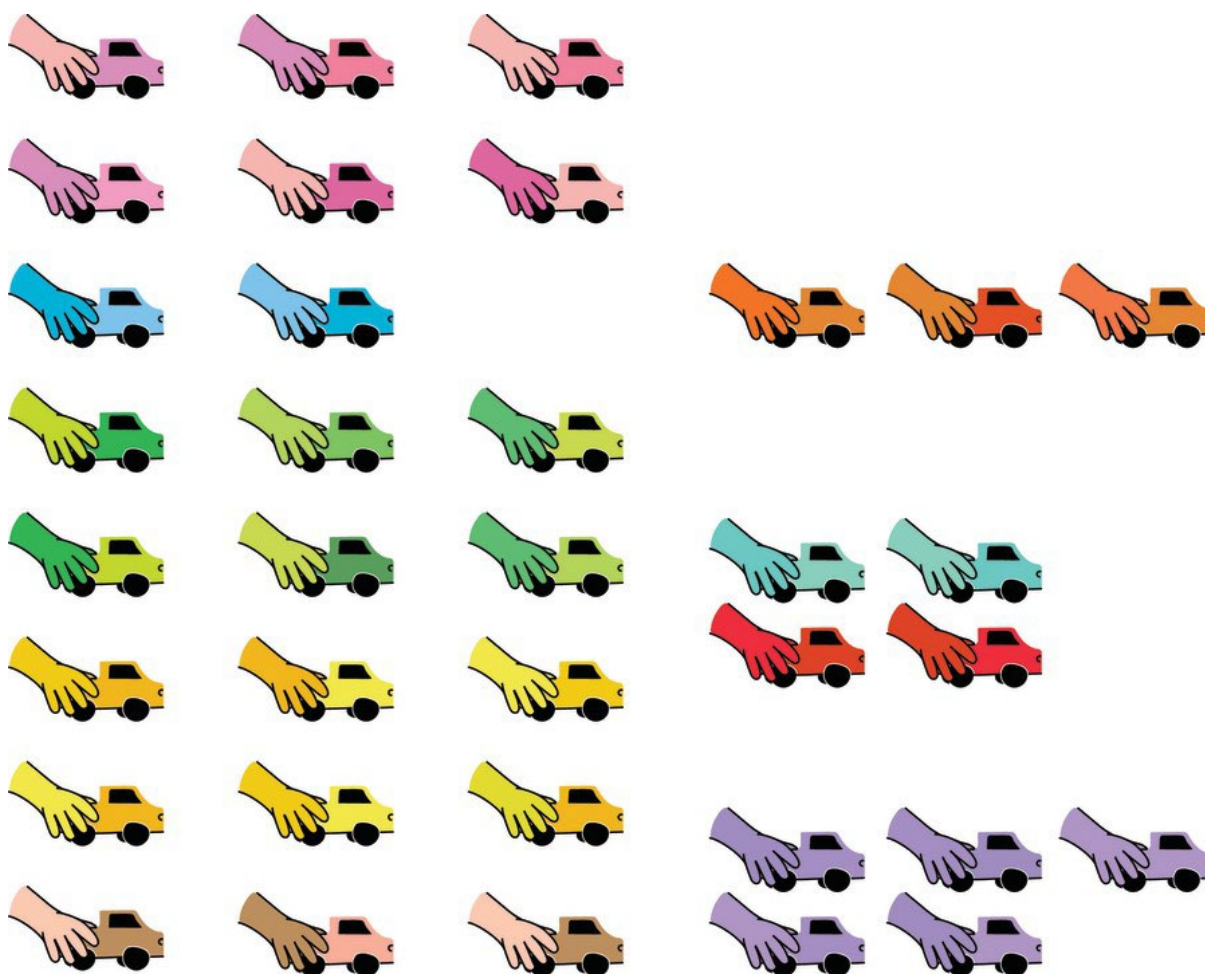
Elaboração do Autor, 2025

As seguintes imagens representam (Figura 46 e 47) as ilustrações dos personagens. Vale ressaltar que, até então, as cores definidas no Sistema Cromático ainda não haviam sido aplicadas, garantindo um ajuste posterior das tonalidades ao estilo visual final.

Para a definição do Sistema de Cores dos personagens, a experimentação envolveu a análise e combinação das cores previamente estabelecidas no projeto.

O processo inicial consistiu em testar as interações entre as cores a partir dos conceitos cromáticos da Sintaxe da Linguagem Visual (Dondis, 1997) com combinações análogas (Figura 48) com cores vizinhas ou adjacentes no círculo cromático.

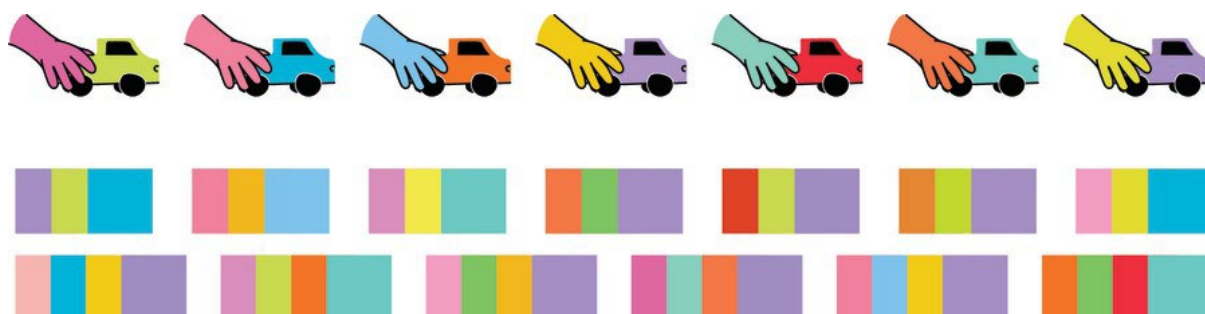
Figura 48 – Teste com cores Análogas



Elaboração do Autor, 2025

Complementares (Figura 49) com matizes em oposição direta no círculo cromático e triádicas (três cores equidistantes no círculo cromático) e por último, combinações com quatro cores, a fim de verificar qual configuração proporcionava melhor harmonia e contraste visual.

Figura 49 – Combinações com demais cores

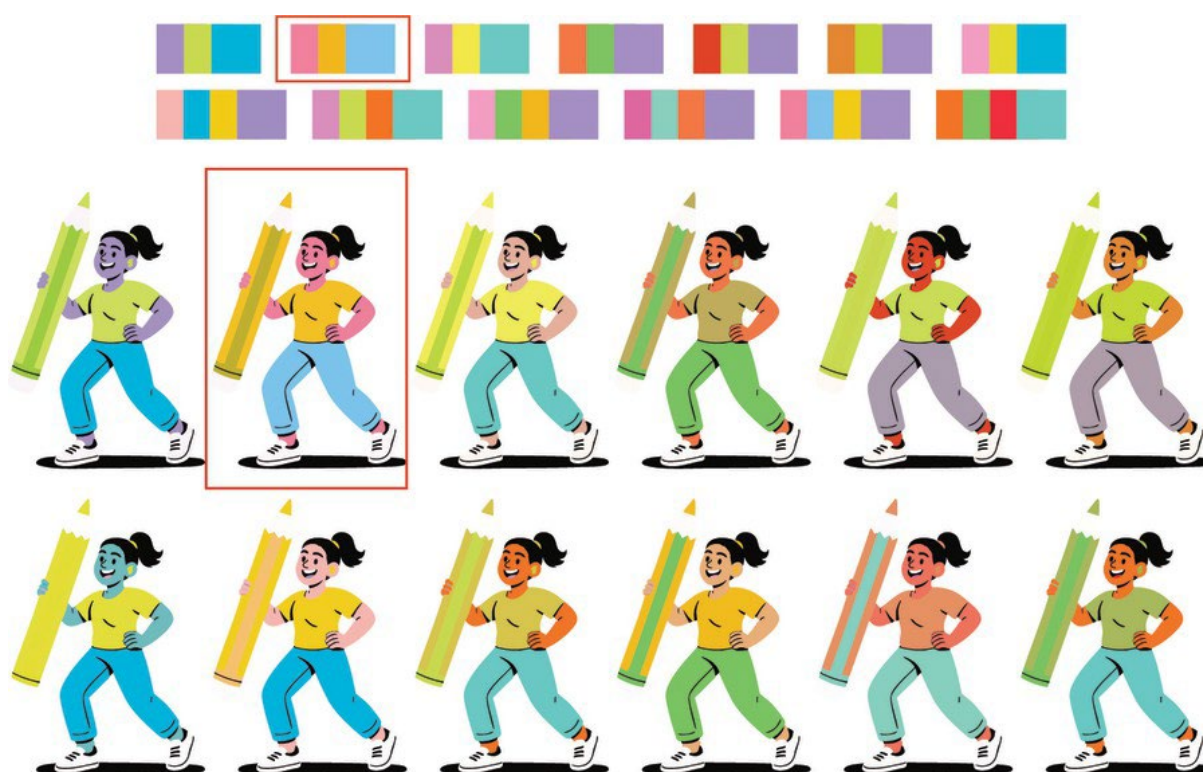


Elaboração do Autor, 2025

Após testar essas abordagens, a segunda opção de combinação foi escolhida (Figura

50) como a mais adequada. Essa opção, que recorre a cores complementares triádicas, foi a que proporcionou o contraste visual necessário para garantir a diferenciação clara entre os personagens e, em simultâneo, manteve a harmonia entre as cores aplicadas aos personagens e seus acessórios. A utilização de cores complementares realça a visibilidade e a legibilidade, o que é essencial para tornar os personagens mais atraentes e fáceis de distinguir dentro do contexto do guia visual. Além disso, essa escolha contribuiu para um equilíbrio estético, mantendo a unidade do design sem comprometer a clareza da comunicação visual.

Figura 50 – Paleta escolhida para os personagens



Elaboração do Autor, 2025

Cabe ressaltar que o sistema de cores (Figura 51) definido foi especificamente para os personagens principais de apoio do roteiro, aqueles que aparecem antes do início dos módulos com os experimentos.

Figura 51 – Paleta complementar triádica



Elaboração do Autor, 2025

4.6 Estrutura Editorial e Montagem do Artefato

No desenvolvimento do trabalho editorial, a escolha dos materiais e tecnologias gráficas foi orientada pela escalabilidade e pela facilidade de produção, buscando o equilíbrio entre custo e qualidade, sem comprometer a estética e a funcionalidade do guia. Optou-se por não utilizar processos gráficos complexos ou experimentais, direcionando o esforço para a otimização de uma produção prática e eficiente. Assim, a prioridade recaiu sobre a usabilidade do material, garantindo que o suporte físico servisse plenamente ao conteúdo instrucional.

A decisão foi tomada de produzir o guia em papel A4 (210 mm por 297 mm), um formato amplamente utilizado e de fácil acesso, facilitando a impressão e produção. Além disso, a escolha do papel A4 foi feita considerando o maior aproveitamento de recursos e a versatilidade para garantir que o guia fosse acessível a uma variedade de públicos e ambientes de uso.

Optou-se também por um formato horizontal para o guia, pois ele oferece mais espaço visual, permitindo uma melhor organização do conteúdo, especialmente nas seções

que exigem o uso de ilustrações grandes e tabelas. O formato horizontal favorece a disposição sequencial das informações e a apresentação de experimentações visuais, criando uma leitura mais fluída e dinâmica.

4.6.1 Módulos e Espelho Editorial

Após a definição do formato do livro (Haluch, 2018, p. 24) a estrutura modular e as margens foram estabelecidas (Figura 52). A modulação foi configurada para garantir uma visão proporcional da página, dividindo-a em módulos que direcionam a distribuição dos elementos gráficos e textuais. A definição das margens foi essencial para guiar a composição das manchas de texto e a relação entre imagens e textos, assegurando uma leitura fluida e organizada (Haluch, 2018, p. 24).

Foi criado um sistema de 10 linhas por 10 colunas, calha de 0,5 cm e margem de 1,25 cm em todas as bordas. A opção por margens uniformes e reduzidas teve como objetivo maximizar a mancha gráfica, priorizando a área útil para as ilustrações e o passo a passo visual.

Essa medida de 1,25 cm oferece o equilíbrio necessário: garante o respiro visual mínimo para que os elementos não pareçam “sufocados” nas extremidades e assegura uma área de segurança para o manuseio, sem comprometer o espaço disponível para ampliar a escala dos desenhos. Já o grid de 10x10 módulos, aliado à calha de 0,5 cm, confere alta flexibilidade ao layout, permitindo diagramar tanto sequências horizontais longas quanto blocos verticais de instruções, adaptando-se às diferentes necessidades de cada experimento.

A geração de alternativas para a capa e o layout do guia envolveu um processo criativo dinâmico, onde foram testadas várias composições e layouts. A partir dos rascunhos editoriais iniciais, foram feitas explorações com testes em preto e branco, permitindo uma análise objetiva da distribuição dos elementos gráficos e textuais, sem a interferência da cor. Esses testes ajudaram a refinar a hierarquia visual, a distribuição de espaço e o equilíbrio entre texto e imagem, fatores essenciais para garantir uma apresentação clara e agradável.

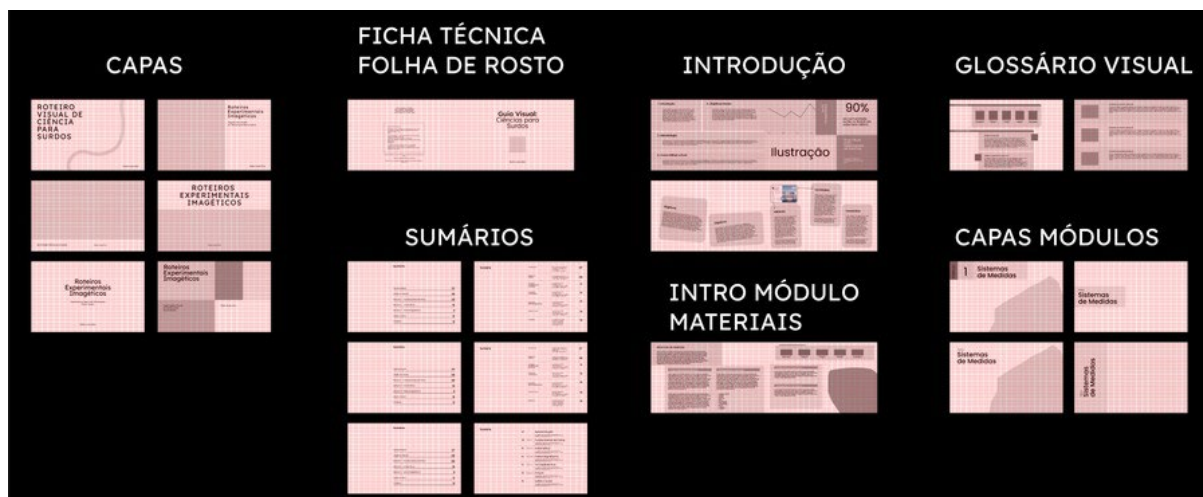
Figura 52 – Protótipos de Média Fidelidade



Elaboração do Autor, 2025

O projeto de capa envolveu a geração de ideias, alternativas e raves, com foco na estrutura tipográfica e na definição dos layouts. Esse processo é fundamental para garantir que a capa comunique visualmente a essência do conteúdo de forma atraente, sem perder a coerência com o restante do material.

