Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Doutorado em Ensino de Ciências

ALANAH GARCIA DA SILVA

Proposta de um referencial teórico-metodológico para construção de HQ pedagógicas autorais

Campo Grande/MS
2025

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Instituto de Física
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências
Doutorado em Ensino de Ciências

ALANAH GARCIA DA SILVA

Proposta de um referencial teórico-metodológico para construção de HQ pedagógicas autorais

Tese apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (Área de Concentração: Ensino de Ciências Naturais; Linha de pesquisa: A Construção de conhecimentos em Ciências) para obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências.

Orientadora: Profª. Drª. Nádia Cristina Guimarães Errobidart

Campo Grande/MS
2025

Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

ATA DE DEFESA DE TESE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS

DOUTORADO

Aos trinta dias do mês de setembro de dois mil e vinte e cinco, às treze horas na Videoconferência, da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, reuniu-se a Banca Examinadora composta pelos membros: Nádia Cristina Guimaraes Errobidart (UFMS), Amanda de Mattos Pereira Mano (UFMS), Vinicius Carvalho da Silva (UFMS), Nelson Dias - UFMS (UFMS), Michel Corci Batista (UTFPR), Danielle Barros Silva Fortuna (UFSB) e Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza (UFF), sob a presidência do primeiro, para julgar o trabalho da estudante Alanah Garcia da Silva, RGA nº 202000815, CPF nº 03007435137, apresentado sob o título **"Proposta de um referencial teórico-metodológico para construção de HQs pedagógicas autorais "**, e orientação de Nádia Cristina Guimaraes Errobidart. A presidente da Banca Examinadora declarou abertos os trabalhos e agradeceu a presença de todos os Membros. A seguir, concedeu a palavra à estudante que expôs sua Tese. Terminada a exposição, os senhores membros da Banca Examinadora iniciaram as arguições. Terminadas as arguições, a presidente da Banca Examinadora fez suas considerações. A seguir, a Banca Examinadora reuniu-se para avaliação, e após, emitiu parecer expresso conforme segue:

EXAMINADOR:

Dra. Nádia Cristina Guimaraes Errobidart - UFMS (Orientadora / Membro Interno)

Dra. Amanda de Mattos Pereira Mano - UFMS (Membro Interno)

Dr. Vinicius Carvalho da Silva - UFMS (Membro Interno)

Dr. Michel Corci Batista - UTFPR (Membro Externo)

Dra. Danielle Barros Silva Fortuna - UFSB (Membro Externo)

Dr. Nelson Dias - UFMS (Suplente / Membro Interno)

Dr. Eduardo Oliveira Ribeiro de Souza - UFF (Suplente /Membro Externo)

RESULTADO FINAL:

X	**Aprovação**		**Aprovação com revisão**		**Reprovação**

OBSERVAÇÕES:

Alterar o titulo da trabalho.

Este é o parecer.

Documento assinado eletronicamente por **Nadia Cristina Guimaraes Errobidart, Professora do Magistério Superior,** em 30/09/2025, às 16:13, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Danielle Barros Silva Fortuna, Usuário Externo,** em 30/09/2025, às 16:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Amanda de Mattos Pereira Mano, Professora do Magistério Superior,** em 30/09/2025, às 16:48, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Alanah Garcia da Silva, Usuário Externo,** em 30/09/2025, às 17:15, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Michel Corci Batista, Usuário Externo,** em 30/09/2025, às 17:27, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.

Documento assinado eletronicamente por **Vinícius Carvalho da Silva, Professor do Magisterio Superior,** em 07/10/2025, às 00:11, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, 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.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5881340** e o código CRC **2E319431**.

- Alice: Como você sabe que eu sou louca?
- Gato: Só pode ser. Se não, não teria vindo pra cá.

CARROLL, L.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha família, Arthur e Alice, e, a minha orientadora, Nádia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as graças em minha vida, no qual me permitiu a realização de mais um sonho.

Agradeço ao meu marido, Arhur, e a minha filha, Alice. Este trabalho é por vocês e para vocês. Obrigada por toda a paciência, pelas horas que precisei me manter afastada escrevendo, e por todo o incentivo.

Agradeço aqueles que sempre estiveram comigo em memória: avô, pai e tio. Que falta vocês me fazem.

Agradeço aos meus familiares por todas as palavras de apoio e incentivo. Assim, como em especial, minha sogra Cleusa e meu sogro Marco, pelas várias vezes que vieram à minha casa cuidar de minha família para que eu pudesse dar vida a este trabalho. Vocês são um presente de Deus em minha vida.

Agradeço aos meus amigos e amigas, que sempre torceram e estiveram comigo nesta caminhada: Willian, Sandy, Murilo, Márcia, Laura, Jéssica, Maressa, Melissa e Jeniffer. Pessoas que carrego sempre comigo no coração.

Agradeço a todos os professores e, especialmente, aos docentes da graduação em Licenciatura em Física – UFMS, e, da Pós-Graduação em Ensino de Ciências, que fizeram parte da minha trajetória, e, de alguma forma, me ajudaram a ser a pessoa e profissional que sou hoje. De alguma maneira, vocês mudaram o meu mundo. Minha eterna gratidão, carinho e respeito.

Aos membros da banca examinadora, escolhida com muito carinho, por terem aceitado o convite e por todas as sujestões e correções indicadas. O fruto deste trabalho tem a participação de vocês.

E a todos aqueles que de alguma maneira, me ajudaram nesta caminhada.

RESUMO

As dificuldades que os estudantes apresentam ao realizarem a leitura de textos científicos originais e a ausência de recursos pedagógicos elaborados para minimizar essas dificuldades, particularmente aqueles que discorrem sobre a História da Ciência, conduziram as investigações desse projeto de doutorado. Ele teve como objetivo geral desenvolver uma proposta de referencial teórico-metodológico para produção de Histórias em Quadrinhos pedagógicas e autoral, que sejam potencialmente significativas, apresentando uma sequência discursiva expositiva sobre a vida e obra de Galileu Galilei e seu legado para a ciência moderna, contemplando uma abordagem contextual histórica. A escolha do gênero narrativo multimodal é indicada na literatura da área de ensino como estratégia e ferramenta com potencial de promover a aprendizagem dos conhecimentos disciplinares, mas geralmente não são elaborados com a finalidade de material didático ou uma HQ pedagógica. Para construir um material pedagógico integrando linguagem verbal, escrita e visual, características de uma HQ, estabelecemos a integração da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), propondo um referencial teórico-metodológico que possibilitasse a construção de HQs autorais, contextualizadas e potencialmente significativas. Para validar a proposição do referencial teórico metodológico elaboramos uma HQ pedagógica sobre a vida e obra de Galileu Galilei e suas contribuições para a construção da ciência moderna. O roteiro da HQ pedagógica foi elaborado com base em um mapeamento realizado em fontes primárias e secundárias, a partir do qual se construiu uma sequência discursiva explorando abordagem contextual histórica, evitando apresentar visões distorcidas da construção do conhecimento e seus produtores, priorizando uma perspectiva contemporânea da ciência. A elaboração da HQ pedagógica busca a incorporação de novas informações à estrutura cognitiva preexistente do leitor, fazendo uso da reconciliação integrativa, da repetição multicontextual e demais princípios e processos ausubelianos. Além de buscar potencializar a aquisição e a retenção de conhecimentos apresentou a integração entre palavras e imagens como estratégia para facilitar o processamento das informações e evitar a sobrecarga cognitiva. O processo criativo para a construção da HQ pedagógica seguiu seis etapas: estruturação da ideia, forma do desenho, estrutura dos quadrinhos, habilidade e superfície. Quanto à forma do desenho, utilizou ilustrações autorais construídas como adaptações indicadas nas referências consultadas, preservando a fidelidade histórica e a clareza didática. Os resultados obtidos sugerem que a HQ pedagógica tem potencial para a promoção de uma aprendizagem significativa e está em consonância com os objetivos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

Palavras-chave: História em quadrinhos; Material Multimodal; Abordagem contextual histórica; Galileu Galilei, Ensino de Ciências.

ABSTRACT

The difficulties students encounter when engaging with original scientific texts, combined with the lack of pedagogical resources specifically designed to mitigate these challenges—particularly those addressing the History of Science—guided the investigations undertaken in this doctoral project. The overarching goal was to develop a theoretical–methodological framework for the production of pedagogical and author-created comics (HQs) that are potentially meaningful, presenting an expository discursive sequence on the life and work of Galileo Galilei and his legacy for modern science, within a contextualized historical approach. The selection of a multimodal narrative genre is supported in science education literature as a strategy and tool capable of promoting the learning of disciplinary knowledge; however, such materials are rarely produced with the explicit aim of functioning as didactic resources or pedagogical comics. To construct an instructional material that integrates verbal, written, and visual language—characteristic features of comics—we established an articulation between Ausubel's Theory of Meaningful Learning (TML) and the Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML), proposing a theoretical–methodological framework that would enable the creation of authorial, contextualized, and potentially meaningful pedagogical comics. To validate this proposed framework, we developed a pedagogical comic focusing on Galileo Galilei's life, scientific contributions, and their role in shaping modern science. The comic's script was informed by a systematic mapping of primary and secondary sources, from which an expository discursive sequence was constructed to explore a historically contextualized narrative. This approach sought to avoid distorted portrayals of the process of knowledge construction and its contributors, instead prioritizing a contemporary perspective on science. The development of the pedagogical comic aimed to incorporate new information into the reader's preexisting cognitive structure, employing integrative reconciliation, multicontextual repetition, and other Ausubelian principles and processes. In addition to enhancing knowledge acquisition and retention, the comic integrated words and images as a strategy to facilitate information processing and prevent cognitive overload. The creative process for constructing the pedagogical comic followed six stages: conceptual structuring, drawing style, panel organization, artistic skill, and surface treatment. Regarding the drawing style, we employed authorial illustrations adapted according to guidance found in the consulted references, ensuring historical fidelity and didactic clarity. The results obtained suggest that the pedagogical comic holds significant potential for fostering meaningful learning and aligns with the objectives outlined in the Brazilian National Common Core Curriculum (BNCC).

Keywords: Comics; Multimodal Material; Historical Contextual Approach; Galileo Galilei; Science Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1: IMAGEM DA AUTORA E ORIENTADORA DESTE TRABALHO NA DEFESA DE MESTRADO, EM 2018. 19

FIGURA 2: COLABORADORES PARA A FORMULAÇÃO DA TEORIA DA RELATIVIDADE RESTRITA. 20

FIGURA 3: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 86 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 34

FIGURA 4: IMAGEM UTILIZADA NAS QUESTÕES 100 E 101 (ANULADA) – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 35

FIGURA 5: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 105 – LINGUAGEM, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 37

FIGURA 6: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 109 – LINGUAGEM, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 38

FIGURA 7: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 45 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 39

FIGURA 8: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 96 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 41

FIGURA 9: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 122 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 42

FIGURA 10: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 43 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 43

FIGURA 11: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 47 - CIÊNCIAS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 44

FIGURA 12: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 86 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 45

FIGURA 13: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 90 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 46

FIGURA 14: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 92 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS (INGLÊS) 47

FIGURA 15: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 95 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS (INGLÊS) 49

FIGURA 16: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 129 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 50

FIGURA 17: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 01 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 51

FIGURA 18: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 04 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 52

FIGURA 19: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 08 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 54

FIGURA 20: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 45 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 55

FIGURA 21: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 80 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 56

FIGURA 22: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 94 DE INGLÊS – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 57

FIGURA 23: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 94 DE ESPANHOL – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 58

FIGURA 24: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 103 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 59

FIGURA 25: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 106 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 60

FIGURA 26: : IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 109 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 62

FIGURA 27: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 13 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 63

FIGURA 28: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 25 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 65

FIGURA 29: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 39 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 66

FIGURA 30: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 95 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS (INGLÊS) 68

FIGURA 31: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 91 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS (ESPANHOL) 69

FIGURA 32: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 110 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 70

FIGURA 33: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 119 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 71

FIGURA 34: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 120 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 72

FIGURA 35: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 128 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 74

FIGURA 36:IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 131 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 75
FIGURA 37: : IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 01 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 76
FIGURA 38: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 05 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 77
FIGURA 39: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 17 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 78
FIGURA 40: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 45 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 80
FIGURA 41: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 40 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 81
FIGURA 42: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 127 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 83
FIGURA 43: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 131 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 84
FIGURA 44: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 04 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 85
FIGURA 45: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 19 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 86
FIGURA 46: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 92 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 87
FIGURA 47: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 46 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 88
FIGURA 48: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 02 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 89
FIGURA 49: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 19 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 91
FIGURA 50: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 25 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 92
FIGURA 51: : IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 05 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 93
FIGURA 52: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 12 - LINGUAGENS CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 95
FIGURA 53: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 30 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 96
FIGURA 54: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 91 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 97
FIGURA 55**:** IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 04 DE INGLÊS - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 98
FIGURA 56: - IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 05 DE INGLÊS – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 99
FIGURA 57: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 13 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 100
FIGURA 58: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 33 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 101
FIGURA 59: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 43 - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 102
FIGURA 60: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 125 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 103
FIGURA 61: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 03 – LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 104
FIGURA 62: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 56 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 106
FIGURA 63: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 05, DE INGLÊS - LINGUAGENS, CÓDIGOS E SUAS TECNOLOGIAS 106
FIGURA 64: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 56 - CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 107
FIGURA 65: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 72 – CIÊNCIAS HUMANAS E SUAS TECNOLOGIAS 109
FIGURA 66: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 111 - CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS 110
FIGURA 67: IMAGEM UTILIZADA NA QUESTÃO 179 – MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS 111
FIGURA 68: REPRESENTAÇÃO DOS PROCESSOS DE INFORMAÇÃO BASEADOS NA TCAM 142
FIGURA 69: DEMONSTRAÇÃO DE UMA SITUAÇÃO VIVENCIADA PELA AUTORA P PARA O INÍCIO DA PESQUISA 146
FIGURA 70: IMAGEM DE ALGUNS PERSONAGENS DA TURMA DA MÔNICA 147
FIGURA 71: DIFERENÇA ENTRE A ESCOLHA DOS TRAÇOS UTILIZADOS EM UM DESENHO 148
FIGURA 72: DIFERENÇA ENTRE IMAGEM REALISTA VERSUS TRAÇOS SIMPLES 149
FIGURA 73: IMAGEM ILUSTRANDO O CONCEITO DE VINHETA 150

Figura 74: representação do tempo na linguagem de quadrinhos 152
Figura 75: figura demonstrando a distância entre as vinhetas para representar a passagem temporal 152
Figura 76: figura demonstrando sensação curta da duração do tempo 153
Figura 77: figura demonstrando sensação longa da duração do tempo 154
Figura 78: figura demonstrando a sequência narrativa com quatro vinhetas 155
Figura 79: exemplo de um estilo de fluxo das vinhetas 156
Figura 80: diferentes tipos de vinhetas que podem ser utilizadas nas histórias em quadrinhos 157
Figura 81: figura utilizada para demonstrar o plano total ou de conjunto 158
Figura 82: figura utilizada para demonstrar o plano médio ou aproximado 159
Figura 83: figura utilizada para demonstrar o plano geral 159
Figura 84: figura utilizada para demonstrar o plano de detalhe ou close-up 160
Figura 85: figura utilizada para demonstrar o plano americano 161
Figura 86: figura ilustrando os tipos de balões de fala que podem ser empregados na linguagem de quadrinhos 163
Figura 87: figura demonstrando o balão de fala simples 164
Figura 88: figura demonstrando duas pessoas falando ao mesmo tempo 165
Figura 89: Figura demonstrando os balões de sussurro e de pensamento 166
Figura 90: figura demonstrando os balões de zig-zag e de personagem fora da cena 167
Figura 91: figura demonstrando fala com pausas 167
Figura 92: máquina simples descrita no livro de Guidobaldo del Monte: (a) alavanca, (b) balança, (c) polias, (d) roda em eixo, (e) cunha e (f) parafuso 180
Figura 93: Galileu demonstrando o uso da luneta aos Senadores de Veneza 187
Figura 94: imagem da primeira luneta construída por Galileu 188
Figura 95: desenho da Lua apresentado por Galileu no Mensageiro das Estrelas 189
Figura 96: disposição dos satélites de Júpiter registrados durantes alguns dias por Galileu Galilei 191
Figura 97: Descrição das fases de Vênus por Galileu 193
Figura 98: representação do sistema desenhado por Tycho Brahe 194
Figura 99: página do livro Sidereus Nuncius, escrito por Galileu Galilei 196
Figura 100: Registros dos desenhos de manchas solares feitos por Scheiner (desenhos na primeira e terceira colunas) e Galileu (desenhos na segunda e quarta colunas) para os dez dias comuns de observação. Observe que alguns dos desenhos de Galileu estão rotacionados para mostrar a mesma orientação dos desenhos de Scheiner. 202
Figura 101: Apresentação do momento histórico/cultural vivenciado por Galileu Galilei 226
Figura 102: Discussão sobre contexto familiar de Galileu Galilei antes e depois da reestruturação 227
Figura 103: representação das fases da vida de Galileu Galilei 230
Figura 104: representação da passagem temporal 230
Figura 105: Galilei conhecendo o engenheiro Guidobaldo del Monte, em sua primeira viajem à Roma 231
Figura 106: Representação das influências externas políticas e religiosas na vida de Galileu Galilei 232
Figura 107: ilustração de um livro didático de Física, apresentando o experimento na torre de Pisa 233
Figura 108: Carta recebida pelo cientista sobre um aparato na Holanda 234

FIGURA 109: DISCUSSÃO DE UMA VISÃO CONTEMPORÂNEA DA CIÊNCIA 235
FIGURA 110: GALILEU PEDINDO PARA QUE SEUS DISCÍPULOS CORTASSEM E POLISSEM AS ESFERAS DE VIDRO 236
FIGURA 111: REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA PLANETÁRIO PROPOSTO POR TYCHO BRAHE 238
FIGURA 112: APRESENTAÇÃO DE PERSONAGENS SECUNDÁRIOS 239
FIGURA 113: RETRATO DE GALILEU E SUA REPRESENTAÇÃO NA VERSÃO DE QUADRINHOS 241
FIGURA 114: RETRATO DE CRISTINA DE LORENA E SUA REPRESENTAÇÃO NA VERSÃO DE QUADRINHOS 242
FIGURA 115: RETRATO DO CARDEAL BELLARMINO E SUA REPRESENTAÇÃO NA VERSÃO DE QUADRINHOS 243
FIGURA 116: REPRESENTAÇÃO DOS JESUÍTAS E SUA IMAGEM 244
FIGURA 117: DESENHO DA FAMÍLIA DE GALILEU GALILEI 245
FIGURA 118: ANOTAÇÕES INICIAIS DE GALILEU GALILEI 246
FIGURA 119: MOMENTO EM DETALHAMOS AS ANOTAÇÕES DE GALILEU GALILEI QUANTO AS LUAS DE JÚPITER 246
FIGURA 120: VERSÃO INICIAL DAS VINHETAS 247
FIGURA 121: REPRESENTAÇÃO DE GALILEU NO MESTRADO VERSUS NO DOUTORADO 248

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: RESULTADO DA PESQUISA REALIZADA NO BANCO DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES 112

QUADRO 2: INDICAÇÃO DO QUANTITATIVO DE ARTIGOS IDENTIFICADOS EM CADA PERIÓDICO 114

QUADRO 3: DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS COGNITIVOS DA APRENDIZAGEM POR MEIO DA TCAM 138

QUADRO 4: CATEGORIZAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DEFORMADAS DA CIÊNCIA 216

QUADRO 5: CARACTERÍSTICAS DESCRITAS COMO ESSENCIAIS EM UM TEXTO HISTÓRICO 218

QUADRO 6: PASSOS DA CRIAÇÃO DE UM ROTEIRO E ELABORAÇÃO DA HISTÓRIA EM QUADRINHOS 220

QUADRO 7: ADAPTAÇÃO DOS PRINCÍPIOS COGNITIVOS DA TAS INTEGRADOS A TCAM NOS QUADRINHOS 223

QUADRO 8: APRESENTAÇÃO DO PROCESSO ESSENCIAL INTEGRADO A APLICAÇÃO DA TAS E TCAM NOS QUADRINHOS 227

QUADRO: 9: DESCRIÇÃO DA INTEGRAÇÃO DAS TEORIAS EM RELAÇÃO AO PROCESSAMENTO GENERATIVO 236

QUADRO 10: DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE PROPOSTA. 285

QUADRO 11: TIPOLOGIAS TEXTUAIS TRABALHAS NA AULA DE PRODUÇÃO E LEITURA DE TEXTO. 286

QUADRO 12: PROPOSTA DE ROTEIRO – INÍCIO. 288

QUADRO 13: PROPOSTA DE ROTEIRO – 2ª PARTE. 289

QUADRO 14: PROPOSTA DO ROTEIRO - FINAL. 291

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TCAM	Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia
HQ´s	História em quadrinhos
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
HFC	História e Filosofia da Ciência
LDB	Leis de Diretrizes e Bases
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
PCN’s	Parâmetros Curriculares Nacionais
MEC	Ministério da Educação
PNBE	Programa Nacional Biblioteca na Escola
PSV	Processo Seletivo Vestibular
PASSE	Programa de Avaliação Seriada Seletiva
FAPEC	Fundação de Apoio à Pesquisa, ao Ensino e à Cultura
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
UEMS	Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
SISU	Sistema de Seleção Unificada
ProUni	Programa Universidade para Todos
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

Sumário

INTRODUÇÃO **21**

CAPÍTULO 1 – HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO OBJETO DE PESQUISA **26**

1.1 Resultados da pesquisa documental 29

1.1.1 Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) 28

1.1.1.1 Análise de HQs utilizadas no ENEM 30

1.1.2. As pesquisas na Área de Ensino 112

1.1.2.1 Teses e dissertações 112

1.1.2.2 Trabalhos publicados em periódicos 113

CAPÍTULO 2 – A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS) **119**

2.1 A aprendizagem significativa na visão de David Ausubel 119

2.2 Teoria da assimilação da aprendizagem e da retenção significativa 120

2.3 A superioridade da aprendizagem e da retenção significativas em relação às correspondentes por memorização 128

2.3.1 A importância da retenção significativa na aprendizagem 128

2.3.2 Fatores motivacionais na aprendizagem significativa 130

2.4 Desenvolvimento e prontidão cognitivos 131

2.5 Organizador avançado 132

CAPÍTULO 3 - TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM) **135**

CAPÍTULO 4 – A LINGUAGEM DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS **143**

4.1 A linguagem das histórias em quadrinhos 144

CAPÍTULO 5 - ABORDAGEM CONTEXTUAL: VIDA E OBRA DE GALILEU GALILEI **168**

5.1 Galileu Galilei 169

5.1 Contexto familiar 170

5.2 O início de uma cátedra: Pisa 176

5.3 De Pisa a Pádua 181

5.4 A luneta e O mensageiro das estrelas 184

5.5 O descontentamento da Igreja Católica 204

5.6 O julgamento de 1616 205

5.6 O Diálogo entre dois mundos 207

5.7 O julgamento de 1633 211

CAPÍTULO 6 - A ELABORAÇÃO DE UM REFERENCIAL TEÓRICO PARA A CONSTRUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS 215

6.1 A construção de um roteiro por meio da abordagem contextual 215

6.2 A integração da Teoria da aprendizagem significativa com a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia. 221

6.3 O processo criativo na elaboração das Histórias em Quadrinhos 239

CAPÍTULO 7 - AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS 249

7.1 As histórias em quadrinhos como resultado do processo criativo 250

CAPÍTULO 8 - APLICAÇÃO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS. 284

8.1 Leitura das histórias em quadrinhos em grupo. 284

8.2 Reelaboração escrita do material multimodal 285

8.3 Reelaboração visual do material multimodal 287

8.4 Proposta de elaboração de Podcast 287

CONSIDERAÇÕES FINAIS 294

REFERÊNCIAS 298

APRESENTAÇÃO

Este trabalho de doutorado é o resultado de uma trajetória que teve início em 2010, ano em que ingressei no curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). Desde então, a elaboração de materiais didáticos voltados ao ensino de Física tem se configurado como uma busca contínua e significativa ao longo da minha formação acadêmico-profissional, refletindo meu compromisso com uma prática pedagógica crítica, criativa e contextualizada.

Considero, portanto, pertinente apresentar brevemente o percurso que antecede e fundamenta a construção deste trabalho. Ainda no primeiro ano da graduação, tive a oportunidade de ingressar como bolsista no Programa de Educação Tutorial (PET), no qual desenvolvíamos projetos de extensão voltados à comunidade. Entre as atividades realizadas, destaca-se a construção de aparatos didáticos de baixo custo, como fornos solares confeccionados com caixas de papelão e espelhos esféricos, promovendo o diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade.

Em 2012, ao concluir minha participação no PET, fui selecionada para integrar o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), sob a coordenação da Profª Drª Nádia, que à época — e atualmente — é minha orientadora nesta pesquisa. No âmbito do PIBID, atuei junto a escolas públicas da cidade de Campo Grande (MS), desenvolvendo e aplicando sequências didáticas, além de participar de oficinas, rodas de conversa e demais atividades de formação inicial e continuada.

Essa vivência foi determinante para minha formação docente, pois possibilitou integrar teoria e prática de maneira crítica e reflexiva. As propostas elaboradas eram analisadas coletivamente, em diálogo com os estudantes, os professores da escola parceira e os demais integrantes do programa. Os resultados obtidos eram socializados em eventos acadêmicos, e muitos dos materiais desenvolvidos nesse período ainda são utilizados por mim em minhas práticas docentes.

Movida pelo interesse nos aspectos históricos e epistemológicos do ensino de Física, decidi realizar meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), em 2015, com foco na análise da abordagem da Teoria da Relatividade Restrita nos livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o triênio 2015–2017 (Silva *et al.*, 2019). A investigação revelou a ausência de uma abordagem histórica

mais consistente, além da presença de equívocos conceituais, evidenciando a necessidade de reelaboração desses materiais.

Como desdobramento natural desse percurso, ingressei, em 2016, no Mestrado em Ensino de Ciências, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências (PPEC/UFMS), conforme ilustrado na Figura 1. Naquele momento, já estava consolidada minha intenção de investigar formas inovadoras de abordar os conhecimentos disciplinares da Física por meio de recursos didáticos que considerassem a historicidade da ciência, os aspectos cognitivos da aprendizagem e a linguagem multimodal como elementos centrais na mediação do conhecimento.

Figura 1: imagem da autora e orientadora deste trabalho na defesa de mestrado, em 2018



Fonte: acervo da orientadora

Durante o mestrado, optei por desenvolver uma pesquisa narrativa, que resultou na produção de um texto histórico sobre a evolução da Teoria da Relatividade Restrita, buscando apresentá-la sob uma perspectiva contemporânea da ciência, conforme os pressupostos de McComas, Almazroa e Clough (1998). Como o mestrado possuía caráter profissional, exigia-se a elaboração de um produto educacional. Inspirada pela criatividade e pelo incentivo constante de minha orientadora, surgiu a proposta de transformar o texto histórico em uma história em quadrinhos.

Foi assim que, com um tablet em mãos e uma ideia em mente, no dia 8 de abril de 2018 — quatro meses antes da qualificação — Galileu Galilei ganhou sua primeira forma gráfica. A partir dele, outros personagens fundamentais para a construção da Física moderna, como Isaac Newton e Albert Einstein, foram integrados à narrativa visual (Figura 2), compondo uma história em quadrinhos com o objetivo de orientar a ação docente no ensino da Teoria da Relatividade Restrita (Silva, 2018).

Figura 2: colaboradores para a formulação da teoria da relatividade restrita



Fonte: Silva, 2018

A aplicação do material foi acompanhada por um instrumento avaliativo composto por um formulário com questões sobre a teoria, validado por cinco professores de Física da rede pública de ensino de Campo Grande (MS). Ainda que os resultados tenham sido positivos, identifiquei uma lacuna importante: a ausência

de um referencial teórico consolidado sobre o uso pedagógico da linguagem dos quadrinhos e diretrizes mais claras sobre sua aplicação em sala de aula.

Diante dessa constatação, decidi dar continuidade à investigação no doutorado, ao qual ingressei em 2020, também pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UFMS (PPEC/UFMS). Nesta nova etapa, estabeleci como objetivo principal a elaboração de um referencial teórico-metodológico que subsidiasse a construção e a utilização de histórias em quadrinhos como recurso didático no ensino de Física — proposta que culmina neste trabalho de doutorado.

Paralelamente à trajetória acadêmica, desde 2016 atuo como professora na educação básica, tanto na rede pública quanto na rede privada, na cidade de Campo Grande (MS), e, desde o início do ano de 2025, em Araçatuba (SP) . Essa experiência tem sido fundamental para consolidar minha identidade docente e validar, na prática cotidiana da sala de aula — meu verdadeiro laboratório —, as teorias, metodologias e propostas construídas ao longo da formação.

INTRODUÇÃO

O uso de materiais multimodais costuma aparecer em livros didáticos sobretudo na forma de ilustrações ou de contextualizações, bem como na elaboração de questões presentes em políticas públicas de avaliação, como o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). A integração de imagens e textos em materiais multimodais, como as histórias em quadrinhos (HQs), exerce, no mínimo, um papel motivacional nos processos de ensino e aprendizagem, ao possibilitar diferentes formas de apresentar uma mesma informação.

Autores como Rama e Vergueiro (2012), Fortuna (2020) e Gomes, Silva e Barbosa (2020) reconhecem as HQs como ferramentas pedagógicas que favorecem a construção de conceitos disciplinares, estimulando o interesse dos estudantes e promovendo sua participação ativa nas práticas educativas, o que pode contribuir significativamente para a aprendizagem. No ensino de Ciências, as HQs têm sido apontadas como recursos com potencial tanto formativo quanto informativo (Caruso e Silveira, 2008; Errobidart e Calheiro, 2019; Avelino e Errobidart, 2020; Avelino e Errobidart, 2023; Silva e Errobidart, 2022), mostrando-se particularmente eficazes na abordagem de conceitos abstratos da Física, como a Teoria da Relatividade Restrita (Silva, 2018).

Quando se trata de conteúdos ligados à História da Ciência (HC), surgem desafios adicionais no uso de textos científicos como material didático, sejam eles fontes primárias ou versões adaptadas para fins pedagógicos (Silva, 2018). Esse processo de transposição didática requer cautela e tem como finalidade “tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas; contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica; e contribuir para a superação do mar de falta de significado nas aulas de ciências” (Matthews, 1995, p. 2).

A pesquisa apresentada nesta tese de doutorado, vinculada à linha de investigação “A construção de conhecimentos em Ciências”, articula saberes de História da Ciência e histórias em quadrinhos, e foi orientada pela seguinte questão norteadora: Como elaborar um material didático multimodal, fundamentado em uma abordagem contextual histórica sobre a vida e a obra de Galileu Galilei e seu legado para a ciência moderna, que seja potencialmente significativo?

A escolha desse personagem histórico se justifica por sua associação direta com a Revolução Científica do século XVI, um período marcado por intensa efervescência artística e intelectual, caracterizado pela ruptura com ideologias de origem divina e pela abertura a novas formas de pensamento e produção do conhecimento.

> Galileu Galilei, está profundamente ligado à essa revolução. Vários outros nomes, porém, contribuíram para que ela se efetivasse: Bacon, Bruno, Copérnico, Campanella, Paracelso, Harvey, Kepler, Descartes, entre muitos outros. Porém, se Galileu não foi o único a questionar as formas de conhecimento vigentes na época, sua contribuição para o nascimento da nova ciência é considerada das mais importantes, senão a mais importante entre todas. Isso porque, foi ele o primeiro a formular o método experimental, o primeiro a formular o problema crítico do conhecimento (Moraes; Frota, 2000, p. 4).

Na pesquisa do curso de mestrado, Galileu Galilei foi um dos personagens da abordagem contextual histórica elaborada por Silva (2015) para discutir a TRR, utilizando a linguagem de quadrinhos seguindo as orientações de Rama e Vergueiro (2012). Uma das conclusões da pesquisa foi: a ausência de um referencial teórico metodológico específico para a produção de histórias em quadrinhos, relacionando conhecimentos disciplinares escolares, conhecimentos específicos de linguagem de quadrinhos e de referenciais de aprendizagem.

No decorrer do mestrado e colaborações no contexto de projetos do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências, identificamos as dificuldades para produção autoral de quadrinhos como material pedagógico, com potencial para formar e informar. A ausência de um referencial pedagógico específico para integração de linguagem verbal (oral ou escrita) e visual foi o que resultou na proposição da tese que orientou a pesquisa desenvolvida no curso de doutorado: a produção autoral de quadrinhos como material pedagógico é possível pela integração de conhecimentos disciplinares escolares, conhecimentos específicos de linguagem de quadrinhos e de referenciais de aprendizagem.

Partimos da hipótese de que a integração de princípios e processos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) com princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) resulta em um referencial pedagógico teórico-metodológico para construção de HQ pedagógica, potencialmente significativa.

Estabelecemos como objetivo geral: Desenvolver uma proposta de referencial teórico-metodológico para produção de Histórias em Quadrinhos pedagógicas e

autoral, que sejam potencialmente significativas, apresentando uma sequência discursiva expositiva sobre a vida e obra de Galileu Galilei e seu legado para a ciência moderna, contemplando uma abordagem contextual histórica.

Para atingir este objetivo será necessário:

- Mapear e analisar produções acadêmicas relacionadas ao uso de histórias em quadrinhos no ensino de Ciências, utilizando como fonte de pesquisa o Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações (BDTD) e periódicos da área de Ensino, indicados como os mais relevantes pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (A1 e A2)
- Caracterizar o contexto histórico, social, político e religioso do período em que Galileu Galilei viveu para identificar possíveis influências sobre sua vida e obra, utilizando fontes primárias e secundárias de informações.
- Estabelecer uma proposta de integração dos princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) com os da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM) para utilizar como fundamentação teórica-metodológica para a construção de Histórias em quadrinhos autorais.
- Validar uma proposta de HQ pedagógica autoral explorando a abordagem contextual histórica e a linguagem multimodal de histórias em quadrinho.

O Capítulo 1 apresenta os resultados de uma pesquisa documental e bibliográfica sobre o uso da linguagem dos quadrinhos — incluindo tirinhas, charges e cartuns — nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), no período de 2013 a 2023. Também são apresentados dados sobre pesquisas envolvendo HQs na área de ensino, com o objetivo de justificar a relevância desta investigação.

No Capítulo 2, discutem-se os pressupostos teóricos que fundamentam a aprendizagem com retenção de significados, conforme proposto por Ausubel (2003). Já no Capítulo 3, aborda-se a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, desenvolvida por Mayer e colaboradores (1998).

O Capítulo 4 apresenta os pressupostos da linguagem dos quadrinhos, com base nas contribuições de Rama e Vergueiro (2008) e de McCloud (1995, 2008).

No Capítulo 5, desenvolve-se uma pesquisa narrativa de natureza qualitativa e interpretativa, estruturada a partir da coleta, organização e análise de dados históricos provenientes de fontes primárias e secundárias, tais como textos biográficos, autobiografias, cartas, documentos históricos e publicações científicas. O objetivo é

construir uma narrativa coerente e significativa sobre a vida e a obra de um personagem — neste caso, o cientista Galileu Galilei — considerando não apenas suas contribuições científicas, mas também os contextos históricos, culturais, econômicos, sociais, religiosos e políticos que marcaram sua trajetória. Ressalta-se, contudo, a necessidade de cautela na seleção das fontes, a fim de evitar visões distorcidas da ciência (Gil-Perez et al., 2001).

Com base na pesquisa narrativa desenvolvida e nos referenciais teóricos discutidos nos capítulos anteriores, o Capítulo 6 apresenta a proposta central desta tese: a elaboração de um referencial pedagógico para a criação de HQs com finalidade didática. Essa proposta busca integrar, de forma sistemática, elementos da História da Ciência, da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) e da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), oferecendo aos professores um referencial teórico metodológico consistente para a construção de materiais mais atrativos, contextualizados e significativos.