Figura 53 – Protótipos de Média Fidelidade com Guias



Elaboração do Autor, 2025

A imagem anterior (Figura 53) mostra a definição inicial para os primeiros protótipos da interface do livro (espelho editorial), visualizando as guias e a definição das margens, que servem como referência para o alinhamento e a disposição dos elementos no projeto editorial. Esses protótipos foram essenciais para o desenvolvimento do layout, permitindo ajustes antes da produção final, garantindo um equilíbrio entre os elementos gráficos e o conteúdo textual.

4.6.2 Alternativas de Capa e Layout

Uma vez definida a estrutura básica, iniciou-se a aplicação da identidade visual nas alternativas de capa e nas páginas internas. Isso envolveu a integração dos logotipos, personagens, composições guiadas pelos módulos, margens e guias, além da aplicação do sistema cromático e tipográfico definidos previamente.

A geração de alternativas para a capa (Figura 54) foi realizada de forma experimental, visando testar diferentes abordagens visuais e garantir que a capa do guia atendesse tanto aos critérios estéticos quanto funcionais. Foram exploradas várias estruturas de logotipo, variando entre hierarquia modular, padrões gráficos e grafismos, permitindo a análise de como cada elemento poderia contribuir para a clareza da mensagem visual. Além disso, a aplicação dos personagens nas capas também foi considerada, criando diferentes interações visuais entre o logotipo e as ilustrações.

Figura 54 – Alternativas de Capa



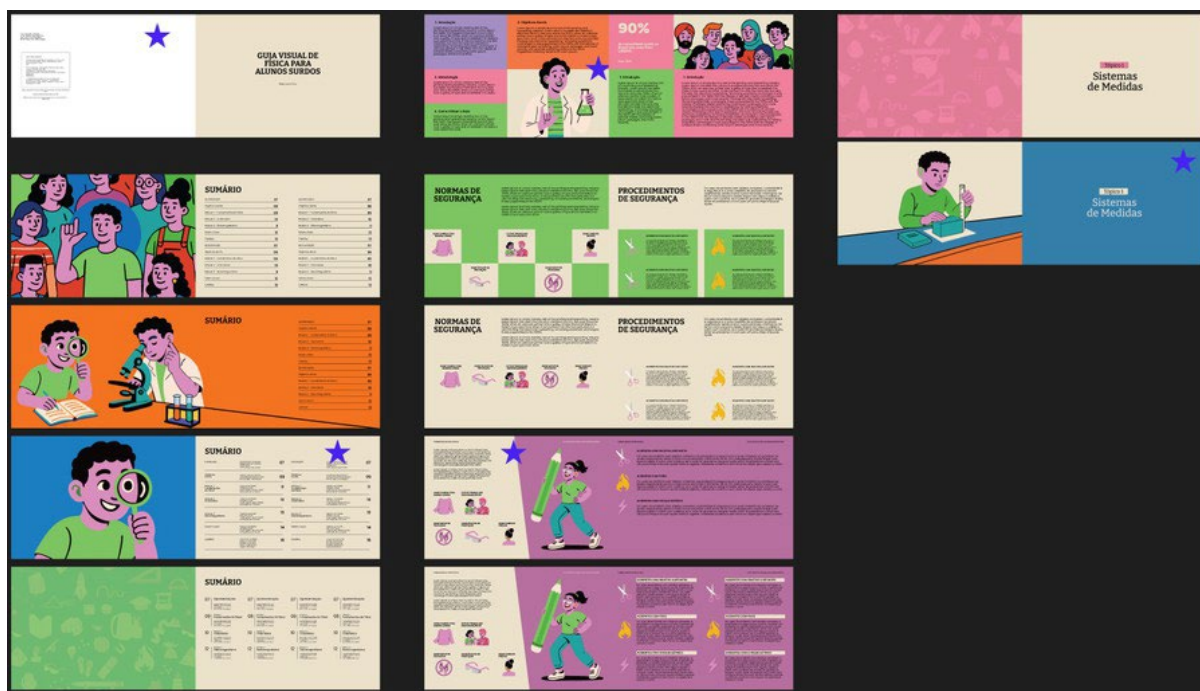
Elaboração do Autor, 2025

Após discussões com o orientador da pesquisa, foi decidido selecionar três alternativas de capa que utilizassem o logotipo como elemento central. Essa escolha foi

feita com o intuito de valorizar as ilustrações dentro do conteúdo, sem que o logotipo competisse visualmente com os personagens e outros elementos gráficos. Dessa forma, a capa foi pensada para garantir que o título fosse o principal foco, com as ilustrações servindo para complementar o design sem desviar a atenção do nome do guia. Às três capas selecionadas estão marcadas com uma estrela azul.

O processo de desenvolvimento das páginas internas seguiu uma abordagem experimental, similar ao processo de criação das alternativas de capa. Foram realizadas várias experimentações de aplicações de cores, composições entre texto e ilustrações, e diferentes formas de abordagem dos títulos, além de ajustes nos espaçamentos. A imagem (Figura 55) ilustra algumas dessas experimentações, incluindo páginas como ficha técnica e folha de rosto, ilustração e sumário, introdução ao guia, normas de segurança, e ilustração e introdução ao módulo.

Figura 55 – Alternativas layout interno



Elaboração do Autor, 2025

Para o sumário, foram testadas formas diversas de abordagem, incluindo páginas compostas predominantemente por ilustrações. Além disso, foram incorporados grafismos e padrões para dar mais dinamismo à diagramação e garantir um apelo visual. A aplicação de cores também foi variada para verificar qual combinação proporcionava o melhor contraste e legibilidade, respeitando sempre o sistema cromático definido previamente.

Nas estruturas de tabela, a experimentação focou em duas abordagens principais: tabelas em colunas e tabelas em linhas, com o intuito de analisar qual formato facilitava mais a compreensão das informações para os usuários. Essas opções visavam criar uma

leitura mais fluída e intuitiva, garantindo que os dados fossem apresentados de forma clara e acessível.

Com base nas escolhas feitas durante as experimentações, o design final das páginas internas foi ajustado para garantir uma comunicação eficiente, equilibrando o uso de ilustrações, cores e tipografia, mantendo a organização visual e respeitando as necessidades pedagógicas do guia. As estruturas selecionadas para o layout final foram marcadas com a estrela azul, indicando as opções mais adequadas para a proposta do projeto.

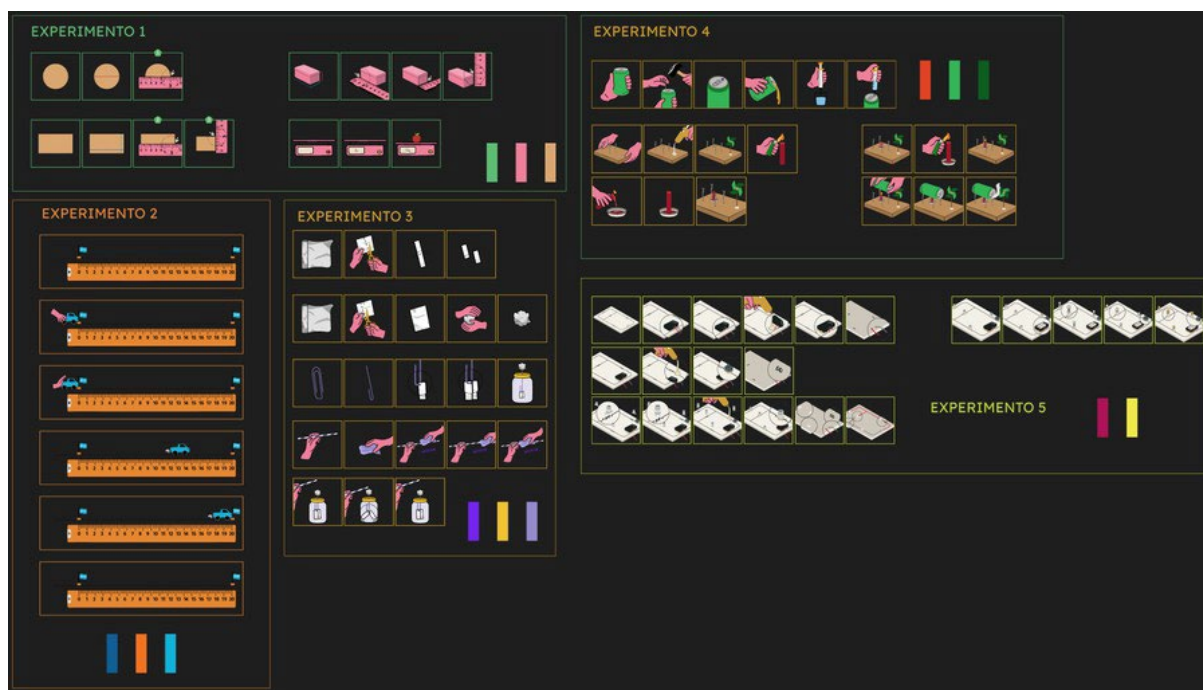
4.7 Montagem dos Roteiros e Conteúdos

A montagem final (Figura 56) dos roteiros e conteúdos dos módulos de Física envolveu a aplicação de todas as diretrizes de design, ilustração e sequenciamento estabelecidas nas etapas anteriores.

Como já havia sido relatado anteriormente, o roteiro foi dividido em duas partes: o desenvolvimento das peças e a montagem propriamente dita. Enquanto a primeira etapa envolveu a criação de rascunhos e a vetorização de todas as ilustrações, a segunda parte se concentrou na integração de todas essas peças no layout final do guia.

Esta etapa envolveu principalmente o sequenciamento e a aplicação das etapas dentro de quadros que serviram como delimitação e separação das etapas dos experimentos. O objetivo era organizar as informações de forma clara, garantindo que cada passo do experimento fosse apresentado de maneira sequencial e facilmente compreensível, exigindo atenção especial ao sequenciamento das informações, respeitando a ordem dos experimentos e a clareza no fluxo de conteúdo.

Figura 56 – Montagem dos Roteiros



Elaboração do Autor, 2025

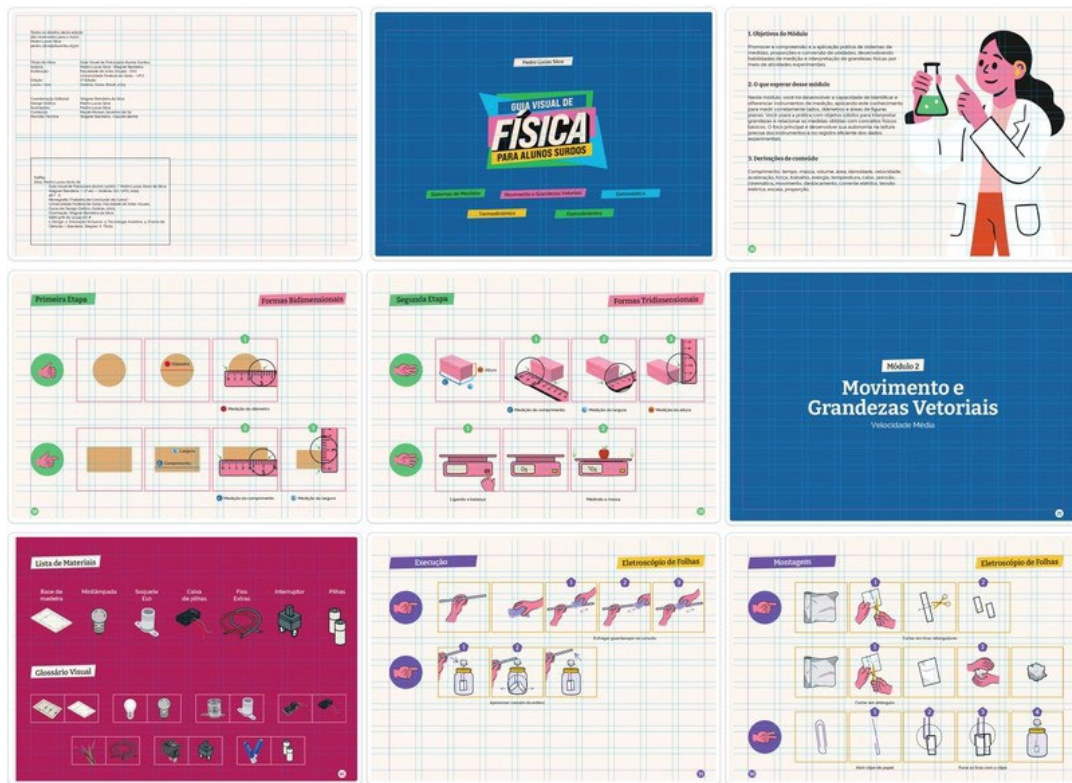
Cada quadro foi estrategicamente posicionado para destacar as etapas do experimento, utilizando as margens e as guias estabelecidas anteriormente para assegurar que o conteúdo tivesse uma distribuição equilibrada na página. A organização dentro desses quadros ajudou a criar uma hierarquia visual eficiente, com a aplicação das cores e tipografia garantindo que as informações mais importantes fossem destacadas de forma intuitiva.

Além disso, os quadros também atuaram como um elemento gráfico que separou as diferentes partes do conteúdo, proporcionando espaços de respiro e evitando sobrecarga visual. As ilustrações e ícones foram cuidadosamente posicionados dentro desses quadros, auxiliando na explicação das etapas e tornando o material mais dinâmico e atraente para os leitores.

4.7.1 Resultados

Nesta seção, são apresentados os resultados do Trabalho de Conclusão de Curso, consistindo nas páginas completas dos roteiros imagéticos desenvolvidos para o ensino de Física a alunos surdos. Após a análise teórica e o desenvolvimento do processo, o material final ilustra como os conceitos foram traduzidos em materiais didáticos visuais acessíveis, atendendo às necessidades educacionais do público-alvo.

Figura 57 – Sistema de Guias e Diagramação



Elaboração do Autor, 2025

O primeiro conjunto de resultados a ser apresentado consiste nas páginas iniciais do trabalho: a capa, a falsa folha de rosto, a ficha técnica e catalográfica, e a folha de rosto. Estas páginas iniciais têm o papel de contextualizar o trabalho e apresentar as informações essenciais de forma organizada e visualmente atraente.

4.7.1.1 Capa e Folha de Rosto

Figura 58 – Capa e Folha de Rosto



Elaboração do Autor, 2025

A Capa estabelece a identidade visual do guia com uma decisão clara de priorizar a acessibilidade e o apelo visual. O design é limpo, com o logotipo e o título centralizados. O título principal, “FÍSICA”, utiliza um forte tratamento gráfico, destacando-se, com efeito, tridimensional e cores vibrantes para comunicar uma abordagem moderna e acessível do tema. O nome do autor é inserido de forma sutil, enquanto a logo da UFG no canto inferior ancoram o trabalho à instituição de ensino, conferindo-lhe caráter acadêmico.

A falsa folha de rosto (imagem do meio com lado esquerdo em branco e direito com

o logotipo) é uma decisão de design que visa a gradualidade na apresentação do guia. A escolha é manter apenas o logotipo e o título, sem outros dados institucionais ou autorais. Essa simplicidade funciona como um meio-título, oferecendo uma pausa visual após a capa, reforçando a marca do guia antes de introduzir as informações legais e detalhadas.

Sobre a ficha catalográfica e ficha técnica (terceira imagem, lado esquerdo) são dispostas em um bloco compacto. O design dessa página é propositalmente discreto, usando o canto inferior para não interferir na fluidez visual.

A folha de rosto ocupa o lado direito do inferior e é o ponto de abertura oficial do livro. A decisão de design aqui é dupla: confirmar a autoria (Pedro Lucas Alves da Silva) e funcionar como uma introdução aos módulos abordados no guia (Sistemas de Medida, Velocidade Média, etc.). Essa escolha táctica transforma a página de título em um elemento de navegação, comunicando a estrutura e o conteúdo do guia de forma gráfica. O uso do fundo azul-escuro nessa área estabelece um contraste cromático que sinaliza visualmente ao leitor a transição da área de informações legais para a estrutura do conteúdo prático.

4.7.1.2 Páginas de Introdução e Instrução

As páginas a seguir compõem o bloco de Orientação do Guia (Figura 59) e foram construídas especificamente para o público docente. A decisão de design baseou-se na premissa de que o professor precisa de informação estruturada e fundamentada. Por isso, a informação (metodologia, objetivos, protocolos) é mantida em textos corridos e longos em Língua Portuguesa, mas organizada por meio de recursos gráficos para facilitar a absorção.

Figura 59 – Páginas de Introdução e Instrução

Sumário

Estrutura da Guia	08-09
Entendendo o Guia Visual	10-11
Normas de Segurança Básica	12-13
Módulo 1 – Sistema de Medidas	14-19
Módulo 2 – Movimento e Grandezas Vetoriais	20-25
Módulo 3 – Cargas e Forças Elétricas	26-31
Módulo 4 – Termodinâmica	32-37
Módulo 5 – Eletrodinâmica	38-43

1. Introdução
A experiência prática é essencial para a compreensão da Física, mais aprofundado ao conteúdo educacional de alunos quando apresentam-se grandes desafios de acessibilidade, desde a dependência de instruções orais ou textos complementares. Este Guia Visual foi desenvolvido como uma ferramenta de Educação Inclusiva, reconhecendo a cultura visual do aluno surdo. O material busca ser a ponte de comunicação e o recurso de facilitação, transformando a prática de experimentos em um processo claro, acessível e engajador.

2. Objetivos Gerais
O objetivo principal deste material é fornecer um recurso acessível que demonstre como realizar experimentos, levando em consideração a barreira comunicacional, o guia visa:
 • Mostrar passo a passo e visualmente os procedimentos de montagem e execução dos experimentos;
 • Diminuir a dependência do aluno em relação à tradução complexa de conceitos abstratos, visando a acessibilidade sensorial;
 • Garantir que a comunicação visual seja o principal veículo de instrução.

3. Conteúdos Escolhidos
Este guia visual apresenta cinco experimentos da Física Clássica. A priorização de conteúdos é relacionada à orientação do professor contínuo e complementar e a nível de abstração dos conceitos, desde as medições simples até a compreensão de sistemas mais complexos.

4. O que Esperar da Guia
O guia foi desenvolvido para fomentar a autonomia na execução e conclusão dos experimentos, funcionando como uma ferramenta de facilitação e não como substituto da ensino teórico. A presença e a orientação do professor continuam indispensáveis para a execução e contextualização do conteúdo, entendendo o guia como a intervenção que facilita a realização prática do experimento.

5. Abordagem
O guia utiliza o princípio de instruções sequenciais, que prioriza a ação em detrimento da descrição conceitual. As ações são representadas por ilustrações que substituem a necessidade de texto, mostrando o que ocorre em cada passo. As instruções são numeradas, garantindo que o aluno possa executar e realizar o experimento com precisão e total autonomia.

6. Público-Alvo
 • **Alunos Surdos**
 O guia é desenvolvido para um amplo espectro de estudantes, com um foco na inclusão de diferentes perfis, incluindo níveis variados de surdez, diversos graus de surdez, distintos níveis de proficiência em Libras e Português, e indivíduos com outras deficiências ou neurodiversidades associadas.
 • **Carga Docente**
 O material é uma ferramenta de apoio para Professores e Profissionais em Educação Inclusiva que são bilingües em Libras e Português. Este material visual prioriza a instrução prática e dá ao educador para atuar como mediador conceitual. Também na discussão teórica e na contextualização da Física.

Conheça seu Guia Visual
A seção começa com o guia e o mapa visual do seu material. Ela explica a estrutura e a organização das etapas e a função de cada ícone e elemento gráfico das páginas, garantindo sua autonomia e facilitando a navegação pelos experimentos.

Objetivos do Módulo
Apresenta os resultados de aprendizagem esperados. É o primeiro passo para alinhar o que você faz no laboratório com os conteúdos teóricos fundamentais da Física.

O que esperar desse módulo
Aqui você encontra a descrição das habilidades práticas que serão desenvolvidas e a aplicação dos conceitos básicos da Física.

Medidas Físicas
Indica a transição para uma nova área de estudo dentro da Física Clássica. O Módulo tem a função de nomear o campo do conhecimento e delimitar quais experimentos práticos pertencem a essa área.

Tópico
Define o foco prático da atividade. Ele identifica o experimento será montado e observado.

Derivações de Conteúdo
Lista os principais termos e conceitos que se relacionam diretamente com o experimento. Oferece uma visão ampliada e um mapa dos temas, facilitando a conexão entre as diferentes áreas da Física.

Lista e Glossário Visual
Esta seção apresenta os materiais necessários e estabelece a convenção visual do guia. Ela mostra a relação entre a aparência real do objeto físico e a representação ilustrada, garantindo seu reconhecimento e autonomia no experimento.

Ações do Experimento
A Mão em destaque indica a progressão de uma etapa do experimento. Cada mão denota um bloco de trabalho, como "Montagem inicial" ou "Execução", assegurando que a realização das etapas estejam corretas.

Sequência de Ações
Dentro de cada Fase, os pentágonos numerados (1, 2, 3...) definem a ordem exata das ações a serem realizadas, ligando a numeração rigorosamente para garantir o sucesso e a precisão do experimento.

Setas Informativas
O ícone de seta serve para dois propósitos: Atenção Focal na seta ou Movimento (se for rotacionado) para garantir a posição exata.

Legenda das Ações
É uma breve descrição textual, simples e objetiva, que complementa a instrução visual ao confirmar a ação a ser executada na etapa numerada.

Normas de Segurança Básicas
As Normas Básicas de Segurança são um conjunto de regras e diretrizes imagináveis que garantem a integridade física de todos os participantes e a ausência de riscos durante os experimentos. Elas abordam o manuseio seguro e responsável de todos os materiais e equipamentos que representam risco.

Acidentes com cola-queimete
A pistola de cola quente atinge altas temperaturas, e a cola derretida representa um risco de queimadura. O professor deve assegurar que os alunos NÃO toquem a ponta metálica ou a tampa que acabou de sair do bico. É fundamental que a pistola seja mantida em seu suporte de segurança quando não estiver em uso, prevenindo desastres em caso de contato da ponta quente com a superfície.

Acidentes com fogo
O uso de chama aberta fogem na sala de aula representa risco de queimaduras e de incêndio. O professor deve garantir que os alunos NÃO toquem diretamente a chama, e não deixem o bico do fogão aquecido à vontade. O fogão deve ser utilizado apenas sob a supervisão direta do professor. É responsabilidade do professor assegurar que os alunos mantenham os cabelos presos e a área de trabalho livre de desorganização.

Acidentes com objetos cortantes
Para evitar cortes, o professor deve garantir que os alunos usem a tesoura com movimentos lentos e correm no sentido oposto ao corpo. É fundamental manusear a lâmina apenas pelas laterais para evitar contato com as mãos. Em caso de corte, o professor deve intervir imediatamente, lavar, esterilizar o sangramento por compressão e providenciar o encaminhamento médico imediato para tratamento grave.

Acidentes de impacto
O professor supervisor deve garantir o uso de óculos de segurança e a distância entre os alunos. Para evitar acidentes, deve assegurar que o prego e a lâmina estejam firmes, com o olho fixo no contato. Em caso de envenenamento, o protocolo de intervenção imediato, aplicando um compresso frio, elevação do membro e encaminhamento médico imediato até a sala de emergência.

USAR SAPATOS FECHADOS
USAR CAMISA COM MANGA LONGA
USAR ÓCULOS DE PROTEÇÃO
USAR CABELOS PRESOS
NÃO TRABALHAR SOZINHO

Elaboração do Autor, 2025

O sumário opera como uma quebra visual e cartão de visita do estilo gráfico. A decisão de design prioriza a simplicidade e a funcionalidade da leitura. A lista de títulos e

páginas é formatada com uma clara distinção tipográfica: a fonte *Bitter* é usada para os títulos principais, fornecendo um toque clássico e sólido, enquanto a *Raleway* é empregada para a estrutura e a divisão das páginas. A ilustração que acompanha o sumário não apenas compõe o espaço visual, mas também apresenta o estilo de ilustração adotado pelo guia, introduzindo o leitor ao tom visual investigativo, amigável e acessível do material.

A página de introdução utiliza uma estrutura de separação modular em blocos de cores distintas para entregar informações relevantes de forma organizada. Essa decisão de layout ajuda a segmentar o texto longo. As informações contidas nesses blocos tratam do contexto do projeto, objetivos, público-alvo (alunos surdos) e o “o que esperar” do guia. As ilustrações são estrategicamente usadas como quebra visual e espaço de respiro. Os personagens reunidos na ilustração superior não são aleatórios; eles representam visualmente o conceito de inclusão e representatividade, reforçando a missão pedagógica e social do projeto.

Sobre “Conheça seu Guia”, a função primária desta página é ser um elemento prático de instrução, essencial para a compreensão da estrutura visual do guia. O design é focado na explicação funcional, utilizando um diagrama que segue o modelo de aspectos com direcionamento do olhar. Setas e linhas de conexão são usadas para mapear e explicar os elementos relevantes da organização do guia. O objetivo é que o leitor, ao seguir o fluxo visual, compreenda a lógica de funcionamento e a abordagem pedagógica do guia antes de aplicá-lo em sala de aula.

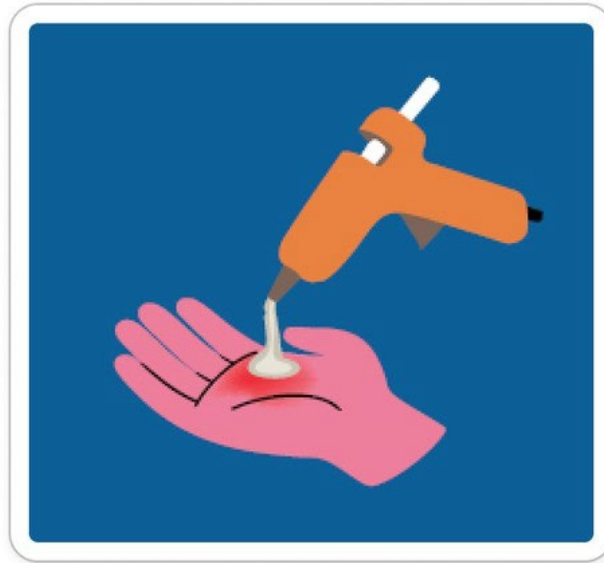
Por fim, página de normas detalha as regras de segurança necessárias para garantir a preservação física dos alunos durante os experimentos, mas o design intencionalmente subverte a forma convencional de listas de regras. A diagramação e a estrutura são orgânicas e não estritamente engessadas. Existe um corte/separação visual (lado bege x lado azul) que delimita os diferentes protocolos.