Nesse capítulo, detalham-se os primeiros passos para a elaboração do roteiro da HQ pedagógica, fundamentado na abordagem contextual histórica da ciência e nas contribuições de Gil-Pérez et al. (2001), que identificam sete concepções deformadas frequentemente presentes em materiais didáticos e na prática docente quando a ciência é apresentada de forma simplificada ou descontextualizada.

Também são discutidos os aspectos do processo criativo envolvidos na produção das histórias em quadrinhos, fortemente influenciado pela observação de estilos e traços de outros artistas. Essa inspiração inicial funcionou como ponto de partida para a construção de um traçado autoral, pensado como marca visual identificável em trabalhos futuros. A busca por um estilo próprio não teve apenas finalidade estética, mas também pedagógica, uma vez que o objetivo foi desenvolver uma linguagem visual acessível, coerente com o público-alvo e com potencial para favorecer a compreensão dos conhecimentos científicos escolares. Após a definição do estilo, a criação artística dos personagens baseou-se em pesquisas documentais, utilizadas como inspiração para o desenho de cada figura da narrativa.

O Capítulo 7 é dedicado à HQ pedagógica potencialmente significativa. A produção visual foi realizada digitalmente, utilizando o aplicativo Sketchbook, com foco na representação contextualizada da trajetória de Galileu Galilei, personagem central da narrativa. O material discute aspectos históricos, filosóficos, sociais e religiosos que influenciaram sua prática científica. A estrutura da HQ foi planejada

para favorecer o engajamento e a compreensão dos estudantes: inicia-se com a apresentação dos personagens, segue uma linha cronológica marcada visualmente pela passagem do tempo e tem como propósito atuar como organizador avançado nas aulas de Física, especialmente nos conteúdos escolares de Gravitação Universal.

Por fim, o Capítulo 8 apresenta e discute possibilidades de aplicação da HQ pedagógica, cujo uso depende da criatividade do professor e do engajamento dos estudantes.

CAPÍTULO 1 – HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO OBJETO DE PESQUISA

O uso de histórias em quadrinhos (HQs) no ensino de Ciências — e na educação de forma geral — tem ganhado destaque, impulsionado tanto pela popularidade desse tipo de linguagem quanto pelas múltiplas possibilidades de aplicação pedagógica. Por combinar imagens, textos e elementos gráficos, as HQs configuram um material multimodal que se revela especialmente valioso para professores que lidam com conteúdos escolares abstratos ou de difícil compreensão.

A estrutura narrativa possibilitada por essa linguagem multimodal favorece estudos em diferentes campos do conhecimento. Segundo Pires (2025, p. 9), uma HQ pode "[...] articular temas complexos, mobilizando questões profundas que atravessam fronteiras culturais, linguísticas, sociais e políticas". Ao transpor essas fronteiras, pesquisadores e professoras-pesquisadoras assumem uma postura interdisciplinar, na medida em que a articulação entre imagens e textos em cada quadrinho implica a construção de sentidos discursivos que vão além da integração de aspectos meramente estéticos ou narrativos.

Assim como a autora, consideramos que a compreensão de uma HQ:

> [...] exclusivamente por seus aspectos estéticos ou narrativos seria limitar seu potencial. Os quadrinhos são dispositivos discursivos poderosos, que participam ativamente da construção de imaginários, identidades e representações sociais. São também ferramentas didáticas e pedagógicas, com enorme potencial formativo, tanto na sala de aula quanto na esfera pública mais ampla (Pires, 2005, p.9).

O reconhecimento das histórias em quadrinhos como recurso didático e pedagógico é ainda tímido na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017). O termo "História em quadrinhos" aparece em cinco menções, todas relacionadas ao ensino fundamental; "quadrinhos", em 12 menções; e "HQ", seis vezes, sendo, respectivamente, uma e duas indicações no ensino médio. Todas as ocorrências referem-se ao uso desse dispositivo discursivo na área de Linguagens e suas Tecnologias.

Considerando a influência de diretrizes oficiais como a BNCC em diferentes esferas da sociedade e da educação, incluindo a produção de materiais didáticos, buscou-se informações sobre o Decreto nº 12.021/2024, que alterou o Decreto nº

9.099/2017, o qual listava os objetivos do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). O novo decreto reafirma o compromisso em:

> [...] aprimorar o processo de ensino e aprendizagem nas escolas públicas de educação básica, com a consequente melhoria da qualidade da educação; garantir o padrão de qualidade do material de apoio à prática educativa utilizado nas escolas públicas de educação básica; democratizar o acesso às fontes de informação e cultura; fomentar a leitura e o estímulo à atitude investigativa dos estudantes; apoiar a atualização, a autonomia e o desenvolvimento profissional do professor; e apoiar a implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017[1], p.4).

Considerando o período de desenvolvimento desta pesquisa de doutorado, foram analisados os Guias Digitais do PNLD 2021 – Ensino Médio e do PNLD 2024 – Ensino Fundamental, buscando menções ao uso de HQs nas obras aprovadas para seleção pelos professores. No PNLD 2021, identificaram-se duas indicações, sendo uma em Biologia e outra em História. No PNLD 2024, observaram-se 18 menções ao termo “quadrinhos”, das quais apenas cinco estavam vinculadas a livros da área de Ciências. Já no Guia Digital do PNLD 2026, referente às obras didáticas do Ensino Médio, constatou-se uma menção em um livro da área de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas e outras quatro em uma coleção da área de Linguagens e suas Tecnologias.

Não são apresentados resultados da análise das HQs presentes na textualização do conhecimento disciplinar, pois, assim como Souza e Vianna (2020), verificamos que elas são predominantemente utilizadas como ilustrações, e não como uma forma de linguagem para veicular conteúdos escolares. Nenhuma das HQs analisadas constitui trabalho autoral elaborado com finalidade pedagógica específica, conforme constatado por Souza e Vianna ao examinarem 14 coleções, totalizando 42 obras de conhecimento disciplinar escolar de Física do PNLD 2015. Os autores concluíram que o uso das HQs se restringe a “[...] elementos de articulação das questões reflexivas em que os autores convidam os leitores a fazer”, sendo que apenas dez tirinhas desempenharam “a função explicativa” (Souza e Vianna, 2020, p. 144).

Quanto à inserção das HQs na textualização, um dos autores de uma das obras analisadas relatou que é possível “[...] reproduzir uma questão de vestibular com a

[1] BRASIL. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Brasília, DF: Presidência da República, 18 jul. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9099.htm. Acesso em: 10 out. 2025.

imagem sem pagar por ela", mas que sua utilização no livro sem a questão implica "[...] pagar pelos direitos autorais" (Souza e Vianna, 2020, p. 147).

Tais resultados nos levaram a duas questões: Como as HQ são utilizadas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), aplicado aos estudantes que concluíram o 3º ano do Ensino Médio e que desde sua instituição em 1998, vem substituindo os vestibulares, estão empregando HQ nas questões? Como os pesquisadores da área de ensino avaliam o emprego de HQ como recurso pedagógico?

Buscando respostas para estas questões apresentamos os resultados das investigações realizadas no decorrer da pesquisa de doutorado.

1.1 Resultados da pesquisa documental

1.1.1 Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)

O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) ganhou relevância a partir de 2009, quando suas notas passaram a ser utilizadas como critério de ingresso em instituições de ensino superior, por meio do Sistema de Seleção Unificada (SISU) e do Programa Universidade para Todos (ProUni). Qualquer pessoa que tenha concluído o Ensino Médio pode realizar a prova, independentemente do ano de conclusão, concorrendo a vagas em diversas universidades brasileiras, como a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, por exemplo.

Atualmente, a aplicação do exame ocorre em dois dias, avaliando os participantes em quatro áreas de conhecimento: Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias. No primeiro dia, são aplicadas as provas das duas primeiras áreas, juntamente com a redação dissertativo-argumentativa, elaborada a partir de uma situação-problema. No segundo dia, os candidatos realizam as provas das duas últimas áreas, totalizando 180 questões objetivas.

Para a aplicação do exame, são impressos quatro cadernos regulares, identificados pelas cores amarelo, cinza, azul e rosa. Essa diferenciação cromática tem o objetivo de evitar fraudes, pois, embora as questões sejam iguais, a ordem delas varia entre os cadernos, de modo que candidatos próximos não recebam cores idênticas. Além dos cadernos regulares, também são produzidos os cadernos laranja (para provas em braile) e roxo (para provas em Libras).

A prova é baseada em uma matriz de referência, no qual possui eixos cognitivos comuns a todas as áreas do conhecimento, e, específicas de cada área, no qual descrevem habilidades específicas em cada disciplina que compõem a área (Física, Química e Biologia). Em relação à matriz comum, tem-se:

> I. Dominar linguagens (DL): dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica e das línguas espanhola e inglesa. II. Compreender fenômenos (CF): construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos históricogeográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas. III. Enfrentar situações-problema (SP): selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema. IV. Construir argumentação (CA): relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente. V. Elaborar propostas (EP): recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural (Brasil, 2009, pag. 1).

A matriz específica da área do conhecimento de Ciências da Natureza e suas tecnologias, tem oito competências e 30 habilidades que os estudantes precisam alcançar nas áreas de Física, Química e Biologia, podendo ser direcionadas por disciplina, ou, relacionadas de forma interdisciplinar. Nesta matriz, destacamos a seguinte competência:

> I. Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade. II. Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos. (Brasil, 2009, pag. 8)

Em relação às competências exigidas nas provas do ENEM, destaca-se, na área de Ciências da Natureza, a habilidade H3: “Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas” (Brasil, 2009, p. 8). Essa habilidade permite a elaboração de questões ancoradas na linguagem das histórias em quadrinhos, possibilitando a representação contextualizada de aspectos históricos e culturais por meio de imagens e narrativas visuais. Tal abordagem contribui para evitar interpretações baseadas no senso comum, especialmente em tópicos relacionados à História da Ciência, conforme discutido por McComas, Almazroa e Clough (1998). Por meio das HQs, é possível abordar questões de natureza social, política, religiosa, tecnológica, entre outras,

promovendo uma perspectiva interdisciplinar que integra conhecimentos disciplinares escolares de áreas como Biologia e Química.

Além disso, a Competência V da mesma área visa “entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos” (Brasil, 2009, p. 9). Dentro dessa competência, destaca-se a habilidade H17: “Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica” (Brasil, 2009, p. 9). Essa habilidade é plenamente compatível com o uso da linguagem das HQs em avaliações, permitindo que as vinhetas funcionem como recursos didáticos capazes de valorizar e mobilizar o conhecimento prévio dos estudantes.

Em decorrência dessas diretrizes, observa-se a presença frequente de gráficos, tabelas, esquemas e imagens em todas as edições do ENEM, conforme disponibilizado no site oficial do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), órgão responsável pela aplicação do exame. Essa prática não apenas enriquece a qualidade das avaliações, como também estimula a leitura crítica, a competência interpretativa e a aplicação significativa do conhecimento científico em diferentes contextos.

1.1.1.1 Análise de HQs utilizadas no ENEM

Com o objetivo de mapear o uso da linguagem das histórias em quadrinhos — incluindo tirinhas, charges e cartuns — nas provas do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), realizamos uma análise dos cadernos de questões aplicados no período de 2009 a 2023. Observou-se que, até 2017, a sequência de aplicação das áreas de conhecimento seguia a ordem: Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias; e Matemática e suas Tecnologias. A partir de 2018, a estrutura foi reorganizada, passando o primeiro dia de prova a contemplar as áreas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, Ciências Humanas e suas Tecnologias, além da Redação; enquanto o segundo dia passou a ser destinado às provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias e Matemática e suas Tecnologias.

Como resultado dessa investigação, foram identificadas 66 questões que fazem uso da linguagem de quadrinhos, nas formas de tirinhas, charges e cartuns. Esses

dados estão sistematizados no quadro a seguir, organizado em ordem crescente de ocorrência ao longo dos anos.

Tabela 1: Quantitativo de tirinhas e charges encontradas no ENEM

Quantitativo de tirinhas – Exame Nacional do Ensino Médio					
Área/ ano	**Ciências humanas e suas tecnologias (Questões 01 a 45)**	**Ciências da natureza e suas tecnologias (Questões 46 a 90)**	**Linguagens, códigos e suas tecnologias (Questões 91 a 135)**	**Matemática e suas tecnologias (136 a 180)**	**Total por edição**
2009		86	100 – 101, 105, 109		4
2010	45		96, 122		3
2011	43	47, 86, 90	92 e 95 (Inglês) 129		7
2012	1, 4, 8, 45	80	94 (Inglês) 94 (Espanhol) 103, 106, 109		10
2013	13, 25, 39		95 (inglês), 91 (espanhol), 109, 110, 119, 120, 128, 131		11
2014	01, 05, 17, 45	82	127, 131		7
2015	04, 19		92		3
2016	22				1
2017					0
Área/ ano	**Linguagens, códigos e suas tecnologias (Questões 1 a 45)**	**Ciências humanas e suas tecnologias (Questões 46 a 90)**	**Ciências da natureza e suas tecnologias (Questões 91 a 135)**	**Matemática e suas tecnologias (136 a 180)**	
2018	02, 19, 25				3
2019	05, 12				2
2020	04, 30		91		3
2021	05, 13, 33, 43		125		5
2022	03	56			2
2023	05	56 e 72	111	179	5
Total de tirinhas/charge encontradas no ENEM (2023 – 2013)					**66**

Fonte: a autora

A seguir, apresentamos os quadrinhos identificados em cada questão, organizados de acordo com sua área de concentração. Para padronização da análise, optou-se pelo uso do caderno azul do ENEM. Iniciamos pela área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Para cada questão selecionada, descrevemos o enunciado e as alternativas, além de analisar o emprego da linguagem dos quadrinhos nas imagens, conforme os critérios estabelecidos no Capítulo 4 deste trabalho. Entre os aspectos observados, destacam-se o tipo de fonte utilizada (com ou sem serifa), a

integração dos balões de fala com os personagens e os elementos visuais mobilizados para construir o significado da narrativa.

Na edição de 2009, identificamos quatro questões que fazem uso de elementos da linguagem dos quadrinhos.

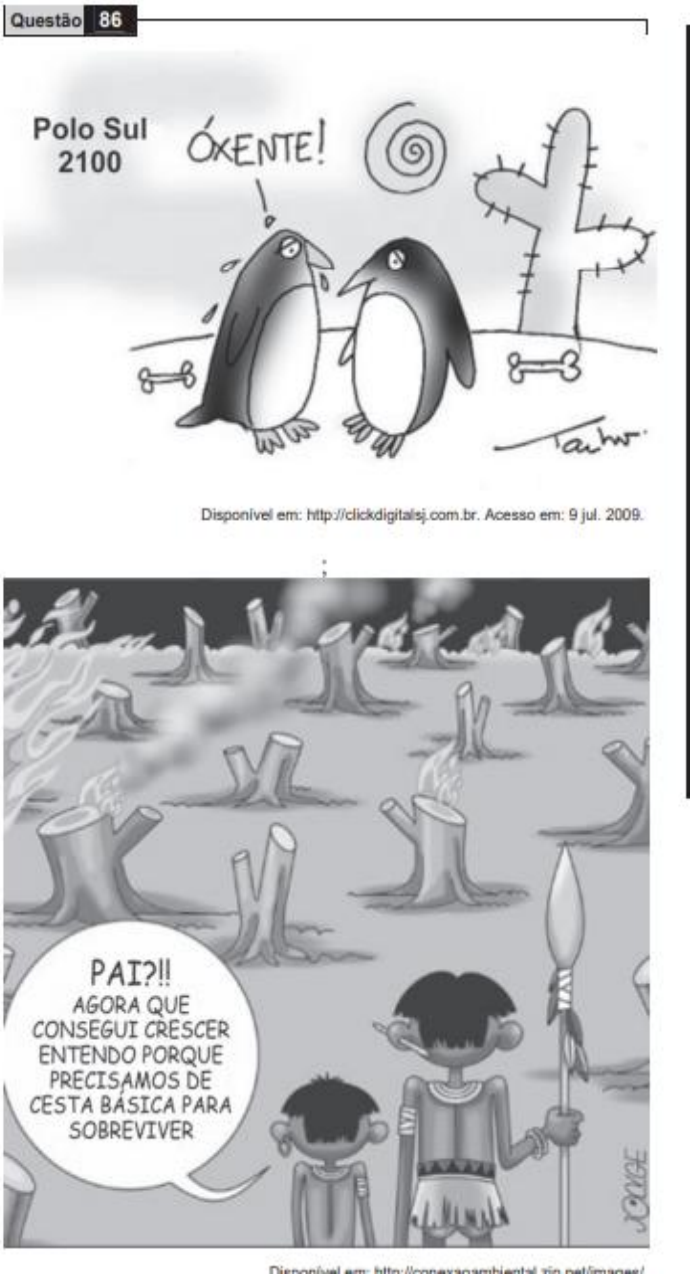
Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, presenta elementos visuais e narrativos que articulam conceitos científicos, sociais e culturais, permitindo uma abordagem interdisciplinar e contextualizada do tema das mudanças climáticas. A primeira vinheta mostra dois pinguins em um cenário do Polo Sul, no ano de 2100, ao lado de um cacto típico do bioma da caatinga, acompanhado da expressão regional “Óxente!”. Esse deslocamento climático extremo funciona simultaneamente como recurso humorístico e como representação simbólica dos efeitos do aquecimento global, indicando a ruptura nos padrões naturais e a alteração dos ecossistemas.

A segunda vinheta apresenta o diálogo entre pai e filho, que evidencia a necessidade de recorrer a recursos externos para sobreviver em um ambiente devastado. A paisagem árida ao fundo reforça a narrativa visual, sinalizando a degradação ambiental e a vulnerabilidade dos ecossistemas. Esses elementos demonstram como a charge integra contextos históricos, sociais e ambientais, permitindo que o estudante compreenda o impacto das mudanças climáticas de forma significativa e crítica.

Do ponto de vista pedagógico, a charge atua como um organizador avançado, conforme preconizado pela Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003). A vinheta mobiliza conhecimentos prévios sobre clima, animais e biomas, facilitando a compreensão de conceitos científicos abstratos, como o aquecimento global, e promovendo a reflexão sobre a necessidade de preservação ambiental. Além disso, a inclusão de elementos culturais, como a expressão “Óxente!”, aproxima o conteúdo do cotidiano dos estudantes, reforçando a contextualização e a relevância da aprendizagem.

Os recursos gráficos — balões de fala, expressões faciais, cores e composição espacial — ampliam o potencial comunicativo da charge, permitindo que os elementos visuais e textuais se complementem para transmitir o significado científico. Essa articulação visual-textual é compatível com os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (Mayer, 1998), que destaca a importância da integração de palavras e imagens para facilitar a retenção de informações e evitar sobrecarga cognitiva.

Figura 3: imagem utilizada na questão 86 – Ciências da Natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2009

Para responder adequadamente a esta questão, é necessário compreender que a destruição das florestas tropicais tem repercussões globais, afetando diretamente diversos ecossistemas ao redor do mundo. Essa destruição contribui para o aumento da temperatura, o que é refletido na situação dos pinguins, que enfrentam as consequências do aquecimento global. Assim, a vinheta não apenas ilustra o conteúdo científico, mas promove reflexão, interpretação crítica e engajamento, evidenciando o potencial pedagógico das histórias em quadrinhos na educação científica.

Na área de Linguagens, códigos e suas tecnologias, encontramos três questões utilizando imagens. Destas, duas questões,100 e 101 (esta última, anulada por conter duas alternativas corretas) utilizam como base a mesma tirinha, apresentada na figura 4.

Figura 4: imagem utilizada nas questões 100 e 101 (anulada) – Linguagens, códigos e suas tecnologias

Texto para as questões 100 e 101



XAVIER, C. **Quadrinho quadrado**. Disponível em: http://www.releituras.com. Acesso em: 5 jul. 2009.

Fonte: ENEM, 2009

A tirinha apresenta três vinhetas que articulam elementos visuais e textuais para transmitir o estado emocional do escritor e seu processo de produção literária. Na primeira vinheta, um repórter questiona Borges sobre a motivação para publicar seu livro. O destaque está na expressão facial de Borges, que aparece sereno, em contraste com a postura do repórter, indicando o papel de mediador da informação. O balão de fala do repórter serve para contextualizar a situação e apresentar o enquadramento inicial da narrativa.

Na segunda vinheta, a resposta do escritor revela-se intensa e expressiva, com gestos amplos, rosto exagerado e letras em maiúsculas para enfatizar as palavras “parar” e “escrevê-lo”. Esses recursos visuais reforçam o sentimento de frustração e

exaustão, transmitido ao leitor de forma imediata e compreensível. A integração entre texto e imagem evidencia como os quadrinhos permitem a representação de nuances emocionais que seriam difíceis de transmitir apenas com palavras.

Na terceira vinheta, a sobrecarga de verbos relacionados à escrita — “escrever, reescrever, revisar, acrescentar, suprimir, consertar palavrinhas” — combinada à postura desesperada do escritor, reforça o cansaço extremo e a tensão do processo criativo. O espaço ocupado pelo texto, visualmente expandido na vinheta, e a repetição de palavras ampliam a sensação de intensidade e prolongamento do esforço narrado, transformando a experiência do leitor em uma vivência quase sensorial do estado do personagem.

Do ponto de vista pedagógico, a tirinha exige do estudante a interpretação integrada de imagem e texto, mobilizando competências de leitura crítica, percepção de expressões emocionais e análise de linguagem multimodal. A sequência das vinhetas também ilustra como a narrativa visual dos quadrinhos pode transmitir temporalidade, causalidade e intensidade emocional de forma eficiente, promovendo aprendizagem significativa, conforme os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2003) e da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (Mayer, 1998).

A questão 105, representada na figura 5, é composta por três vinhetas que mostram um diálogo entre três personagens. Na primeira vinheta, um dos personagens menciona a linguagem de programação HTML. Na segunda vinheta, ao serem questionados sobre como o HTML estaria, ele responde utilizando a própria linguagem de programação, deixando os demais personagens sem reação, como se observa na terceira vinheta.

Para responder a esta questão, o candidato precisa compreender a linguagem dos quadrinhos e seu gênero textual, percebendo que os textos nos balões simulam uma conversação face a face. Assim, o uso de uma linguagem coloquial é combinado com humor, ao integrar a linguagem de programação HTML com a linguagem típica dos quadrinhos. Essa mistura cria confusão e humor na conversa entre os personagens.

Figura 5**:** imagem utilizada na questão 105 – Linguagem, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2009

A questão 109, apresentada na Figura 6, utiliza tiras dos quadrinhos Hägar, o Horrível, criadas por Browne, como recurso textual e visual. Nessa questão, observa-se a presença dos personagens Hägar e seus companheiros em um barco viking. Na primeira vinheta, o enquadramento destaca Hägar em primeiro plano, enquanto, nas vinhetas seguintes, o foco se amplia, revelando o barco parcialmente afundado, indicando que ele está furado e fazendo água.

A compreensão da situação cômica proposta pela tira depende não apenas da interpretação da linguagem visual, mas também do domínio dos tempos verbais e do uso adequado da norma-padrão da língua portuguesa. O humor da cena está relacionado ao uso incorreto de um tempo verbal na fala de uma das personagens. De acordo com a norma-padrão, a forma verbal correta seria *"Pensei que você tivesse consertado"*, e não *"Pensei que você tinha consertado"*.

Assim, a questão avalia a capacidade do candidato de articular os elementos textuais e visuais do gênero história em quadrinhos com o conhecimento linguístico, interpretando o enredo e reconhecendo a correção gramatical exigida pela norma culta.

Figura 6: imagem utilizada na questão 109 – Linguagem, códigos e suas tecnologias



BROWNE, C. Hagar, o horrível. **Jornal O GLOBO**, Segundo Caderno. 20 fev. 2009.

Fonte: ENEM, 2009

Em relação a linguagem de quadrinhos, destacamos o uso adequado da fonte e dos balões de fala. Na primeira vinheta, o segundo balão da fala indica que o personagem que conversa com Hagar não está na vinheta, mas sim, complementa o plano geral, apresentado na segunda vinheta, e assim, a finalização de sua fala.

Portanto, além do aspecto humorístico, a tirinha possibilita uma reflexão sobre o uso correto dos tempos verbais na norma-padrão, articulando leitura, interpretação e gramática de forma contextualizada e significativa.

Não encontramos questões utilizando tirinhas, charges ou cartuns nas áreas de Ciências humanas e suas tecnologias, e, na área de Matemática e suas tecnologias.

No exame do ENEM aplicado em 2010, foram identificadas três questões que utilizaram a linguagem dos quadrinhos: duas na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e uma em Ciências Humanas e suas Tecnologias.

A questão 45 (Figura 7) apresenta uma tirinha da personagem Mafalda e seus amigos, que aparecem em uma fila para receber uma vacina aplicada por uma enfermeira. O conteúdo da tirinha gira em torno de uma suposta “vacina contra o despotismo”, utilizada como metáfora crítica e reflexiva. Nesse contexto, a charge propõe uma reflexão sobre a importância da vacinação simbólica contra atitudes autoritárias, ou seja, da necessidade de uma sociedade imunizada contra práticas políticas que ameacem a democracia.

Assim, em um contexto democrático, essa “vacina” teria como propósito evitar a escolha de governantes autoritários, promovendo uma cidadania crítica e consciente, capaz de reconhecer e resistir a posturas despóticas que ferem os princípios da liberdade e da participação política.

Figura 7: imagem utilizada na questão 45 – Ciências humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2010

As tirinhas da Mafalda, elaboradas por Quino[2], são conhecidas por realizar críticas à problemas sociais, educacionais, políticos e ambientais, principalmente

[2] Joaquin Salvador Lavado, conhecido como Quino, nasceu em 17 de julho de 1932, na Argentina. Em 1960, criou a personagem Mafalda com o objetivo de propagandear o lançamento de uma linha de eletrodoméstico, cujo nome foi inspirado na marca Mansfield. No entanto, como o projeto

sobre assuntos polêmicos relacionados a sua época de criação, em 1960. Por conta disto, se tornou um símbolo da justiça, educação e liberdade, sendo amplamente empregada em provas, concursos e exames.

Para responder a essa questão, o estudante precisa compreender o significado da palavra despotismo, que se refere a uma forma de governo em que uma única pessoa detém o poder, em contraste com a democracia, baseada em um sistema político no qual o poder pertence ao povo. Dessa forma, compreender o conceito de despotismo é essencial para interpretar a crítica implícita na tirinha, que contrapõe o autoritarismo à participação democrática.

Ao analisar a linguagem dos quadrinhos, observa-se que o balão de fala apresenta uma frase escrita em caixa alta e sem serifa, características típicas desse gênero textual, que visam facilitar a leitura e destacar o conteúdo verbal.

A questão 96 (Figura 8), por sua vez, apresenta uma tirinha em que um avô e seu neto visitam um museu e observam uma árvore dentro de uma caixa de vidro. A proposta da questão solicita que o candidato identifique o tipo de linguagem oral utilizada pelos personagens. Nesse caso, reconhece-se o uso da linguagem informal, evidenciada pela substituição da forma padrão “está” pela forma reduzida “tá”, recurso comum na oralidade cotidiana e frequentemente representado nos quadrinhos para conferir realismo e espontaneidade ao diálogo.

A tirinha de Bessinha apresenta uma crítica ambiental contundente, utilizando o humor e a ironia para alertar sobre os riscos do desmatamento e da perda da biodiversidade. Por meio da linguagem simples e cotidiana, a autora evidencia um futuro em que a natureza deixa de ser parte da vida e passa a ser apenas uma memória histórica.

não aconteceu, Quino começou seus esboços com a personagem, e, entre 1964 e 1973, lançou três publicações: Primeira plana, El Mundo e Siete Días Ilustrados. O cartunista faleceu em 30 de setembro de 2020. Fonte: Hopstein, G. Quino. Disponível em: https://sites.usp.br/portalatinoamericano/espanol-quino. Portal contemporâneo da América Latina e Caribe. Acesso em 10 de dezembro de 2024.

Figura 8: imagem utilizada na questão 96 – Linguagens, códigos e suas tecnologias

Questão 96



BESSINHA. Disponível em: http://pattindica.files.wordpress.com/2009/06/bessinha458904-jpg-image_1245119001858.jpeg (adaptado).

Fonte: ENEM, 2010

A linguagem dos quadrinhos também segue as indicações propostas por Vergueiro e Rama (2008). Embora a tirinha não apresente balões de fala, é possível identificar a delimitação do espaço destinado às letras, com o uso de uma fonte adequada e de fácil leitura, além da disposição textual que segue a ordem convencional de leitura — da esquerda para a direita e de cima para baixo.

A questão 122, apresentada na Figura 9, exige do candidato a habilidade de analisar textos verbais e não verbais, uma vez que a tirinha constrói sua narrativa essencialmente por meio de imagens, dispensando o uso de legendas ou falas. Nesse caso, o elemento visual — representado pela fumaça — desempenha o papel central

na comunicação da mensagem, substituindo a linguagem verbal e exigindo do leitor uma interpretação inferencial e simbólica.

Figura 9: imagem utilizada na questão 122 – Linguagens, códigos e suas tecnologias

Questão 122

Texto I

O chamado "fumante passivo" é aquele indivíduo que não fuma, mas acaba respirando a fumaça dos cigarros fumados ao seu redor. Até hoje, discutem-se muito os efeitos do fumo passivo, mas uma coisa é certa: quem não fuma não é obrigado a respirar a fumaça dos outros.

O fumo passivo é um problema de saúde pública em todos os países do mundo. Na Europa, estima-se que 79% das pessoas estão expostas à fumaça "de segunda mão", enquanto, nos Estados Unidos, 88% dos não fumantes acabam fumando passivamente. A Sociedade do Câncer da Nova Zelândia informa que o fumo passivo é a terceira entre as principais causas de morte no país, depois do fumo ativo e do uso de álcool.

Disponível em: www.terra.com.br. Acesso em: 27 abr. 2010 (fragmento).

Texto II



Disponível em:http://rickjaimecomics.blogspot.com. Acesso em: 27 abr.2010.

Fonte: ENEM, 2010

Por conta disso, no Texto I, é ressaltada a questão do fumo passivo, ou seja, pessoas não fumantes que inalam a fumaça do cigarro de fumantes, sem intenção.

Ao finalizar a edição de 2010, foi sinalizada a ausência de tirinhas, cartuns ou charges nas áreas de Ciências da Natureza e suas tecnologias, assim como na área

de Matemática e suas tecnologias. Na edição de 2011, encontramos sete questões, sendo uma na área de Ciências humanas e suas tecnologias e três na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, e três na área de Linguagens, códigos e suas tecnologias (sendo duas na área de Inglês).

A primeira questão desta edição, 43, figura 10, emprega uma charge, elaborada por Leônidas, publicada no jornal O malho, em 24 de outubro 1904. Na imagem, observamos dois grupos em conflito, no que parece ser uma manifestação de rua.

Figura 10: imagem utilizada na questão 43 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 43



Charge capa da revista "O Malho", de 1904. Disponível em: http://1.bp.blogspot.com.

Fonte: ENEM, 2011

Para responder a esta questão, o estudante precisa analisar a imagem e relacioná-la a conhecimentos históricos sobre os acontecimentos nas ruas do Rio de Janeiro daquela época, quando ocorreu um caos generalizado — conhecido como Revolta da Vacina — após o governo anunciar a obrigatoriedade da vacinação contra a varíola. A medida foi rejeitada pela população, resultando em manifestações já no dia seguinte à publicação da charge no jornal (Gomes, 2021).

Em relação à linguagem das histórias em quadrinhos, destaca-se o excesso de informações na imagem, o que pode torná-la confusa em uma primeira visualização. Uma forma de amenizar esse problema, considerando o princípio da coerência e o processamento estranho descrito no capítulo 3, seria aumentar o tamanho da vinheta e o espaço entre os desenhos.

A questão 47, ilustrada na figura 11, utiliza uma tirinha para representar uma situação hipotética de cadeia alimentar.

Figura 11: imagem utilizada na questão 47 - Ciências, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 47

Os personagens da figura estão representando uma situação hipotética de cadeia alimentar.



Disponível em: http://www.cienciasgaspar.blogspot.com.

Fonte: ENEM, 2011

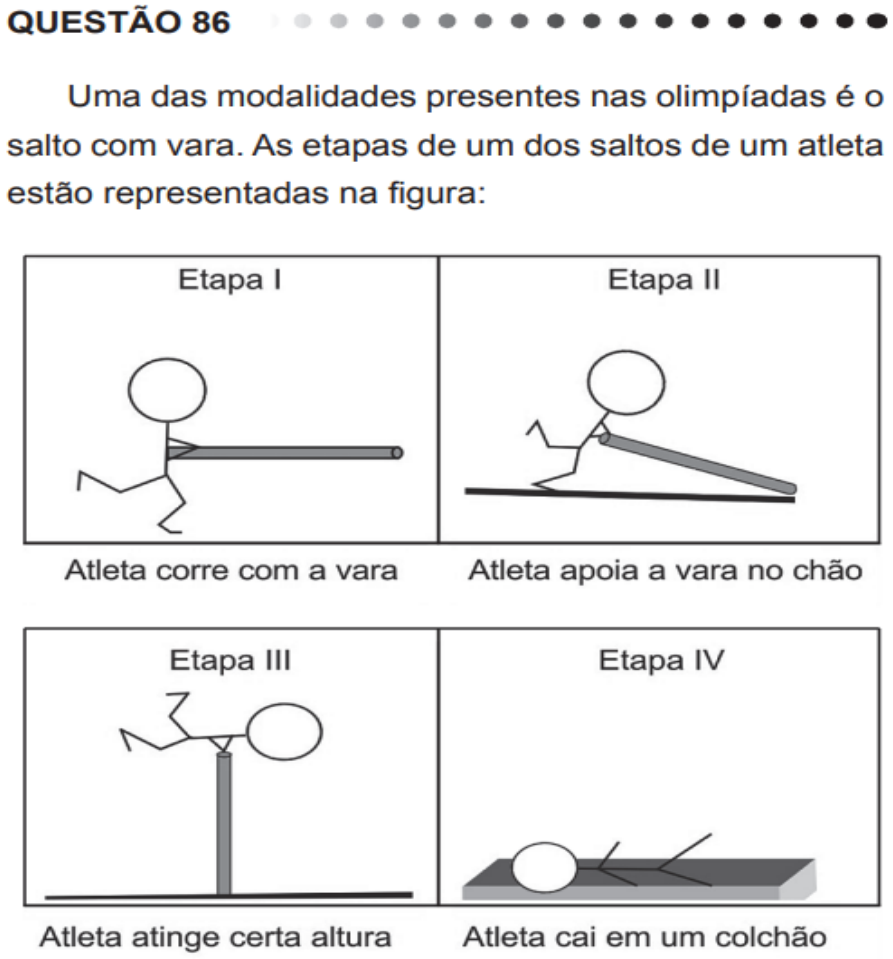
Para responder a estas questões, o candidato precisa interpretar imagens de histórias em quadrinhos relacionando-as aos conceitos científicos correspondentes. Na área de Biologia, é necessário identificar os níveis da cadeia alimentar: o homem, ao se alimentar de grãos, ocupa o primeiro nível; caso fosse devorado pelo tigre, este se tornaria consumidor secundário; e as aves seriam consumidores terciários. A análise dos balões de pensamento permite compreender a ordem correta da cadeia:

consumidor primário – tigre; consumidor secundário – ave; consumidor terciário – humano (Rama e Vergueiro, 2008).

Já na área de Física, a questão 86, ilustrada pela figura 12, utiliza uma sequência de tirinhas para abordar a conservação da energia mecânica. Nela, o atleta, ao iniciar o movimento, transforma energia cinética em energia potencial gravitacional, permitindo observar de forma prática a relação entre esses dois tipos de energia ao longo da trajetória.