Figura 60 – Tópicos com retângulos na diagonal



Elaboração do Autor, 2025

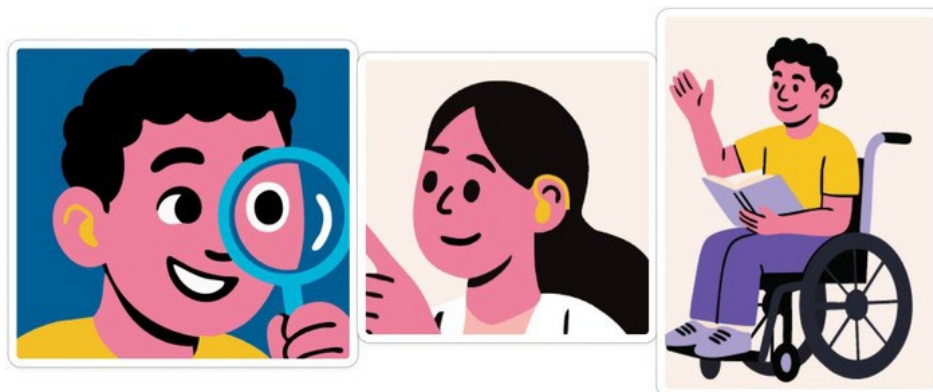
Além disso, a separação dos tópicos com blocos retangulares dispostos na diagonal garante uma identidade visual coesa ao projeto (Figura 60). A ilustração central não apenas ocupa um espaço que seria um vazio informativo, mas também representa visualmente a vestimenta ideal para os experimentos (cabelo preso, manga longa, óculos de proteção e calça), reforçando as normas de segurança de forma imediata e eficaz, sem depender unicamente da leitura textual.

Figura 61 – Queimadura com cola quente

Elaboração do Autor, 2025

Um elemento sutil, mas intencional, no design de segurança é a representação visual do risco por meio da cor. Na instrução que envolve a pistola de cola quente, a consequência do manuseio incorreto resultando na queimadura (Figura 61), é comunicada pela aplicação de um degradê em vermelho na pele. Este recurso de design atua como um signo visual imediato de lesão e perigo térmico, utilizando o vermelho como um código universal de alerta e dor que complementa a instrução textual sobre os riscos de alta temperatura.

Figura 62 – Representatividade



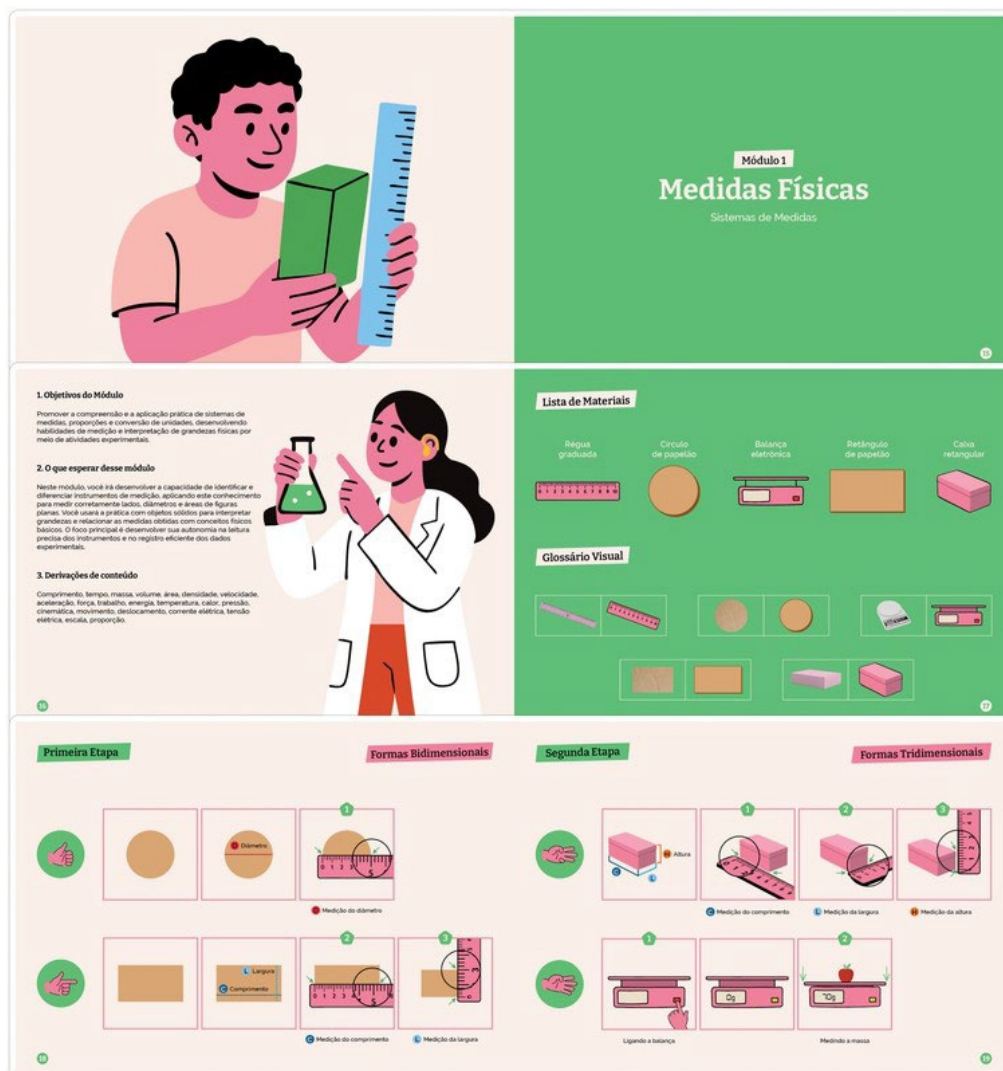
Elaboração do Autor, 2025

Uma decisão de design fundamental do guia visual é a representatividade ativa dos personagens (Figura 62). O projeto deliberadamente transcende a representação de apenas estudantes surdos (embora esse seja o público-alvo principal), incluindo personagens que utilizam implantes e aparelhos auditivos, ou que apresentam outras deficiências associadas (como o uso de cadeira de rodas). Essa escolha comunica uma mensagem de inclusão ampla e valida a presença de estudantes com diversas condições na sala de aula.

4.7.1.3 Módulo 1 - Sistema de Medidas

A introdução a cada novo módulo segue uma estrutura visual e funcional padronizada, espelhando o layout do sumário: uma ilustração à esquerda e o título do módulo e tópico à direita (Módulo 1: Medidas Físicas / Tópico: Sistema de Medidas).

Figura 63 – Módulo 1



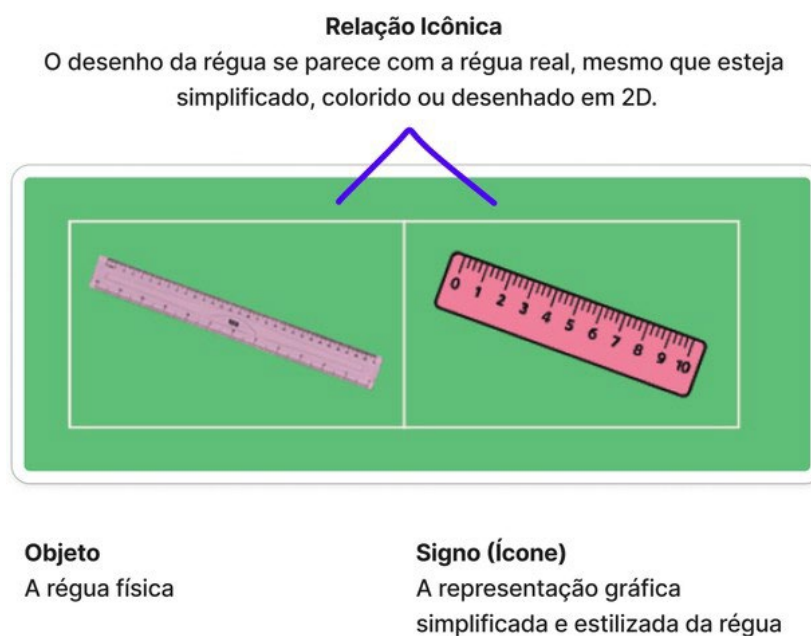
Elaboração do Autor, 2025

A ilustração é uma decisão chave de design instrucional, pois é sempre referente ao tipo de experimento ou aos objetos utilizados, estabelecendo um contexto visual imediato (neste caso, o personagem segura uma régua e um paralelepípedo, objetos centrais). Essa estrutura consistente facilita a navegação e o reconhecimento das grandes áreas a partir das ilustrações.

A página de introdução do módulo mantém um volume de texto direcionado ao professor (3. Objetivo do Módulo, 4. O que esperar, etc.). Essa consistência se mantém em todos os módulos, variando apenas as ilustrações, o conteúdo textual descritivo e, principalmente, a lista de materiais. Esta lista de materiais é fundamentalmente visuo-textual

(imagem e legenda), apresentando cada item (régua, balança eletrônica, etc.) com uma ilustração clara e a respectiva legenda. O design complementa esta área com um glossário visual, sendo um recurso estratégico para a clareza didática por meio da semelhança. Essa decisão garante que o aluno consiga rapidamente identificar o equipamento físico a ser usado (Figura 64), mitigando a barreira linguística e facilitando o 'consenso semiótico' para a execução dos experimentos.

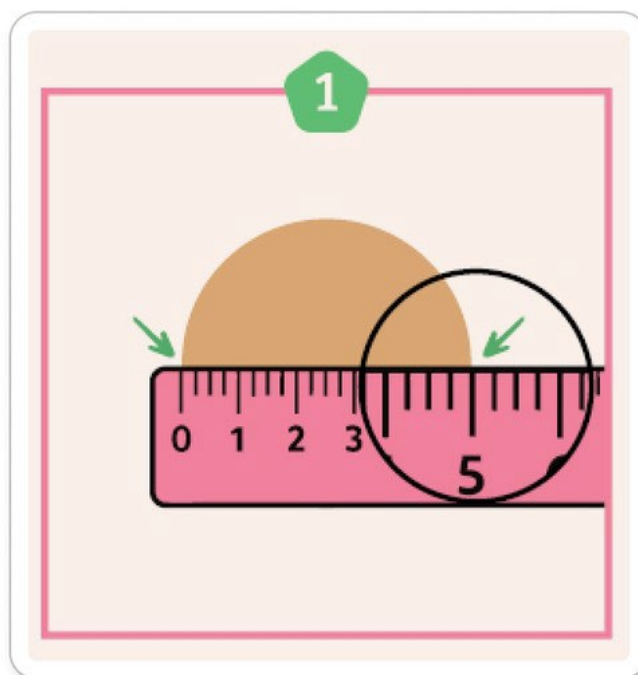
Figura 64 – Relação Semiótica



Elaboração do Autor, 2025

O início do experimento (página inferior esquerda) demonstra escolhas de design detalhadas para a instrução, foi utilizada uma estratégia de cores em círculos para diferenciar as letras que correspondem ao conceito técnico ensinado (Ex: D para Diâmetro, L para Largura), caracterizado, também como visuo-textual. Para direcionar o olhar e chamar a atenção para o ponto exato da leitura, foram empregados setas e um círculo com contorno (Figura 65) que atua como uma lupa de aproximação, detalhando o objeto e a régua.

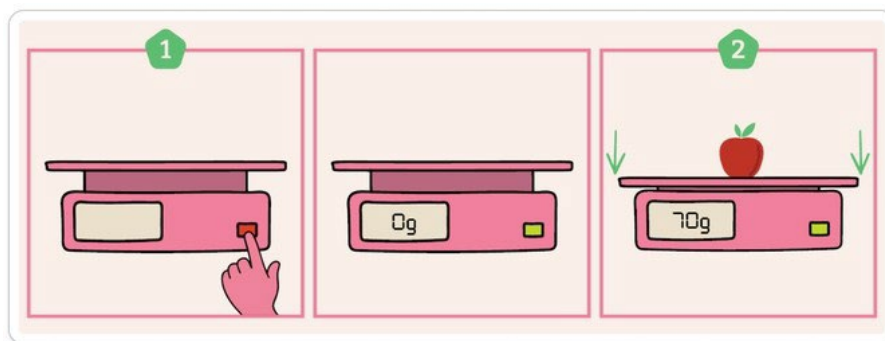
Figura 65 – Lupas e Setas



Elaboração do Autor, 2025

A página do lado direito continua o experimento com a Segunda Etapa, focando em massa e volume (incluindo altura como variável tridimensional). As decisões de design aqui reforçam a instrução de ação e estado: o uso da mão de interação indica a ação de ligar o equipamento (“Ligando a Balança”) e a alteração de estado (vermelho/desligado para verde/ligado) funciona como um consenso semiótico de funcionalidade. Ao adicionar a massa (a maçã), o design visualiza o conceito: a balança não só exibe o número no painel, mas também cede visualmente, representando de forma gráfica o seu peso e o uso das setas verdes, reforçam o conceito (Figura 66). Os quadros que não possuem numeração para a instrução (o quadro do meio), servem como uma introdução visual do objeto.