Dessa forma, o uso de quadrinhos possibilita articular compreensão visual e conhecimento científico, tornando mais clara a análise de situações hipotéticas tanto em Biologia quanto em Física.

Figura 12: imagem utilizada na questão 86 - Ciências da natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2011

Nas tirinhas, é possível observar imagens com traços simples, mas que descrevem de maneira objetiva os conceitos apresentados na Física, mesmo sem utilizar balões de fala.

Finalizando o primeiro dia de aplicação do exame, a questão 90, ilustrada pela figura 13, aborda a representação de um diálogo sobre o aquecimento global entre duas vacas.

Figura 13: imagem utilizada na questão 90 - Ciências da natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2011

Nas tirinhas, observa-se que as falas das vacas não utilizam balões de fala tradicionais, sendo indicadas apenas por traços. Esse recurso facilita a identificação de qual personagem está se expressando, ao mesmo tempo em que mantém a clareza da narrativa visual.

As questões 92 e 93 utilizam tirinhas em língua inglesa, exigindo do candidato tanto a compreensão do idioma quanto a análise do contexto apresentado. Na primeira questão, ilustrada pela figura 14, o candidato deve traduzir a fala da estudante: “Meu relatório é sobre a importância de economizarmos papel, eletricidade e outros recursos. Eu o enviarei à senhora telepaticamente.” A tradução revela o efeito

humorístico da tirinha, ao mostrar a estudante tentando convencer a professora de que entregou o relatório dentro do prazo de maneira inusitada, unindo linguagem verbal, interpretação do contexto e compreensão visual da narrativa.

Dessa forma, a tirinha funciona como um recurso multimodal que integra análise linguística, compreensão textual e interpretação de humor, ampliando as habilidades avaliadas.

Figura 14: imagem utilizada na questão 92 - Linguagens, códigos e suas tecnologias (Inglês)



Fonte: ENEM, 2011

A segunda questão em inglês, ilustrada pela figura 15, assim como a primeira, exige que o candidato traduza a tirinha. As tirinhas do gato Garfield e de seu tutor, Jon, criadas por Jim Davis, são frequentemente incluídas em vestibulares e exames devido à sua ampla popularidade. A construção do humor na tira em questão se dá, primordialmente, por meio da ambiguidade e da ausência de especificidade na comunicação entre os personagens. A fala de Jon, ao solicitar uma resposta mais

específica, é subvertida pela resposta inesperada de Garfield, gerando um efeito cômico que decorre justamente da quebra de expectativa. Essa interação revela a ironia e o sarcasmo característicos do personagem felino, cuja percepção da situação contrasta com a literalidade de Jon.

O uso dos balões de fala e pensamento é um recurso clássico dos quadrinhos que contribui significativamente para a construção do humor. Enquanto Jon se expressa por meio de balões de fala, Garfield manifesta seus pensamentos em balões de pensamento, evidenciando a diferença entre o que é dito e o que é pensado. Essa distinção reforça o contraste entre os personagens e permite ao leitor acessar a perspectiva irônica de Garfield, intensificando o efeito humorístico. Além disso, as tirinhas seguem as diretrizes de Rama e Vergueiro (2008) quanto ao uso de balões de fala, à posição desses balões e ao espaçamento entre as vinhetas. Esses elementos estruturais auxiliam na compreensão do diálogo e da narrativa, permitindo ao leitor interpretar corretamente o humor e a interação entre os personagens.

No que diz respeito à caracterização dos personagens, Garfield é retratado como um gato inteligente, sarcástico e frequentemente indiferente, enquanto Jon aparece como ingênuo e literal, o que reforça a dinâmica cômica entre os dois. As expressões faciais e posturas corporais também desempenham papel fundamental na comunicação não verbal: Garfield apresenta uma expressão de cansaço ou desdém, ao passo que Jon demonstra curiosidade ou leve confusão, o que intensifica o contraste entre suas personalidades.

Do ponto de vista linguístico, o texto original em inglês exige do leitor certa proficiência no idioma, podendo ser explorado em atividades de tradução ou interpretação de textos curtos. Além disso, o uso de gírias e expressões informais, como “psycho”, abre espaço para análises culturais e linguísticas, permitindo discutir nuances de linguagem e contexto sociocultural.

Por fim, os elementos visuais da tira — como o contraste entre preto e branco, a simplificação do cenário e o foco nos personagens — são típicos do gênero e contribuem para a centralização da atenção na interação verbal e visual. Esses aspectos, aliados à linguagem multimodal dos quadrinhos, tornam a tira um recurso eficaz para o trabalho com leitura crítica, análise discursiva e ensino de línguas.

Figura 15: imagem utilizada na questão 95 - Linguagens, códigos e suas tecnologias (Inglês)

QUESTÃO 95



Disponível em: http://www.garfield.com. Acesso em: 29 jul. 2010.

Fonte: ENEM, 2011

Finalizando a análise desta edição sob a perspectiva multimodal, a questão 129, ilustrada pela figura 16, exige do candidato conhecimentos da norma culta da Língua Portuguesa, com ênfase no uso correto dos pronomes. A compreensão do conceito de pronome e sua aplicação adequada é essencial para a resolução da questão, que explora a correção gramatical em um contexto de linguagem cotidiana.

A tira explora de forma humorística o uso inadequado do pronome “eles” na expressão “Vamos arrasar eles”, quando o correto, segundo a norma culta, seria “Vamos arrasá-los”. A correção feita na última vinheta (“Mas antes, vamos acertar o pronome”) revela uma preocupação com o uso adequado da linguagem, ao mesmo tempo em que brinca com a ideia de que, antes de “massacrar” ou “arrasar” alguém, é preciso respeitar a gramática.

Na última vinheta da tira, observa-se uma discussão explícita entre os personagens sobre a escolha apropriada do pronome. A forma correta, “Vamos arrasá-los”, aparece como a opção gramaticalmente adequada, evidenciando a necessidade de domínio das regras de colocação pronominal e concordância verbal. Essa correção é apresentada de maneira humorística, o que contribui para o engajamento do leitor e para a assimilação do conteúdo linguístico.

A tira também se destaca por elementos típicos da linguagem dos quadrinhos, como o uso de letras grandes e sem serifas, que, apesar de estarem muito próximas, reforçam a expressividade das falas.

Figura 16: imagem utilizada na questão 129 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2011

Finalizando a análise desta edição, observa-se um crescimento significativo na presença de textos multimodais — como tirinhas, charges e cartuns — nas questões do ENEM. Em comparação com a edição de 2009, que apresentou apenas três questões com esse tipo de material, a edição de 2012 incorporou sete questões, evidenciando uma valorização crescente da linguagem visual e da multimodalidade como recurso pedagógico e avaliativo.

Apesar desse avanço, é importante destacar que, assim como em 2009, a área de Matemática e suas tecnologias permaneceu sem questões que explorassem textos multimodais. Essa ausência pode indicar uma resistência ou dificuldade em integrar elementos visuais e verbais em áreas tradicionalmente voltadas à linguagem matemática formal, o que abre espaço para reflexões sobre a ampliação das práticas pedagógicas e avaliativas nesse campo, além, do fato discutido no Capítulo 1, de que é preciso pagar por seus direitos autorais.

Na edição aplicada em 2012, foram identificadas dez questões que utilizaram tirinhas e charges como suporte textual. A distribuição dessas questões entre as áreas do conhecimento revela uma concentração na área de Linguagens, códigos e suas tecnologias, com cinco questões, seguida por Ciências Humanas e suas tecnologias, com quatro questões, e apenas uma questão na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias. Essa distribuição reforça a afinidade entre os textos multimodais e as áreas que tradicionalmente trabalham com interpretação textual, análise crítica e leitura de imagens.

A charge apresentada na questão 1 do ENEM 2012, figura 17, inspirada na obra *A fabricação do rei* de Peter Burke, é um exemplo expressivo de texto multimodal que articula elementos visuais e simbólicos para construir uma crítica social e política. Composta por uma única vinheta e sem o uso de balões de fala, a imagem comunica sua mensagem por meio da caricatura e da composição visual, exigindo do leitor uma leitura inferencial e crítica.

A representação de três figuras — duas delas vestidas com trajes exuberantes e uma terceira, menor e mais simples, que parece auxiliar na composição da imagem real — sugere uma reflexão sobre a artificialidade da autoridade monárquica. O título da charge, “A fabricação do rei”, reforça essa ideia ao indicar que o poder do rei não é inato, mas sim construído por meio de aparatos simbólicos, como vestimentas, adornos e posturas. A crítica implícita aponta para a superficialidade das aparências como sustentáculo da legitimidade política, evidenciando como a imagem pública é manipulada para reforçar estruturas de dominação.

Figura 17: imagem utilizada na questão 01 - Ciências humanas e suas tecnologias



Charge anônima. BURKE, P. **A fabricação do rei.** Rio de Janeiro: Zahar, 1994.

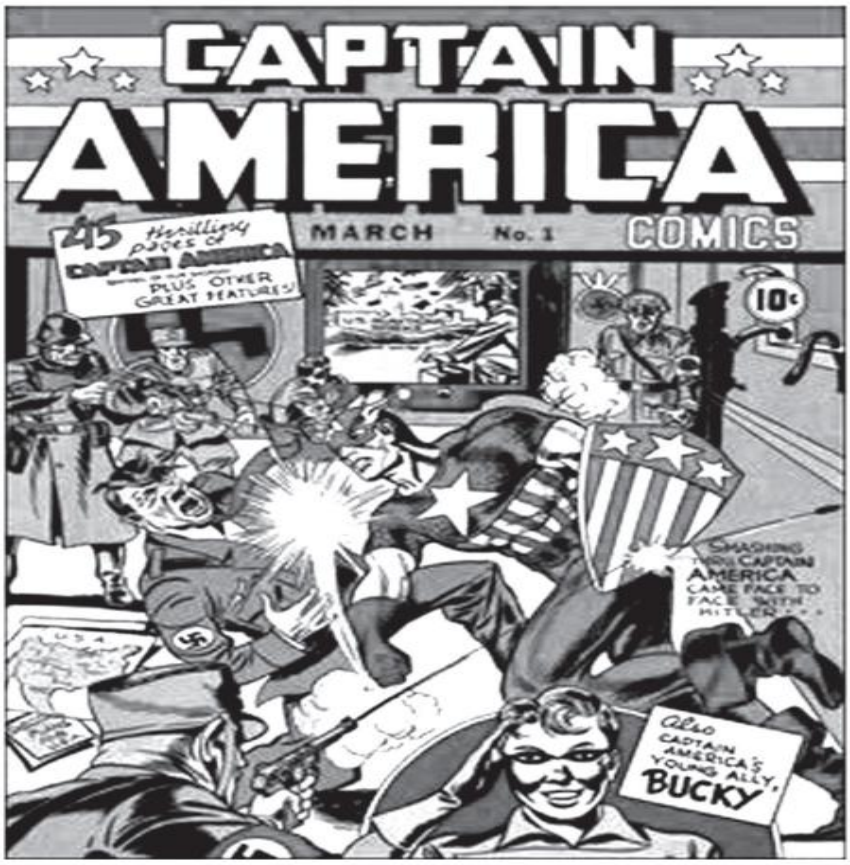
Fonte: ENEM 2012

No contexto educacional e avaliativo do ENEM, essa charge cumpre um papel relevante ao estimular competências de leitura crítica, interpretação de textos não verbais e análise de temas históricos e sociais. Em relação a linguagem de quadrinhos, pode se tratar de uma charge, tem-se apenas uma vinheta, sem a necessidade do uso de balões de fala. Os desenhos foram elaborados de forma caricatural, e, neste caso, apresenta um tema social político, estando de acordo com o formato de imagem multimodal utilizado.

A charge apresentada na questão 04, ilustrada pela figura 18, utiliza a capa de uma revista em quadrinhos como recurso multimodal para abordar um contexto histórico e político. A imagem mostra o Capitão América enfrentando um personagem que, por suas características visuais — como o bigode e a insígnia nazista — é identificado como Adolf Hitler. A cena é marcada por dinamismo e ação, com outros soldados presentes em meio à confusão, reforçando o ambiente de conflito.

Figura 18: imagem utilizada na questão 04 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 04



Disponível em: http://quadro-a-quadro.blog.br. Acesso em: 27 jan. 2012.

Fonte: ENEM, 2012

Para responder a esta questão, o candidato precisa ter conhecimento sobre a figura de Hitler, associada a ideia de militarismo e tirania, referenciando a Segunda Guerra Mundial (nazi-fascismo), combatida pelos aliados, sendo, um deles, os Estados Unidos da América, representado pelo herói. A escolha do Capitão América como símbolo da resistência ao nazismo remete ao papel dos quadrinhos durante a Segunda Guerra Mundial, quando personagens heroicos foram mobilizados como instrumentos de propaganda e construção de identidade nacional. Neste contexto, é interessante observar que quando esta edição do Capitão América foi publicada, em 1941, o país era neutro em relação à guerra.

Além disso, a imagem permite uma análise sobre a representação visual do inimigo político. Hitler é retratado de forma caricatural, com traços exagerados que o tornam imediatamente reconhecível e o associam ao mal absoluto. Essa simplificação visual é típica das charges e quadrinhos, que utilizam o exagero como recurso expressivo para reforçar a crítica.

Do ponto de vista multimodal, a capa da revista combina elementos gráficos, cores vibrantes, tipografia impactante e composição visual para atrair a atenção do leitor e comunicar uma mensagem clara e direta. A ausência de texto explicativo exige que o leitor mobilize conhecimentos prévios sobre o contexto histórico para compreender plenamente o significado da imagem.

A charge apresentada na questão 08, ilustrada pela figura 19, retrata um momento histórico marcante: o movimento pela independência da Índia, liderado por Mahatma Gandhi. Publicada originalmente em 1932, a imagem mostra Gandhi sendo preso por um homem, enquanto ao fundo diversas pessoas observam a cena, representando os simpatizantes de suas ideias e da resistência pacífica que ele defendia. A charge, portanto, funciona como um registro visual e crítico de um episódio emblemático da luta contra o colonialismo britânico.

Do ponto de vista da linguagem dos quadrinhos, o cartum se caracteriza por uma única vinheta, sem balões de fala, o que exige do leitor uma leitura atenta dos elementos visuais para compreender a mensagem. A composição da imagem, com muitos personagens e detalhes, pode inicialmente causar confusão, especialmente pela presença de um cadeado que, à primeira vista, pode sugerir que as pessoas estão impedindo a libertação de Gandhi. No entanto, uma análise mais cuidadosa

revela que o cadeado simboliza a prisão imposta pelas autoridades coloniais, enquanto a multidão representa o apoio popular à causa da independência.

A caricatura de Gandhi, com traços simples e reconhecíveis, reforça sua figura como líder espiritual e político, cuja força reside na resistência não violenta. A imagem também permite discutir o papel da mídia e da arte na construção de narrativas históricas e na mobilização social. Ao representar Gandhi sendo preso, o cartum denuncia a repressão sofrida pelos movimentos de libertação e destaca a importância da luta pacífica como estratégia de enfrentamento ao poder colonial.

Figura 19: imagem utilizada na questão 08 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 08



LORD WILLINGDON'S DILEMMA

Disponível em: www.gandhiserve.org. Acesso em: 21 nov. 2011.

Fonte: ENEM, 2012

No contexto do ENEM, essa charge contribui para a avaliação de competências relacionadas à leitura crítica de imagens, à contextualização histórica e à compreensão de processos sociais e políticos. Além disso, promove o diálogo entre diferentes áreas do conhecimento, como História, Sociologia e Linguagens, evidenciando a relevância dos textos multimodais na formação de uma leitura ampla e reflexiva da realidade.

A charge apresentada na **questão 45**, ilustrada pela **figura 20**, utiliza o recurso dos quadrinhos para abordar um tema de grande relevância social: o uso de transgênicos como estratégia para ampliar a produção agrícola e, supostamente, combater a desigualdade social. A imagem mostra um diálogo entre duas plantas, que discutem os impactos da adoção de organismos geneticamente modificados, evidenciando uma crítica à ideia de que a expansão das áreas cultiváveis, por si só, seria suficiente para resolver problemas como a fome e a má distribuição de terras.

A linguagem dos quadrinhos é explorada de forma eficaz, com o uso de balões de fala que seguem a sequência proposta por Vergueiro e Rama (2008), facilitando a leitura e a compreensão do diálogo. A tipografia utilizada, com serifa adequada, contribui para a clareza e a expressividade das falas, reforçando o tom crítico e reflexivo da charge. A escolha de plantas como personagens humanizadas permite uma abordagem metafórica, que convida o leitor a refletir sobre os impactos sociais e ambientais da biotecnologia na agricultura.

Figura 20: imagem utilizada na questão 45 - Ciências humanas e suas tecnologias



Disponível em: http://nutriteengv.blogspot.com.br. Acesso em: 28 dez. 2011.

Fonte: ENEM, 2012

A questão 80, figura 21, temos mais uma vez uma tirinha do Garfield. Nas vinhetas, o gato aparece em frente ao espelho analisando a sua condição física. A sequência de vinhetas revela seu pensamento sobre estar acima do peso e sua tentativa frustrada de resolver o problema utilizando um cinto para esconder a barriga. O humor é construído por meio da incongruência entre a expectativa e o resultado, recurso típico das tirinhas cômicas. Garfield acredita que o cinto pode resolver sua insatisfação com o corpo, mas o efeito visual da barriga saltando para cima e para baixo revela o fracasso da solução improvisada, gerando o efeito cômico.

Do ponto de vista da linguagem dos quadrinhos, a tirinha utiliza balões de pensamento para expressar a subjetividade do personagem, permitindo ao leitor acessar diretamente suas reflexões. A sequência das vinhetas segue a lógica de leitura ocidental — da esquerda para a direita e de cima para baixo — o que facilita a compreensão da narrativa. A expressividade visual de Garfield, com destaque para sua postura corporal e a movimentação da barriga, reforça o humor e a crítica implícita à busca por soluções rápidas para questões complexas como o sobrepeso.

Figura 21: imagem utilizada na questão 80 – Ciências da natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2012

A tirinha também abre espaço para discussões sobre temas sociais e de saúde pública, como a obesidade, pressão alterada, entre outros e suas consequências, incluindo doenças como o diabetes. A abordagem leve e bem-humorada permite tratar de um tema sério de forma acessível, o que pode ser explorado pedagogicamente para promover reflexões sobre hábitos alimentares, saúde e bem-estar. Além disso, a tirinha pode ser utilizada para discutir estereótipos corporais e a pressão estética presente na sociedade contemporânea, evidenciando como o humor pode servir como crítica social.

Iniciando o segundo dia de aplicação desta edição, a questão 94, ilustrada pelas figuras 22 (Inglês) e 23 (Espanhol), ambas pertencentes à área de Linguagens, códigos e suas tecnologias, utiliza um cartum como recurso multimodal para abordar questões relacionadas ao uso da linguagem e à diversidade linguística. No cartum da figura 22, observamos um diálogo entre dois personagens que evidencia a dificuldade de reconhecer e respeitar os diferentes usos da língua inglesa.

Na primeira vinheta, um dos personagens utiliza uma construção gramatical considerada incorreta na norma padrão: “Ain’t no way y’all shuld be here if ya don’t speak English real good”. A frase, que na tradução seria algo como “De jeito nenhum vocês deveriam estar aqui se não falam inglês muito bem”, apresenta uma dupla negação (“ain’t no”) e o uso de “real good” em vez de “really well”. Na segunda vinheta, o outro personagem corrige a fala, sugerindo o uso de um advérbio (“really well”) para adequar a frase à norma culta da língua inglesa.

Figura 22: imagem utilizada na questão 94 de Inglês – Linguagens, códigos e suas tecnologias



DONAR. Disponível em: http://politicalgraffiti.wordpress.com. Acesso em: 17 ago. 2011.

Fonte: ENEM, 2012

A construção do humor se dá justamente pela incongruência entre o conteúdo da fala e a forma como ela é expressa. O personagem que exige proficiência na língua inglesa para justificar a presença dos outros utiliza uma estrutura gramatical incorreta, revelando sua própria falta de domínio da norma padrão. Essa ironia expõe o preconceito linguístico e a hipocrisia presente em discursos excludentes, especialmente em contextos de imigração e diversidade cultural.

A questão 94, ilustrada pela figura 23, apresenta mais uma tirinha da personagem Mafalda, e aborda de forma crítica e bem-humorada a temática da valorização da mulher. Na sequência de vinhetas, Mafalda e sua amiga Susanita dialogam sobre o papel social das mulheres, destacando como elas são frequentemente reconhecidas apenas quando desempenham tarefas domésticas. A conversa entre as personagens revela uma crítica à naturalização da divisão sexual do trabalho e à invisibilidade das mulheres em outras esferas da sociedade.

A linguagem dos quadrinhos é utilizada de maneira eficaz, com balões de fala, enquadramentos e sequência narrativa que seguem as orientações propostas por Vergueiro e Rama (2008), facilitando a leitura e a compreensão do conteúdo. A estrutura da tirinha, com três vinhetas organizadas de forma linear, permite acompanhar o desenvolvimento do diálogo e a construção do humor, que se dá pela ironia e pela sagacidade de Mafalda ao confrontar os valores conservadores de Susanita.

Além da crítica social evidente, a tirinha permite discutir questões relacionadas à representação feminina nos meios de comunicação, especialmente nos quadrinhos. Mafalda, como personagem, sempre se destacou por sua postura questionadora e por levantar temas relevantes como política, desigualdade, paz e direitos humanos. Neste caso, a tirinha convida à reflexão sobre os estereótipos de gênero e sobre como a sociedade ainda associa o valor da mulher à sua função doméstica, ignorando sua atuação em outras áreas.

Figura 23: imagem utilizada na questão 94 de Espanhol – Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2012

A questão 103, ilustrada pela figura 24, apresenta uma charge que utiliza o recurso da linguagem visual para promover uma reflexão crítica sobre o conceito de “rede social”. Na imagem, vemos um homem, uma mulher e algumas crianças deitados em uma rede de descanso, com uma placa no canto superior esquerdo que diz “Rede Social”. A composição visual sugere uma leitura ambígua do termo, permitindo múltiplas interpretações.

A principal discussão que a charge propõe gira em torno da polissemia da expressão “rede social”. Em um primeiro sentido, o termo pode ser entendido como o conjunto de plataformas digitais que conectam pessoas por meio da internet, como Facebook, Instagram ou Twitter. No entanto, a imagem apresenta uma interpretação literal, ao mostrar uma rede física, usada para descanso, ocupada por uma família. Essa ambiguidade gera o efeito cômico da charge, ao brincar com a expectativa do leitor, que inicialmente pode associar o termo à tecnologia, mas se depara com uma cena cotidiana e doméstica.

Figura 24: imagem utilizada na questão 103 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2012

Além disso, a charge permite uma discussão sobre relações sociais e familiares. Ao representar uma família reunida em uma rede, o autor sugere que as

redes sociais podem ser entendidas como espaços de convivência, afeto e interação humana, para além do ambiente digital. Essa leitura convida à reflexão sobre o uso das tecnologias de comunicação e sobre como elas influenciam — ou substituem — as formas tradicionais de sociabilidade.

A questão 106, ilustrada pela figura 25, apresenta uma tirinha de Laerte que faz referência ao clássico conto de fadas *Branca de Neve*[3]. A compreensão da tirinha exige do candidato conhecimento prévio da narrativa original, especialmente os elementos centrais da história, como a maçã envenenada e a tentativa da bruxa de enganar Branca de Neve.

Figura 25: imagem utilizada na questão 106 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2012

A comicidade da tirinha é construída por meio da repetição das três primeiras vinhetas, nas quais Branca de Neve aparece diante de diferentes personagens — a bruxa, uma cobra e um vendedor — todos oferecendo a maçã. O enquadramento idêntico nas três vinhetas reforça a ideia de repetição e cria uma expectativa no leitor. A quebra dessa repetição ocorre na quarta vinheta, quando os personagens se reúnem para discutir qual seria a melhor técnica de persuasão para convencer Branca de Neve a aceitar a maçã. Essa mudança introduz uma dimensão metalinguística e crítica, ao transformar o enredo clássico em uma situação contemporânea de estratégia de vendas, aproximando o universo dos contos de fadas da lógica do consumo e da publicidade.

[3][4] Branca de Neve é um conto de fadas alemão, publicado entre os anos 1817 e 1822, pelos irmãos Grimm. Inicialmente, a história não era indicada para crianças, mas, foi adaptada para o cinema em 1937, ao ser adaptada em uma animação por Walt Disney, popularizando o conto. Fonte: Nogueira, A. O conto macabro da Branca de Neve. Aventuras na História. Disponível em: https://aventurasnahistoria.com.br/noticias/reportagem/verdadeira-historia-da-branca-de-neve-que-o-walt-disney-nao-te-contou.phtml

Do ponto de vista da linguagem dos quadrinhos, a tirinha utiliza balões de fala de forma adequada, respeitando a sequência de leitura e contribuindo para a fluidez da narrativa. A repetição visual das vinhetas e o uso de personagens reconhecíveis criam um efeito de humor baseado na intertextualidade, ao brincar com o conhecimento prévio do leitor sobre a história de Branca de Neve. A última vinheta, ao apresentar os personagens em uma espécie de reunião de marketing, introduz uma temporalidade narrativa que rompe com o padrão anterior e insere uma crítica social sutil.

Além disso, a tirinha permite discutir a releitura de narrativas clássicas sob uma perspectiva contemporânea. Ao transformar personagens de contos de fadas em figuras que discutem estratégias de convencimento, Laerte propõe uma reflexão sobre os mecanismos de persuasão presentes na sociedade atual, especialmente no campo da publicidade e do consumo. A maçã, símbolo clássico da tentação e do perigo, é ressignificada como produto a ser vendido, evidenciando como os discursos se adaptam às lógicas mercadológicas.

Outro ponto relevante é a crítica à manipulação da linguagem como ferramenta de convencimento. A tirinha sugere que, mais do que a aparência ou o conteúdo do produto, o que importa é a forma como ele é apresentado. Essa discussão pode ser ampliada para abordar temas como retórica, propaganda, consumo consciente e educação midiática, promovendo uma leitura crítica dos discursos que circulam na sociedade.

Finalizando a edição de 2012, a questão 109, figura 26, emprega mais uma tirinha de Hagar, o Horrível. A cena mostra Hagar e seus companheiros navegando em um pequeno barco viking, enquanto vários tubarões os seguem de perto. A comicidade da tirinha se constrói a partir da tensão entre o plano visual e o verbal: enquanto os personagens olham para trás, preocupados com os tubarões, o leitor percebe que o verdadeiro perigo está à frente — uma grande pedra prestes a ser atingida pelo barco.

O humor surge da ironia da situação: os personagens estão preocupados com o que está atrás deles, ignorando o obstáculo iminente à frente. Essa inversão de foco cria um efeito cômico ao revelar a falta de percepção dos personagens diante do perigo real. A fala “É como se eles soubessem que algo ruim vai acontecer!” reforça essa dramaticidade, ao mesmo tempo em que sugere que os tubarões estão antecipando o desastre, prontos para se aproveitar da situação.

Figura 26: : imagem utilizada na questão 109 – Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2012

Ressaltamos o uso adequado da linguagem de quadrinhos conforme as orientações de Rama e Vergueiro (2008). Para responder a está questão, é preciso relacionar o plano visual (todos olhando para trás) e o verbal (o diálogo de um possível desastre).

A tirinha também permite uma leitura crítica sobre comportamento humano diante do perigo. Os personagens demonstram uma tendência comum de focar em ameaças externas (os tubarões), enquanto ignoram os riscos internos ou imediatos (a pedra à frente). Essa leitura pode ser ampliada para discutir temas como percepção de risco, tomada de decisão, e até mesmo metáforas sociais, como a negligência diante de problemas estruturais que se aproximam, mas não são percebidos por estarmos distraídos com ameaças menos urgentes.

Na edição de 2012 do ENEM, não foram encontradas questões que empregassem tirinhas, charges ou cartuns na área de Matemática e suas tecnologias, o que reforça uma tendência já observada em edições anteriores. Apesar do avanço na incorporação de textos multimodais em outras áreas do conhecimento, especialmente em Linguagens e Ciências Humanas, a Matemática ainda se mantém predominantemente vinculada a uma linguagem formal e simbólica, com pouca abertura para abordagens visuais e críticas.

Já na edição de 2013, observa-se um crescimento significativo na utilização de tirinhas como recurso avaliativo. Foram identificadas três tirinhas na primeira prova, todas inseridas na área de Ciências Humanas e suas tecnologias, e oito tirinhas na segunda prova, todas pertencentes à área de Linguagens, códigos e suas tecnologias. Essa edição representa, até então, o maior número de ocorrências de textos

multimodais dentro da amostra analisada, evidenciando uma valorização crescente desse tipo de linguagem como ferramenta de avaliação.

A primeira imagem, na questão 13, figura 27, apresenta uma charge publicada em 1934 na *Revista da Semana*, que faz referência ao contexto histórico da conquista do direito ao voto feminino no Brasil, garantido pela Constituição de 1934. A imagem mostra uma mulher em primeiro plano, gesticulando com firmeza, enquanto ao fundo aparece um bebê chorando e outra mulher fazendo um gesto autoritário de silêncio. A legenda da charge questiona: *"Haverá ainda quem resista à poderosa influência do partido Mulherista?!"*, evidenciando o impacto do movimento sufragista feminino da época.

Figura 27: imagem utilizada na questão 13 - Ciências humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

A charge pode ser discutida sob diversos aspectos. Em primeiro lugar, ela representa uma crítica social ao papel da mulher na política e à resistência que enfrentava ao reivindicar seus direitos civis. A mulher em destaque simboliza a figura feminina que começa a ocupar espaços públicos e políticos, rompendo com os

padrões tradicionais de gênero. No entanto, a presença do bebê chorando e da mulher que tenta silenciá-lo revela os preconceitos enraizados que associavam a mulher exclusivamente ao papel de mãe e cuidadora, como se sua atuação pública fosse incompatível com suas responsabilidades domésticas.

A análise dessa charge também pode ser ampliada para discutir o papel da **imprensa e da caricatura como instrumentos de crítica social**, capazes de refletir e influenciar o imaginário coletivo. Ao representar o “partido mulherista” como uma força poderosa, mas ao mesmo tempo ridicularizada, a charge expressa as tensões sociais da época e os limites impostos à emancipação feminina.

Do ponto de vista da linguagem dos quadrinhos, a charge utiliza elementos visuais e verbais de forma integrada. A composição da cena, com o destaque para a mulher gesticulando e a interação entre os personagens, cria uma narrativa visual clara e expressiva. A tipografia da legenda, embora sem serifa, é legível e contribui para a construção do sentido. A charge segue os princípios indicados por Rama e Vergueiro (2008), especialmente no uso do enquadramento e da disposição dos elementos visuais para guiar a leitura e reforçar a mensagem.

A questão 25, ilustrada pela figura 28, apresenta uma charge que realiza uma crítica à forma como as redes sociais digitais influenciam a vida social contemporânea. Na sequência de quatro vinhetas, duas pessoas conversam mantendo o enquadramento e plano, o que contribui para a fluidez da leitura. A mulher pergunta ao homem sobre sua participação em diferentes redes sociais — como Orkut, MSN, MySpace, Facebook e Twitter — e ele responde afirmativamente, dizendo que está ativo em todas elas. No entanto, o humor e a crítica da charge residem no contraste entre essa intensa atividade virtual e a ausência de interação social no mundo real.

A charge evidencia um fenômeno atual: a ilusão de sociabilidade promovida pelas redes digitais. O personagem masculino é retratado como alguém que está constantemente conectado, mas que não estabelece relações interpessoais fora do ambiente virtual. Essa situação reflete uma crítica à superficialidade das interações online e à substituição das relações presenciais por conexões digitais, muitas vezes desprovidas de profundidade e afeto.

Figura 28: imagem utilizada na questão 25 - Ciências humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

A charge permite discutir temas como dependência tecnológica, isolamento social, e mudanças nos padrões de comunicação. Ao ironizar a ideia de que estar presente em múltiplas plataformas digitais equivale a ter uma vida social ativa, o autor convida o leitor a refletir sobre a qualidade das interações humanas e sobre os impactos da tecnologia na construção das relações sociais.

No contexto educacional, essa charge pode ser utilizada como recurso pedagógico para promover debates sobre o uso consciente das redes sociais, os limites entre o mundo virtual e o real, e a importância da convivência presencial para o desenvolvimento emocional e social dos indivíduos. Também pode ser explorada para desenvolver competências de leitura crítica, interpretação de textos multimodais, e análise de discursos contemporâneos.

A charge apresentada na **questão 39**, intitulada *Meta de Faminto*, oferece uma crítica contundente ao projeto desenvolvimentista do governo de Juscelino Kubitschek[4], presidente do Brasil entre 1956 e 1961. Na imagem, vemos dois personagens: um representando JK, que exalta as conquistas de seu governo — como a produção de automóveis nacionais, a construção de estradas com asfalto brasileiro e o uso de gasolina também nacional — e outro, o personagem Jeca, figura tradicional da cultura popular brasileira, que responde com uma frase simples e direta: "Um prato de feijão brasileiro, seu doutô!"

Figura 29: imagem utilizada na questão 39 - Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 39



Meta de Faminto

JK — Você agora tem automóvel brasileiro, para correr em estradas pavimentadas com asfalto brasileiro, com gazolina brasileira. Que mais quer?

JECA — Um prato de feijão brasileiro, seu doutô!

THÉO. In: LEMOS, R. (Org.). **Uma história do Brasil através da caricatura (1840-2001)**. Rio de Janeiro: Bom Texto; Letras & Expressões, 2001.

Fonte: ENEM, 2013

[4] O ex-presidente da República, Juscelino Kubitschek, nasceu em 12 de setembro de 1902, em Diamantina, Minas Gerais. Juscelino governou como presidente entre 1956 e 1961. Sua gestão foi marcada pelo Plano de Metas cujo lema "cinquenta anos de professo em cinco anos de governo" foi marcado por um forte crescimento industrial, e, pela construção da nova capital, a cidade de Brasília, inaugurada em 21 de abril de 1960. Fonte: Arquivo Nacional - Centro de Informação de Acervos dos Presidentes da República. Disponível em: http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/presidencia/ex-presidentes/jk/biografia. Acesso em 16 de julho de 2024.

A comicidade da charge reside na ironia da resposta de Jeca, que contrasta com o discurso ufanista de JK. Enquanto o presidente celebra os avanços industriais e de infraestrutura, o personagem popular revela uma necessidade básica não atendida: a alimentação. Essa oposição entre o progresso material e a persistência da fome expõe uma crítica social profunda, evidenciando que os benefícios do desenvolvimento não alcançavam toda a população, especialmente os mais pobres.

A linguagem da charge é direta e eficaz. O uso de personagens estereotipados — o político bem vestido e o homem simples do campo — reforça a crítica à desigualdade social. A fala de JK é longa e formal, enquanto a de Jeca é curta, coloquial e carregada de significado. Essa diferença de registros linguísticos também contribui para a construção do humor e da crítica, revelando o distanciamento entre o discurso oficial e a realidade vivida pela população. É preciso destacar que na imagem, há um excesso de informação ao fundo, no qual poderia ser retirado.

Além disso, a charge permite uma análise histórica e política do Brasil nos anos 1950, período marcado pelo plano de metas de JK, cujo lema era “cinquenta anos em cinco”. Embora tenha promovido avanços significativos na industrialização e na modernização do país, o plano foi criticado por não resolver problemas estruturais como a fome, a desigualdade e a exclusão social. A imagem, portanto, funciona como um documento visual que expressa o descompasso entre o ideal de progresso e as necessidades reais da população.

A questão 95, ilustrada pela figura 30, apresenta uma tirinha do personagem Calvin, da série *Calvin & Hobbes*, utilizada na prova de língua inglesa do ENEM. A sequência de quatro vinhetas mostra Calvin conversando com seu pai, expondo uma lógica distorcida para justificar seus comportamentos inadequados. Na primeira vinheta, Calvin afirma que chegou à conclusão de que nada do que faz de errado é culpa sua, despertando o interesse do pai. Na segunda e terceira vinheta, ele começa a explicar que, por ser jovem, é uma vítima indefesa das más influências culturais. Na última vinheta, conclui que, por isso, não pode ser responsabilizado por suas ações, atribuindo à sociedade a culpa por sua desobediência. A resposta do pai, que manda o filho limpar a calçada para “construir seu caráter”, quebra a expectativa de Calvin, encerrando o diálogo com uma lição prática.

Nestas vinhetas, as letras, apesar de estarem escritas em estilo à mão e sem serifa, deixaram o texto um pouco unificado, dificultando a leitura.

Figura 30: imagem utilizada na questão 95 - Linguagens, códigos e suas tecnologias (Inglês)

QUESTÃO 95



Disponível em: www.gocomics.com. Acesso em: 26 fev. 2012.

Fonte: ENEM, 2013

Em complemento às provas de linguagens, encontramos a questão 91, ilustrada pela figura 31, apresenta uma charge utilizada na prova de Espanhol do ENEM, que realiza uma crítica bem-humorada aos duelos tradicionais, comuns entre os anos de 1850 e 1890. Na imagem, dois homens se enfrentam em um cenário que remete ao Velho Oeste, com vestimentas típicas e postura de desafio. O personagem à esquerda propõe um duelo, seguindo a tradição da época, enquanto o outro responde que aceita, mas impõe uma condição inusitada: que o duelo seja realizado com joystick e teclas, fazendo referência a um videogame.

A comicidade da charge está na inversão de expectativas. O leitor, ao ver o cenário e os personagens, espera um duelo clássico com armas de fogo, mas é surpreendido pela proposta de um confronto virtual, utilizando controles de videogame. Essa quebra de expectativa gera o humor e, ao mesmo tempo, promove uma crítica à transformação das formas de conflito e interação na sociedade contemporânea. A charge sugere que, em vez de resolver disputas com violência física, como no passado, os embates modernos podem ocorrer em ambientes virtuais, como os jogos eletrônicos.

Em relação a linguagem de quadrinhos, as letras utilizadas nos balões de fala possuem prolongamentos que dificultam a leitura. Por conta disso, ressaltamos a necessidade de reescrever os balões de fala utilizando uma letra com outro tipo de desenho, para facilitar a leitura e evitar o processamento estranho, uma vez que a letra não condiz com o tipo de mensagem a ser transmitida em função de sua época.

Figura 31: imagem utilizada na questão 91 - Linguagens, códigos e suas tecnologias (Espanhol)

QUESTÃO 91



TUTE. **Tutelandia**. Disponível em: www.gocomics.com. Acesso em: 20 fev. 2012.

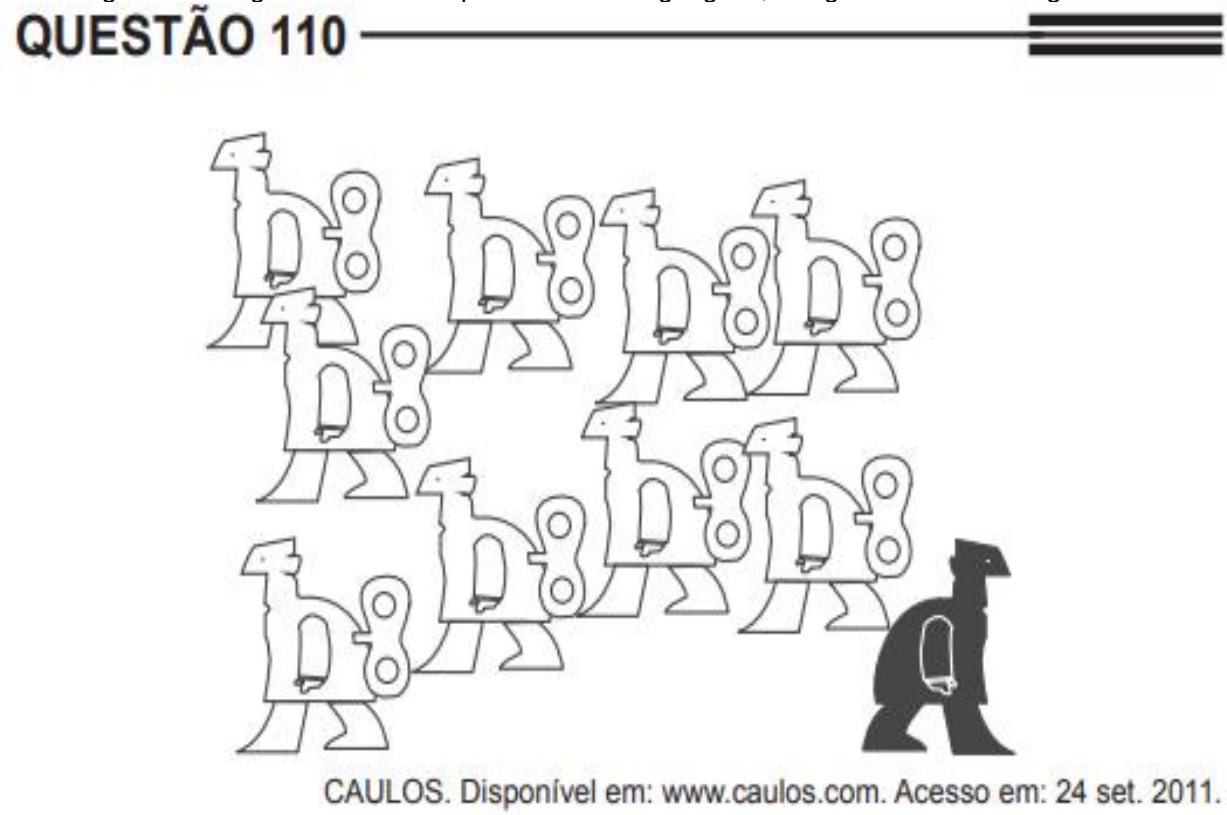
Fonte: ENEM, 2013

A questão 110, ilustrada pela figura 32, utiliza um cartum para realizar uma crítica social contundente sobre o comportamento coletivo e a valorização da individualidade. Na imagem, vemos um grupo de pessoas caminhando em uma mesma direção, todas com aparência semelhante e usando um bandolete, símbolo de uniformidade e conformismo. Em contraste, uma única figura se destaca ao caminhar na direção oposta, sem o adereço que caracteriza os demais, representando uma postura de resistência ao pensamento dominante.

A crítica central do cartum está na representação da pressão social para a conformidade e na marginalização de quem escolhe seguir um caminho diferente. A figura que se afasta do grupo é vista como a “ovelha negra”, expressão que tradicionalmente designa alguém que não se encaixa nos padrões esperados por sua

comunidade. Essa metáfora visual reforça a ideia de que, em sociedades marcadas por comportamentos padronizados, o pensamento crítico e a autonomia são frequentemente reprimidos ou desvalorizados.

Figura 32: imagem utilizada na questão 110 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

Do ponto de vista da linguagem dos quadrinhos, o cartum é construído com clareza visual e simbólica. A ausência de balões de fala direciona o foco para a imagem e a legenda, que juntas constroem o sentido da crítica. A estética do cartum também merece atenção. O traço limpo e a organização espacial dos personagens facilitam a leitura visual, mas o estilo escolhido para representar o personagem pode vir a confundir o leitor, e por conta disto, é preciso destacar a importância de adequar o estilo gráfico à clareza da mensagem.

A questão 119, ilustrada pela figura 33, apresenta uma charge que realiza uma crítica bem-humorada à preguiça, por meio de uma reflexão irônica sobre o comportamento humano. Na imagem, vemos um menino sentado, em estado de repouso, com uma expressão tranquila, enquanto pensa: *"A preguiça é a mãe de todos os vícios, mas uma mãe é uma mãe e é preciso respeitá-la, pronto!"*. A construção textual e visual da charge revela uma inversão de sentido que transforma um conceito

geralmente negativo — a preguiça — em algo digno de respeito, por meio de uma analogia afetiva com a figura materna.

Figura 33: imagem utilizada na questão 119 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

A comicidade da charge está centrada na quebra de expectativa provocada pela conjunção adversativa “mas”. A primeira parte da frase apresenta uma ideia amplamente difundida e moralmente condenatória: a preguiça como origem de todos os vícios. No entanto, ao introduzir a ideia de que “uma mãe é uma mãe e é preciso respeitá-la”, o personagem subverte essa condenação, atribuindo à preguiça um valor afetivo e justificando sua própria inércia como um ato de respeito. Essa inversão gera o humor e, ao mesmo tempo, convida à reflexão sobre como justificamos comportamentos que socialmente são vistos como negativos.

O desenho utilizado na charge e o balão de pensamento foi empregado de maneira indicada em relação a linguagem de quadrinhos, demonstrando no enquadramento a mensagem visual em relação a mensagem verbal.

A questão 120, ilustrada pela figura 34, apresenta uma charge que realiza uma crítica social por meio de uma referência filosófica irônica. Na imagem, vemos diversos

carros parados em um congestionamento, e de um dos veículos surge um balão de fala com a frase: *"Certo estava Parmênides... 'Não há movimento!!!'"*. A fala faz alusão ao pensamento do filósofo grego Parmênides, que defendia a ideia de que o movimento é uma ilusão, ou seja, que tudo permanece imutável. A ironia está em aplicar essa concepção filosófica ao contexto urbano moderno, onde o trânsito parado se torna uma metáfora visual para a ausência de movimento. Apesar da charge ter a intenção de indicar um congestionamento, o estilo do desenho dificulta um pouco a compreensão da mensagem.

Figura 34: imagem utilizada na questão 120 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

A crítica da charge aponta para os problemas da mobilidade urbana, especialmente os congestionamentos que afetam grandes centros urbanos. Ao utilizar uma referência pré-socrática, a mensagem estabelece um contraste entre o pensamento abstrato e a realidade cotidiana, gerando um efeito cômico e reflexivo. A frase do personagem sugere que, diante do trânsito caótico e imóvel, a teoria de

Parmênides parece fazer sentido, mesmo que originalmente não tenha sido pensada para esse contexto.

Na questão 128, figura 35, é apresentada uma tirinha composta por quatro vinhetas que abordam, de forma reflexiva e metalinguística, a natureza e a constituição de um livro. A linguagem predominante na imagem é a **metalinguística**, uma vez que o texto se volta para si mesmo, discutindo os elementos que compõem o objeto livro e sua função comunicativa.

Na primeira vinheta, a tirinha introduz a estrutura física do livro, descrevendo-o como um conjunto de páginas de papel costuradas ou coladas. Na segunda e terceira vinhetas, o foco se desloca para os elementos linguísticos que constituem o conteúdo do livro: letras que formam palavras e palavras que se organizam em sentenças, as quais expressam ideias e narrativas. A quarta vinheta encerra a reflexão com uma afirmação poética e significativa: “Mas um livro só é um livro quando é feito sobretudo de... olhos!”, destacando a importância do leitor como parte essencial do processo comunicativo e da construção de sentido.

Apesar da riqueza conceitual da tirinha, sua apresentação gráfica compromete a clareza da mensagem. O uso excessivo de elementos visuais, aliado à escolha tipográfica e ao estilo de enquadramento, torna a leitura confusa e sobrecarregada. A simultaneidade na disposição das palavras, especialmente na terceira vinheta, dificulta a linearidade da leitura e prejudica a compreensão da mensagem. A ausência de uma linha de leitura bem definida e a tipografia pouco legível contribuem para a quebra dos princípios de coerência textual e contiguidade temporal, fundamentais para a interpretação eficaz de textos multimodais.

Dessa forma, embora a tirinha proponha uma reflexão metalinguística sobre o livro e sua função comunicativa, sua execução gráfica limita o acesso pleno ao conteúdo, exigindo do leitor um esforço interpretativo adicional para reconstruir o sentido pretendido.

Figura 35: imagem utilizada na questão 128 - Linguagens, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 128

Quadrinho quadrado



XAVIER, C. Disponível em: www.releituras.com. Acesso em: 24 abr. 2010.

Fonte: ENEM, 2013

Para finalizar, a questão 131, figura 36, apresenta uma tirinha composta por três vinhetas independentes, cada uma abordando criticamente aspectos da comunicação e das relações interpessoais no contexto da sociedade digital contemporânea. A proposta da questão é evidenciar os efeitos da tecnologia sobre os comportamentos humanos, utilizando o humor e a ironia como recursos expressivos.

Na primeira vinheta, um personagem se descreve como “alto, loiro e sincero”, enquanto sua imagem contradiz essas características, revelando uma evidente discrepância entre o que é dito e o que é visualizado. A legenda “No mundo conectado não há preconceitos” reforça a crítica à construção de identidades idealizadas e falsas nas redes sociais, onde a aparência e a verdade podem ser facilmente manipuladas.

O uso da ironia é evidente, especialmente na autodeclaração de “sincero”, que contrasta com a falsidade da descrição.

A segunda vinheta aborda a relação com o conhecimento e a leitura. Um menino está concentrado na leitura de um livro, enquanto outro afirma que não precisa ler, pois “tem tudo na Wikipédia”. A legenda “Não há ignorância” entra em contradição com a fala do personagem, evidenciando a superficialidade do conhecimento adquirido exclusivamente por fontes não confiáveis. A crítica recai sobre a crença equivocada de que o acesso à informação digital substitui o processo de leitura e reflexão, ignorando a importância da construção crítica do saber.

Na terceira vinheta, a temática gira em torno das relações afetivas mediadas pela tecnologia. A legenda “E não há covardia” é contraposta pela cena em que uma jovem recebe uma mensagem de término de relacionamento por meio do celular: “Eu não te amo mais”. A vinheta expõe a fragilidade das interações virtuais, onde a distância física pode servir como escudo para atitudes evasivas e impessoais, revelando uma forma de covardia emocional.

Figura 36:imagem utilizada na questão 131 – Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2013

Apesar da ausência de contornos nas vinhetas, o espaço delimitado entre elas transmite com clareza a mensagem de diferentes histórias. A tipografia selecionada e os balões de fala estão alinhados com as diretrizes estabelecidas neste trabalho.

Na edição de 2014 do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), foram identificadas sete questões que exploram a multimodalidade, distribuídas entre as

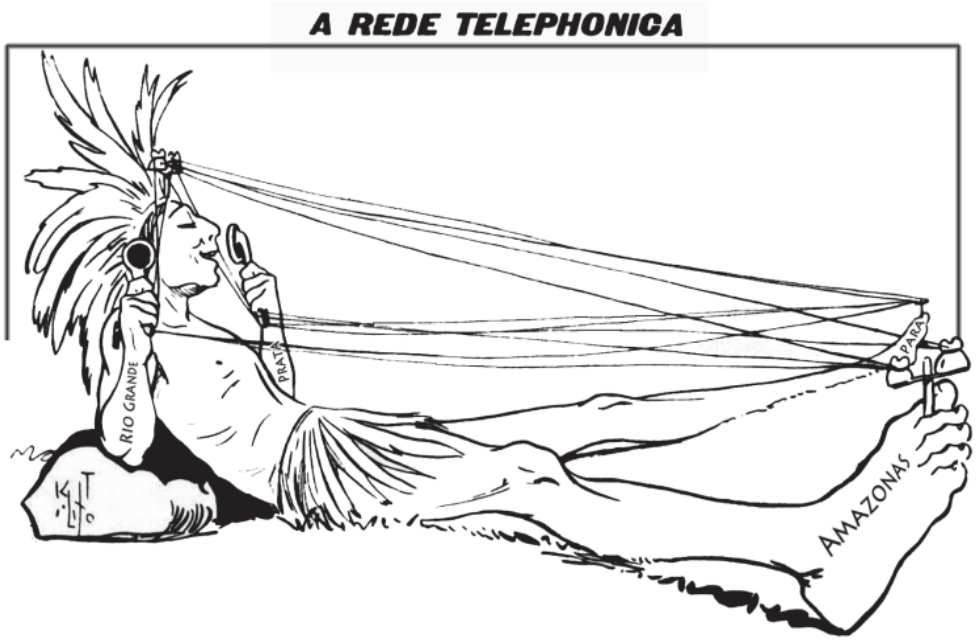
áreas de conhecimento da seguinte forma: quatro questões em Ciências Humanas e suas Tecnologias, uma em Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e duas em Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

Logo no início da prova, a questão 01, ilustrada pela figura 37, apresenta uma charge intitulada *A Rede Telephonica*, publicada originalmente na revista *Fon-Fon!* em 1910. A imagem retrata uma figura indígena deitada, com um cocar na cabeça e um telefone em mãos, conectada por fios a dois postes que representam os extremos do território brasileiro: “Rio Grande” (no braço) e “Amazonia” (no pé). Essa representação simbólica sugere que o corpo do indígena personifica o Brasil, e os fios telefônicos indicam a tentativa de integrar o país por meio da comunicação.

A legenda que acompanha a imagem — “Em breve, já poderá o Brazil esticar as canellas sem receio de não ser ouvido dos pés à cabeça” — reforça o caráter humorístico e crítico da charge, ao sugerir que a expansão da rede telefônica permitirá a comunicação entre regiões distantes do país, promovendo uma integração nacional. A referência ao telégrafo, evidenciada pelo estilo do equipamento utilizado, remete ao contexto histórico da época, em que o Brasil buscava modernizar suas infraestruturas de comunicação.

Figura 37: : imagem utilizada na questão 01 - Linguagens, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 01



Em breve, já poderá o Brazil esticar as canellas sem receio de não ser ouvido dos pés á cabeça.

Fon-Fon!, ano IV, n. 36, 3 set. 1910. Disponível em: objdigital.bn.br. Acesso em: 4 abr. 2014.

Fonte: ENEM, 2014

A interpretação da imagem é essencial para a resolução da questão, pois ela exige do candidato a capacidade de compreender os elementos visuais e textuais de forma integrada. A charge utiliza recursos da linguagem visual — como a caricatura e os símbolos territoriais — aliados à linguagem verbal, para construir uma crítica social sobre os desafios e expectativas da modernização das comunicações no Brasil do início do século XX.

A questão 05, ilustrada pela figura 38 da edição de 2014 do ENEM, apresenta um cartum que, embora compartilhe com a charge o propósito de crítica social, o faz por meio de um humor mais sutil e universal. A imagem retrata um cenário futurista em que a presença de robôs substitui a mão de obra humana, evidenciando os impactos da automação sobre o mercado de trabalho.

No primeiro plano, observa-se um homem sentado no chão, com expressão de desânimo, segurando uma escova de engraxate. À sua frente, um robô — que curiosamente usa sapatos, em uma clara alusão à humanização das máquinas — está sendo engraxado por ele. Ao fundo, outros robôs caminham em direção a uma área industrializada, sugerindo um ambiente de produção automatizada. Na parede, uma placa com os dizeres “NÃO HÁ VAGAS” reforça a ideia de exclusão do trabalhador humano frente ao avanço tecnológico.

Figura 38: imagem utilizada na questão 05 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 05



NEVES, E. **Engraxate**. Disponível em: www.grafar.blogspot.com. Acesso em: 15 fev. 2013.

Fonte: ENEM, 2014

O efeito cômico do cartum reside na inversão de papéis: o homem, tradicionalmente associado ao trabalho, agora serve às máquinas, que assumem funções humanas, inclusive o uso de vestimentas como sapatos. Essa inversão, embora cômica, carrega uma crítica contundente à crescente substituição da força de trabalho humana por sistemas automatizados, remetendo diretamente às discussões sobre os impactos da Revolução Industrial e suas consequências sociais e econômicas.

A questão 17, ilustrada pela figura 39, apresenta uma charge que convida à reflexão crítica sobre as desigualdades sociais no Brasil, especialmente no que diz respeito à efetivação dos direitos fundamentais previstos na Constituição Federal. A imagem retrata uma família composta por pai, mãe, uma criança e um bebê de colo, sentada em condições precárias, possivelmente em uma sarjeta, como sugerem elementos visuais como um gato de rua e uma lata de metal aberta no chão.

Figura 39: imagem utilizada na questão 17 - Ciências Humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2014

O pai, com semblante sério, lê um exemplar da Constituição do Brasil e destaca o trecho: “Todo brasileiro tem direito à moradia...”. Em resposta, a mãe, que segura o bebê, complementa com ironia: “Agora lê aquele pedaço bonito que fala de comida, saúde...”. A troca de falas, embora não apresentada em balões típicos dos quadrinhos, é facilmente compreendida pela disposição textual e pela clareza gráfica das letras, que seguem os padrões de legibilidade recomendados — maiúsculas e sem serifa.

A charge evidencia a distância entre o texto constitucional e a realidade vivida por grande parte da população brasileira. Ao utilizar o humor crítico, o autor denuncia a ineficácia da aplicação dos direitos sociais, como moradia, alimentação e saúde, que, embora garantidos legalmente, não são acessíveis de forma equitativa. A imagem reforça a ideia de que a simples existência de direitos no papel não é suficiente para assegurar a dignidade humana, sendo necessário que esses direitos sejam efetivamente implementados.

A questão 45, representada pela figura 40, apresenta uma charge histórica intitulada *De volta do Paraguai*, de Ângelo Agostini, publicada originalmente em 1870 no periódico *A Vida Fluminense*. A imagem realiza uma crítica contundente à sociedade brasileira do século XIX, especialmente no contexto da escravidão e da Guerra do Paraguai.

Na cena, observa-se um homem negro, vestido com trajes militares e condecorado, retornando ao Brasil após participar da guerra. O texto de apoio informa que ele é um voluntário que lutou pela pátria e contribuiu para a libertação de outro povo da escravidão. No entanto, ao chegar ao seu país natal, depara-se com uma cena brutal: sua mãe está amarrada a um tronco, sendo açoitada por dois homens, evidenciando que, apesar de sua bravura e sacrifício, a promessa de liberdade — que deveria se estender à sua família — não foi cumprida.

A linguagem visual da charge é carregada de simbolismo e emoção, reforçada pelo texto que acompanha a imagem: “Cheio de glória, coberto de louros, depois de ter derramado seu sangue em defesa da pátria e libertado um povo da escravidão, o voluntário volta ao seu país natal para ver sua mãe amarrada a um tronco horrível de realidade!...”.

Figura 40: imagem utilizada na questão 45 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 45



De volta do Paraguai

Cheio de glória, coberto de louros, depois de ter derramado seu sangue em defesa da pátria e libertado um povo da escravidão, o voluntário volta ao seu país natal para ver sua mãe amarrada a um tronco horrível de realidade!...

AGOSTINI. A vida fluminense, ano 3, n. 128, 11 jun. 1870. In: LEMOS, R. (Org.). **Uma história do Brasil através da caricatura (1840-2001)**. Rio de Janeiro: Letras & Expressões, 2001 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2014

A questão 82, ilustrada pela figura 41, é a única questão multimodal identificada na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias na edição de 2014 do ENEM. A imagem utilizada é uma história em quadrinhos da Turma da Mônica, criada por

Maurício de Sousa[5], reconhecida internacionalmente pela qualidade narrativa e pelo uso eficaz da linguagem dos quadrinhos.

Figura 41: imagem utilizada na questão 40 - Ciências da natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2014

Na sequência de vinhetas, observa-se a personagem Mônica perseguindo Cebolinha, que tenta escapar correndo. Em um momento de impulso, Mônica

[5] Maurício de Souza, nasceu no dia 27 de outubro de 1935, é um dos maiores quadrinhistas nacionais, autor de a Turma da Mônica e vários outros personagens. Ele é membro da Academia Paulista de Letras, ocupando a cadeira de número 24, sendo o mais famoso e premiado autor de quadrinhos do Brasil (Kulitz, 2024).

arremessa seu coelhinho de pelúcia, Sansão, em direção ao amigo. Na segunda vinheta, Cebolinha debocha da tentativa frustrada, acreditando que o arremesso foi mal-sucedido. No entanto, na terceira vinheta, o coelho realiza um movimento circular e retorna ao ponto de origem, atingindo Cebolinha de forma inesperada.

A resolução da questão exige do candidato conhecimentos de física, especialmente sobre movimento circular, forças resultantes e aceleração centrípeta. O movimento do coelhinho, que descreve uma trajetória curva e retorna ao ponto de partida, é uma representação lúdica do comportamento de um satélite em órbita, como sugerido pela imagem da Terra com uma linha orbital em uma das vinhetas. A constância do módulo da velocidade e a trajetória circular são elementos fundamentais para compreender o fenômeno físico envolvido.

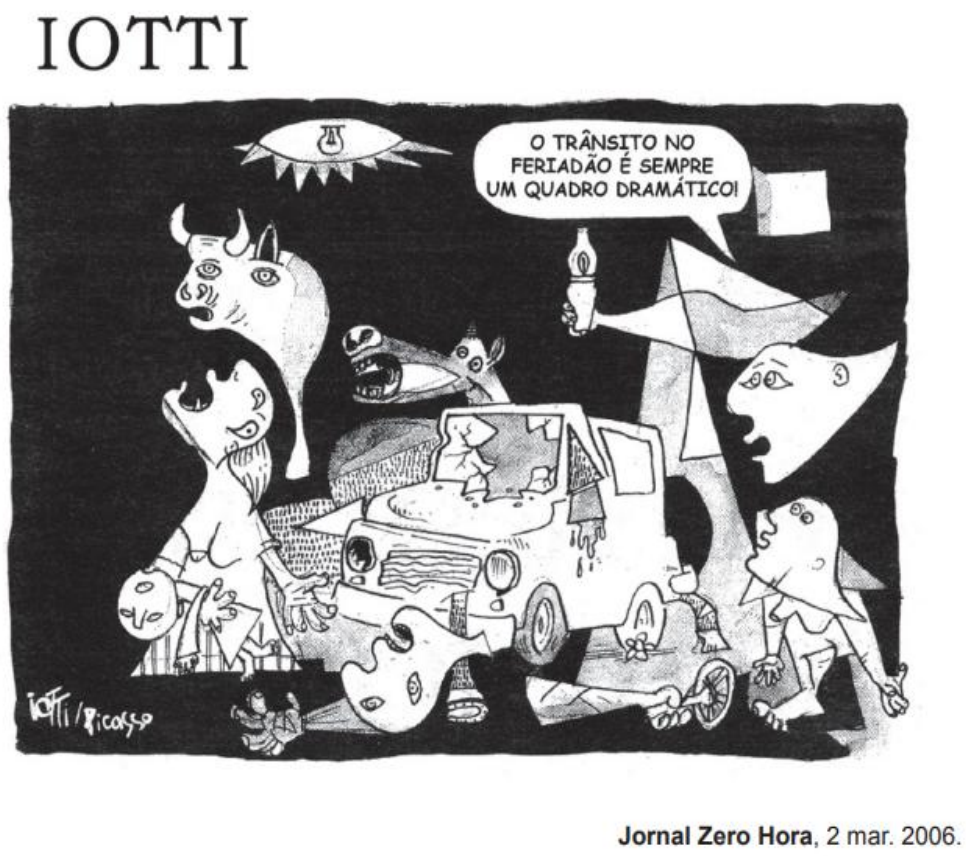
As histórias em quadrinhos de Maurício de Sousa são referências mundiais no uso da linguagem dos quadrinhos. Nas vinhetas, observamos as indicações propostas por McCloud (2008), utilizando diferentes tipos de enquadramento e a quebra de quadros a partir da interação entre as vinhetas, de modo que a passagem da história não é perceptível.

Na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, foram identificadas duas questões que exploram a multimodalidade. A questão 127, ilustrada pela figura 42, apresenta uma charge de autoria de Iotti, publicada no *Jornal Zero Hora* em 2 de março de 2006. A imagem realiza uma crítica social ao caos urbano, utilizando como referência estética o célebre painel *Guernica*, de Pablo Picasso, obra que retrata os horrores da guerra e da violência.

A charge reconstrói visualmente a composição dramática de *Guernica*, adaptando-a ao contexto brasileiro contemporâneo: o trânsito caótico durante os feriados prolongados. No centro da imagem, um carro aparece cercado por figuras humanas e animais em posições distorcidas e expressões exageradas, evocando sofrimento, confusão e desespero. Um dos personagens segura uma vela acesa, enquanto outro está caído no chão, reforçando o clima de tragédia. Acima do veículo, um balão de fala afirma: “O trânsito no feriadão é sempre um quadro dramático!”, estabelecendo a conexão direta entre o conteúdo da charge e a referência artística.

Figura 42: imagem utilizada na questão 127 – Linguagens, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 127



Fonte: ENEM, 2014

Para responder a essa questão, é necessário relacionar os elementos do quadro ao contexto de um trânsito caótico, comum nas grandes cidades brasileiras, inserindo o carro como figura central da imagem e o balão de fala.

Finalizando a análise da edição de 2014, a questão 131, representada pela figura 43, é a segunda questão multimodal identificada na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. A imagem apresenta uma charge de uma única vinheta, com letras maiúsculas e sem serifa, características que favorecem a legibilidade e estão em conformidade com os princípios gráficos discutidos neste trabalho.

A charge satiriza o comportamento contemporâneo relacionado à cultura digital, especialmente à popularização dos autorretratos digitais, conhecidos como selfies. A cena mostra um robô da NASA, o Opportunity, recém-chegado ao solo de Marte, realizando sua primeira fotografia. No entanto, em vez de capturar imagens científicas do planeta, o robô tira uma selfie, estendendo seu braço com uma câmera para registrar a própria imagem, tendo como fundo a paisagem árida de Marte.

O humor da charge reside na inversão de expectativas: espera-se que um robô enviado a outro planeta registre dados científicos relevantes, mas ele reproduz um comportamento humano banal e amplamente difundido nas redes sociais. A crítica implícita aponta para a excessiva valorização da autoimagem e da exposição pessoal, mesmo em contextos que deveriam priorizar o conhecimento e a coletividade.

Figura 43: imagem utilizada na questão 131 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2014

Não encontramos tirinhas, charges ou cartuns na área de Matemática e suas tecnologias.

Na edição de aplicação de 2015 do ENEM, foram identificadas apenas três questões que utilizam imagens multimodais, sendo duas na área de Ciências Humanas e suas Tecnologias e uma na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Não foram encontradas tirinhas, charges ou cartuns na área de Matemática e suas Tecnologias.

A questão 04, representada pela figura 44, apresenta uma charge de autoria de Amarildo, que realiza uma crítica ao modelo de produção agrícola no Brasil, especialmente ao uso excessivo de agrotóxicos em alimentos consumidos diariamente pela população. A imagem é composta por três balões sequenciais, respeitando os princípios da linguagem dos quadrinhos discutidos neste trabalho, como o uso de letras maiúsculas e sem serifa, além da clara organização dos balões de fala.

Figura 44: imagem utilizada na questão 04 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 04



AMARILDO. Disponível em: www.amarildo.com.br. Acesso em: 3 mar. 2013.

Fonte: ENEM, 2015

Na narrativa, um homem procura o delegado alegando que sua esposa está tentando matá-lo. O delegado, surpreso, pergunta o motivo da suspeita. Em resposta, o homem afirma que sua esposa lhe serviu pimentão, alface e tomate no jantar, e como sobremesa, morango e uva. O humor da charge reside na inversão de expectativas: o leitor espera uma justificativa mais direta para a acusação de tentativa de homicídio, mas se depara com uma denúncia velada sobre os perigos do consumo de alimentos contaminados por agrotóxicos.

A questão 19, ilustrada pela figura 45, apresenta uma charge de autoria de Ziraldo, originalmente publicada em 1974, que realiza uma crítica à política econômica brasileira durante o período da ditadura militar. A imagem retrata uma família reunida à mesa para uma refeição, em um ambiente doméstico simples. A mãe, com um jornal em mãos, lê em voz alta uma notícia: “Só este ano já entraram no país três bilhões de dólares. O pagamento começa a ser feito daqui a dez anos”. Em resposta, o pai comenta ironicamente: “Tadinho”, referindo-se ao Brasil como alguém que, embora receba grandes somas de dinheiro, está condenado a pagar por elas futuramente, em um contexto de endividamento externo.

Figura 45: imagem utilizada na questão 19 - Ciências humanas e suas tecnologias



ZIRALDO. 20 anos de prontidão. In: LEMOS, R. (Org.). **Uma história do Brasil através da caricatura (1840-2001)**. Rio de Janeiro: Letras & Expressões, 2001.

Fonte: ENEM, 2015

A charge critica o modelo econômico adotado pelo regime militar, que se baseava em empréstimos internacionais de longo prazo para financiar grandes obras de infraestrutura e fomentar o crescimento econômico. Embora esse modelo tenha

gerado um aparente progresso, ele também resultou em uma dívida externa crescente, cujas consequências seriam sentidas pelas gerações futuras.

Do ponto de vista gráfico, a charge apresenta letras em tamanho grande, porém com cantos internos quadrados, o que pode comprometer a fluidez da leitura. Apesar disso, a estrutura da imagem respeita os princípios da linguagem dos quadrinhos, com uma vinheta única, uso de balões de fala bem posicionados e uma composição visual que favorece a compreensão da cena.

A questão 92, representada pela figura 46, é a única questão multimodal identificada na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias na edição de 2015 do ENEM. A imagem utilizada é uma tirinha composta por quatro vinhetas, que apresenta uma situação cotidiana entre duas amigas e explora o humor por meio de um jogo de linguagem, especificamente a ambiguidade da palavra “season” em inglês.

Na primeira vinheta, uma das personagens afirma: “Well, here it is. – The season that I hate.” A segunda personagem, interpretando “season” como estação do ano, responde com entusiasmo: “Come on, Anne! The kids are in school, the air’s cool, the leaves are turning...”, destacando os aspectos positivos do outono. Na terceira vinheta, Anne corrige a amiga: “I’m not talking about autumn, dummy!”, e na quarta vinheta revela: “I’m talking about football.” O humor da tirinha reside na ambiguidade semântica da palavra “season”, que pode significar tanto estação do ano quanto temporada esportiva, como no caso do futebol.

Figura 46: imagem utilizada na questão 92 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2015

Nesta edição, 2015, não encontramos tirinhas, charges ou cartuns nas áreas de Ciências da natureza e suas tecnologias, e, Matemática e suas tecnologias.

Na edição de aplicação de 2016 do ENEM, foi identificada apenas uma questão que utiliza imagem em todo o exame, o que a torna a edição menos quantitativa em termos de questões multimodais entre os anos de 2009 a 2016. A questão 22, ilustrada pela figura 47, pertence à área de Ciências Humanas e suas Tecnologias e apresenta uma tirinha autobiográfica da autora Marjane Satrapi, extraída da obra *Persépolis*.

A narrativa visual retrata um momento marcante da vida da autora, quando ela tinha dez anos e estava prestes a iniciar o ano letivo em 1980, logo após a Revolução Iraniana de 1979. Essa revolução resultou na substituição de um governo laico e de orientação sunita por um regime xiita teocrático e conservador, que promoveu profundas transformações nos costumes sociais e educacionais do país.

Figura 47: imagem utilizada na questão 46 - Ciências humanas e suas tecnologias



SATRAPI, M. **Persépolis**. São Paulo: Cia. das Letras, 2007 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2015

Nas primeiras vinhetas, observa-se um grupo de meninas tristes, todas usando o véu islâmico, que se tornou obrigatório nas escolas a partir de 1980. A terceira vinheta contextualiza a mudança política e cultural, mencionando diretamente a Revolução Islâmica e suas implicações. A última vinheta mostra uma mãe entregando o véu à filha, simbolizando a imposição de novos valores e normas sociais, especialmente sobre o corpo e o papel da mulher na sociedade iraniana.

Na edição de aplicação de 2017, não encontramos questões que empregam tirinhas, charges ou cartuns.

Até a edição de 2017, as áreas de conhecimento estavam dispostas de forma diferente dos anos posteriores, sendo: Ciências Humanas e suas Tecnologias (questões 01 a 45), Ciências da Natureza e suas Tecnologias (questões 46 a 90), Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (questões 91 a 135).