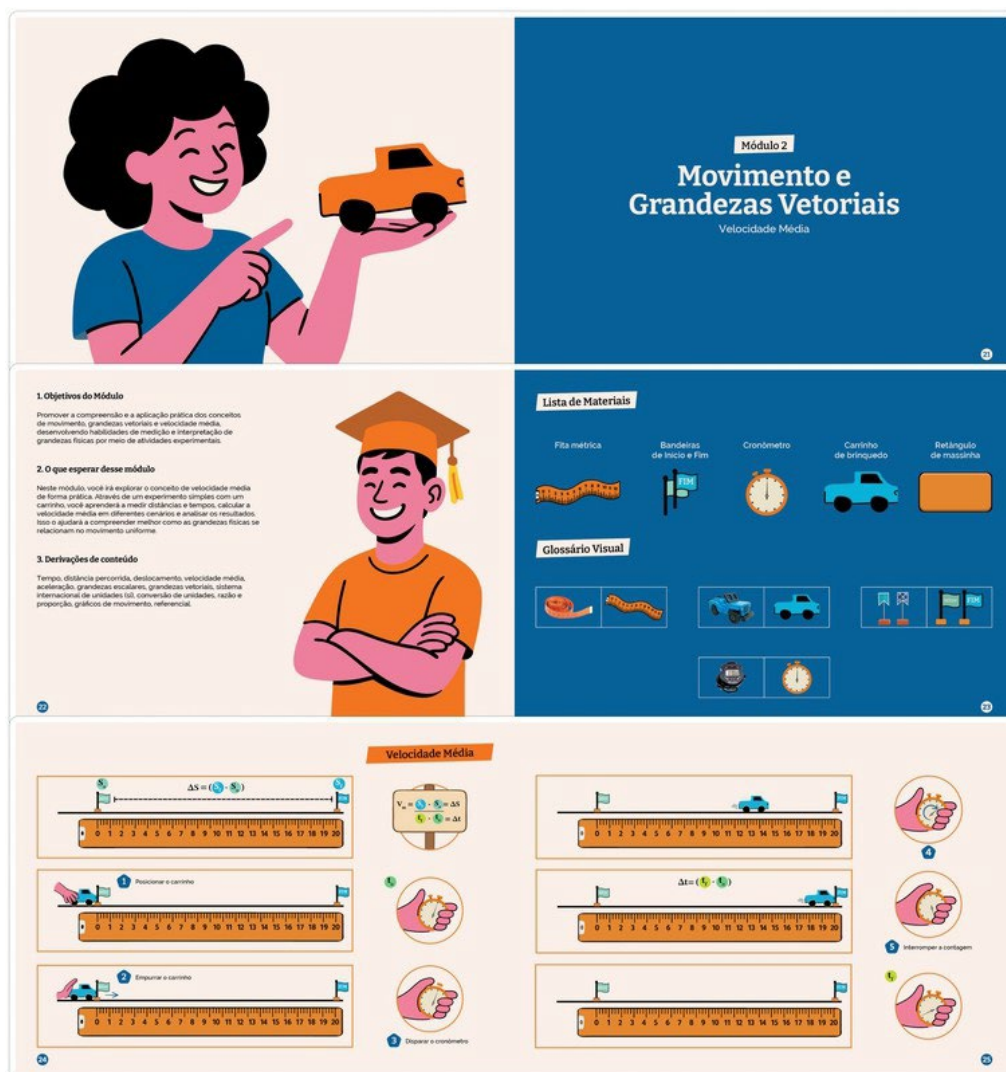
Figura 66 – Estados Visuais



Elaboração do Autor, 2025

4.7.1.4 Módulo 2 - Movimento e Grandezas Vetoriais

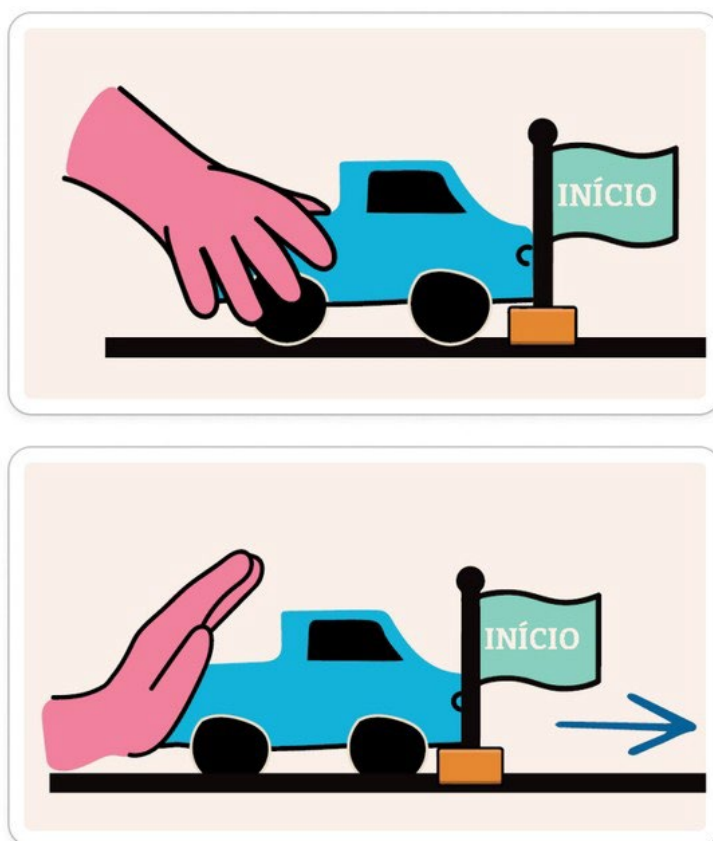
Figura 67 – Módulo 2



Elaboração do Autor, 2025

A principal decisão de design neste experimento foi a supressão do sistema de mãos estruturais nas etapas principais. Isso é justificado pela natureza contínua e rápida do movimento, onde as ações de empurrar o carrinho (deslocamento inicial) e acionar o cronômetro (início da contagem do tempo) são simultâneas. A ausência da mão estrutural comunica ao leitor que a sequência de ações é uma unidade de tempo coesa.

Figura 68 – Diferentes interações com as mãos



Elaboração do Autor, 2025

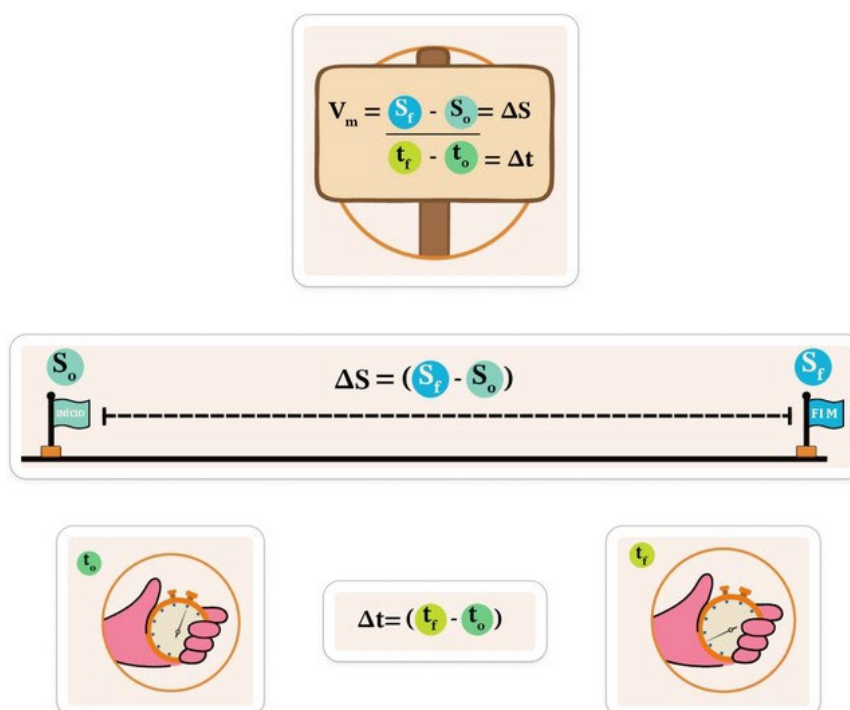
A interação com o carrinho diferencia as ações (Figura 68): a mão posicionando/segurando e a palma da mão para o ato de empurrar/aplicar impulso. O deslocamento é visualmente confirmado pelo uso de fumaça e rodas girando (ícones de movimento). A clareza da medição é garantida ao mostrar o carrinho (Figura 69) sendo posicionado alinhado à bandeira de início e, ao fim, o cronômetro é encerrado quando o carrinho está alinhado à bandeira de fim. Percebe-se que também há alteração nos estados das rodas, indicando a rotação e deslocamento.

Figura 69 – Posicionamento do carrinho



A placa com a fórmula principal (Figura 70) e as variáveis de espaço e tempo, é uma decisão de design que atua como um mapa visual de dados. Sua principal função é facilitar a transposição das informações observadas no experimento para a abstração matemática. O design utiliza um sistema de cores para compor as variáveis e suas respectivas fórmulas, garantindo o aluno consigam identificar quais dados observados no experimento (posição inicial/final, tempo inicial/final) correspondem a cada termo na fórmula. A estrutura da placa e das caixas inferiores mostra a composição das variações, deixando claro que a informação a ser aplicada na fórmula resulta da subtração dos dados coletados (posição final menos inicial e tempo final menos inicial). Ao colorir as variáveis, o guia cria um reforço semiótico que direciona o olhar do leitor para a informação correta, transformando o conceito de velocidade média em uma sequência visual de coleta de dados.

Figura 70 – Placa de suporte



Elaboração do Autor, 2025

A sequência de mãos no cronômetro ilustra o conceito de alteração de estado. O ponteiro está parado nas etapas iniciais, mas no terceiro quadro, o ponteiro já está correndo (enquanto o dedo se levanta do botão), demonstrando o início da passagem do tempo, a seta reforça o conceito da variação do tempo. A transição entre o quarto e o quinto quadro reforça o encerramento da contagem do tempo, culminando na apresentação do tempo final. Essa progressão visual do tempo acompanha o ato de empurrar e deslocar o carrinho. O uso das setas roxas indicam a posição do ponteiro.

Figura 71 – Interação das mãos com o cronômetro



Elaboração do Autor, 2025

4.7.1.5 Módulo 3 - Cargas e Forças Elétricas

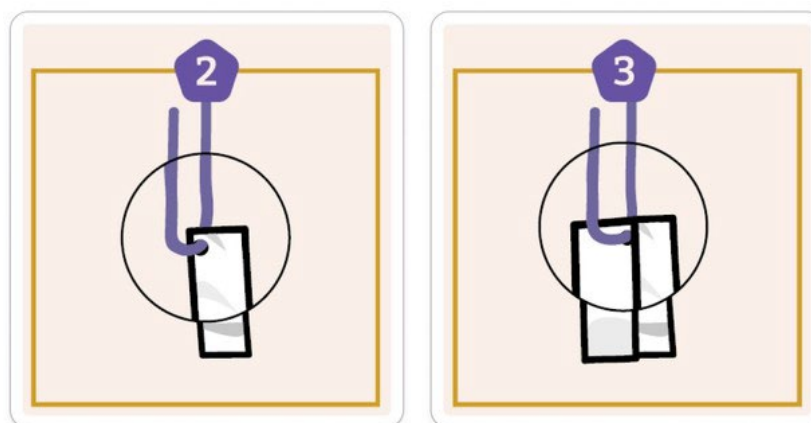
Figura 72 – Módulo 3



Elaboração do Autor, 2025

A estrutura de introdução do Módulo 3 segue o padrão de consistência, mas a ilustração de capa remete diretamente à energia estática (cabelo em pé), estabelecendo imediatamente o fenômeno físico a ser estudado.

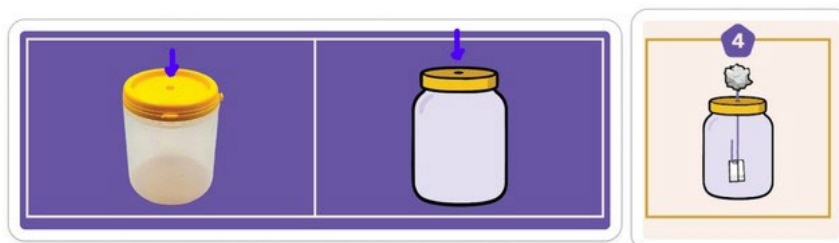
Figura 73 – Lupas sob as tiras



Elaboração do Autor, 2025

A primeira etapa é didaticamente dividida em duas instruções que guiam o aluno na preparação do papel alumínio: corte das duas tiras (simbolizado pelo retângulo com linha tracejada e a tesoura dividindo-o) e o amassamento da bolinha de alumínio. A decisão de reaplicar o sistema de lupa demonstra a atenção ao detalhe na instrução. A lupa destaca a ação crucial de furar as tiras com o clipe aberto. Esse detalhe é reforçado em duas etapas sequenciais: a primeira tira é posicionada e, logo depois, a segunda, garantindo o sucesso da montagem do eletroscópio (Figura 73).

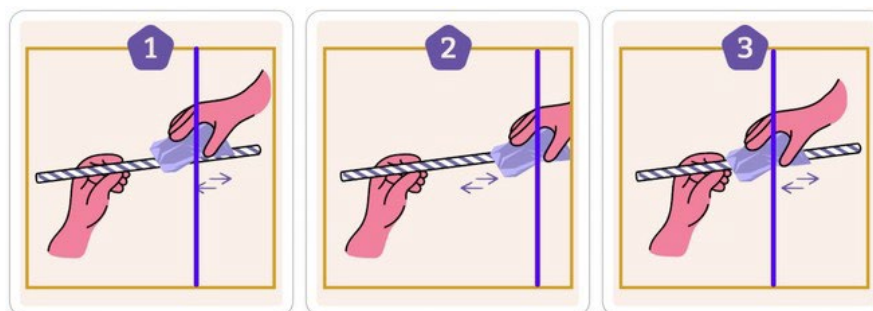
Figura 74 – Montagem final do experimento



Elaboração do Autor, 2025

A última instrução da primeira etapa (Figura 74) mostra o resultado da montagem final (clipe encaixado na tampa, tiras penduradas e a bolinha de alumínio no topo). Essa decisão de design é crucial e simplifica a sequência de ações, evitando a necessidade de representar visualmente etapas intermediárias, como o rosqueamento da tampa no pote. Ao apresentar o produto final da montagem, o guia fornece uma visualização de referência essencial para o aluno, que pode verificar o arranjo final antes de avançar para a etapa de execução do experimento. As setas indicam que o furo presente na tampa do pote previamente preparado pelo professor.

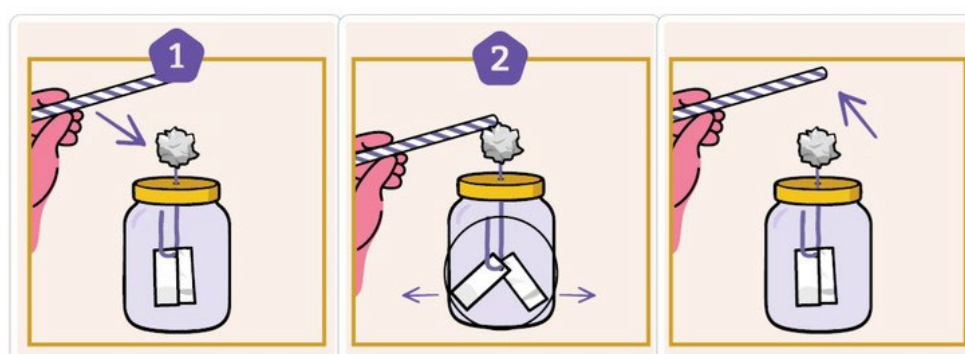
Figura 75 – Fricção do canudo com guardanapo



Elaboração do Autor, 2025

Na etapa de execução, envolve a eletrização do canudo. A sequência de esfregar o guardanapo no canudo utiliza a alteração das posições das mãos (centralizada -> próxima da margem direita do quadro -> mais próxima da mão) em conjunto com as setas de movimento para indicar que a ação é contínua e repetitiva (fricção), essencial para a eletrização.

Figura 76 – Execução final



Elaboração do Autor, 2025

A decisão final é a mais importante (Figura 76), representando o fenômeno abstrato

da eletricidade estática. Ao aproximar o canudo eletrizado, a mudança de estado das tiras (elas se abrem ou repelem) representa a existência de cargas elétricas. O movimento de aproximação e afastamento é indicado pelas setas (movimento do canudo), enquanto a reação das tiras (abrir/encolher) é a prova visual do conceito ensinado, fechando o ciclo da instrução visual e também representado pelas setas.

4.7.1.6 Módulo 4 - Termodinâmica

Figura 77 – Módulo 4

Módulo 4
Termodinâmica
Motor a vapor

1. Objetivos do Módulo
Promover a compreensão de como o calor pode ser transformado em movimento, por meio da construção e observação de uma máquina a vapor. A atividade visa explorar os conceitos de energia térmica, mudança de estado físico, pressão do vapor e transformação de energia por meio de atividades experimentais.

2. O que esperar desse módulo
Este módulo visa capacitar o aluno a identificar as principais formas de energia envolvidas no experimento e a compreender o processo de mudança de estado da água (vaporização) e o aumento de volume associado. O estudante deverá reconhecer que o vapor de água em expansão exerce pressão e pode gerar movimento mecânico. Para consolidar o aprendizado, o módulo incentiva a registrar e analisar dados de forma autônoma, utilizando tabelas e recursos visuais adaptados, e, por fim, a relacionar os conceitos discutidos com situações do cotidiano.

3. Derivações de conteúdo
Energia Térmica, Movimento, Transformação de Energia, Mudança de Estado Físico, Trabalho, Energia, Temperatura, Calor, Pressão, Conservação de energia.

Lista de Materiais
Lata de refrigerante, Iaqueiro, Tampa de alumínio, Cola-vento, Vela de cera, Círia quente, Base de madeira, Seringa, Copo com água, Martelo e prego

Glossário Visual

Montagem
Motor a vapor

Execução
Motor a vapor

A instrução inicial da Etapa 1 revela uma importante decisão de segurança: o sinal de advertência (ícone que precede a perfuração da lata com martelo e prego) é utilizado como um reforço visual imediato do perigo e da necessidade de supervisão do professor.

Figura 78 – Sinal de advertência



Elaboração do Autor, 2025

A sequência continua com instruções detalhadas sobre a manipulação de fluidos: a lupa é aplicada na instrução 2 para demonstrar o tamanho e a posição correta do furo para a saída do líquido, e nas instruções 3 e 4, ela reforça o posicionamento da seringa para a coleta e o despejo (Figura 79). O design demonstra a mudança no estado da seringa (vazia para cheia), e o dedo posicionado no êmbolo indica a ação de despejar o líquido

(deslocamento do volume) para dentro da latinha, substituindo o conteúdo por água.

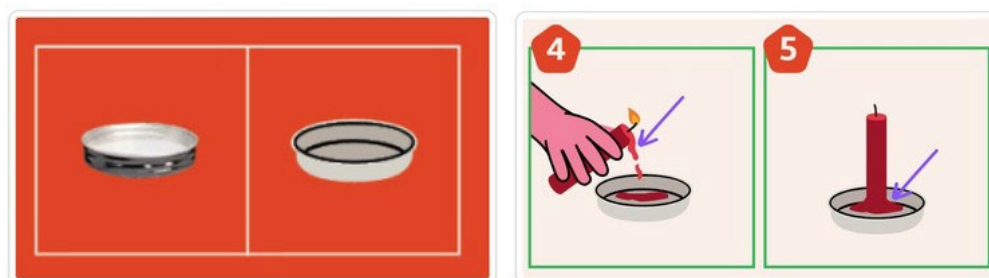
Figura 79 – Manipulação da seringa



Elaboração do Autor, 2025

A ação de entornar a vela acesa (Figura 80) é mostrada para que a cera escorra e sirva como adesivo para a sustentação na tampa de alumínio, uma demonstração visual da cera mudando de estado físico (sólido, rígido -> líquido, pingando).

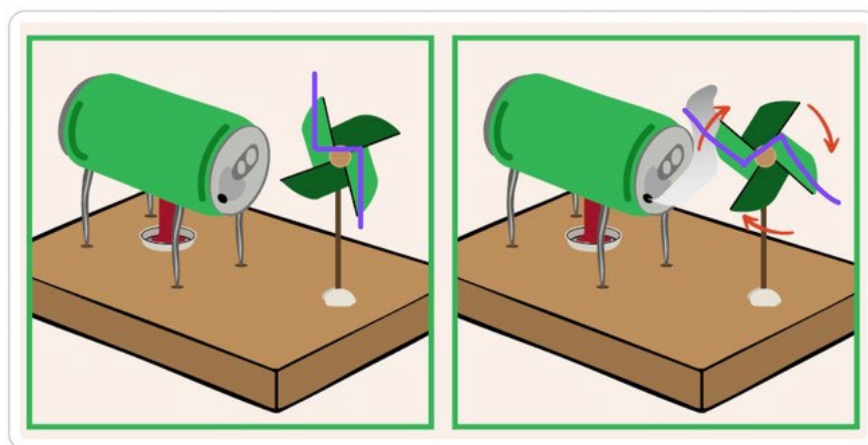
Figura 80 – Mudança de estado da cera



Elaboração do Autor, 2025

O fenômeno termodinâmico central do experimento é representado com setas vermelhas, representando o giro do cata-vento (Figura 81), estabelecendo a representação da transformação de energia (calor/vapor em movimento). As linhas roxas ajudam a demonstrar o eixo do cata-vento para demonstrar sua rotação.

Figura 81 – Mudança do estado do cata-vento



Elaboração do Autor, 2025

4.7.1.7 Módulo 5 - Eletrodinâmica

Figura 82 – Módulo 5



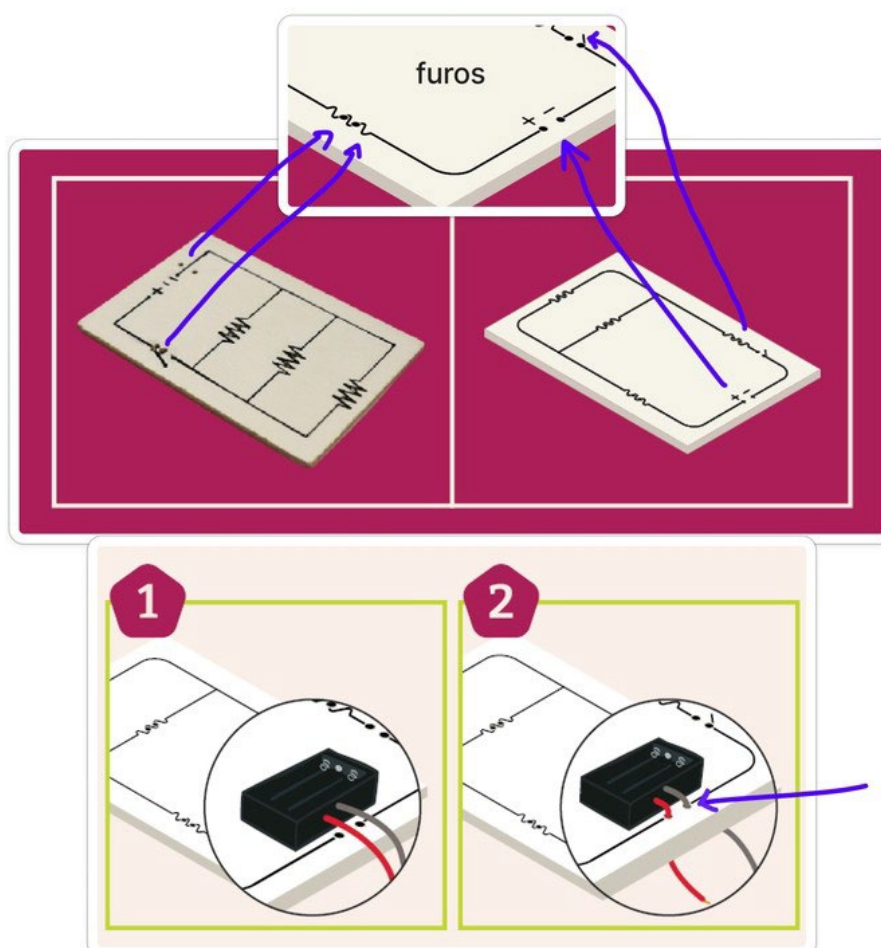
Elaboração do Autor, 2025

O Módulo 5 representa o ponto de maior complexidade de reprodução, e o design responde a isso com uma rigidez na progressão de estados e na segmentação das ações.

As etapas de montagem são construídas por meio de uma progressão rigorosa de estados, onde as mudanças de uma instrução se mantêm visíveis nas seguintes (coerência).

A lupa é aplicada para indicar a aproximação e o detalhe no posicionamento dos cabos, e a mudança de estado (ilustração 1 para 2) demonstra os cabos sendo passados pelos furos da base do circuito (Figura 83).

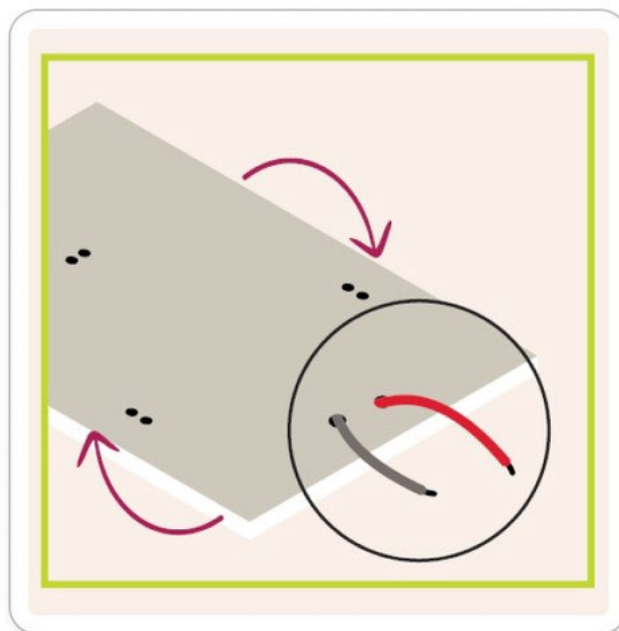
Figura 83 – Cabos e a base do circuito



Elaboração do Autor, 2025

O uso das setas para indicar que a base deve ser rotacionada e a lupa para destacar a inversão dos fios (vermelho/cinza) é uma solução eficaz para mostrar a nova face (traseira) do circuito sem a necessidade de diagramas complexos de 3D, garantindo a assimilação visual da nova perspectiva (Figura 84).

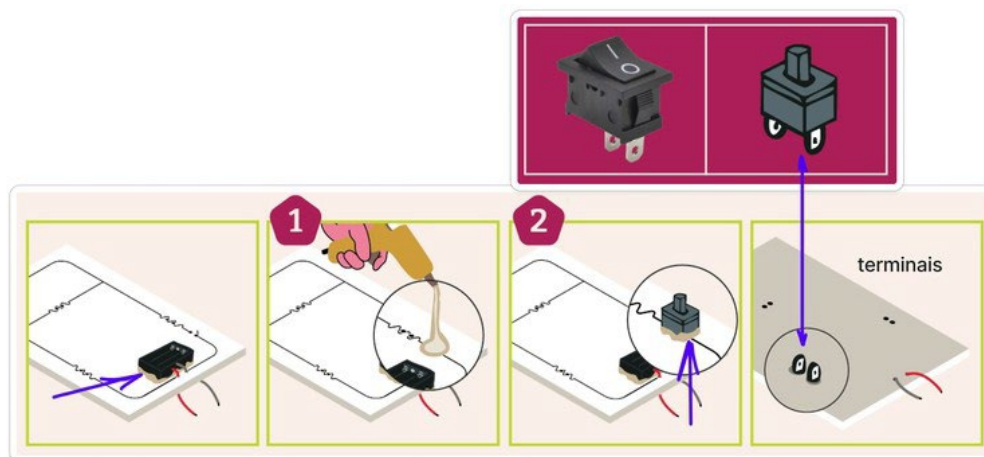
Figura 84 – Parte traseira do circuito



Elaboração do Autor, 2025

A colagem do interruptor (Figura 85) e o posicionamento de seus terminais nos furos do circuito seguem o mesmo padrão de estados progressivos. A cola é introduzida como um estado permanente (cola presente em todas as estruturas após a fixação).

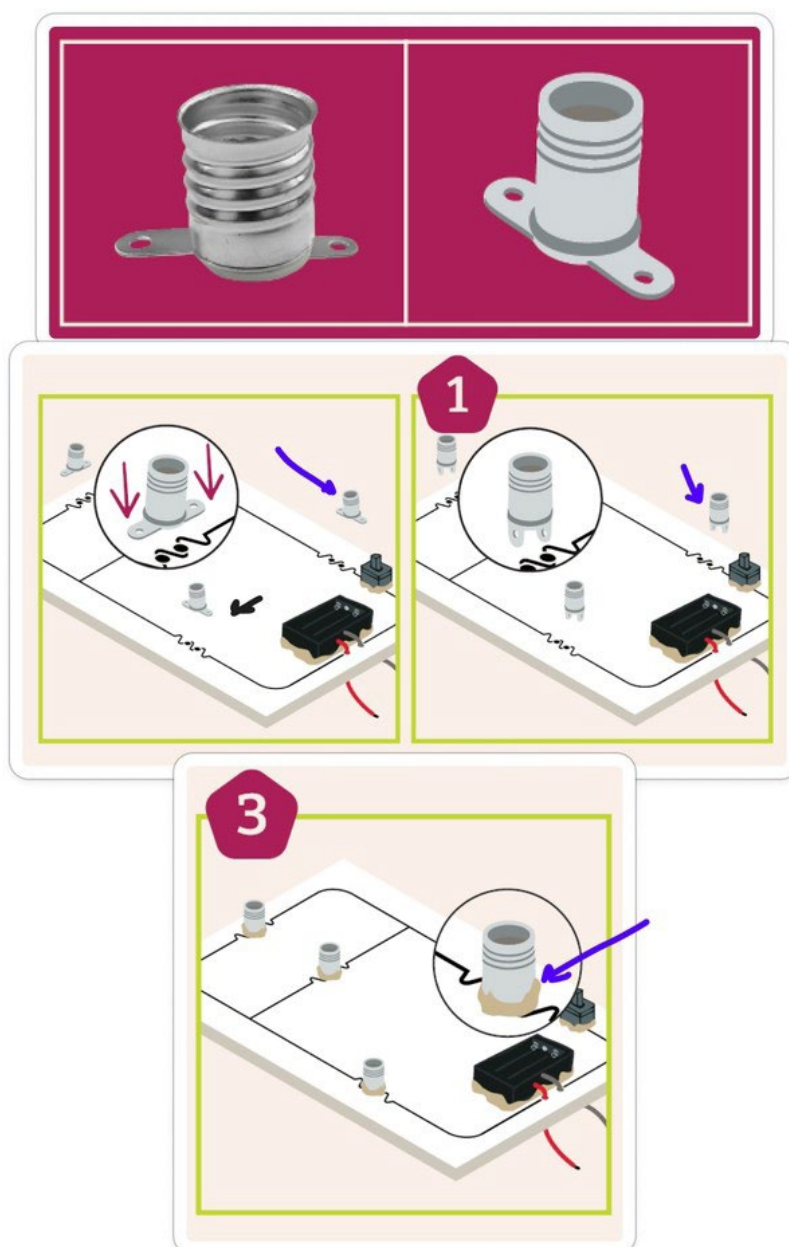
Figura 85 – Colagem do interruptor



Elaboração do Autor, 2025

Para a montagem dos soquetes (Figura 86), as setas indicam o movimento de entortar, e o avanço dos quadros exalta a ação de colagem, privilegiando a assimilação do novo arranjo. O estado de “colado” é aplicado após a conclusão da etapa.