Na edição de aplicação de 2018 do ENEM, foram identificadas apenas três questões que utilizam imagens multimodais, todas pertencentes à área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. A questão 02, ilustrada pela figura 48, apresenta um cartum de autoria de Randy Glasbergen, que utiliza o humor para criticar as expectativas sociais relacionadas ao amadurecimento precoce.

Figura 48: imagem utilizada na questão 02 - Linguagens, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 02



"WHEN I WAS 5 EVERYONE TOLD ME TO BE A BIG BOY.
WHEN I WAS 10 THEY TOLD ME I SHOULD BE MORE MATURE.
NOW THEY SAY IT'S TIME TO START ACTING LIKE AN ADULT.
AT THIS RATE, I'LL BE ELIGIBLE FOR SOCIAL SECURITY
BEFORE I GRADUATE FROM HIGH SCHOOL!"

GLASBERGEN, R. Disponível em: www.glasbergen.com. Acesso em: 3 jul. 2015 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2018

Na imagem, dois adolescentes caminham lado a lado em um bairro residencial, enquanto um deles compartilha sua frustração com os comentários que recebeu ao longo da vida. O texto, escrito em inglês, revela uma sequência de exigências sociais: aos cinco anos, era incentivado a “ser um menino grande”; aos dez, a “ser mais maduro”; e agora, é pressionado a “agir como um adulto”. A culminância do humor ocorre na última fala, quando o jovem ironiza: “Nesse ritmo, estarei elegível para a aposentadoria antes de terminar o ensino médio!”

O cartum evidencia a pressão social sobre o desenvolvimento infantil e juvenil, apontando para a antecipação de responsabilidades e comportamentos adultos em fases da vida que deveriam ser marcadas por descobertas, brincadeiras e formação gradual. A crítica é construída por meio da exageração e da ironia, recursos típicos do cartum, que permitem ao leitor refletir sobre os impactos dessas cobranças no processo de crescimento.

A questão 19, ilustrada pela figura 49, apresenta uma tirinha composta por três vinhetas, que realiza uma crítica direta à mercantilização das opiniões na internet, especialmente no contexto das redes sociais e da atuação de influenciadores digitais. A tirinha, intitulada *Ideologia e Internet*, utiliza o humor para abordar a transformação dos discursos políticos em produtos comercializáveis.

Na primeira vinheta, um personagem é questionado sobre sua mudança de posicionamento político, ao deixar de ser “blogueiro da oposição”. Ele responde com ironia: “Coerência é coisa de torcedor, eu sou profissional”, sugerindo que sua mudança de opinião está relacionada à remuneração, e não a convicções ideológicas. Na segunda vinheta, a crítica se intensifica com a exposição de uma tabela de preços: “Meme eu cobro X, textão eu cobro Y”, evidenciando que diferentes formatos de conteúdo têm valores específicos, como se fossem serviços publicitários. Por fim, na terceira vinheta, outro personagem comenta: “Viu o preço da opinião na internet?”, ao que o outro responde: “Tá pela hora da morte”, reforçando o tom satírico da tirinha.

Do ponto de vista gráfico, a tirinha apresenta letras sem serifa e em caixa alta, favorecendo a legibilidade e respeitando os princípios visuais discutidos neste trabalho. O enquadramento das vinhetas é bem definido, com transições claras entre os quadros e balões de fala que organizam a leitura de forma fluida.

Figura 49: imagem utilizada na questão 19 - Linguagens, códigos e suas tecnologias

QUESTÃO 19



BRANCO, A. Disponível em: www.oesquema.com.br. Acesso em: 30 jun. 2015 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2018

A questão 25, ilustrada pela figura 50, apresenta uma adaptação em quadrinhos de um trecho do romance *Grande Sertão: Veredas*, de João Guimarães Rosa, realizada com o objetivo de transpor para a linguagem visual a densidade simbólica e dramática da obra original. A tirinha retrata um episódio narrado por Riobaldo, personagem central do romance, que relata uma história ocorrida no sertão marcada por medo, superstição e violência.

Na narrativa, um bezerro branco, com malformações físicas — olhos estranhos e uma face semelhante à de um cachorro — é interpretado pelos moradores como uma manifestação demoníaca. A população, tomada pelo pavor e pela crença religiosa, decide executar o animal, utilizando armas emprestadas pelo próprio narrador. A sequência culmina com a onomatopeia “PAM!”, que representa o disparo fatal, seguida pela imagem do bezerro morto, enfatizando a brutalidade do ato.

A linguagem visual da tirinha é essencial para a construção da dramaticidade do episódio. O enquadramento do animal, com destaque para sua aparência incomum, o close na mão segurando o revólver, e a representação gráfica do tiro, são recursos que intensificam o impacto emocional da cena. A estética sombria e o traço expressivo do quadrinista colaboram para transmitir o clima de tensão e violência que permeia o sertão retratado por Guimarães Rosa.

Para responder a esta questão, é necessário analisar a linguagem visual, que enfatiza a dramaticidade. Na imagem, podemos ver o enquadramento e a posição de destaque do animal, o close na mão com o revólver e a onomatopeia do tiro "PAM!", que indicam a violência presente na obra.

Figura 50: imagem utilizada na questão 25 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2018

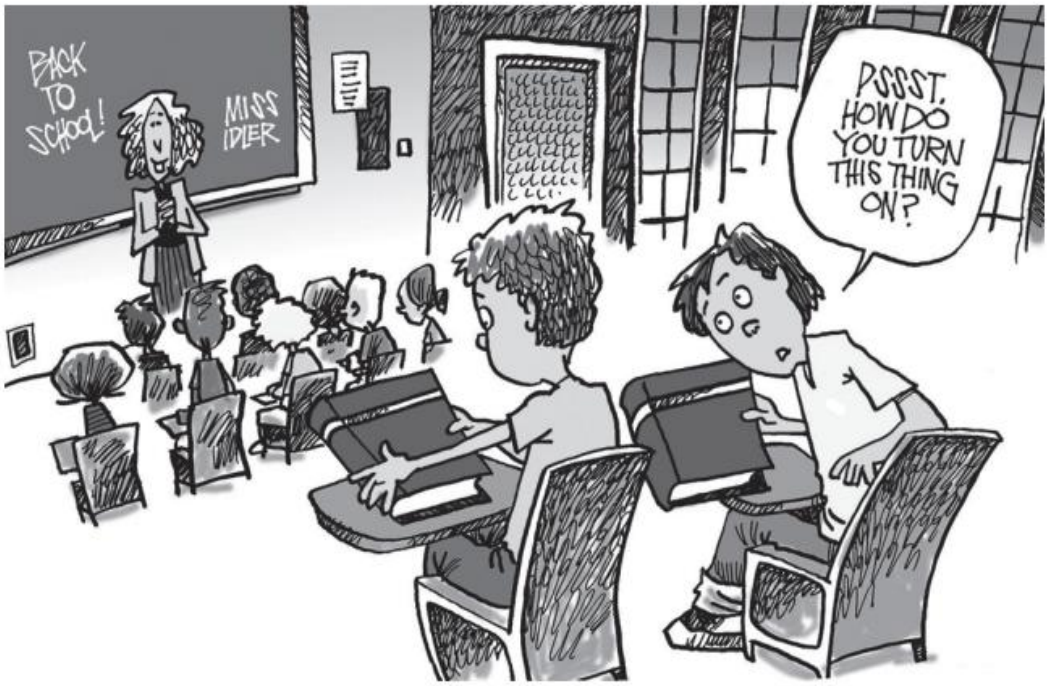
Nesta edição, não encontramos tirinhas, cartuns ou charges nas outras áreas de conhecimento. Na edição do ENEM aplicada em 2019, foram identificadas apenas

duas questões que utilizam imagens multimodais, ambas pertencentes à área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

A questão 05, figura 51, utiliza um cartum escrito em inglês, realizando uma crítica ao ensino, relacionando um livro a um smartphone/tablet.

Figura 51: : imagem utilizada na questão 05 - Linguagens, códigos e suas tecnologias

Questão 05



KEEFER, M. Disponível em: www.nj.com. Acesso em: 3 dez. 2018.

Fonte: ENEM, 2019

A imagem utiliza o humor para criticar a relação entre jovens e os suportes tradicionais de leitura. A imagem mostra uma professora em sala de aula, acompanhada por estudantes que seguram livros impressos. Um dos alunos, demonstrando estranhamento diante do objeto, pergunta ao colega: *"Como você liga ('turn on') esta coisa?"*, revelando sua dificuldade em compreender o funcionamento de um livro físico.

O efeito cômico do cartum reside na inversão de expectativas: o livro, tradicionalmente associado ao conhecimento e à educação, é tratado como um dispositivo eletrônico, como se fosse um celular ou tablet. Essa confusão evidencia a dependência das novas gerações em relação às tecnologias digitais, sugerindo que o contato com o livro impresso tornou-se incomum para muitos jovens, o que levanta reflexões sobre os impactos da digitalização na formação leitora.

A escolha da fonte no balão de fala pode dificultar a leitura, uma vez que algumas letras ficaram compactadas, como na palavra "This". Tal escolha estilística impacta diretamente na clareza da mensagem, podendo prejudicar a experiência de leitura dos espectadores.

A questão 12, representada pela figura 52, utiliza uma história em quadrinhos acompanhada de um texto de apoio. Os quadrinhos, desenhados pela quadrinista Ju Loyola, que é pessoa com deficiência auditiva, apresentam uma narrativa silenciosa protagonizada por duas crianças em um campo. A obra possui grande relevância por ser um exemplo de acessibilidade na cultura geek para pessoas surdas, além de permitir a compreensão por crianças e adultos de diferentes nacionalidades e níveis de letramento.

As vinhetas não apresentam balões de fala, sendo compostas exclusivamente por imagens. Ainda assim, a narrativa é facilmente compreendida graças ao enquadramento visual cuidadosamente elaborado. Na sequência, observa-se inicialmente uma menina sozinha; na segunda vinheta, a sombra de uma pessoa se aproxima, causando aflição à menina na terceira vinheta. Na quarta, a tensão é quebrada com o surgimento de uma flor, oferecida à menina por um menino.

O texto de apoio complementa a leitura ao explicar a ausência de balões de fala: *“Quadrinista surda faz sucesso na CCXP (maior evento geek da atualidade) com narrativas silenciosas.”* A escolha por um estilo narrativo não verbal representa uma inovação estética e uma prática inclusiva nas artes visuais, permitindo que públicos diversos possam acessar e interpretar a obra.

A importância de iniciativas como essa reside na promoção da diversidade e na valorização de diferentes formas de expressão artística, contribuindo para o enriquecimento da experiência cultural coletiva. Além disso, essa abordagem estimula a reflexão sobre os limites da comunicação tradicional e ressalta a necessidade de adaptação dos métodos de ensino à multiplicidade de linguagens presentes na contemporaneidade.

Por fim, a estratégia visual adotada por Ju Loyola convida o espectador a interpretar ativamente as imagens, promovendo uma experiência mais participativa e sensível, alinhada aos princípios da educação inclusiva e da formação estética.

Figura 52: imagem utilizada na questão 12 - Linguagens códigos e suas tecnologias

Questão 12

TEXTO I

A promessa da felicidade



JU LOYOLA. **The promise of happiness**.

LOYOLA, J. Disponível em: http://ladyscomics.com.br.
Acesso em: 8 dez. 2018 (adaptado).

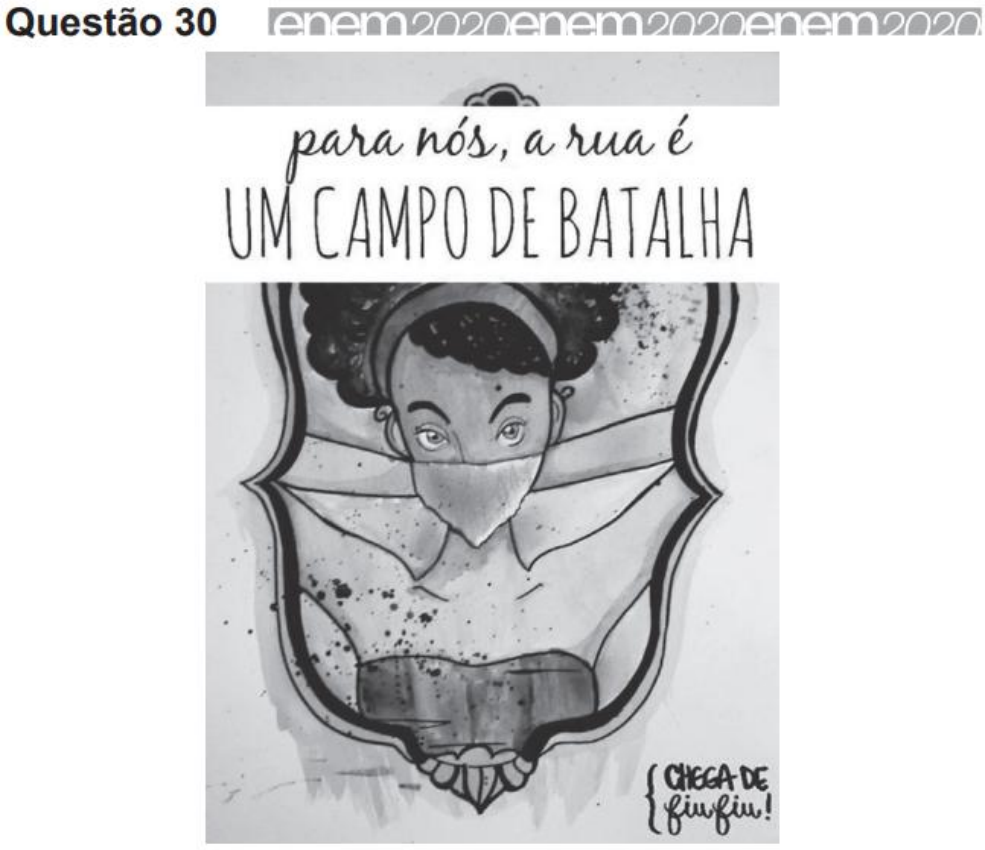
Fonte: ENEM, 2019

Assim como na edição de 2018, em 2019 não foram identificadas tirinhas, charges ou cartuns nas áreas de Ciências Humanas e suas Tecnologias, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e Matemática e suas Tecnologias.

Na edição de 2020, foram encontradas duas tirinhas: uma na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, e outra na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A questão 30, ilustrada na figura 53, apresenta uma charge que realiza uma crítica social ao assédio sofrido por mulheres. A imagem retrata uma mulher diante de um espelho com respingos que remetem a manchas de sangue, sugerindo uma metáfora visual de um campo de batalha, em consonância com o texto que a acompanha. A mulher está com uma máscara cobrindo a boca, o que reforça a ideia de silenciamento. A charge propõe uma reflexão sobre a necessidade de resistência e enfrentamento por parte das mulheres diante do assédio masculino, exigindo delas uma postura combativa.

Figura 53: imagem utilizada na questão 30 – Linguagens, códigos e suas tecnologias



Disponível em: www.bhaz.com.br. Acesso em: 14 jun. 2018.

Fonte: ENEM, 2020

A questão 91, ilustrada na figura 54, apresenta a segunda tirinha de Jim Davis utilizada na prova até o momento. Nela, o personagem Garfield aparece se esfregando na perna de uma pessoa. A tirinha é empregada para contextualizar o conceito de energia estática, evidenciado pelo arrepiamento dos pelos do gato ao entrar em atrito com o tecido de algodão. Dessa forma, a imagem configura uma situação-problema relacionada à eletrostática, área da Física, ao ilustrar a movimentação de elétrons entre a calça e os pelos do animal.

No que diz respeito à linguagem dos quadrinhos, observa-se, na segunda vinheta, o uso de uma onomatopeia que remete ao som característico emitido por gatos quando estão felizes. Já na terceira vinheta, destaca-se a utilização adequada de um balão de pensamento, recurso típico da linguagem dos quadrinhos, que contribui para a construção do sentido da narrativa.

Figura 54: imagem utilizada na questão 91 - Ciências da Natureza e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2020

Não foram identificadas tirinhas, charges ou cartuns nas áreas de Ciências Humanas e suas Tecnologias e de Matemática e suas Tecnologias.

Em 2021, devido à pandemia de COVID-19, causada pelo coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2 (SARS-CoV-2), o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) contou com duas aplicações. A primeira ocorreu nos dias 21 e 28 de novembro. Para os candidatos inscritos nessa edição regular que não puderam comparecer em razão da pandemia, foi realizada uma segunda aplicação nos dias 9 e 16 de janeiro.

Na primeira aplicação, foram encontradas seis questões que utilizaram imagens como recurso de contextualização. Na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, foram identificadas cinco tirinhas: uma em inglês, uma em espanhol e

três em português. Já na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, foi localizada apenas uma questão com esse tipo de recurso.

Na prova de Língua Inglesa, a questão 04, ilustrada na figura 55, apresenta uma tirinha que retrata um casal caminhando pela rua. O texto afirma: *"My desire to be well-informed is currently at odds with my desire to remain sane"* (traduzido como: *"Meu desejo de estar bem-informada atualmente está em desacordo com o meu desejo de continuar mentalmente sã"*).

Essa tirinha exige do candidato não apenas uma compreensão linguística da língua inglesa, mas também habilidades avançadas de interpretação textual. O enunciado aborda a tensão entre o desejo de estar bem-informado e a necessidade de preservar a saúde mental diante da sobrecarga informativa. A interpretação demanda a análise da ironia presente e da crítica social implícita, refletindo sobre os impactos da exposição constante a informações no bem-estar psicológico — um tema especialmente relevante no contexto contemporâneo.

Figura 55**:** imagem utilizada na questão 04 de Inglês - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2020

A escolha da tipografia utilizada na narrativa da tirinha não se mostra adequada, uma vez que apresenta serifas e está em itálico, o que pode dificultar a leitura e a compreensão da mensagem pelo candidato.

Na prova de Língua Espanhola, a questão 05, ilustrada na figura 55, apresenta uma charge. Na imagem, são representados dois homens: o personagem à esquerda questiona o outro sobre o que tem acontecido com o mundo, diante das notícias exibidas na televisão (guerras, crises, insegurança). Em resposta, o segundo personagem afirma que nós, seres humanos (*nosotros*), somos os responsáveis por tais acontecimentos.

Na charge, observa-se o uso adequado da pontuação no balão de fala do primeiro personagem, evidenciando uma pausa expressiva em sua fala. A resposta do segundo personagem também é apresentada de forma clara e ordenada, contribuindo para a construção do sentido da mensagem.

Para responder à questão, além do domínio da língua espanhola, o candidato precisa identificar o elemento cômico presente na charge, que reside na constatação de que os próprios seres humanos são os responsáveis pela situação crítica do mundo, incluindo questões como a crise climática. A crítica social implícita reforça a necessidade de reflexão sobre o papel da humanidade na degradação ambiental e nos conflitos contemporâneos.

Figura 56: - imagem utilizada na questão 05 de Inglês – Linguagens, códigos e suas tecnologias



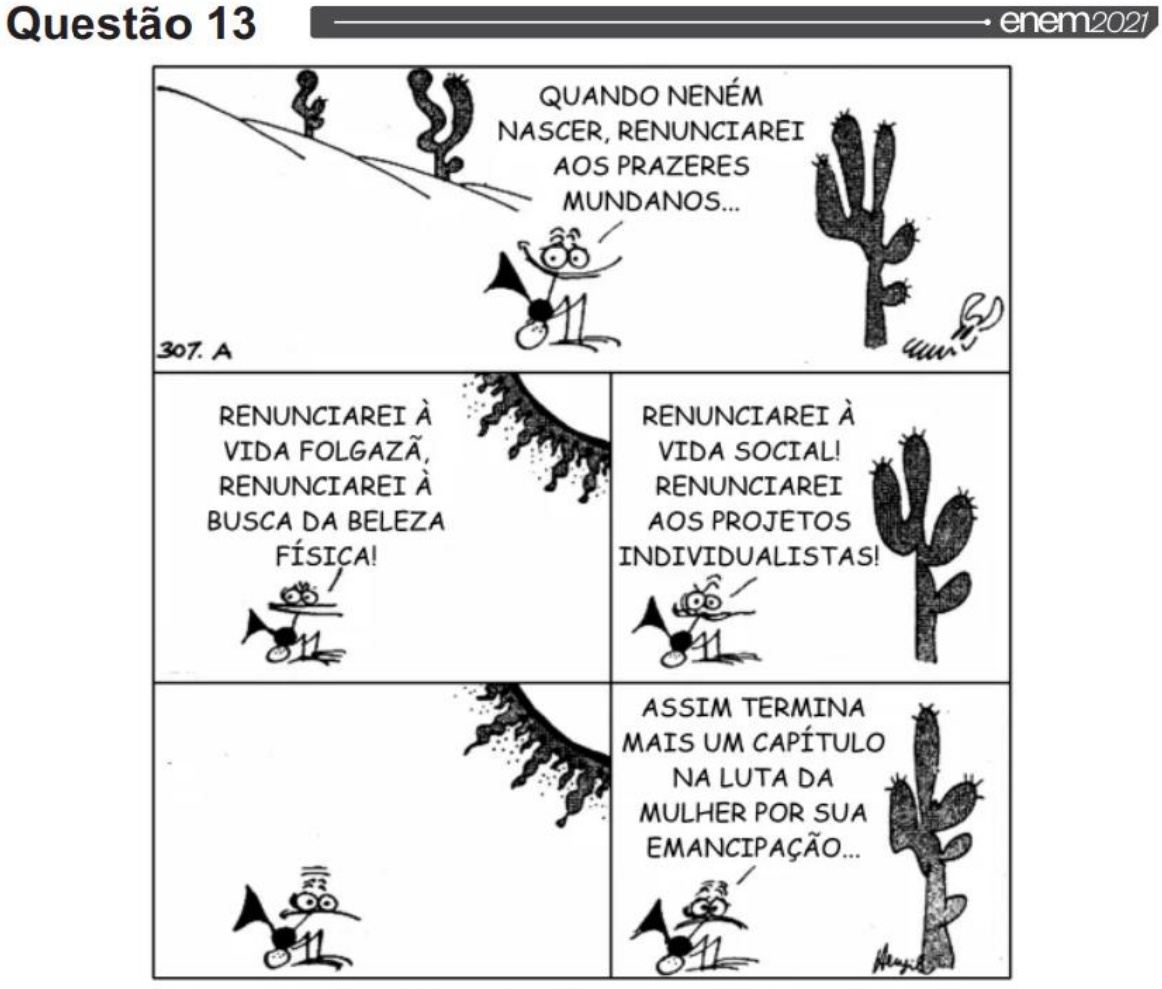
ERLICH. Disponível em: https://mansunides.org. Acesso em: 5 dez. 2018.

Fonte: ENEM, 2021

A tirinha da questão 13, ilustrada na figura 57, satiriza as tarefas associadas à maternidade ao empregar repetidamente o termo *“renunciarei”*. Por meio da expressão de conformismo nas últimas vinhetas, a narrativa critica as obrigações maternas como obstáculos à luta pela emancipação feminina.

Para responder à questão, o candidato deve analisar a reflexão da personagem, que evidencia as múltiplas renúncias impostas pela chegada do filho. A tirinha revela como a maternidade pode representar um conjunto de obrigações restritivas, das quais a mulher não consegue se desvencilhar, apontando para uma crítica social sobre os desafios enfrentados pelas mulheres na busca por autonomia e igualdade.

Figura 57: imagem utilizada na questão 13 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



HENFIL. Disponível em: https://medium.com. Acesso em: 29 out. 2018 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2021

A tirinha da questão 33, ilustrada na figura 58, apresenta, ao longo de seis vinhetas, diálogos que abordam o processo de produção de um livro. Para isso, são utilizados diferentes enquadramentos e uma tipografia sem serifa, o que contribui para a clareza e facilita a leitura do texto.

Além dos aspectos visuais, observa-se que o propósito da tirinha é estimular o interesse pela leitura, ao demonstrar, de forma didática e acessível, as etapas envolvidas na criação de um livro — desde a seleção de informações e a elaboração do roteiro até a edição gráfica, culminando na leitura final. Dessa maneira, os quadrinhos cumprem a função de apresentar o livro como um produto cultural, despertando a curiosidade do leitor por meio das características destacadas no prefácio.

Figura 58: imagem utilizada na questão 33 – Linguagens, códigos e suas tecnologias



LEMOS, A. **Artistas brasileiras**. Belo Horizonte: Miguilim, 2018.

Fonte: ENEM, 2021

A tirinha da questão 43, ilustrada na figura 59, retrata personagens escravizados que especulam sobre uma possível forma de escapar do local onde se encontram, buscando deixar para trás as dores e os sofrimentos vivenciados. Ao longo das vinhetas, são feitas referências a elementos culturais e religiosos, como Calunga — considerado o maior quilombo brasileiro, de imensurável importância histórica — e a *nsanga*, uma bebida que, segundo a crença, conferiria coragem a quem a consumisse.

A sequência narrativa dos quadrinhos evidencia as crenças dos povos escravizados no Brasil, reforçadas tanto pela linguagem verbal quanto pelos elementos visuais. A tirinha propõe uma reflexão sobre a resistência cultural e espiritual desses grupos, revelando como suas tradições e crenças funcionavam como formas de enfrentamento e esperança diante da opressão.

Figura 59: imagem utilizada na questão 43 - Linguagens, códigos e suas tecnologias



D'SALETE, M. **Cumbe**. São Paulo: Veneta, 2018, p. 10-11 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2021

Na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, destaca-se a questão 125, ilustrada na figura 60, com uma tirinha de autoria de Bill Watterson, criador dos personagens Calvin — um garoto de seis anos — e Haroldo, seu tigre de pelúcia que ganha vida na imaginação do menino. Por meio de narrativas bem-humoradas e sensíveis, Watterson retrata a infância de Calvin, marcada por uma imaginação fértil e por uma postura crítica em relação ao modelo tradicional de ensino, frequentemente questionado nas tirinhas, nas quais o personagem acredita que sua inteligência transcende os limites impostos pelos testes escolares.

Nesta tirinha específica, Calvin e Haroldo estão envolvidos em uma de suas brincadeiras, descendo em um carrinho em direção a um riacho. A cena faz alusão aos conceitos de transferência de calor e temperatura, pertencentes à área de Termologia, da disciplina de Física. Os diferentes enquadramentos utilizados ao longo das vinhetas evidenciam o movimento dos personagens, contribuindo para a construção da narrativa visual. Caso a tirinha estivesse em versão colorida, o efeito visual seria ainda mais expressivo, especialmente na representação do riacho, que ganharia maior vivacidade.

Além disso, o humor característico das tirinhas de Watterson frequentemente promove uma reflexão crítica sobre a infância e o sistema educacional. A imaginação de Calvin é utilizada como recurso narrativo para explorar temas como criatividade, liberdade de pensamento e a importância das relações afetivas, especialmente a amizade com Haroldo. Esses elementos tornam as histórias de *Calvin e Haroldo* atemporais e cativantes, capazes de dialogar com leitores de diferentes faixas etárias.

Figura 60: imagem utilizada na questão 125 – Ciências da Natureza e suas tecnologias

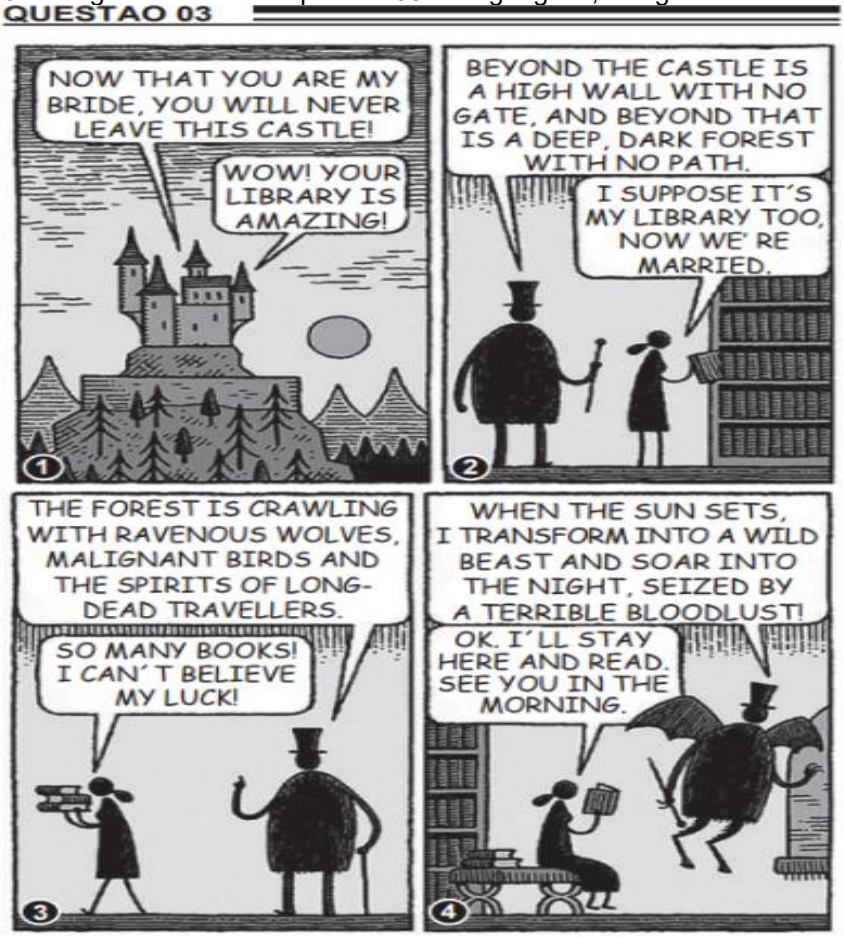


Fonte: ENEM, 2021

Na edição de 2023, foram identificadas cinco questões que utilizaram tirinhas, charges ou cartuns como recurso de contextualização. Essas questões distribuíram-se entre as áreas de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias (uma questão), Ciências Humanas e suas Tecnologias (duas questões), Ciências da Natureza e suas Tecnologias (uma questão) e Matemática e suas Tecnologias (uma questão). Esta última merece destaque por ser a primeira a empregar uma tirinha desde a edição de 2009, marcando um retorno significativo desse tipo de linguagem visual à área de exatas.

Na edição anterior, de 2022, foram encontradas duas questões que utilizaram imagens: uma na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e outra em Ciências Humanas e suas Tecnologias. A questão 03, ilustrada na figura 61, apresenta balões de fala escritos em inglês. Na vinheta inicial, há uma tentativa de assustar um personagem, mas a resposta surpreende ao expressar encantamento diante de uma imensa biblioteca disponível.

Figura 61: imagem utilizada na questão 03 – Linguagens, códigos e suas tecnologias



GAULD, T. Disponível em: www.tomgauld.com. Acesso em: 25 out. 2021.

Fonte: ENEM, 2022

Essa tirinha exige do candidato não apenas a compreensão da língua inglesa, mas também habilidades interpretativas para captar o humor e a crítica implícita. A inversão de expectativa — do susto à admiração — reforça a valorização do acesso ao conhecimento, representado pela biblioteca, e convida à reflexão sobre o papel da leitura como fonte de empoderamento e liberdade.

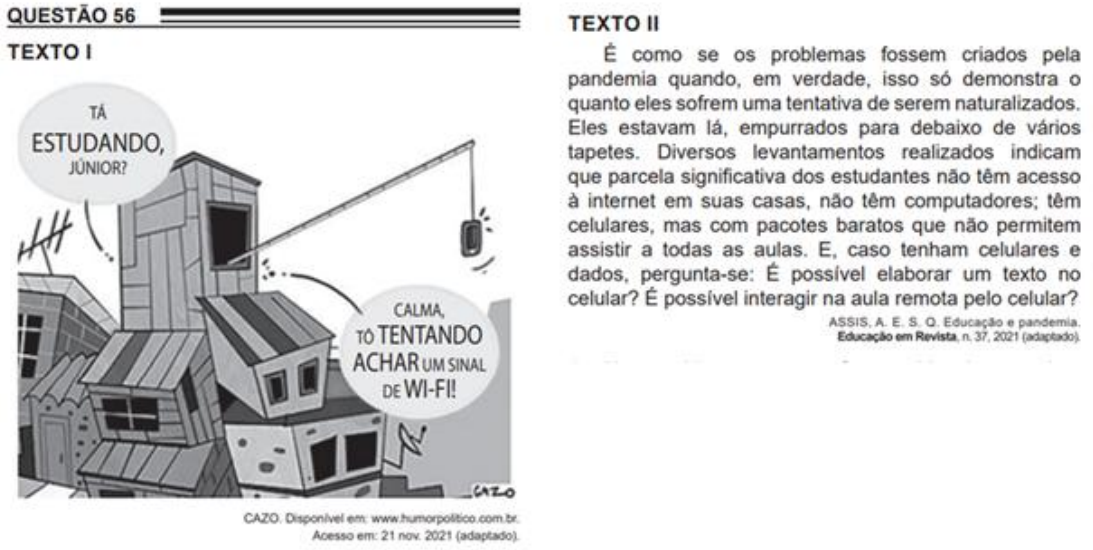
Na imagem, os balões utilizam uma fonte sem serifa, com as letras em maiúsculo, facilitando a leitura do candidato. Apesar dos desenhos estarem com tonalidades na escala de preto e cinza, também é possível identificá-los com muita clareza.

A segunda tirinha, uma charge (Texto I), ilustrada na figura 62, foi utilizada na questão 56 da área de Ciências Humanas e suas Tecnologias. A imagem é acompanhada por um texto de apoio que contextualiza a ilustração.

A charge retrata um aglomerado de casas e destaca uma janela onde um celular está preso a uma vara de pesca. Um menino responde à sua mãe que está tentando encontrar sinal de Wi-Fi para poder estudar. Esse recurso visual oferece uma crítica contundente ao cotidiano contemporâneo, especialmente à desigualdade no acesso à educação digital durante a pandemia de COVID-19, período em que muitos estudantes enfrentaram dificuldades devido à ausência de conexão com a internet.

O Texto II reforça essa crítica ao discutir a desigualdade no acesso à tecnologia educacional e suas implicações para o aprendizado remoto. Essa abordagem evidencia as barreiras enfrentadas por estudantes em situação de vulnerabilidade e aponta para a urgência de políticas públicas que promovam o acesso equitativo à educação digital. Além disso, destaca-se o papel fundamental dos educadores e da sociedade na busca por soluções que minimizem esses desafios e garantam o direito à aprendizagem.

Figura 62: imagem utilizada na questão 56 – Ciências humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2022

Na aplicação do ENEM de 2023, foram identificadas cinco questões que empregam a linguagem dos quadrinhos, seja em seus enunciados ou como recurso de contextualização.

A análise inicia-se pela questão 05, ilustrada na figura 63, que apresenta um cartum ambientado em um espaço corporativo. Na imagem, todos os funcionários — representados por homens — vestem roupas idênticas e possuem expressões faciais semelhantes, o que evidencia a ausência de diversidade no ambiente de trabalho.

Figura 63: imagem utilizada na questão 05, de Inglês - Linguagens, códigos e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2023

Esse recurso visual funciona como crítica à padronização e à homogeneização dos sujeitos em determinados contextos sociais, especialmente no mercado de trabalho, onde a diversidade de gênero, raça e individualidade ainda enfrenta barreiras. O cartum convida à reflexão sobre a importância da representatividade e da valorização das diferenças no ambiente profissional.

Na frase, escrita em inglês, tem-se como tradução: Oh, você irá amar trabalhar aqui. Ninguém trata você de maneira diferente apenas por causa da sua idade, raça ou sexo. Ressaltamos que esta frase, escrita em letras minúsculas, teria maior facilidade de leitura se fossem maiúsculas.

A questão 56, ilustrada na figura 64, apresenta uma charge elaborada por Laerte em 2021, composta por três vinhetas. Na imagem, uma mulher é retratada segurando uma lâmpada mágica — elemento clássico das narrativas fantásticas, conhecido por conceder três desejos a quem o encontra.