Figura 86 – Montagem dos soquetes

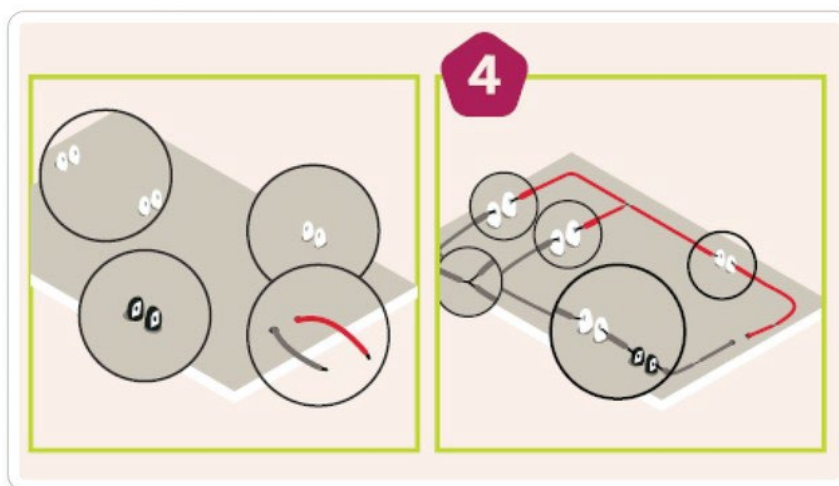


Elaboração do Autor, 2025

O design toma a decisão estratégica de não utilizar setas de movimento (Figura 87)

para novamente apresentar a vista traseira do circuito. Usada para indicar todas as conexões com os terminais possíveis (interruptor, soquetes, fios da caixa de pilhas), ampliada com a lupa para detalhar as junções, finalizando a montagem com uma visão detalhada da conexão de todo o cabeamento.

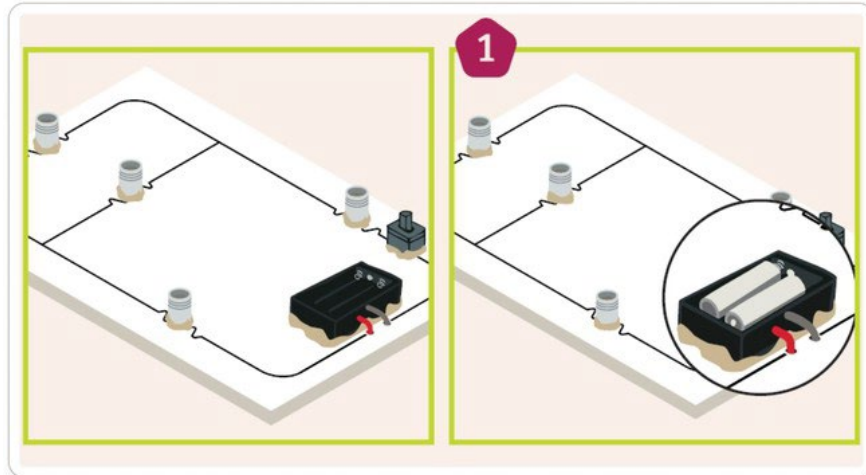
Figura 87 – Conexões do circuito



Elaboração do Autor, 2025

A fase de Execução inicia com a apresentação total do circuito montado (Figura 88). A primeira instrução mostra a variação de estado pela adição das pilhas na caixa (agora visíveis), um passo crucial para a energização do circuito.

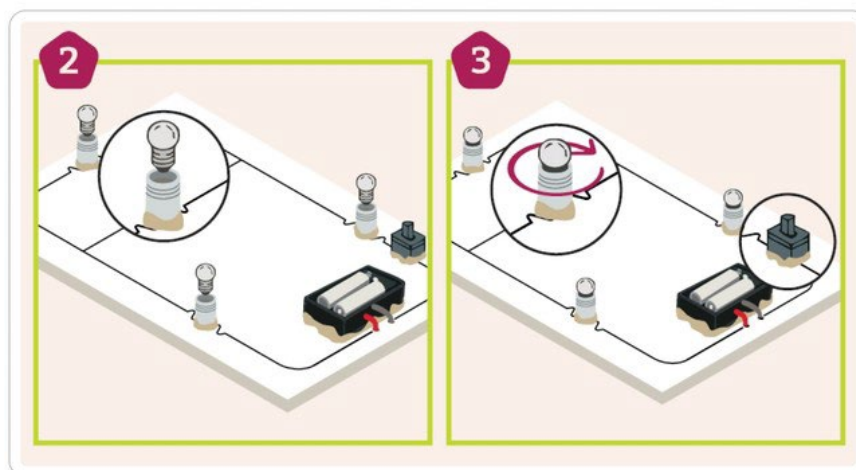
Figura 88 – Apresentação do circuito e posicionamento das pilhas



Elaboração do Autor, 2025

As minilâmpadas (Figuras 89) aparecem “flutuando” para simbolizar a ação de posicionamento/encaixe e a seta vermelha indica a ação de girar (rosquear) sob a lupa. O ícone de lupa no interruptor sinaliza uma pré-mudança de estado, antecipando a ação com o int.

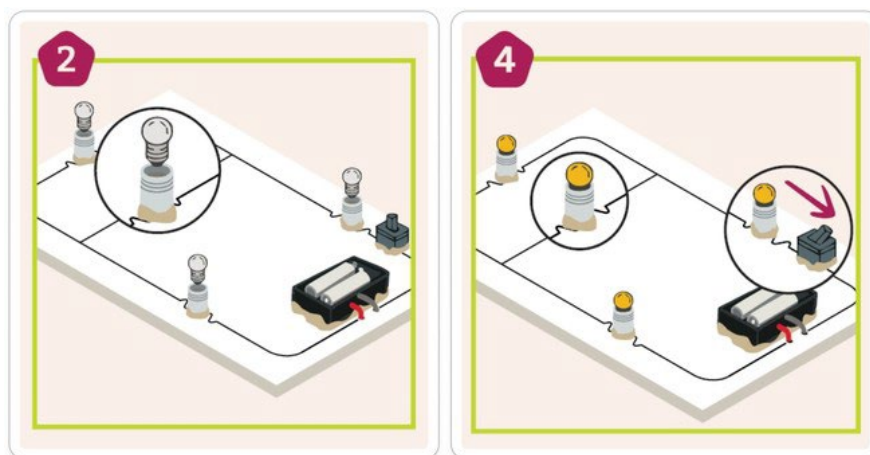
Figura 89 – Encaixe das minilâmpadas



Elaboração do Autor, 2025

A etapa finaliza (Figura 90) com a mudança do estado do interruptor (indicando que foi deslocado/forçado) e o estado final de funcionamento (lâmpadas acesas implícito/deslocamento da corrente), confirmando visualmente a conclusão do circuito elétrico.

Figura 90 – Resultado do experimento



Elaboração do Autor, 2025

4.7.1.8 Página de Respiro / Reforço Temático

Figura 91 – Últimas páginas e contracapa



Elaboração do Autor, 2025

O fechamento do guia é finalizado com uma decisão de design que divide as funções de comunicação entre a mensagem de valor e a informação comercial. A penúltima página serve como um respiro e declaração visual, utilizando uma ilustração de um grupo diverso de pessoas para reforçar a missão social de inclusão e acessibilidade do projeto. Em seguida, a contracapa cumpre a função de identificação e resumo comercial, apresentando um texto descritivo que destaca a metodologia visual do guia, o foco na autonomia do aluno, e a superação das barreiras textuais. Finalmente, a presença do código de barras e da marca da UFG consolida o guia como um produto finalizado, apto para distribuição e rastreabilidade.

4.7.2 Prototipagem Física

O desenvolvimento do artefato, totalizando 48 páginas em 25 páginas duplas (23 páginas internas duplas + capa e contracapa), seguiu um ciclo iterativo de prototipagem (Figura X), crucial para validar o *design* antes da produção final. A fase inicial utilizou

impressões P&B em formato A4, um método de baixo custo e alta velocidade. O foco principal desses protótipos foi a avaliação funcional e ergonômica do *layout*, permitindo conferir o fluxo das instruções, as proporções dos quadros e a legibilidade. A impressão monocromática delimitou a análise para a funcionalidade e correção de erros técnicos e gramaticais, garantindo que a versão final do Guia Visual fosse otimizada em usabilidade antes de se investir na produção colorida e final.

Figura 92 – Protótipo Físico



Elaboração do Autor, 2025

4.7.3 Materiais e Tecnologias Gráficas

A última fase do desenvolvimento do artefato exigiu a definição de critérios de produção gráfica que garantissem a fidelidade do projeto visual, bem como a durabilidade e a funcionalidade do guia no ambiente escolar. As escolhas foram guiadas pela necessidade de: garantir o alto contraste e a legibilidade; conferir durabilidade para uso em laboratório; e assegurar a fidelidade cromática para a codificação visual.

A Escolha do Papel foi baseada na busca por um equilíbrio entre a recomendação técnica e a percepção de custo-benefício. A literatura (Haluch, 2018, p. 87) sugere papéis entre 180g e 300g para a capa, portanto, o papel escolhido para a produção foi o papel cartão 210g (com acabamento *pop*) por apresentar resistência adequada e satisfatória, sem a necessidade de gramaturas excessivamente altas. Para a parte interna (o miolo), foi definido o papel couchê fosco 120g. A escolha do papel couchê fosco para a capa e miolo garante a nitidez das ilustrações vetoriais e o alto contraste, essenciais para a acessibilidade visual.

Sobre o acabamento e encadernação, o método escolhido foi o uso de *wire-o* (anéis duplos de metal), que proporciona um acabamento mais resistente e sofisticado, visando facilitar a interação e a experiência dos usuários finais. Esta encadernação permite que o aluno consiga dobrar o material e isolar as páginas, o que é crucial para o Design Instrucional e para a execução prática do experimento em bancada.

5 Conclusão

A análise dos roteiros demonstra que, no contexto da Educação Inclusiva, o design adota uma estratégia semiótica rigorosa para ser o pilar da acessibilidade. Reconhecendo que o aluno surdo pode encontrar barreiras significativas no Símbolo (seja na língua escrita ou nas fórmulas matemáticas), a solução foi priorizar os signos Ícone e Índice. Essa prioridade é crucial para a eficácia didática: o Ícone (como a representação intuitiva dos objetos) garante a compreensão por similaridade visual e universal, enquanto o Índice (como a mão em ação ou a mudança de estado do equipamento) estabelece a conexão de causa-e-efeito baseada na experiência imediata. Ao ancorar a comunicação na intuição do Ícone e na facticidade do Índice, o design não só supera a dependência do Símbolo, mas também alinha a instrução à modalidade cognitiva visuo-espacial do aluno, promovendo, de fato, a autonomia e o aprendizado eficaz.

O desenvolvimento de roteiros imagéticos adaptados às necessidades educacionais dos alunos surdos no contexto do ensino de Ciências representa, portanto, uma importante contribuição para a promoção da inclusão e autonomia desse público. A pesquisa abordou as barreiras comunicacionais e conceituais enfrentadas por esses alunos ao interagir com os conceitos científicos e propôs uma solução prática e eficiente, por meio de materiais didáticos visualmente acessíveis e adaptados às especificidades linguísticas e cognitivas dos alunos surdos.

Os roteiros imagéticos, baseados em princípios do design da informação e design instrucional, permitiram uma reorganização dos conceitos de Ciências de forma visual e sequencial, sem depender exclusivamente de textos escritos ou orais. A escolha pela ilustração vetorial foi estratégica, considerando a capacidade visuo-espacial aprimorada dos alunos surdos, possibilitando que as informações fossem absorvidas de maneira mais clara e direta. Isso não apenas facilitou a execução dos experimentos, mas também promoveu maior independência dos alunos nas atividades científicas.

A metodologia adotada, apoiada em teorias semióticas e em estudos prévios sobre design instrucional, proporcionou um processo de criação intencional e alinhado às necessidades reais dos alunos e dos professores bilíngues. A interação entre essas duas partes, mediada pelos roteiros, favoreceu um ambiente de aprendizagem mais inclusivo, colaborativo e eficaz. Além disso, a pesquisa mostrou a importância de práticas pedagógicas que integrem o uso de Tecnologias Assistivas, facilitando a participação ativa dos alunos surdos no processo educativo.

O projeto revelou a necessidade urgente de soluções criativas e adaptativas para o ensino de Ciências a alunos surdos, especialmente no que diz respeito à tradução de conceitos abstratos e simbólicos de forma acessível. A proposta de roteiros imagéticos inovou ao criar um formato que não apenas simplifica, mas também potencializa a aprendizagem científica.

No entanto, apesar dos avanços, a implementação eficaz de tais soluções depende da continuidade do processo formativo dos professores bilíngues, capacitando-os a utilizar esses materiais de maneira eficaz em sala de aula. A formação contínua, aliada à adaptação curricular, é essencial para garantir a eficácia da educação inclusiva e a equidade de oportunidades para todos os alunos.