Na primeira vinheta, a personagem solicita à lâmpada que lhe conceda poderes. Na segunda, ela especifica o tipo de poder desejado, mencionando habilidades típicas de super-heróis. A crítica central da charge se revela na terceira vinheta, quando a mulher expressa o desejo de obter poder político, sugerindo que esse tipo de poder é mais eficaz e transformador do que os poderes fictícios mencionados anteriormente.

Figura 64: imagem utilizada na questão 56 - Ciências humanas e suas tecnologias



Fonte: ENEM, 2023

Para responder à questão, o candidato deve ser capaz de relacionar a imagem aos movimentos contemporâneos que reivindicam o empoderamento político,

especialmente no contexto das lutas por equidade de gênero e representatividade. A charge de Laerte propõe uma reflexão sobre o papel do poder político como ferramenta de transformação social, destacando sua relevância frente aos desafios enfrentados por grupos historicamente marginalizados.

A tirinha da questão 72, figura 65, apresenta uma crítica social e histórica por meio da justaposição entre o discurso da exploração espacial contemporânea e o processo de colonização do Brasil.

Na primeira vinheta, o texto aborda os avanços tecnológicos decorrentes da corrida espacial promovida por bilionários, sugerindo que, embora inicialmente acessíveis apenas aos mais ricos, esses avanços podem beneficiar toda a sociedade — como ocorreu com tecnologias como câmeras fotográficas e o uso do titânio.

Na segunda vinheta, a charge ilustra um astronauta pousando em um corpo celeste, onde um extraterrestre verde, com antenas, conversa com um indígena por meio de um tablet. O astronauta afirma: *"Viemos em paz!"*, ao que o extraterrestre responde: *"Acredite em mim. Não confie nesse pessoal!"*

Essa cena estabelece uma analogia direta com o descobrimento do Brasil e a chegada dos portugueses, que também afirmavam vir em paz, mas cujas ações resultaram em exploração, dominação e violência contra os povos indígenas. A presença do indígena na imagem reforça essa conexão histórica, sugerindo que o discurso de paz pode ocultar intenções colonizadoras e interesses econômicos.

A crítica da charge, portanto, reside na desconfiança quanto às verdadeiras motivações por trás das iniciativas de exploração espacial, especialmente quando lideradas por grandes corporações e bilionários. Ao relacionar esse contexto com o passado colonial, a tirinha convida o leitor a refletir sobre os riscos de repetir padrões históricos de dominação e desigualdade, agora em escala interplanetária.

Para responder à questão, o candidato precisa mobilizar conhecimentos de História, especialmente sobre o processo de colonização do Brasil, e compreender como a linguagem visual e verbal da charge constrói uma crítica à exploração contemporânea sob o disfarce de progresso e paz.

Figura 65: imagem utilizada na questão 72 – Ciências humanas e suas tecnologias

QUESTÃO 72

TEXTO I

Por hora, apenas os mais abastados poderão sonhar em viajar ao espaço, seja por um foguete ou por um avião híbrido, mas toda a população global poderá sentir os efeitos dessas viagens e avanços tecnológicos. Para uma aventura dessas, as empresas tiveram que criar novas tecnologias que podem, em algum momento, voltar para a sociedade. A câmera fotográfica, hoje comum no mundo, antes foi uma invenção para ser usada em telescópios, e o titânio, usado até na medicina, foi desenvolvido para a construção de foguetes.

ORLANDO, G. **Corrida espacial dos bilionários pode trazer vantagens para todos**. Disponível em: https://noticias.r7.com. Acesso em: 5 nov. 2021 (adaptado).

TEXTO II



CAZO. Disponível em: www.humorpolitico.com.br. Acesso em: 5 nov. 2021.

Fonte: ENEM, 2023

No segundo dia de aplicação da prova do ENEM 2023, a questão 91, ilustrada na figura 66, apresenta uma tirinha elaborada por Maurício de Sousa, na qual aparecem os personagens Cebolinha (à esquerda) e Cascão (à direita) envolvidos em uma brincadeira com duas latas metálicas de tamanhos diferentes. A tirinha é utilizada para contextualizar uma questão da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, abordando o conceito de ondas sonoras.

Figura 66: imagem utilizada na questão 111 - Ciências da natureza e suas tecnologias

QUESTÃO 111

Na tirinha de Mauricio de Sousa, os personagens Cebolinha e Cascão fazem uma brincadeira utilizando duas latas e um barbante. Ao perceberem que o som pode ser transmitido através do barbante, resolvem alterar o comprimento do barbante para ficar cada vez mais extenso. As demais condições permaneceram inalteradas durante a brincadeira.



SOUSA, M. Disponível em: www.monica.com.br. Acesso em: 2 out. 2012 (adaptado).

Fonte: ENEM, 2023

A imagem retrata a clássica brincadeira infantil conhecida como “telefone sem fio”, na qual um fio de barbante conecta duas latas, permitindo a comunicação entre os participantes. Na cena, Cebolinha sussurra uma palavra em uma das latas, enquanto Cascão escuta encostando a orelha na outra. Esse dispositivo simples funciona com base na propagação de ondas sonoras através do fio, sendo um exemplo prático de como o som se transmite por meio de vibrações mecânicas em um meio material.

Apesar da ausência de balões de fala, o contexto visual é suficiente para que candidatos familiarizados com a brincadeira compreendam a proposta da questão. Além de ilustrar conceitos físicos, como propagação do som e características das ondas, a tirinha também remete a aspectos do desenvolvimento infantil, como habilidades motoras, escuta ativa e interação social.

Na área de Matemática e suas Tecnologias, foi identificada uma tirinha (figura 67) que aborda as diferenças culturais nos sistemas de contagem. A questão solicita que o candidato identifique as representações dos numerais 5 e 7 conforme os sistemas apresentados na imagem. Essa abordagem promove uma reflexão sobre a diversidade cultural e a pluralidade de formas de representação numérica, destacando a importância de compreender diferentes lógicas matemáticas utilizadas por distintas sociedades.

Figura 67: imagem utilizada na questão 179 – Matemática e suas tecnologias

QUESTÃO 179

As características culturais variam de povo para povo. Há notícias de um povo que possuía formas de contar diferentes das nossas, como indicado no quadrinho a seguir.



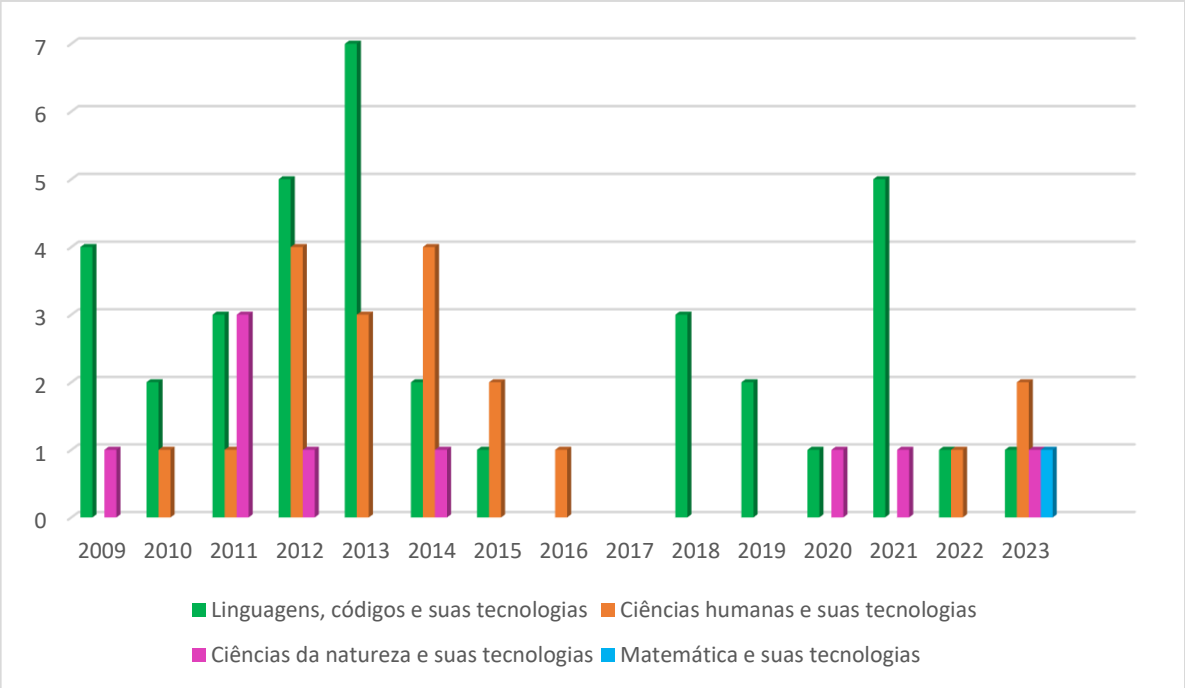
Fonte: ENEM, 2023

Na imagem, observa-se o uso da linguagem por meio de numerais, em que o número 1 corresponde a “arapum” e o número 2 a “okosa”. Nesse contexto, os demais números são formados pela soma desses dois elementos, sendo que o termo “arapum” pode ser utilizado apenas uma única vez. A questão promove uma integração entre a linguagem visual e a linguagem escrita, permitindo que o candidato relacione ambas e, assim, identifique a alternativa correta, qual seja: “okosa okosa arapum”.

Não foram encontradas outras questões que empregassem tirinhas, cartuns ou charges na edição de 2023.

Com base nesta pesquisa, e na análise das questões que utilizam a linguagem dos quadrinhos nas edições de 2009 a 2023, observa-se uma variação quanto ao número de ocorrências. Essa variação está representada no gráfico a seguir:

Gráfico: 1: apresentação quantitativa das questões que empregam imagens na pesquisa bibliográfica



Fonte: autoras

A partir do gráfico, observa-se que a área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias apresenta o maior número de questões que empregam a linguagem dos quadrinhos, totalizando 37 ocorrências. Em seguida, destacam-se as áreas de Ciências Humanas e suas Tecnologias, com 18 questões, e Ciências da Natureza e suas Tecnologias, com 9 questões. Já na área de Matemática e suas Tecnologias, identificou-se apenas uma questão, presente na edição de 2023.

A edição com o maior número de imagens — incluindo tirinhas, cartuns e charges — foi a de 2013, que apresentou um total de 11 questões. Em contrapartida, na edição de 2017, não foram identificadas questões com abordagem multimodal.

Nesse sentido, ressalta-se a necessidade de ampliar o número de questões que contextualizem conceitos educacionais por meio de imagens, abordando temas contemporâneos e de relevância social. Essa integração entre linguagem visual e textual contribui não apenas para capturar a atenção dos candidatos, mas também para promover uma compreensão mais profunda e crítica dos conceitos avaliados.

No próximo capítulo, apresenta-se o referencial teórico proposto por David Ausubel, o qual fundamenta a elaboração de histórias em quadrinhos — tema central deste trabalho.

1.1.2. As pesquisas na Área de Ensino

Nos tópicos a seguir, apresentamos o resultado de uma pesquisa realizada em trabalhos de mestrado e doutorado, e, em periódicos da área de Ensino de Ciências.

1.1.2.1 Teses e dissertações

Com o objetivo de analisar as produções acadêmicas relacionadas ao uso das histórias em quadrinhos no ensino de Ciências, foi realizada uma pesquisa no Banco Digital Brasileiro de Teses e Dissertações (BDTD). Para a busca, foram empregados os descritores *'((“HISTÓRIA EM QUADRINHOS” OR “HQ” OR “QUADRINHO”) AND (“ENSINO DE CIÊNCIAS” OR “ ENSINO EM CIÊNCIAS “).*Essa busca resultou em um total de 41 trabalhos, sendo 38 dissertações de mestrado e 3 teses de doutorado.

A fim de refinar os resultados e garantir maior relevância temática, utilizou-se o recurso de busca avançada por assunto, adotando o termo *“ensino”* como elemento complementar. Isto permitiu mapear com maior precisão os trabalhos que se debruçam sobre a interface entre histórias em quadrinhos e processos educativos, e assim, analisar acerca da presença e do papel desse recurso no campo do Ensino de Ciências no Brasil.

Assim, este capítulo uma pesquisa qualitativa, que após a leitura destes trabalhos, resultou em uma categorização dessas produções, descrita no quadro abaixo.

Quadro 1: Resultado da pesquisa realizada no Banco Digital de Teses e Dissertações

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	DISSERTAÇÕES/TESES
Análise de HQ presentes nos livros didáticos (3)	Trabalhos que investigam como as HQ’s aparecem ou são mencionadas nos livros didáticos de Ciências	Medeiros (2003); Silva (2014); Pinto (2015).
Formação continuada de professores (2)	Trabalhos que envolvem pesquisas voltadas ao uso de HQ’s na capacitação de docentes ou na reflexão sobre as práticas pedagógicas.	Carvalho (2010); Zurdo (2017).
Produção de HQ’s (8)	Trabalhos que propõem a produção de histórias em quadrinhos pelos alunos, a partir de canções, filmes, textos entre outros.	Corrêa (2018); Silva (2018); Moraes (2019); Alvares (2019); Dourado (2022); Basilio (2018); Galdini (2023); Araújo (2023).
Pesquisas bibliográficas sobre trabalhos	Trabalhos que investigam historicamente a origem, evolução e características das HQs.	Crisóstomo (2019); Silva (2022).

ou origem das HQ's (2)		
Prática de leitura e escrita (14)	Trabalhos que utilizam a HQ's nas aulas de Ciências, que tem como foco o letramento e alfabetização científica.	Lobo (2012); Carvalho (2012); Melo (2015); Saldão (2017); Queiroz (2018); Silva (2019); Almeida (2020); Gomes (2020); Nakamura (2020); Nascimento (2020); Silva (2020); Souto (2021); Coelho (2022); Almeida (2025).
Recurso didático (12)	HQ's prontas (como por exemplo, as tirinhas da Mafalda), utilizadas para ilustrar, exemplificar ou explicar conceitos em aula.	Ferreira (2014); Fagundes (2019); Francischeto (2020); Kovalik (2021); Souza (2021); Pereira (2021); Godinho, (2022); Mendonça (2022); Gomes (2023); Jacques (2023); Guida (2024); Silva (2025).
Total 41		

Fonte: autoras

A análise destes dados foi submetida para apreciação em periódico da área de ensino.

1.1.2.2 Trabalhos publicados em periódicos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) adota um conjunto de critérios destinados à padronização e ao fortalecimento da divulgação da produção científica dos programas de pós-graduação brasileiros. Tais critérios são empregados para a estratificação dos periódicos de cada área do conhecimento no sistema QUALIS CAPES, em cada quadriênio de avaliação desses programas.

Atualmente, um novo conjunto de procedimentos encontra-se em processo de avaliação pelas comunidades científicas. A partir do quadriênio iniciado em 2021, os periódicos passam a ser valorizados segundo uma estratificação distinta daquela publicada para o período de 2013–2016, quando as publicações de maior qualidade eram aquelas classificadas como Qualis A1 ou A2.

Considerando esse indicador de qualidade, foi realizada uma análise da produção científica na área de Ensino sobre o tema histórias em quadrinhos, contemplando periódicos cujo foco e escopo se alinham aos objetivos desta pesquisa. Foram selecionados artigos resultantes de investigações acadêmicas originais, pertencentes à área de Educação em Ciências e Ensino de Ciências, publicados em língua portuguesa.

Enquadram-se nesses critérios três periódicos classificados como Qualis A1 — *Ambiente & Sociedade*, *Bolema: Boletim de Educação Matemática* e *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* — e onze periódicos classificados como Qualis A2: *Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática*; *Alexandria*; *Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*; *Dynamis*; *Investigações em Ensino*

de Ciências; *Praxis*; *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*; *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*; *Revista Educação, Ciências e Matemática*; *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*; e *Areté – Revista Amazônica de Ensino de Ciências*.

Utilizando o mecanismo de busca disponibilizado por esses periódicos, foram pesquisados trabalhos que apresentassem pelo menos uma das seguintes palavras-chave: *história em quadrinho(s)*, *quadrinho(s)* ou *tirinha(s)*, em qualquer parte do texto completo do artigo. Sem delimitação temporal, foram identificados os trabalhos apresentados no Quadro 2.

Quadro 2: Indicação do quantitativo de artigos identificados em cada periódico

	ARTIGOS IDENTIFICADOS
Bolema. Boletim de Educação Matemática (1)	Narrativas Multimodais: a imagem dos matemáticos em performances matemáticas digitais. (Silva, 2014)
Ciência & Educação (3)	Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino do corpo humano em anos iniciais do Ensino Fundamental. (Kawamoto; Campos, 2014); Construção e validação de tecnologia educativa no formato de história em quadrinhos na área de imunizações: instrumento de autocuidado e de estímulo à vacinação infantil. (Santos Júnior; Silva Júnior; Costa, 2021); As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses. (Santos, 2023).
Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática (1)	Contribuições ao Design Instrucional e à Cyberformação por meio do feedback de estudantes sobre HQs matemáticas interativas. (Rosa; Pazuch, 2014).

Alexandria: Revista de Educação em Ciência (6)	Histórias em quadrinhos e o ensino de biologia: o caso Níquel Náusea no ensino da teoria evolutiva. (Pereira; Da Silva Costa, 2015); A utilização de uma história em quadrinhos como estratégia de ensino sobre o uso racional de medicamentos. (Corrêa, 2016); Livro-brinquedo de plantas medicinais: uma proposta de ensino de ciências e alfabetização–língua portuguesa com turma de 1º ano do ensino fundamental. (Teles; Corrêa, 2019); História e filosofia da ciência na educação básica: reflexões a partir da Base Nacional Comum Curricular. (Guarnieri, 2021); Microbiologia em quadrinhos: análise do conteúdo bacteriologia nos livros didáticos como ponto de partida para a produção de histórias em quadrinho. (Da Silva Barros et al., 2022); Uma história em quadrinhos sobre Arteciência na formação de docentes e cientistas em Física. (Jorge; Peduzzi, 2022).
Investigações em Ensino de Ciências (6)	Uso de desenhos como ferramenta para investigação das concepções de estudantes agricultores sobre a relação inseto-planta e diálogo intercultural. (Robles-Piñeros; Baptista; Costa Neto, 2018); Alfabetização científica e enfoque cts na visão de licenciandos em ciências biológicas: uma análise de grupo focal. (Malta; Dorvillé; Nascimento, 2020); A teoria da evolução em quadrinhos: uma análise da revista “Saiba Mais Sobre Charles Darwin”. (Vieira Júnior; De Almeida, 2021); As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: o caso do lítio. (Leita; Cortela; Gatti, 2021); Percepções de docentes do ensino fundamental: analisando uma intervenção de formação continuada em um contexto lúdico. (Pereira; Fontoura, 2021); Rede social Instagram e a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia: análise de imagens com conteúdos químicos de perfil educacional. (Souza; De Oliveira; Silva, 2023).
Práxis (11)	Histórias em quadrinhos como recurso pedagógico. (Dos Santos; Pereira, 2013); Contribuições das Histórias em Quadrinhos para abordar questões ambientais na educação básica. (Campanini; Doukay; 2016); LAMLEC: a dimensão lúdica no Ensino de Ciências. (Corrêa; Velloso, 2016); História em quadrinhos: estratégia para o processo ensino-aprendizagem do tema “lixo eletrônico”. (Da Silva Estevão; Da Costa, 2016); Discutindo as Histórias em Quadrinhos enquanto recurso didático em Ciências. (Pereira; Da Fontoura, 2016); Mauricio de Sousa: construção de personagens de ficção x construção de personagens de não-ficção. (Fernandes, 2017); A perspectiva didática das metáforas visuais em quadrinhos: um recurso tecnológico na saúde. (França, 2021); Astronomia e elaboração de história em quadrinhos: uma proposta para o ensino de Ciências. (Da Silva, 2021); A arte fotonovela como estratégia didática no ensino de biologia: uma revisão sistemática da literatura. (Oliveira, 2022); O uso do objeto de aprendizagem HagáQuê na produção de histórias em quadrinhos de estudantes surdos. (Dos Santos, 2023); A pesquisa na pós-graduação stricto sensu acerca do uso de Hqs no ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. (Lemos, 2023).
Revista e Educação, Ciências e Matemática (1)	Tecendo os fios textuais na produção e utilização das histórias em quadrinhos (hq) no ensino de matemática na formação do pedagogo. (Oliveira, 2018);

Revista de Ensino de Ciências e Matemática (4)	Metodologias ativas no ensino remoto de Embriologia e Histologia: um relato de experiência. (Rodrigues; De Melo, 2021); A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do Ensino Médio. (Kundlatsch; Silveira, 2018); Confecção de histórias em quadrinhos na melhoria do aprendizado de Química no Ensino Médio. (Gomes et al., 2017); O recurso da tecnologia (GoAnimate) e a aprendizagem de conceitos matemáticos no Ciclo II. (Patrocínio; Silveira, 2012);
Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia (15)	O uso de tecnologias educacionais: percepções dos alunos das turmas de segundo ano do curso técnico em meio ambiente do IFES campus Ibatiba. (Henriques; Ferreira; Silveira, 2023); Ciberidentidades nos anos finais do ensino fundamental público: relações nos processos de ensino e aprendizagem. (Marin, 2020); Jogo MINECRAFT como aliado no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial. (Boito; Silva, 2020); Construção e aplicação de um objeto virtual de aprendizagem (OVA) para o ensino de química: abordagem da temática sabão.(Nunes Ribeiro; Nobres-Silva, 2020); "Como o pH afeta a qualidade do solo?": a utilização de uma oficina experimental problematizadora para a análise dos três momentos pedagógicos. (Takarada; Aires, 2020); Um jogo didático como proposta de intervenção pedagógica na abordagem sobre o mosquito Aedes aegypti. (Ryzy; Crisostimo, 2020); Alfabetização científica e ensino de ciências nos anos iniciais: concepções e ações dos professores. (Rosa; Darroz; Minosso, 2019); A pesquisa em ensino de química e sua relação com a prática docente. (Lorenzetti; da Silva; Bueno, 2019); A avaliação do impacto do projeto “We Act” nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. (Reis; Tinoca, 2018); O professor e suas ações educativas no processo de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. (Bonfin; Guimaraes, 2018); Histórias em quadrinhos como elemento de flexibilização do ensino de química (Klein; Barin, 2019); Análise do potencial didático do livro de ficção científica no ensino de ciências. (Rocha, 2017); O uso de textos de divulgação científica em atividades didáticas: uma revisão. (Diniz; Oliveira, 2018); Caracterização dos Produtos Desenvolvidos por um Programa de Mestrado Profissional da Área de Ensino de Ciências e Tecnologia. (Niezer; Frasson; Pillatti, 2015); Imagens em materiais didáticos impressos para o ensino de Física num curso de Licenciatura semipresencial. (Rego; De Sousa, 2010).

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (28)	Compartilhando uma Proposta Art (sci) culada no Formar de Docentes e de Cientistas da Física. (Jorge; Peduzzi, 2022); Um Perfil Métrico do 'Ensino de Ciências' em Artigos da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2001–2020). (Santos; De Jesus; Junior, 2022); Formação continuada de professores do ensino fundamental e a alfabetização científica: estado do conhecimento de 1992 a 2020. (Da Silva Barcellos; Coelho, 2022); Como Dizer do Brilho? Entre Sentidos Científicos e do Hip-hop para Ensinar Ciências. (De-Carvalho, 2022); Metodologias de ensino em Educação Ambiental no Ensino Fundamental: uma revisão sistemática. (Gomes; Pedroso, 2022); As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e o Enfoque CTS. (Cortez; Del Pino, 2018); Vygotsky: um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da Física. (Barbosa; De Lourdes Batista, 2018); Brinquedos e Brincadeiras na Educação em Ciências: Um Olhar para a Literatura da Área no Período de 1997 a 2017. (Eiras; Menezes; Flôr, 2018); Investigação temática na formação de professores: indicativos da pesquisa em Educação em Ciências. (Neires; Gehlen, 2018); A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. (Dos Reis Mota; Gontijo; De Oliveira 2017); Caracterizando Questões de Química em Processos Avaliativos de Larga Escala: Uma Análise Comparativa. (Broie; Santini Filho; Passos, 2017); Análise das reflexões de futuros professores de biologia em discussões fundamentadas pelo enfoque CTS. (Binatto, 2017); Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. (Soares; Da Costa Garcez, 2017); Verbal e visual, análise e síntese no ensino de ciências–um olhar geológico como ciência histórica. (Compiani, 2015); “A ciência que a gente vê no cinema”: uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. (Faria et al, 2015; Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. (Giacomini; Muenchen, 2015); De Émile Zola a José Saramago: interfaces didáticas entre as ciências naturais e a literatura universal. (De Carvalho Piassi, 2015); Discursos sobre leitura e Ensino de Evolução na Formação de Professores de Ciências. (Palcha; Oliveira, 2014); O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007. (Mori; Curvelo, 2013); O que dizem os estudos da linguagem na educação científica?; (Flôr; Cassiani, 2011); A perspectiva sociocultural da física nos romances de ficção científica de Arthur Clarke. (Piassi, 2011); Recursos Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de Educação em Ciências. (Rezende Filho; Pereira; Vairo, 2011); O Roleplaying Game na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. (Amaral; Bastos, 2011); Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. (Sasseron; Carvalho, 2010); Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. (Kemper; Zimmermann, 2010); Educação para o Trânsito em Aulas de Física. (Silva, 2009); Educação e controle da esquistossomose em Sumidouro (RJ, Brasil): avaliação de um jogo no contexto escolar. (Oliveira et al., 2008); As histórias em quadrinhos como linguagem fomentadora de reflexões–uma análise de coleções de livros didáticos de ciências naturais do ensino fundamental. (Kamel; De La Rocque, 2006); Comunicação sobre prevenção da tuberculose: perspectivas dos profissionais de saúde e pacientes em duas unidades assistenciais da Fundação Oswaldo Cruz, rio de janeiro. (De Souza; Natal; Rozemberg, 2005).

Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências (2)	Tem cientista no interior do amazonas: ciência na história em quadrinhos. (Darski-Silva, 2023); A leitura de textos de divulgação científica e a produção de histórias em quadrinhos. (Fioresi; Cunha, 2020)
Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas (1)	Ciência e quadrinhos: algumas relações possíveis. (Fioresi; De Oliveira Gomes, 2022).
Total	79

Fonte: autoras

Não identificamos nenhum trabalho sobre história em quadrinhos nos periódicos: Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências; Ambiente & Sociedade; Dynamis.

A análise destes dados foi submetida para apreciação em periódico da área de ensino.

CAPÍTULO 2 – A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

2.1 A aprendizagem significativa na visão de David Ausubel

A discussão apresentada nesse tópico utiliza como referência a revisão da monografia (The Psychology of Meaningful Verbal Learning), elaborada em 1963, por David Ausubel. O autor considera que ela seria como “[...] uma primeira tentativa de se apresentar uma teoria cognitiva de aprendizagem significativa em oposição a uma aprendizagem verbal por memorização”. Essa teoria

> [...] baseava-se na proposição de que a aquisição e a retenção de conhecimentos (particularmente de conhecimentos verbais, tal como por exemplo na escola ou na aprendizagem de matérias) são o produto de um processo activo, integrador e interactivo entre o material de instrução (matérias) e as ideias relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz, com as quais as novas ideias estão relacionadas de formas particulares (Ausubel, 2003, p. IX).

A aquisição e retenção de conhecimentos são atividades cognitivas que realizamos no decorrer da vida para efetuar atividades cotidianas ou para tomar posse de conhecimentos culturalmente ordenados e organizados hierarquicamente, em disciplinas e difundidos em contextos como escolas, e universidades, por meio de processos de ensino e aprendizagem.

Assim como na edição de 1963, o autor apresenta a teoria fazendo uso dos princípios e processos que considera como facilitadores da aquisição de novos conhecimentos e da retenção destes, na estrutura cognitiva do leitor (reconciliação integrativa, diferenciação progressiva, organização sequencial de matérias, revisão, superaprendizagem, consolidação da aprendizagem). Em particular, emprega a repetição multicontextual de uma ideia, pois considera que a recorrência ajuda na sua consolidação na estrutura cognitiva do estudante. Ressalta que, “a substância de uma determinada ideia fica fortalecida ao máximo na memória, caso seja discutida nos contextos em que for relevante, em vez de receber uma consideração apenas na primeira vez” (Ausubel, 2003, p. VXI) em que o professor discorrer sobre ela ou quando mencionada no material de instrução.

Nas palavras do autor, o diferencial da obra de 2003 seria “[...] uma expansão, clarificação, diferenciação e uma ênfase maior nas principais variáveis e processos psicológicos envolvidos na aprendizagem e retenção significativa” (Ausubel, 2003, p.

IX). Ele reforça a reflexão sobre a disponibilidade, a especificidade, a clareza, a estabilidade e a capacidade de discriminação das ideias relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do estudante ou apresentadas em materiais de instrução potencialmente significativos.

2.2 Teoria da assimilação da aprendizagem e da retenção significativa

A Teoria da Aprendizagem Significativa é pautada no conhecimento cognitivo do estudante para a aquisição de novos significados, ou seja, considera a maneira como as informações são armazenadas e processadas na sua mente ou sua estrutura cognitiva, como a denomina Ausubel (2003). Essa nova informação (ou novo conceito) precisa relacionar-se a um conceito relevante e já fixado na estrutura cognitiva do sujeito. Este, só compreende o mundo a sua volta a partir do momento em que faz essa assimilação com algo já existente na sua mente e promove a interação deste com uma nova informação.

Esse novo conhecimento é adquirido pela aprendizagem por recepção, a qual solicita do estudante muita reflexão sobre o conhecimento disciplinar (conteúdo ou matéria de ensino) a ser aprendido. Esse conhecimento pode ser apresentado ao estudante por meio de um material potencialmente significativo, que precisa:

> [...] estar relacionado de forma *não arbitrária* (plausível, sensível e não aleatória) e *não literal* com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado 'lógico') e que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias *ancoradas* relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (Ausubel, 2003, p.1).

A forma como o estudante interage com o material de instrução origina os novos significados, que são únicos para cada um. Todavia, o fato de a aprendizagem ser significativa não implica que o material foi potencialmente significativo. Por conta disto, o autor classifica a aprendizagem por recepção em três tipos: aprendizagem Representacional, Conceptual e Proposicional.

A Aprendizagem Representacional pode ser considerada como um processo semelhante a aprendizagem por memorização, isto porque, ocorre quando o significado dos símbolos arbitrários é igual ao objeto/conceito. Por exemplo, o conceito

de campo, tem o mesmo significado para campo elétrico e campo de futebol, ou seja, uma área delimitada no espaço. Pode ser classificada como significativa quando estes símbolos se relacionam de maneira não arbitrária com uma generalização, uma vez que tais conceitos podem ser definidos como objetos, acontecimentos, situações entre outros que possuem significados específicos ao mesmo signo.

A Aprendizagem Conceptual está relacionada a “(1) formação conceptual, que ocorre principalmente nas crianças jovens; e (2) assimilação conceptual, que é a forma dominante de aprendizagem conceptual nas crianças em idade escolar e nos adultos” (Ausubel, 2003, p.2). Nesta aprendizagem, as características específicas do conceito são adquiridas através da experiência direta do sujeito ao formular hipóteses, testes e generalizações. Tais características são modificadas à medida que a criança envelhece e define novas combinações, através do processo de assimilação conceptual.

Esses conceitos determinam a compreensão e a resolução significativa de problemas, que dependem tanto dos conceitos subordinantes quanto dos subordinados (na aquisição conceptual subordinante) para o sujeito. Isso porque os seres humanos interpretam experiências de acordo com suas experiências particulares, e estas são base para a aprendizagem por recepção significativa. Assim, os conceitos adquirem nomes por meio da aprendizagem representacional significativa, após terem sentido, podendo então ser manipulados, compreendidos e transferidos a aqueles conceitos que ainda não possuem nomes.

A aprendizagem proposicional pode ser:

- Subordinada: ocorre quando um conceito de uma disciplina se relaciona com proposições subordinantes específicas na estrutura cognitiva do estudante. Essa aprendizagem ocorre quando o material de aprendizagem apenas exemplifica uma ideia já existente, podendo ser modificada.
- Subordinante - ocorre quando um novo conceito pode se relacionar com as ideias subordinadas específicas.
- Combinatória - se refere a situações em que um conceito potencialmente significativo não pode relacionar as ideias subordinantes ou subordinadas da estrutura cognitiva do sujeito, mas pode combinar com outros conhecimentos disciplinares escolares, relevantes ou não na sua estrutura.

De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem ser significativa não implica apenas no fato das novas informações estabelecerem uma ligação, denominada como ancoragem, com aquelas já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Mas sim, resultar em uma alteração das informações relevantes presentes na sua estrutura cognitiva. Quando não ocorre essa alteração, temos uma aprendizagem por memorização, na qual a ligação entre as informações é arbitrária e não integradora a estrutura cognitiva existente. Segundo o autor, essa capacidade arbitrária e literal de relacionar conceitos por memorização resulta em determinadas consequências significativas para a aprendizagem: possibilita a interiorização da informação aprendida, deixando-a retida por um curto período; torna as tarefas de aprendizagem altamente vulneráveis a materiais semelhantes ao utilizado anteriormente.

Contrariando as convicções educacionais, para Ausubel (2003), a aprendizagem por recepção verbal não é necessariamente uma ação de memorização, ou passiva na prática educacional, visto que utiliza métodos de ensino que caracterizam a aprendizagem por recepção significativa. Ela é:

> [...] um processo activo, pois exige, no mínimo: (1) o tipo de análise cognitiva necessária para se averiguarem quais são os aspectos da estrutura cognitiva existente mais relevantes para o novo material potencialmente significativo; (2) algum grande de reconciliação com as ideias existentes na estrutura cognitiva – ou seja, apreensão de semelhanças e de diferenças e resolução de contradições reais ou aparentes entre conceitos e proposições novas e já enraizados; e (3) reformulação do material de aprendizagem em termos dos antecedentes intelectuais idiossincráticos e do vocabulário do aprendiz em particular (Ausubel, 2003, p.6).

Ao discutir elementos facilitadores da aprendizagem significativa, o autor sinaliza que a linguagem possui extrema importância, pois possibilita ao estudante caracterizar “[...] a aprendizagem, a retenção e a organização do conteúdo das matérias na estrutura cognitiva do aprendiz” (Ausubel, 2003, p.6). Ela desempenha um papel considerável no funcionamento cognitivo, uma vez que o desenvolvimento do pensamento lógico está relacionado com a experiência e a capacidade linguista, do estudante. A linguagem estabelece a ligação de um símbolo a um significado, realizando uma relação entre causa-efeito, que, quando utilizada de forma apropriada, permite que o estudante realize a construção e a transferência de ideias, possibilitando a compreensão de uma mensagem.

Para facilitar a compreensão de uma mensagem, é comum a instituição de linguagem por meio da simbologia, que inclusive, pode ser específica de áreas de ciências, tais como a Física, a Biologia e a Química. Essa construção pode ser empregada também para compreensão de mensagens relacionadas com o cotidiano de estudante. Independente do contexto de origem, caso o estudante não esteja familiarizado com a linguagem, a simbologia utilizada pode se tornar abstrata e sem significado para ele. Por conta disto, o uso de símbolos faz mais do que ligar o não verbal a uma ideia, mas sim, possibilitar um registro ou a comunicação com mais facilidade, e assim, ancorar as novas ideias abstratas e os novos conceitos por meio da linguagem utilizada.

A linguagem, quando manipulada por meio de símbolos significativos, possibilita a construção de novos conceitos e assim, diminui o nível de abstração de teorias a serem estudadas, sendo imprescindível a sua utilização como parte no processo de aprendizagem. Ausubel (2003) pontua que a linguagem contribui de três maneias na formação de conceitos e na resolução de problemas:

> 1. As propriedades representativas das palavras facilitam os processos de transformação envolvidas no pensamento. 2. A verbalização dos produtos subverbais emergentes destas operações, antes da designação dos mesmos, aperfeiçoa e melhora os significados e aumenta, assim, o poder de transferência. 3. Num sentido lato, a aquisição de linguagem também permite que os serem humanos se desenvolvam no sentido de adquirirem através da aprendizagem por recepção, e de utilizarem, na aprendizagem pela descoberta, um vasto repertório de conceitos e de princípios que nunca poderiam descobrir por si próprios, durante toda a vida (Ausubel, 2003, p. 100).

Esta terceira maneira indica que a linguagem por meio de símbolos torna possível compreender o nível abstrato de ideias ou, a transmissão destas ideias no decorrer dos anos, no qual poderia não ser possível caso não houvesse este tipo de linguagem (que inclusive, podem variar conforme a cultura, influenciados pelo vocabulário local).

Por conta disto, é sugerido a organização de materiais de forma hierárquica, apresentando conceitos de cima para baixo em termos de abstração, generalização e inclusão, facilitando realizar a reconciliação integrativa (integradora), que por sua vez, é facilitada no ensino expositivo devido ao fato de explicitar as semelhanças e diferenças entre as novas ideias.

É comum os professores apresentarem ao estudante os conhecimentos ou conceitos em sua forma transposta, por meio do ensino expositivo, exigindo que ele compreenda o material de instrução e os incorpore em sua estrutura cognitiva. Porém, tais mecanismos de instrução verbal (aula expositiva) são muitas vezes repudiados por teóricos educacionais, sendo caracterizado como uma “[...] recitação semelhante à do papagaio e como memorização de factos isolados” (Ausubel, 2003, p.6).

Ausubel (2003) aponta que existem discordância entre os teóricos do ensino sobre a possibilidade de o ensino expositivo possibilitar uma aprendizagem significativa, destacando os contrários a efetividade da relação que esse tipo de ensino apresenta aos estudantes a matéria significativa aprendida por meio da memorização. Outro ponto destacado é o fato de considerar o significado como um produto exclusivo das resoluções de problemas e de descoberta, dando origem a duas falhas na aprendizagem: transformar diferentes processos de aprendizagem em um único modelo de explicação, e generalizar diferentes conceitos. Tais argumentos são apontados pelo autor como a principal causa destes teóricos considerarem a aprendizagem por recepção como um fenômeno de memorização.

Enquanto isto, a aprendizagem significativa é constituída de um processo de assimilação vasto e inclusivo, no qual explica a forma como as novas ideias potencialmente significativas se relacionam com as ideias relevantes, assim como, também as ideias mais gerais e inclusivas já existentes na estrutura cognitiva. Essas novas ideias interagem com as ideias relevantes ancoradas, resultando para o estudante, em um novo significado. Esses novos significados são depois, “[...] armazenados (ligados) e organizados no intervalo de retenção (memória) com as ideias ancoradas correspondentes” (Ausubel, 2003, p.8).

Os processos de assimilação incluem:

> (1) ancoragem selectiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; (2) interacção entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como produto desta interação; e (3) a ligação de novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (Ausubel, 2003, p.8).

Tais novos significados desempenham o papel de aumentar a estabilidade do conceito aprendido, sendo resultado da sua ligação com as ideias ancoradas mais estáveis, presentes na estrutura do estudante. Essas ideias ancoradas também podem se alterar conforme ocorre a interação do estudante com o processo de aprendizagem, sendo tanto com as novas ideias de instrução quanto com os novos significados emergentes, que já estão armazenados na estrutura cognitiva (memória). A ligação e armazenamento das ideias recém aprendidas com as ancoradas, fazem parte do processo de retenção, quando essa ligação é estabelecida.

No processo de retenção do significado, o estudante armazena (liga) o significado às ideias ancoradas correspondentes. Isso ocorre enquanto as entidades são identificáveis de forma separada e não dissociáveis e reproduzíveis às ideias ancoradas por um período limitado. Assim, quando a dissociação dos significados chega em um momento crítico, ocorre o esquecimento ou uma redução às ideias ancoradas. Os fatores da estrutura cognitiva que melhoram ou desvalorizam a aquisição de novos significados continuam a operar no período de retenção.

Após o período de retenção, começa-se a fase de retenção-esquecimento dos processos de assimilação, relacionadas à aprendizagem significativa, que ocorre devido ao fato de ser mais “[...] incômodo recordar apenas uma ideia geral não elaborada ou não qualificada do que uma explícita e especificamente elaborada” (Ausubel, 2003, p.9). Tanto na aprendizagem significativa quanto na retenção-esquecimento, as ideias estáveis e estabelecidas na estrutura cognitiva interagem de forma seletiva com as novas ideias (assimiladas) do material de instrução utilizado, para produzir novos significados constituindo assim o processo de aprendizagem. Posteriormente, os novos significados sofrem uma estabilização, resultado do armazenamento, relativo às ideias estáveis que foram ancoradas.

Levando em consideração toda a discussão realizada a respeito da natureza da aprendizagem significativa, Ausubel (2003) pontua em seu trabalho fatores que influenciam a aprendizagem. Nestes, as propriedades da estrutura do conhecimento da aprendizagem (relacionadas com as variáveis da estrutura cognitiva) são as mais importantes, uma vez que envolvem “[...] todas as experiências de aprendizagem anteriores com relevância para os processos de aprendizagem actuais” (Ausubel, 2003, p.10).

Conforme o autor, todas as experiências de aprendizagem anteriores influenciam, de forma positiva ou não, o processo de aprendizagem significativa e a retenção de conhecimentos disciplinares, devido ao impacto sobre as propriedades presentes na estrutura cognitiva. Com isso envolve necessariamente, a transferência de conhecimento, sendo então, impossível haver aprendizagem sem afetar, de alguma forma, a estrutura cognitiva. Essa experiência resulta em uma nova transferência ao alterar a estrutura cognitiva, que "[...] é sempre uma variável relevante e crucial, mesmo que não seja influenciada nem manipulada de forma deliberada, de modo a verificar-se o efeito que surte na nova aprendizagem" (Ausubel, 2003, p.10).

Isso quer dizer que o conhecimento é estabelecido por meio do processo de assimilação e da própria estrutura cognitiva existente, influenciando na aprendizagem significativa e na retenção de significados. O novo conceito apenas pode ser aprendido se tiver relação com outros já aprendidos anteriormente pelo estudante, tornando possível aprender novos significados e então, melhorar a organização e retenção deles, na sua estrutura cognitiva.

Se a estrutura cognitiva do estudante for organizada, podem surgir significados precisos e explícitos, tendendo a serem retidos pelo estudante . Por outro lado, se a estrutura cognitiva for instável e desorganizada, ela tem como tendência inibir a aprendizagem significativa e a retenção do conhecimento. Desse modo, percebe-se a relevância "[...] do fortalecimento de aspectos importantes da estrutura cognitiva que pode facilitar a nova aprendizagem e retenção" (Ausubel, 2003, p.10). Quando a estrutura cognitiva está organizada a fim de maximizar a aprendizagem significativa, a retenção e a transferência de conhecimentos, pode-se considerar que o estudante chegou ao auge do processo educacional.

O autor discorre sobre formas de influenciar essa organização de conhecimentos para que ocorra a aprendizagem significativa:

> (1) de forma substantiva, através do carácter inclusivo, do poder de explicação e das propriedades integradoras dos conceitos e princípios específicos e unificadores apresentados ao aprendiz; (2) de forma sistemática, através de métodos apropriados de apresentação, disposição e avaliação da aquisição significativa da matéria, através da utilização adequada de **material de instrução organizado** e pré-testado e através da manipulação adequada das variáveis quer cognitivas, quer sociais de motivação da personalidade (Ausubel, 2003, p.10, grifo nosso).

Destacamos a organização de material de instrução como forma de influenciar a organização de conhecimentos na estrutura cognitiva do estudante, ressaltando que a construção do material (texto alternativo, roteiro de atividades, histórias em quadrinhos autorais, módulo do professor/plano de aula, por exemplo) deve atender aos princípios e processos listados por Ausubel (2003) para o ensino pautado na abordagem verbal.

As variáveis da estrutura cognitiva, mencionadas na citação como possíveis de se influenciar, são descritas pelo autor como:

> (1) a disponibilidade de ideias ancoradas e especificamente relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, a um nível óptimo de inclusão, generalidade e abstração; (2) o ponto até onde se podem discriminar estas ideias dos conceitos e princípios quer semelhantes, quer diferentes (mas potencialmente confusos), no material de instrução; e (3) a estabilidade e clareza das ideias ancoradas (Ausubel, 2003, p. 11).

A estabilidade e clareza das ideias ancoradas na estrutura cognitiva do estudante são determinadas por meio da repetição. A repetição do conceito possui efeito significativo, pois possibilita que o estudante encontre as semelhanças e as diferenças entre as ideias novas e as já ancoradas na sua mente. Quando isso ocorre, há uma reorganização das ideias, que é influenciada de forma positiva se o estudante tiver acesso a um material de instrução antes de utilizar materiais de aprendizagem organizados em sequência e forma hierárquica.

É possível verificar a clareza de ideias quando o estudante consegue, por meio de explicações verbais, alterar o grau de explicação do conceito estudado, sem confundir ou utilizar de ambiguidades. Esta explicação pode ser por meio de questões específicas ou ainda um mapa de conceitos.

2.3 A superioridade da aprendizagem e da retenção significativas em relação às correspondentes por memorização

Em virtude da não arbitrariedade e da não literalidade do conhecimento disciplinar e dos processos de aprendizagem e retenção, um estudante pode aprender

e reter uma grande quantidade de informações por meio do processo de memorização. No entanto, uma aprendizagem, quando significativa, pode ser para o estudante “[...] subjectivamente agradável e familiar”, aguçando “[...] também, a curiosidade intelectual e a perspectiva de se adquirirem novos conhecimentos” (Ausubel, 2003, p.15).

Esse processo é diferente da aprendizagem por memorização, na qual a aquisição de novos conhecimentos geralmente ocorre por meio de tarefas desagradáveis. Na aprendizagem significativa, como as tarefas fazem sentido e ocorrem de forma natural, o estudante se sente motivado a articular o que se aprendeu e isso propicia que ele recorde a tarefa ou o que aprendeu com ela, por um período maior.

2.3.1 A importância da retenção significativa na aprendizagem

A aprendizagem por recepção e a retenção significativas possuem papel fundamental na educação, uma vez que são mecanismos utilizados “[...] para a aquisição e o armazenamento da vasta quantidade de ideias e de informações representadas por qualquer área de conhecimento” (Ausubel, 2003, p.16). A aquisição e a retenção de grandes conjuntos de informações é um fenômeno impressionante, pois os seres humanos conseguem aprender e lembrar imediatamente apenas poucas informações apresentadas, Além disto, a memória é limitada em termos temporais, seja em relação a sua extensão ou a falta de reprodução frequente de uma tarefa que resultou em aprendizagem.

Isto porque, o conhecimento que não se relaciona de forma não-arbitrária a ideias cognitiva do estudante é retido apenas se houver uma repetição a longo prazo. O autor afirma que apesar de ser muito criticada, a repetição é uma variável imprescindível e precisa ser levada em consideração na aprendizagem e na retenção de significados a longo prazo. Esta importância é dada devido ao fato de que ideias mais complexas exigem um número maior de revisões, que são retomadas de tempos em tempos, com o objetivo de reter o conhecimento, e assim, possibilitando a ancoragem à novas ideias.

A repetição pode ser feita de duas formas: após a aprendizagem inicial, antes que o estudante esqueça o assunto, por meio do material instrucional utilizado, ou,

depois que esquece a maior parte, possibilitando retomar o conhecimento e esclarecer possíveis dúvidas que ficaram no momento da aprendizagem inicial. Esta última, também garante a atenção em conceitos mais abstratos e com maior dificuldade em memorizá-los.

A prática da repetição tem muita influência na estrutura cognitiva, uma vez que propicia a estabilidade de novos significados e facilita a assimilação do conhecimento por meio do material utilizado pelo estudante para as revisões. Ao realizar repetições ou revisões espaçadas após um evento de esquecimento é possível o estudante conseguir se imunizar contra ele futuramente.

A prática de repetição de aprendizagem pode modificar a estrutura cognitiva de quatro formas: aumenta sua capacidade de separação dos significados recentemente adquiridos em uma experiência específica e, dessa forma, auxilia na retenção dos mesmos; melhora significativamente a capacidade de resposta do estudante; possibilita que o estudante se beneficie ao relembrar fatos que foram esquecidos; e, por último, torna mais fácil a retenção da aprendizagem (Ausubel, 2003, p 184).

Do mesmo modo, para o homem comum, a frequência de interação com o material de instrução é uma prática necessária à aprendizagem, e em especial a retenção significativa, além de ser a variante importante para os resultados. A aprendizagem e retenção raramente se mostram na ausência de frequência, sendo essa extremamente necessária. Contudo, há salvas exceções a frequência de aprendizagem e retenção significativas, sendo:

> [...] quando o intervalo de retenção esperado é muito curto; quando as ideias do material de aprendizagem são relativamente simples e fáceis de compreender; quando não se exige uma retenção precisa do material de instrução; e quando não se tem como intenção a transferibilidade para outros tópicos ou materiais relacionados (Ausubel, 2003, p.16).

Por fim, o autor conclui que “o papel do mediador da frequência ainda não está totalmente clarificado” (Ausubel, 2003, p.16). Isso ocorre porque a frequência não é uma condição indispensável para a aprendizagem significativa, que pode se concretizar mesmo na ausência de repetições constantes. Entretanto, a frequência emerge como uma variável de relevância considerável em contextos típicos de aprendizagem significativa, especialmente quando o objetivo é a superaprendizagem

ou a retenção prolongada de informações. Além disso, a frequência impacta a aprendizagem e a retenção de diversas formas, proporcionando efeitos como o reforço do conteúdo aprendido, a redução do impulso para descontinuar o processo de aprendizagem, e a confirmação cognitiva dos conceitos assimilados. Esses efeitos, por sua vez, influenciam e podem modificar significativamente os resultados da aprendizagem e da retenção, evidenciando a complexidade e a importância da frequência no processo educativo.

2.3.2 Fatores motivacionais na aprendizagem significativa

A motivação é um fator importante para a aprendizagem, principalmente, quanto se trata de aprendizagem a longo prazo, pois está diretamente relacionada à frequência nos estudos. Esta frequência se manifesta por meio de fatores como a capacidade em manter a atenção, foco, concentração, gerenciamento da frustração e busca por recompensas imediatas.

Nestes fatores, pode-se verificar que muito da aprendizagem não é estimulada pela motivação, mas sim, depende de estímulos condicionados e incondicionados, ainda mais quando está relacionada a aprendizagem por recepção significativa, necessitando um esforço relativamente maior. Estas variáveis são diferentes da aprendizagem por memorização, que necessitam constantemente de recompensas por exemplo. Existe então, uma relação entre a motivação e a aprendizagem, que, em um ensino por memorização, acaba sendo ignorada, mas, que precisa ser levada em consideração quando deseja-se que o estudante continue seus estudos e aprenda mais.

O autor argumenta que uma das estratégias mais eficazes para promover a motivação é concentrar-se na dimensão cognitiva, ajustando as necessidades educacionais de acordo com o nível de aprendizagem para garantir a eficácia a longo prazo. Esse enfoque se fundamenta no fato de que as variáveis cognitivas estão diretamente relacionadas às condições de interação com o grau de aprendizagem, às ideias relevantes presentes na estrutura cognitiva do estudante e ao material de instrução (texto alternativo, História em quadrinhos autorais, por exemplo) utilizado. Para que a prática conduza a um domínio significativo do conteúdo, é essencial que

o material possua um significado lógico e relevante para o estudante, facilitando a compreensão e a aplicação do conhecimento ali apresentado.

Além disso, é fundamental que o estudante tenha um conhecimento prévio relevante que possa ser utilizado como ancorador e que possibilite a organização de acordo com os princípios da aprendizagem significativa. Dessa forma, a integração eficaz desses elementos contribui para a construção de um entendimento profundo e duradouro, promovendo a retenção e a aplicação efetiva do conhecimento adquirido em contextos variados.

2.4 Desenvolvimento e prontidão cognitivos

Conforme Ausubel (2003) descreve em seu trabalho, “[...] a capacidade de transformar ideias potencialmente significativas por parte do aprendiz” (p.12) está relacionada ao grau de desenvolvimento de sua capacidade intelectual. Essa capacidade intelectual aumenta naturalmente com o passar dos tempos, com o avanço da idade e com a experiência adquirida. Ela é referente a disponibilidade de ideias e matérias específicas, bem-organizadas na estrutura cognitiva do estudante, sendo a idade e experiência “[...] essenciais para a compreensão e manipulação de novas ideias relacionadas na mesma área ou sub-área” (Ausubel, 2003, p.12). A prontidão cognitiva não é determinada pelo conhecimento de matérias por parte do estudante em uma área específica, mas sim, pela maturidade cognitiva ou pelo nível qualitativo de funcionamento intelectual. Esse, é exigido para que ele consiga realizar uma tarefa com um grau razoável de esforço e probabilidade de êxito.

A prontidão do desenvolvimento cognitivo influência de forma crucial na eficácia do processo de aprendizagem. Isso ocorre porque muitas vezes uma determinada capacidade intelectual ou matéria escolar pode ser compreendida em uma fase particular do desenvolvimento, na qual a maioria dos educadores acreditam que existam idades específicas para todos os tipos de aprendizagem.

Isso pode implicar no fato de que o adiantamento da aprendizagem em uma determinada idade pode desperdiçar oportunidades de aprendizagem, e, muitas vezes, reduzir a quantidade de complexidade do conteúdo das matérias que o estudante poderia dominar no período escolar. Da mesma forma, quando o estudante ainda não possui idade suficiente para aprender determinado conteúdo ou realizar

satisfatoriamente uma tarefa de aprendizagem, ele irá apresentar muita dificuldade. Essa experiência pode levar o estudante a desgostar da tarefa evitando-a sempre que possível (Ausubel, 2003).

É importante salientar que a maturidade cognitiva apresenta forte dependência com "[...] experiências culturais, subculturais e idiossincráticas" vivenciadas pelo aluno (Ausubel, 2003, p.13). Em algumas culturas e em crianças que demonstram atraso intelectual, a fase avançada da maturidade pode não existir. O autor pontua fatores que podem alterar a capacidade cognitiva do estudante e influenciar na aprendizagem, na retenção e no processo de raciocínio:

> 1. Abertura e complexidade crescentes do campo cognitivo; 2. Familiaridade crescente do mundo psicológico; 3. Maior diferenciação da estrutura cognitiva; 4. Maior precisão e especificidade de significados; 5. O domínio de conceitos mais abstractos e de ordem superior e de termos transacionais. 6. Maior capacidade de compreender e de manipular abstrações e relações entre as mesmas, sem referências recentes ou atuais a experiências empíricas concretas; 7. Maior capacidade de ligar com proposições gerais independentes de contextos particulares; 8. Decréscimo de subjetividade na abordagem das experiências; 9. Maior limite de atenção; 10. Maior diferenciação da capacidade intelectual (Ausubel, 2003, p.14).

Algumas dessas alterações, como maior diferenciação do conteúdo e maior precisão de significados possuem implicações evidentes para a prontidão do desenvolvimento geral do estudante.

2.5 Organizador avançado

O organizador avançado é uma ferramenta pedagógica que auxilia o professor a realizar a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e outros princípios organizacionais e sequenciais da apresentação de um conhecimento, uma vez que pode ajudar na organização da estrutura cognitiva, ao estabelecer "[...] uma ligação entre aquilo que o estudante já sabe e aquilo que precisa de saber" (Ausubel, 2003, p.11) propiciando a retenção de conhecimento. O organizador avançado,

> [...] desempenha o papel de mediador, i.e., sendo mais relacional e relevante para o conteúdo *particular* da tarefa de aprendizagem específica, por um outro lado, e para com o conteúdo mais *geral* das ideias potencialmente ancoradas (Ausubel, 2003, p.11).

Todavia, como cada estudante possui uma estrutura cognitiva única, é preciso apresentar “[...] os organizadores a um nível mais elevado de abstração, generalidade e inclusão do que os novos materiais a serem aprendidos” (Ausubel, 2003, p.11), uma vez que estes são definidos como pequenas introduções ao conceito e, na medida que as ideias mais abstratas vão sendo ancoradas, o material vai ficando mais detalhado.

Estas pequenas introduções, como os resumos, apresentam-se no mesmo nível de abstração, generalidade e inclusão do material de aprendizagem, apenas evidenciando os pontos mais importantes e omitindo informações não tão essenciais, atingindo o objetivo pretendido através da repetição e simplificação.

A utilização dos organizadores avançados está baseada na:

> 1. a importância de se possuírem ideias relevantes, ou apropriadas, estabelecidas, já disponíveis na estrutura cognitiva, para fazer com que as novas ideias *logicamente* significativas se tornem *potencialmente* significativas e as novas ideias *potencialmente* significativas se tornem *realmente* significativas (i.e., possuírem novos significados), bem como fornecer-lhes uma ancoragem estável. 2. As vantagens de se utilizarem as ideias mais gerais e inclusivas de uma disciplina na estrutura cognitiva como ideias ancoradas ou subsunçores, alteradas de forma adequada para uma maior particularidade de relevância para o material de instrução. Devido à maior aptidão e especificidade da relevância das mesmas, também usufruem de uma maior estabilidade, poder de explicação e capacidade integradora inerentes.3. O facto de os próprios organizadores tentarem identificar um conteúdo relevante já existente na estrutura cognitiva (e estarem explicitamente relacionados com esta) e indicar, de modo explícito, a relevância quer do conteúdo existente, quer deles próprios para o novo material de aprendizagem (Ausubel, 2003, p.12).

Ausubel (2003) sugere que o professor introduza um organizador avançado antes de apresentar o material de instrução propriamente dito. Este organizador desempenha um papel crucial ao aprimorar os efeitos positivos das variáveis da estrutura cognitiva, pois deve ser mais geral, inclusivo e abstrato do que as ideias iniciais da aprendizagem. Além disso, o organizador deve considerar as ideias potencialmente relevantes já presentes na estrutura cognitiva do estudante, estabelecendo uma base para a assimilação do novo conteúdo.

O organizador avançado atua como um suporte ao material ou atividade desenvolvida, sendo apresentado de forma mais detalhada e diferenciada conforme os conceitos são introduzidos. Ao fornecer uma visão geral do assunto antes do estudo mais aprofundado, o organizador ajuda o estudante a formar uma estrutura

cognitiva com conhecimentos prévios relevantes que facilita a compreensão subsequente. Ele também possibilita que o estudante aproveite as vantagens dos subsunçores, que são estruturas de conhecimento pré-existentes, mesmo que esses subsunçores não estejam completamente desenvolvidos.

Quando o estudante já possui subsunçores (conhecimentos prévios relevantes) sobre o conceito em questão, o material adicional pode atuar para reforçar a aprendizagem existente ou oferecer uma maior diferenciação dos conceitos, facilitando a ancoragem e a integração de novos conhecimentos.

CAPÍTULO 3 - TEORIA COGNITIVA DE APRENDIZAGEM MULTIMÍDIA (TCAM)

A teoria cognitiva de aprendizagem multimídia (TCAM), desenvolvida pelo psicólogo Richard Mayer[6], em 1998, e aprimorada em colaboração com outros pesquisadores em 2001, tem como objetivo potencializar a aprendizagem significativa por meio da elaboração de materiais que combinem palavras e imagens associadas a elementos gráficos, como fotografias, animações, ilustrações e vídeos, entre outros. Esses recursos possibilitam que o estudante assimile o conhecimento com maior facilidade, quando comparados a materiais que utilizam apenas textos (Mayer; Moreno, 1998; Mayer; Heiser; Lonn, 2001; Moreno; Mayer, 2007, Mayer, 2009).

É importante destacar que concordamos com o autor ao afirmar que a construção de materiais que utilizam elementos gráficos — denominados materiais instrucionais multimídia — não implica, necessariamente, o uso de tecnologias digitais de informação e comunicação, como o computador.

Segundo Mayer (2009), quando o termo multimídia é compreendido como substantivo, a relação entre palavras e imagens é considerada de forma integrada; contudo, quando interpretado como adjetivo, qualificando o material instrucional, o termo designa o emprego de duas linguagens complementares na abordagem conceitual.

Desse modo, o professor que utiliza quadro e giz — recursos considerados simples — também pode empregar uma abordagem multimídia, ao combinar palavras e imagens durante o desenvolvimento de seu processo de ensino, seja escrevendo, desenhando ou dialogando com os estudantes sobre o significado das representações apresentadas no quadro (Mayer, 2009).

> Defino instrução multimídia como a apresentação de material usando palavras e imagens, com a intenção de promover a aprendizagem. Por palavras, quero dizer que o material é apresentado por meio de linguagem verbal – usando texto impresso [palavra escrita] ou falado [palavra oralizada], por exemplo. Por imagens, quero dizer que o material é apresentado em forma pictórica [linguagem visual], estática como em desenhos/ilustrações, gráficos, fotos ou mapas, ou dinâmicas como apresentada em animações ou vídeo (Mayer, 2009, p.5, tradução nossa).

[6] Professor Emérito de Ciências Psicológicas e do Cérebro na Universidade da Califórnia, Santa Bárbara, onde atua desde 1975. Mayer realizou importantes contribuições para a aprendizagem, com foco em como ajudar as pessoas a aplicarem o que aprenderam em novas situações, utilizando a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, que propõe a integração entre imagens e palavras (MAYERLAB, 2024).

Essa perspectiva pedagógica ressalta que a eficácia da aprendizagem não depende exclusivamente de recursos tecnológicos avançados, mas da forma como o conhecimento é mediado e apresentado aos estudantes. Dessa maneira, a abordagem multimídia pode ser adaptada a diferentes contextos e realidades, atendendo às necessidades específicas de cada grupo. Em última análise, a diversificação dos métodos de ensino amplia as possibilidades de compreensão e facilita a retenção do conteúdo, promovendo uma aprendizagem verdadeiramente significativa.

Assumindo *multimídia* como um adjetivo que qualifica o material de instrução produzido por meio da integração entre as linguagens verbal e visual, discorre-se, neste capítulo, sobre como potencializar uma aprendizagem significativa. Mayer (2009) define esse tipo de aprendizagem como aquela em que o estudante demonstra boa retenção de conhecimentos e desempenho eficaz na transferência desses saberes para outros contextos.

O autor destaca que as dificuldades na transferência do conhecimento são o principal elemento que distingue a aprendizagem significativa da aprendizagem mecânica. Embora esta última também envolva a retenção de informações, não assegura a aplicação prática do saber em situações diversas.

Mayer (2009) defende que a aprendizagem multimídia significativa está fundamentada na compreensão de que os seres humanos retêm e transformam informações em conhecimento tanto na memória de trabalho quanto na memória de longo prazo, ao processá-las por meio de dois canais: o visual e o verbal. Como afirma o autor, “quando apresentamos um material apenas no modo verbal, estamos ignorando a contribuição potencial de nossa capacidade de processar o material também no modo visual” (Mayer, 2009, p. 6).

O autor complementa sua defesa ao afirmar que a apresentação simultânea de uma mensagem por dois modos distintos permite que o estudante retenha a informação de forma verbal e visual, favorecendo a aprendizagem por meio da integração desses canais como elementos complementares da mensagem — característica essencial de um material instrucional multimídia.

No que se refere à discussão sobre o significado atribuído ao termo material instrucional multimídia, este trabalho adota a concepção de que se trata de um recurso

que combina linguagem verbal e visual com o propósito de produzir e apresentar ao estudante informações relacionadas ao conhecimento disciplinar escolar. Tal abordagem busca favorecer tanto a retenção quanto a transferência do conhecimento para outros contextos, sejam eles escolares ou cotidianos.

A aprendizagem é potencializada pelo uso desse tipo de material instrucional, que contribui significativamente para a construção do conhecimento. Quando as informações são integradas à memória de trabalho, o resultado é uma aprendizagem mais individualizada e significativa, pois depende da forma como cada estudante processa e organiza mentalmente os dados recebidos. Assim, o estudante assume um papel ativo no processo de ensino, tornando-se corresponsável pela retenção e assimilação do conhecimento.

A inserção das informações, seja por meio da linguagem verbal ou visual, deve ser planejada cuidadosamente de modo a facilitar a memorização e a compreensão, permitindo ao estudante reformular ou transferir o conteúdo para outras situações. Conforme recomendam Mayer e Moreno (2007) e Mayer (2009), a construção de um material instrucional multimídia requer uma avaliação criteriosa tanto do modo de apresentação quanto da modalidade de recepção das informações.

O modo diz respeito à forma de apresentação escolhida pelo professor, que pode ser verbal (palavras impressas ou faladas) ou não verbal (desenhos, gráficos, ilustrações, fotografias, vídeos). A modalidade, por sua vez, relaciona-se ao sentido utilizado para a recepção das informações, como a audição ou a visão. Por exemplo, em um material instrucional como uma história em quadrinhos, há a representação de informações tanto no modo verbal quanto no visual; entretanto, a recepção predominante ocorre pelo sentido da visão (Mayer, 2009).

Mayer, Heiser e Lonn (2001) enfatizam que o sucesso da aprendizagem não se limita à retenção e memorização de conteúdos, mas depende, sobretudo, da capacidade do estudante de assimilar e transformar as informações relevantes armazenadas na memória de trabalho. Para isso, o estudante pode empregar três processos cognitivos fundamentais — análise, síntese e avaliação — os quais possibilitam a modificação e a aplicação prática do conhecimento adquirido.

Estes três tipos de processos cognitivos fundamentais estão apresentados no quadro abaixo.

Quadro 3: descrição dos processos cognitivos da aprendizagem por meio da TCAM

Processos	**A aprendizagem conforme a TCAM**
Seleção	O estudante recebe a informação, então, seleciona qual presta atenção inicialmente, uma vez que possuem dois canais separados para processar, um para o visual e o outro, verbal.
Organização	O estudante começa a construir conexões entre as palavras e a imagem, possuindo uma capacidade limitada para processar as informações, as quais são organizadas de forma separada em cada canal (visual e verbal). Dessa forma, se o material possuir muitas etapas, ele tentará se concentrar em todos os detalhes, sobrecarregando a sua carga cognitiva, necessitando então, de uma estruturação prévia para facilitar a sua compreensão. Caso o aprendiz não consiga realizar a organização do conteúdo em sua estrutura cognitiva, pode ter como resultado um processo de memorização.
Integração	O estudante constrói conexões entre os eventos a serem aprendidos, focando em informações relevantes, de acordo com a coerência mental, para então, construir as representações mentais de forma integrada e significativa. Para isso, é preciso utilizar um material multimídia que seja atrativo, desafiador e instigante ao estudante, para que ele tenha interesse em desenvolver e finalizar a atividade.

Fonte: adaptada pela autora a partir de Mayer e Moreno (1998), Costa (2010) e Silva (2020)

Com base nos processos, ressaltamos que a capacidade cognitiva depende de cada indivíduo, e por isso, o material instrucional multimídia precisa ser pensado e elaborado juntamente com um referencial de apoio sobre como ocorre a aprendizagem.

Apoiado nos preceitos da aprendizagem significativa, destacando os princípios básicos para a utilização da teoria cognitiva da aprendizagem multimídia, baseadas nos trabalhos de Mayer e Moreno (1998, p. 4), Mayer (2009) apresentando os princípios básicos de sua utilização, sendo:

Princípios de processamento estranho:

- Princípio da coerência: O material instrucional deve ser conciso e livre de elementos que possam distrair o estudante. Recomenda-se o uso de poucas palavras e a exclusão de imagens, sons ou informações irrelevantes ao conteúdo central. Essa seleção favorece o foco em informações pertinentes ao tema e contribui para que o aprendiz as organize em sua estrutura cognitiva, promovendo uma aprendizagem significativa.

- Princípio da sinalização: O material deve ser organizado e linear, podendo conter pistas visuais ou textuais que orientem sua utilização. Além disso, deve destacar as informações mais relevantes, de modo a direcionar a atenção do estudante para os pontos que o professor deseja enfatizar e facilitar a compreensão do conteúdo essencial.
- Princípio da redundância: A aprendizagem ocorre de forma mais efetiva quando se combinam gráficos e narrações verbais, em vez de apresentar apenas textos escritos. Assim, ao utilizar ilustrações acompanhadas de narração, não há necessidade de legendas adicionais, pois o excesso de informação verbal pode sobrecarregar a memória de trabalho e dificultar o processamento cognitivo.
- Princípio da contiguidade espacial: Consiste em apresentar palavras e imagens de forma integrada, ou seja, próximas umas das outras, como ocorre em uma história em quadrinhos. Quando esses elementos são exibidos de maneira distante, o estudante precisa mover constantemente o olhar pelo material em busca de conexões, o que pode dispersar a atenção e comprometer a aprendizagem.
- Princípio da contiguidade temporal: Refere-se à apresentação simultânea de palavras e imagens, garantindo a sincronia entre os elementos verbais e visuais. Por exemplo, em uma animação, a legenda ou narração deve estar sincronizada com a imagem exibida. A ausência dessa correspondência dificulta a integração da informação e prejudica o processo de aprendizagem.

Princípios para o gerenciamento do processamento essencial

- Princípio da segmentação: o material multimídia apresentado em etapas, ou segmentos, possibilita uma melhor aprendizagem do que aquele apresentado de forma linear. Com essa divisão, o estudante é capaz de organizar o material conforme completa os seus processos cognitivos.
- Princípio da pré-formação: depende do conhecimento prévio do estudante, ou seja, a aprendizagem é mais efetiva quando são apresentados nomes e principais características inicialmente.
- Princípio da modalidade: ao utilizar animações, prefere-se o uso de narrações a textos, uma vez que o canal da visão e audição são complementares. Já o

uso de dois canais, como legendas e imagens integradas, podem causar uma sobrecarga cognitiva, se não utilizadas com cautela.

Princípios para promover o processamento generativo

- Princípio da multimídia**:** a apresentação de materiais que combinam palavras e imagens é mais eficaz para a aprendizagem do que aquelas compostas apenas por palavras. Estudantes que leem um texto acompanhado de ilustrações ou representações visuais tendem a compreender melhor o conteúdo, pois constroem conexões significativas entre os elementos verbais e visuais — efeito conhecido como *efeito multimídia*. Além disso, a inserção de personagens que narram ou orientam o conteúdo pode contribuir para o princípio da sinalização, ao guiar a atenção do estudante e destacar informações essenciais.
- Princípio da personalização: o material instrucional deve empregar uma linguagem próxima à do estudante, utilizando frases em primeira pessoa e evitando termos excessivamente formais ou desconhecidos. Essa estratégia torna a comunicação mais natural e acessível, promovendo maior engajamento. Em materiais auditivos, recomenda-se o uso de uma voz humana e amistosa, em vez de vozes artificiais ou mecanizadas, uma vez que as interações sociais exercem influência positiva no processo de aprendizagem.
- Princípio da voz: a aprendizagem ocorre de maneira mais efetiva quando a narração é realizada por uma voz humana natural, e não por uma voz com entonação robótica ou sintética. Essa preferência decorre da familiaridade e da conexão social que o estudante estabelece com a voz humana, o que favorece o envolvimento e a retenção das informações.
- Princípio da imagem: Os estudantes aprendem melhor quando há a presença de um personagem ou narrador que introduz, contextualiza e conduz o conteúdo apresentado em materiais multimídia. Esse recurso contribui para o engajamento e para a organização mental das informações, facilitando a integração entre os elementos visuais e verbais.

Tais princípios descrevem como o material multimídia deve ser planejado, elaborado e utilizado, considerando que o estudante possui uma capacidade limitada de processamento e organização das informações em sua memória de trabalho.

Nessa perspectiva, destaca-se que a retenção de detalhes visuais tende a ser mais efetiva, uma vez que as imagens facilitam a codificação e a recordação dos conceitos.