Portanto, a pesquisa reafirma que o Design Gráfico, especialmente quando aplicado ao contexto da Educação Inclusiva, tem o potencial de superar as barreiras da comunicação e promover uma aprendizagem mais acessível e democrática. Este trabalho representa apenas um passo em direção a um modelo educacional mais inclusivo, mas destaca a importância da colaboração entre as áreas do Design, da Educação e da Tecnologia Assistiva para o desenvolvimento de um futuro mais acessível

Para finalizar, gostaria de apresentar imagens (Figura X) dos alunos utilizando o material. A aplicação do Roteiro Imagético 1, focado no ensino de Sistema de Medidas, foi realizada com os alunos surdos. As imagens capturadas durante essa primeira aplicação demonstraram a interação dos alunos com o material didático.

Figura 93 – Alunos utilizando o roteiro imagético



Referências

- AGÊNCIA IBGE. **PNS 2019: país tem 17,3 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência**. 2021. Notícia. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/31445-pns-2019-pais-tem-17-3-milhoes-de-pessoas-com-algum-tipo-de-deficiencia>. Acesso em: 08 jun. 2025.
- ALVES, E. R. Caracterizando a surdez: fundamentação para intervenções no espaço escolar. **Revista Lugares de Educação**, v. 2, n. 2, p. 75 – 92, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rle/article/view/15421>. Acesso em: 03 jun. 2025.
- ARAGON, C. A.; SANTOS, I. B. Deficiência auditiva/surdez: conceitos, legislações e escolarização. **Educação**, v. 5, n. 2, p. 119 – 140, 2015. Disponível em: <http://web-api-claretiano-edu-br:s3.amazonaws.com/cms/biblioteca/revistas/edicoes/6059fe20c0ce6055c496d14b/605b353283fe107cbc9757c1.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2025.
- AROS, K. C.; SILVA, C. S. da; FIGUEIREDO, L. F. G. de. O desafio do design da informação em representar o processo de gestão de design. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DE AMBIENTES HIPERMÍDIA PARA APRENDIZAGEM (CINAHPA)**. São Paulo: Blucher Design Proceedings, 2017. v. 3, n. 11. ISSN 2318-6968. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/o-desafio-do-design-da-informao-em-representar-o-processo-de-gesto-de-design-25580>. Acesso em: 09 jun. 2025.
- BAPTISTA, J. P. Os princípios fundamentais ao longo da história da física. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, p. 541 – 553, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-47442006000400017>. Acesso em: 24 out 2025.
- BARRETO, A. M. Informação e conhecimento na era digital. **Transinformação**, Campinas, p. 111 – 122, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/tinf/a/LppjXSGVkrQxmNxqpQNrSXX/>. Acesso em: 25 out 2025.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Presidência da República, Brasília, DF, 1998. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm.
- BRASIL. Decreto nº 5.626. **Decreto nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei nº 10.098, de 19 de dezembro de 2000.**, Brasília, DF, dez 2005. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm. Acesso em: 07 jun. 2025.
- BRASIL. Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015). **Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI)**, Senado Federal, Brasília, 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 21 out 2025.
- BRASIL. Lei nº 10.436. **Lei nº 10.436, de 24 de abril de 2002**, Brasília, DF, abr 2002. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10436.htm.
- BRASIL. Lei nº 13.146. Brasília, DF, jul 2015. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm. Acesso em: 02 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 9.394. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**, Brasília, DF, dez 1996. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 2. Brasília, DF, set 2001. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CEB0201.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2025.

BRASIL. Secretaria Nacional de Trânsito (SENATRAN). Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. **Ministério dos Transportes**, Brasília, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/transito/arquivos-senatran/docs/copy_of__02__MBST_Vol:_II__Sin:_Vert:_Advertencia.pdf. Acesso em: 28 out 2025.

BUCK. **Facebook Alegria**. 2017. Site. Disponível em: <https://buck.co/work/facebook-alegria>. Acesso em: 02 out. 2025.

BUCKLAND, M. K. Information as thing. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 42, n. 5, p. 351 – 360, jun. 1991.

BUZAR, E. A. S. **A singularidade visuo-espacial do sujeito surdo**: implicações educacionais. 2009. 122 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Educação) — Universidade Federal de Brasília. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187731>. Acesso em: 28 out 2025.

CACHAPUZ, A. C. *et al.* **A Necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005. ISBN 85-249-1114-X. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/291833015_A_Necessaria_Renovacao_do_Ensino_das_Ciencias. Acesso em: 01/11/2017.

CAMPOS, A. A.; ALVES, E. S.; SPEZIALI, N. L. **Física Experimental Básica na Universidade**. Minas Gerais: UFMG, 2008. 149 p. Disponível em: https://www.academia.edu/download/61698216/Fisica_Experimental_Basica_apostila20200106-83376-kn1z3m.pdf. Acesso em: 01 nov. 2025.

DIAS, A. R. *et al.* Identidade de marca e simbologia na interface digital. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, 2012. ISSN 1983-196X. Disponível em: <https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/95>.

DIZEU, L. C. T. de B.; CAPORALI, S. A. A língua de sinais constituindo o surdo como sujeito. Campinas, v. 26, n. 91, p. 583 – 597, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302005000200014>. Acesso em: 10 jun. 2025.

DONDIS, D. A. **Sintaxe da linguagem Visual. Jefherson Luiz Camargo**. 2ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1997. 236 p. ISBN 9788533623828.

FEITOZA, L. **O que é um Bom Nome? Método, Criação e Avaliação de Naming**. 2020. Disponível em: <https://medium.com/brbauen/bomnome-naming-8a215f0f7c69>. Acesso em: 31 out. 2025.

FELIPE, T. A.; MONTEIRO, M. S. **Libras em Contexto**:: Curso Básico: Livro do Professor. 6. ed. ed. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2006. 448 p. Disponível em: <https://repositorio.faculdefama.edu.br/xmlui/handle/123456789/13>. Acesso em: 11 jun. 2025.

FERREIRA, A. B. de H. **Dicionário Aurélio da língua portuguesa**. 5. ed. Curitiba: Positivo, 2010. Acesso em: 31 out. 2025.

FERREIRA, L. M. *et al.* Roteiros experimentais imagéticos: contribuições semióticas sobre o ensino de reações químicas para alunos surdos. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 105, p. 1 – 20, 2024. ISSN 2176-6681 |. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeped/a/jCPLzVzyBnxDjBtcRRt4SHn/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 01 nov. 2025.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação (SEDUC). Documento Curricular para Goiás: Etapa Ensino Médio: Formação Geral Básica: Bimestralização. SEDUC, Goiânia, 2023. Disponível em: <https://goias.gov.br/educacao/wp-content/uploads/sites/40/documentos/PEDAGOGICO/Bimestralizacao%20Formacao%20Geral%20Basica%20DC%20GOEM.pdf>. Acesso em: 21 out 2025.

GOMES, M. **Como funciona a nossa audição**. 2021. Disponível em: <https://www.eauriz.com.br/como-funciona-a-nossa-audicao/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

GONÇALVES, F. P. *et al.* A Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 4, p. 264 –, 2013. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_4/08-RSA-100-11.pdf. Acesso em: 06 jun. 2025.

HALL, S. **Identidade Cultural na Pós-Modernidade**. 12. ed. [S.l.]: Lamparina, 2014.

HALUCH, A. **Guia prático de design editorial: Criando livros completos**. 2. ed. [S.l.]: Senac Rio, 2018. 104 p. ISBN 978-8577564439. Acesso em: 02 out. 2025.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015. ISBN 978-85-8260-341-3. Acesso em: 01 nov. 2025.

HODSON, D. Experimentos na Ciência e no Ensino de Ciências. Paulo A. Porto. **Educational Philosophy and Theory**, n. 20, p. 53 – 66, 1988. Disponível em: <https://www.iq.usp.br/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf>.

HURLBURT, A. **Layout**: O design da página impressa. 1. ed. [S.l.]: Nobel, 1986. 160 p. ISBN 978-8521304265.

KANNO, M.; BRANDÃO, R. **Manual de infografia**. São Paulo, 1988. Disponível em: <https://edumidiascomunidadesurda.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/05/mario-kanno-manual-de-infografia.pdf>. Acesso em: 25 out 2025.

MORAES, L. M. de; SCOLARI, S. H. P.; PAULA, M. M. de. Projeto piloto de tradução de livro didático do Português para Libras: contribuições do Design no contexto da Educação Bilíngue. **Seminário de Pesquisa, Extensão e Inovação do IFSC**, Santa Catarina, 2013. Acesso em: 24 out 2025.

MORRISON, G. R. *et al.* **Designing Effective Instruction**. 8. ed. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2019. 512 p. ISBN 978-1-119-46593-5.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química – Ensino Médio**. 3. ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 3. ISBN 978852629929 0. Acesso em: 01 nov. 2025.

- MUNDO DA ELÉTRICA. **Como montar um circuito elétrico simples**. 2020. Youtube. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=mCuCTRj4if8&t=44s>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1 – 5, 1996. Disponível em: https://www.hugoribeiro.com.br/biblioteca-digital/NEVES-Pesquisa_Qualitativa.pdf. Acesso em: 22 out 2025.
- OLUSANYA, B. O.; DAVIS, A. C.; HOFFMAN, H. J. **Hearing loss grades and the International classification of functioning, disability and health**. 2019. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6796665/>. Acesso em: 24 out 2025.
- PAIVA, D. C. A. C. *et al.* A Potencialidade do uso de Recursos Imagéticos no Ensino de Química para surdos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, 2023. Acesso em: 25 out 2025.
- PASSOS, R. F. **Design da informação**:: Um modelo para configuração de interface natural. 2014. Tese (Departamento de Comunicação e Arte) — Universidade de Aveiro. Disponível em: https://www.academia.edu/88371117/Design_da_informa%C3%A7%C3%A3o_um_modelo_para_configura%C3%A7%C3%A3o_de_interface_natural. Acesso em: 09 jun. 2025.
- PEECK, J. The Role of Illustrations in Processing and Remembering Illustrated Text. In: PEECK, J. (Ed.). **The Psychology of Illustration**. New York: Springer New York, 1987. cap. 4, p. 115 – 151. Acesso em: 30 out. 2025.
- PEIRCE, C. S. **Semiótica**. José Teixeira Coelho Neto. São Paulo: Perspectiva, 2000. 352 p. ISBN 9788527301947. Acesso em: 28 out 2025.
- PEREIRA, L. de L. S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. C. **Aula de química e surdez**: sobre interações pedagógicas mediadas pela visão. São Paulo: Química Nova na Escola, 2011. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/14877>. Acesso em: 21 out 2025.
- PERUZZO, J. **A Física através de experimentos**: Mecânica. 1. ed. Irani: Edição do Autor, 2013a. v. 1. ISBN 978-85-913398-7-7. Acesso em: 01 nov. 2025.
- PERUZZO, J. **A Física através de experimentos**: Termodinâmica, Ondulatória e Óptica. Irani: Edição do Autor, 2013b. v. 2. ISBN 978-85-913398-6-0. Acesso em: 01 nov. 2025.
- PERUZZO, J. **A Física através de experimentos**: Eletromagnetismo, Física Moderna e Ciências Espaciais. 1. ed. Irani: Edição do Autor, 2013c. v. 3. ISBN 978-85-913398-5-3. Acesso em: 01 nov. 2025.
- PETTERSON, R. **It Depends**:: ID – Principles and guidelines. Tullinge: [s.n.], 2012. Disponível em: <https://www.iiid.net/PublicLibrary/Pettersson-Rune-ID-It-Depends.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2025.
- ROBINSON, P. A. **Writing and Designing Manuals and Warnings**. 5. ed. Boca Raton: CRC Press, 2020. ISBN 9780429025372. Acesso em: 30 out 2025.
- RODRIGUES, N. Educação: da formação humana à construção do sujeito ético. **Educação & Sociedade**, Campinas, p. 232 – 257, out. 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/MpfHNQQRp5c4LBvN4pgPpwJ/>. Acesso em: 02 jun. 2025.

- SALES, A. *et al.* Deficiência auditiva e surdez: visão clínica e educacional. In: UFSCAR (Ed.). **Seminário apresentado na Universidade Federal de São Carlos**. São Carlos: [s.n.], 2010. Acesso em: 11 jun. 2025.
- SANTAELLA, L. **Semiótica Aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.
- SANTANA, T. R. de L.; BENITE, C. R. M. Roteiros Imagéticos para autonomia de alunos surdos na experimentação em Química: contribuições semióticas. **Seminário de Estágio da Licenciatura em Química**, 2024.
- SASSAKI, R. K. Inclusão: acessibilidade no lazer, trabalho e educação. **Revista Nacional de Reabilitação (Reação)**, São Paulo, mar./abr. 2009. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/211/o/SASSAKI_-_Acessibilidade.pdf?14732033. Acesso em: 11 jun. 2025.
- SBDI. **Sociedade Brasileira de Design da Informação (SBDI)**. 2020. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/definicoes>. Acesso em: 25 out 2025.
- SCHIEL, D.; ORLANDI, A. S. **Ensino de Ciências por Investigação**. Universidade de São Paulo, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/9788588533417>. Acesso em: 07 jun. 2025.
- STEVE SPANGLER SCIENCE. **Amazing 9 Layer Density Tower**. [s.d.]. Disponível em: <https://stevespangler.com/experiments/density-tower-magic-with-science/>. Acesso em: 30 out. 2025.
- STROBEL, K. **As imagens do outro sobre a cultura surda**. 2. ed. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/64678e9a8c89c82dc2d6ee59/t/65537e6c0083bd667a73623e/1699970669480/as-imagens-do-outro-sobre-a-cultura-surd.pdf>. Acesso em: 05 jun. 2025.
- SWIPEGUIDE. **How to Write an Instruction Manual: Work Instructions**. 2018. Disponível em: <https://www.swipeguide.com/insights/how-to-write-manual-work-instructions>. Acesso em: 06 jun. 2025.
- UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre princípios políticos e práticas na área das necessidades educativas especiais**. 1994. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>. Acesso em: 01 nov. 2025.
- VILELA-RIBEIRO, E. B.; BENITE, A. M. C. A educação inclusiva na percepção dos professores de química. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 16, n. 3, p. 585 – 594, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132010000300006>. Acesso em: 11 jun. 2025.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.