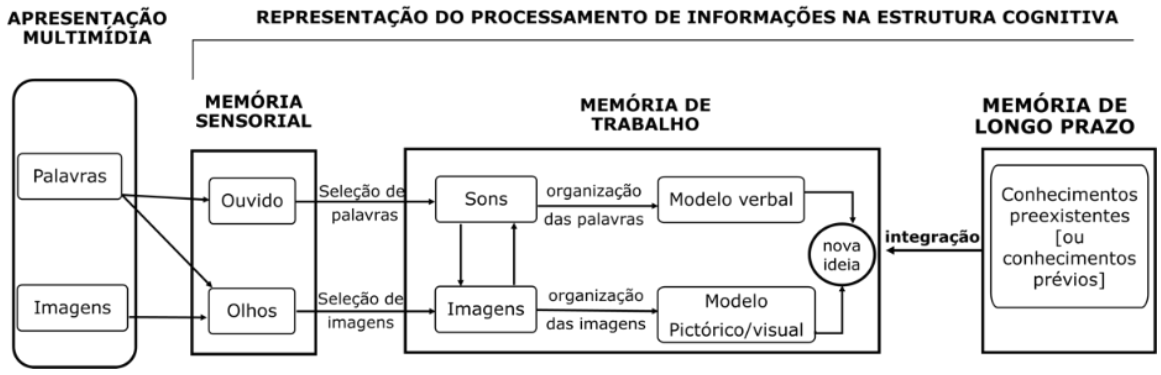
Após o estudo, o conhecimento é integrado à memória de longo prazo, desde que o estudante selecione, organize e integre as novas informações àquelas já existentes em sua estrutura cognitiva. Esse processo caracteriza a aprendizagem multimídia interativa, na qual o aprendiz participa ativamente da construção do conhecimento. Em contrapartida, quando o professor apenas transmite as informações e o estudante as recebe de modo passivo, ocorre a aprendizagem multimídia não interativa.

No contexto da aprendizagem multimídia interativa, é necessário compreender os tipos de memória envolvidos no processamento da informação: memória sensorial, memória de trabalho e memória de longo prazo (Mayer; Heiser; Lonn, 2001). As imagens e palavras são inicialmente captadas pela memória sensorial, que mantém as informações por um período breve. Em seguida, na memória de trabalho, o estudante seleciona e organiza as palavras e imagens mais relevantes, integrando-as ao conhecimento prévio armazenado na memória de longo prazo.

A imagem, processada pelo canal visual, é selecionada pela memória sensorial e organizada em modelos mentais que representam a estrutura visual do conteúdo. Por fim, a memória de longo prazo é responsável por armazenar as informações de forma duradoura, sendo reativada e fortalecida pela memória de trabalho durante o processo de aprendizagem.

Tais relações entre os tipos de memória e o processamento da informação na aprendizagem multimídia, podem ser visualizadas na Figura 68.

Figura 68: Representação dos processos de informação baseados na TCAM



Fonte: Silva e Errobidart (2023, p. 5), adaptado de Avelino e Errobidart (2023, p. 240)

No quadro apresentado, os autores destacam a relevância da aprendizagem multimídia, que se fundamenta na integração de palavras e imagens. Essa combinação estimula a memória sensorial, ao favorecer a seleção de elementos visuais significativos. Ao associar imagens às palavras, o estudante reduz processos cognitivos desnecessários, uma vez que os recursos visuais podem esclarecer dúvidas relacionadas ao significado de termos ou contextos desconhecidos. Dessa forma, o material promove o engajamento da memória de trabalho e contribui para o desenvolvimento da memória de longo prazo, consolidando o aprendizado.

Tanto a memória sensorial quanto a memória de trabalho apresentam limitações na capacidade de processamento, e essas limitações estão diretamente relacionadas ao nível de dificuldade do material. Quando as informações são apresentadas de forma independente — ou seja, imagens e palavras não estão interligadas —, a carga cognitiva tende a ser baixa ou irrelevante. Por outro lado, quando os elementos são interdependentes, exigindo que as palavras sejam compreendidas com base nas imagens, ocorre um aumento da carga cognitiva, demandando maior esforço mental do aprendiz.

Além da forma como as informações são organizadas, é importante considerar também a qualidade do desenho das imagens utilizadas. Ilustrações pouco detalhadas, desprovidas de elementos como roupas, expressões ou ambientações, podem dificultar a interpretação e a construção de significados, comprometendo a compreensão do conteúdo. No próximo capítulo, abordamos as características da linguagem dos quadrinhos, com base nas propostas de Rama e Vergueiro (2012) e McCloud (1995; 2008), aprofundando a análise sobre o potencial comunicativo e pedagógico desse gênero textual.

CAPÍTULO 4 – A LINGUAGEM DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

Com a grande popularidade entre crianças e adolescentes, a cultura das histórias em quadrinhos também vem conquistando o ambiente escolar. Podemos observar, em documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), menções que incentivam articulações entre diversos conhecimentos disciplinares escolares, escritos e orais, por meio de laboratórios, oficinas e núcleos de criação artística, entre outros.

Nesse contexto, os quadrinhos demonstram ser uma ferramenta eficiente para promover a integração entre a oralidade e o estímulo visual/escrito, favorecendo processos de aprendizagem mais dinâmicos e significativos.

> Produzir de forma colaborativa, e socializar playlists comentadas de preferências culturais e de entretenimento, revistas culturais, fanzines, e-zines ou publicações afins que divulguem, comentem e avaliem músicas, séries, filmes, quadrinhos, livros, peças, exposições, espetáculos de dança etc., de forma a compartilhar gostos, identificar afinidades, fomentar comunidades etc. (Brasil, 2018, p.8).

Nesse sentido, as histórias em quadrinhos demonstram ser uma ferramenta significativa para os estudantes, pois permitem a contextualização de conceitos e teorias, frequentemente aplicados de forma mecânica e desinteressante em sala de aula. Além de facilitar a compreensão de conteúdos disciplinares complexos por meio de representações visuais e narrativas envolventes, as histórias em quadrinhos oferecem aos estudantes acesso a diversas formas de linguagem, incluindo elementos visuais e textuais, que enriquecem a experiência de aprendizagem.

Esse formato não apenas incentiva a criatividade dos estudantes, ao permitir a criação e adaptação de suas próprias histórias, mas também promove o altruísmo e a colaboração entre colegas, por meio do compartilhamento e discussão das HQs e das produções individuais.

Dessa forma, a utilização de histórias em quadrinhos fomenta um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e interativo, no qual os estudantes são encorajados a explorar, refletir e interagir, reforçando seu envolvimento e compreensão do conteúdo.

Nos tópicos a seguir, descreve-se, de forma detalhada, a linguagem dos quadrinhos como um norteador a ser utilizado pelos professores.

4.1 A linguagem das histórias em quadrinhos

A linguagem dos quadrinhos apresenta características específicas, exigindo do leitor a construção de conhecimentos prévios, que Rama e Vergueiro (2012) denominam como um processo de alfabetização para a leitura de quadrinhos. Essa alfabetização é necessária devido às particularidades desse tipo de linguagem, que promove a interação entre informações de forma visual e verbal, fornecendo subsídios para a compreensão da mensagem.

Ao propor a utilização de histórias em quadrinhos para fomentar a curiosidade, a busca por informações e a construção do conhecimento, identificamos, tanto na revisão da literatura quanto em trabalhos anteriores, como Silva (2018), referências metodológicas para a elaboração e aplicação desses recursos em sala de aula: Will Eisner, Scott McCloud, Ângela Rama e Valdomiro Vergueiro.

Dos quatro autores, os dois últimos — Rama e Vergueiro — discutem os quadrinhos como ferramenta educacional no contexto nacional e serão os mais utilizados neste trabalho. Will Eisner, por sua vez, enfatiza a linguagem escrita e não explora plenamente o potencial educacional da linguagem visual, sustentando a ideia de que as histórias em quadrinhos são, sobretudo, recursos motivacionais ou de divulgação científica. Tal abordagem, com a qual discordamos, é o motivo pelo qual não a adotamos como referência para a construção da HQ autoral.

Scott McCloud inova ao apresentar uma discussão teórica sobre a arte sequencial, utilizando a linguagem dos quadrinhos e inserindo-se como personagem protagonista, o que permite um diálogo direto com o leitor acerca do potencial desses recursos como ferramenta para a construção do conhecimento.

A estratégia de inserir-se na história em quadrinhos foi empregada neste trabalho, conforme indicado na Figura 69. Nesse contexto, a própria autora assume o papel de protagonista, ilustrando um acontecimento de sua vivência acadêmica, ao constatar que seus estudantes apreciam a leitura de histórias em quadrinhos. A partir disso, durante a pesquisa de mestrado (Silva, 2018), teve-se como objetivo transcrever um texto histórico sobre a Teoria da Relatividade Restrita para o formato de história em quadrinhos.

Escolhemos realizar essa transcrição devido ao fato de que as histórias em quadrinhos, como ferramenta pedagógica, estimulam a criatividade e promove discussões que ultrapassam os métodos tradicionais de ensino. Por fim, a adoção

dessa abordagem, fundamentada na alfabetização visual e na interrelação entre os diversos tipos de linguagem, revela-se uma estratégia inovadora e inclusiva, capaz de transformar o processo educativo em uma aprendizagem com maior potencial significativo.

Figura 69: demonstração de uma situação vivenciada pela autora p para o início da pesquisa



Fonte: as autoras

Todavia, essa transcrição foi desenvolvida sem o emprego de um referencial teórico-metodológico que considerasse os pressupostos necessários para uma aprendizagem significativa e para a linguagem dos quadrinhos. Com base nisso, conforme descrito, foram identificados na literatura autores que possibilitassem a elaboração deste projeto, a fim de criar um referencial teórico-metodológico voltado para professores que desejam elaborar seu próprio material instrucional, com o objetivo de fomentar a cultura científica a partir dos quadrinhos. Um desses referenciais empregados foi o livro *Understanding Comics (Desvendando Quadrinhos)*, escrito por McCloud em 1995.

McCloud (1995) é um autor e teórico reconhecido no mundo dos quadrinhos por suas contribuições significativas na área. No livro *Desvendando Quadrinhos*, McCloud explora aspectos artísticos e técnicos para a elaboração de histórias em quadrinhos, dos quais iremos utilizar exemplos, demonstrando de forma detalhada como podem ser desenhados.

Nos capítulos iniciais, há uma descrição detalhada do vocabulário dos quadrinhos e do emprego das imagens conforme a mensagem que se deseja transmitir ao leitor. Essas imagens podem ser elaboradas de acordo com os traços de cada desenhista, que, com o passar do tempo, acabam criando seu próprio estilo,

tornando-se reconhecíveis, como ocorre na Turma da Mônica, criada por Maurício de Souza, exemplificada na figura abaixo.

Figura 70: Imagem de alguns personagens da turma da Mônica



Fonte: Turma da Mônica. *Instagram* [@turmadamonica]. Disponível em: https://www.instagram.com/turmadamonica/?hl=pt-br. Acesso em: 05 de fevereiro de 2025.

Para o autor, a escolha do estilo de traço vai muito além da estética. Além de discutir essas escolhas, ele aborda, nos primeiros capítulos, o uso de ícones e símbolos e suas representações, principalmente quando se trata de elementos abstratos (como numerais, sons e sentimentos) ou de elementos de difícil visualização (como moléculas ou planetas). Por conta disso, é essencial escolher o estilo do traço,

pois ele não apenas torna o autor reconhecível, mas também influencia diretamente a mensagem que se deseja transmitir.

Por exemplo, ao representar um rosto com um círculo simples e elementos minimalistas, perde-se uma gama de detalhes, concentrando-se mais na mensagem textual.

Caso o desenhista opte por enriquecer os detalhes do desenho, além de tornar os quadrinhos visualmente mais realistas — como enfatizar as emoções do personagem ou os traços da idade —, é preciso cuidado para não deixar a imagem sobrecarregada, a ponto de comprometer a compreensão da mensagem, a menos que esse seja o efeito desejado para a vinheta.

Na figura a seguir, apresenta-se um exemplo da diferença de detalhes, conforme descrito por McCloud (1995).

Figura 71: diferença entre a escolha dos traços utilizados em um desenho



Fonte: McCloud (1995, p. 30)

Por conta do nosso interesse em focar na mensagem a ser transmitida, optamos por traços mais simples. Essa escolha também influencia mensagens inconscientes, como, por exemplo, as roupas utilizadas pelos personagens.

No caso deste trabalho, a história se passa no século XVI, marcada pelo Renascimento, um movimento cultural e artístico repleto de detalhes, que poderiam

tornar as vinhetas visualmente carregadas caso fossem desenhadas de maneira mais realista.

Além disso, também optamos por enfatizar tópicos de história da ciência que abordam aspectos políticos, religiosos e culturais. Na Figura 72, McCloud (1995) demonstra a relação entre a escolha do traço da imagem e a mensagem a ser transmitida.

Figura 72: diferença entre imagem realista versus traços simples



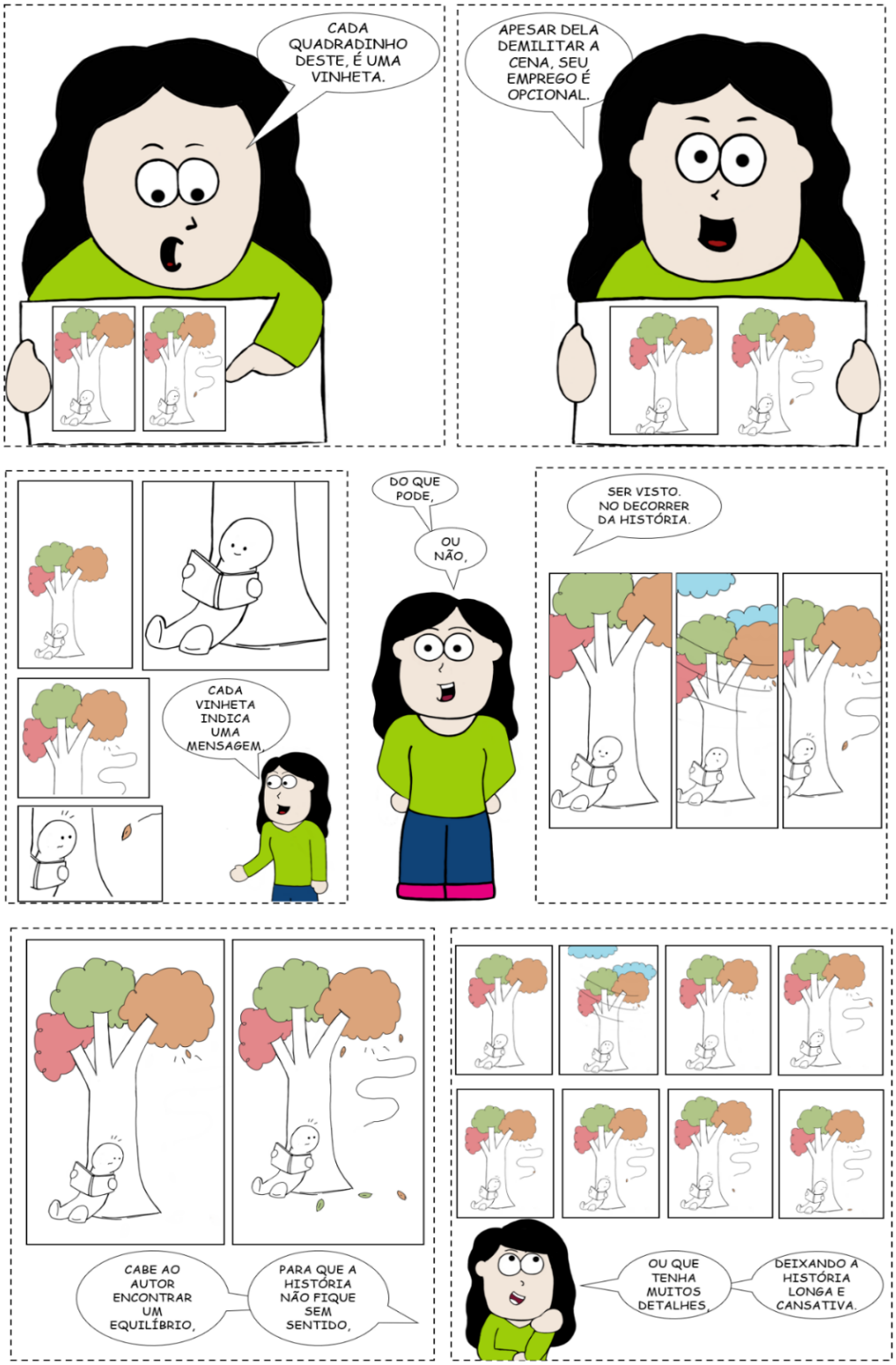
Fonte: McCloud (1995, p. 49)

No capítulo 3, McCloud (1995) apresenta os conceitos de vinheta e sarjeta, conforme ilustrado na Figura 72, na qual uma das autoras demonstra as vinhetas. A vinheta é definida como o espaço que representa a menor unidade narrativa, na qual uma mensagem é inserida, delimitando a cena. Rama e Vergueiro (2012) descrevem que “os contornos dos quadrinhos não representam uma gaiola da qual nada pode escapar” (p. 39), permitindo ao autor interagir com eles, ao romper os limites ou optar por não os empregar. Essa flexibilidade na utilização das vinhetas pode enriquecer a narrativa, oferecendo novas possibilidades de interpretação e engajamento visual. Além disso, a não utilização de vinhetas pode criar um efeito de continuidade e fluidez.

Por conta disso, a sequência da mensagem nas vinhetas é de extrema importância para dar sentido à história. Nas vinhetas da Figura 73, observa-se a progressão sequencial dos eventos, conferindo coerência à narrativa e atribuindo significado à mensagem expressa pelas vinhetas, mencionando acontecimentos passados, presentes e futuros. Nesse sentido, na primeira vinheta, temos o início e o

final da sequência narrativa: o personagem, escorado em uma árvore e lendo seu livro, observa uma folha caindo ao chão.

Figura 73: imagem ilustrando o conceito de vinheta



Fonte: as autoras

Dessa forma, cabe ao autor analisar como transmitir a mensagem por meio da linguagem visual, escolhendo a quantidade de detalhes, ou sua ausência. Na terceira vinheta, com a narradora, optamos por inserir uma cena em que o vento arranca as folhas das árvores, o que ainda não havia sido demonstrado. No entanto, nas últimas duas vinhetas, discutimos a importância de encontrar um equilíbrio: a narrativa não deve ser longa a ponto de desinteressar o leitor, nem incompleta a ponto de perder o sentido.

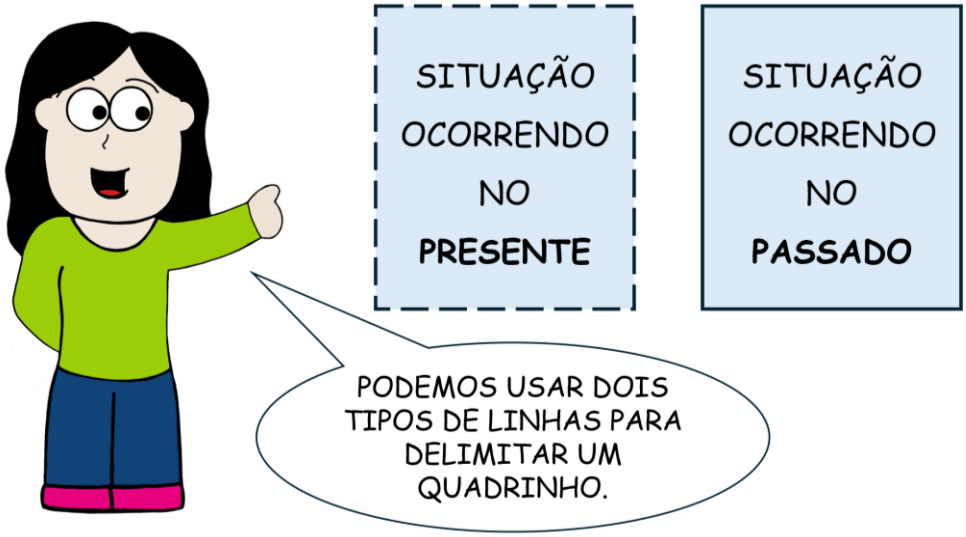
Portanto, a disposição sequencial das vinhetas permite que o leitor perceba as relações entre as ações dos personagens e a progressão temporal, mantendo um fluxo de leitura elaborado de forma que a mensagem não se perca. Dentro das vinhetas reside a cena que compõe a narrativa histórica.

Em seu livro *Desenhando Quadrinhos*, McCloud (2008) apresenta diferentes tipos de enquadramento de cenas, denominados “momentos”. O momento determina o que será apresentado ao leitor, destacando as informações mais relevantes e omitindo aquelas insignificantes. Essa escolha é crucial, pois define a clareza das informações e deve ser cuidadosamente planejada para garantir a conexão entre os quadrinhos, evitando que o sentido seja alterado. Conforme McCloud (2008, p. 14), “os momentos de sua história devem ser como os sucessivos pontos de um quebra-cabeça. Remova um dos pontos e você mudará a forma da história.”

As vinhetas podem ser utilizadas de duas formas: em linhas contínuas, indicando que o fato acontece em tempo real, ou envoltas por linhas pontilhadas, indicando que os fatos ocorreram no passado — como sonhos ou devaneios do personagem, que são relevantes para a narrativa. Essa escolha também pode ser representada por balões em formato de nuvens.

As linhas das sarjetas estão representadas na Figura 74.

Figura 74: representação do tempo na linguagem de quadrinhos



Fonte: as autoras

É importante prestar atenção à espessura das bordas, para que não fiquem finas a ponto de quase não serem observadas, nem demasiado espessas, comprometendo a visualização das imagens e do texto.

Para representar a passagem do tempo, McCloud (1995) e Rama e Vergueiro (2012) discutem, em seus trabalhos, a distância entre as vinhetas. Dessa forma, quanto maior o espaço entre elas, maior o intervalo temporal sugerido na narrativa, permitindo uma progressão cronológica dos eventos.

Na Figura 75, apresenta-se um exemplo de como a passagem temporal pode ser aplicada utilizando essa técnica.

Figura 75: figura demonstrando a distância entre as vinhetas para representar a passagem temporal



Fonte: as autoras

Como observado, na segunda vinheta, a mudança de posição da lua é sutil, indicando que um curto intervalo de tempo se passou, enquanto, na terceira vinheta, a lua está em uma posição mais baixa, sugerindo que se passaram algumas horas.

Todavia, a distância entre as vinhetas não deve ser exagerada, pois poderia permitir a inserção de outra vinheta, que poderia ser utilizada para ilustrar a passagem do tempo sem sobrecarregar a narrativa ou causar estranhamento ao leitor. Nesse contexto, uma vinheta adicional poderia complementar as imagens.

Além disso, o tamanho das vinhetas pode influenciar significativamente a percepção temporal. Vinhetas alongadas podem sugerir uma duração maior de tempo, em comparação à mesma mensagem transmitida por vinhetas menores.

Nas Figuras 76 e 77, ilustra-se esse efeito, demonstrando como a variação no tamanho das vinhetas pode alterar a percepção do tempo pelo leitor.

Figura 76: figura demonstrando sensação curta da duração do tempo



Fonte: as autoras

Na figura 76, podemos observar que a personagem aparentemente dedicou um breve período à leitura do livro, deslocando se sequencialmente para dialogar com a personagem na segundo vinheta, entrando em um conflito com a sua fala de que “passou o dia todo lendo”. Em contrapartida, a figura 77 permite concluir que, devido ao alongamento da vinheta, a personagem investiu muitas horas na atividade de leitura, o que é corroborado pelos vários livros espalhados no chão.

Figura 77: figura demonstrando sensação longa da duração do tempo



Fonte: as autoras

Esse acúmulo de livros sugere uma dedicação intensa ao conteúdo, relacionando-se de maneira coerente com a enunciação verbal, que justifica a imagem em vez de contrariá-la.

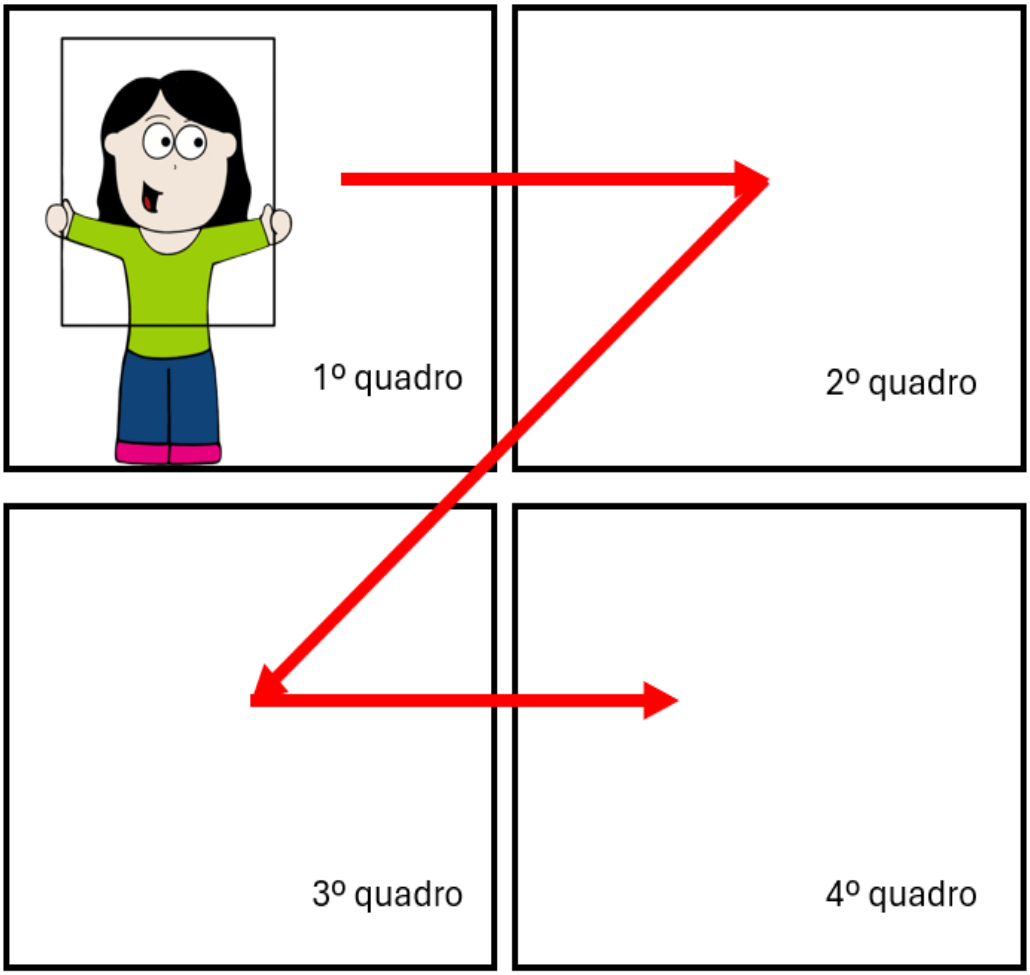
Considerando a passagem temporal, é imprescindível observar a sequência de imagens entre as vinhetas, de modo que a vinheta subsequente indique um futuro próximo, mantendo uma relação articulada e interligada com a vinheta presente, enquanto a vinheta à esquerda desta indica a ação que ocorreu no passado.

Essa ordenação temporal não apenas estrutura a narrativa, mas também facilita a compreensão da mensagem, permitindo ao leitor analisar a evolução dos eventos conforme avança na leitura.

Portanto, as vinhetas são elaboradas com base em uma sequência narrativa, de modo que palavras e imagens estejam interligadas, criando um fluxo contínuo de leitura sem alterar a história ou comprometer seu sentido.

Na Figura 78, apresenta-se um exemplo simples do fluxo narrativo composto por quatro vinhetas sequenciais.

Figura 78: figura demonstrando a sequência narrativa com quatro vinhetas

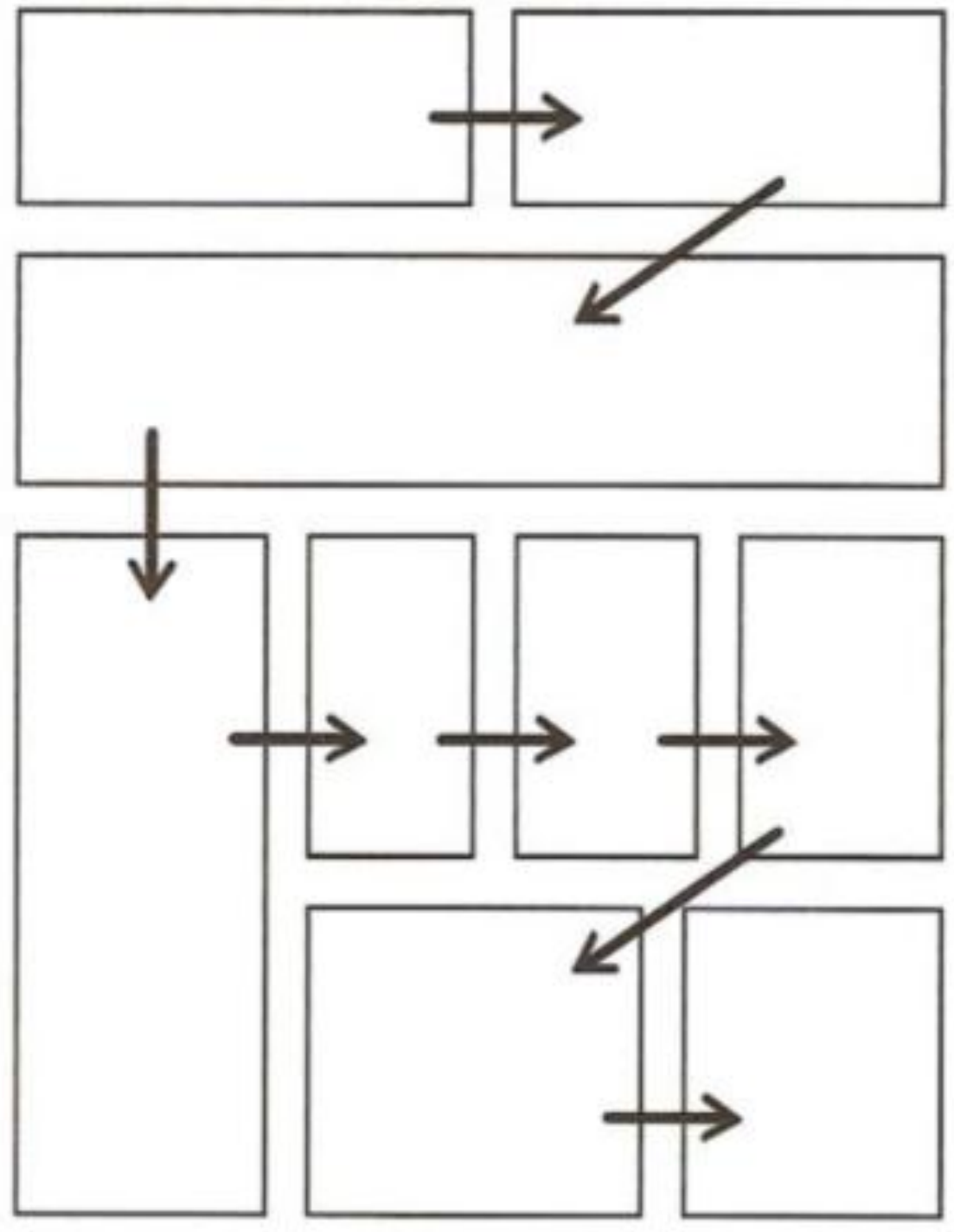


Fonte: as autoras

De modo geral, os quadrinhos são lidos da esquerda para a direita e de cima para baixo. No entanto, caso o autor opte por desenhar um fluxo diferente, é necessário ser cauteloso para preservar a sequência discursiva estabelecida. Alterações nessas estruturas podem modificar os fatos narrados, gerando confusão e distorcendo a mensagem original.

A Figura 79 apresenta um exemplo elaborado por McCloud (2008), em seu livro *Desenhando Quadrinhos*, no qual se demonstra o sentido da leitura.

Figura 79: exemplo de um estilo de fluxo das vinhetas



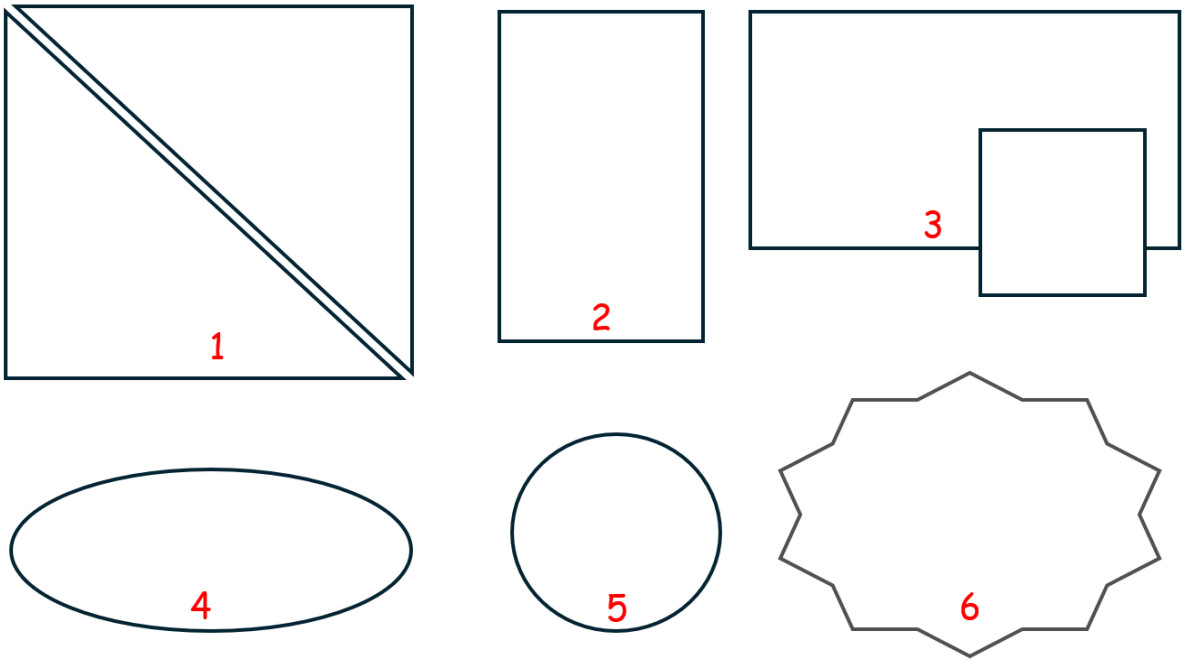
Fonte: McCloud (2008, p. 32)

Por conta disso, é necessário ter cautela na escolha e disposição das vinhetas, para que nenhuma delas se perca durante o fluxo narrativo ou fique incompreendida pelo leitor, levando-o a questionar qual será a próxima vinheta a ser lida.

Além do fluxo, as formas das vinhetas podem variar conforme a intenção do autor. Embora não alterem o significado da história, podem influenciar

significativamente a experiência de leitura. Na figura abaixo, ilustramos alguns tipos de vinhetas.

Figura 80: diferentes tipos de vinhetas que podem ser utilizadas nas histórias em quadrinhos



Fonte: as autoras, adaptado de McCloud (1995)

Na figura, observa-se que as primeiras vinhetas (1) se complementam, podendo ser empregadas para enfatizar uma conversa entre dois personagens. A segunda vinheta, um pouco mais curta, pode ser utilizada para estabelecer uma ligação temporal na narrativa de forma sutil, preparando o leitor para uma mensagem de maior importância, na qual pode-se utilizar a terceira vinheta (3), chamando atenção para algum detalhe na pequena vinheta, como se fosse um pop-up (uma pequena janela).

As vinhetas subsequentes (4, 5 e 6) podem ser utilizadas em cenas com maior comicidade, quando se deseja empregar um tom de humor ou onomatopeia, por exemplo.

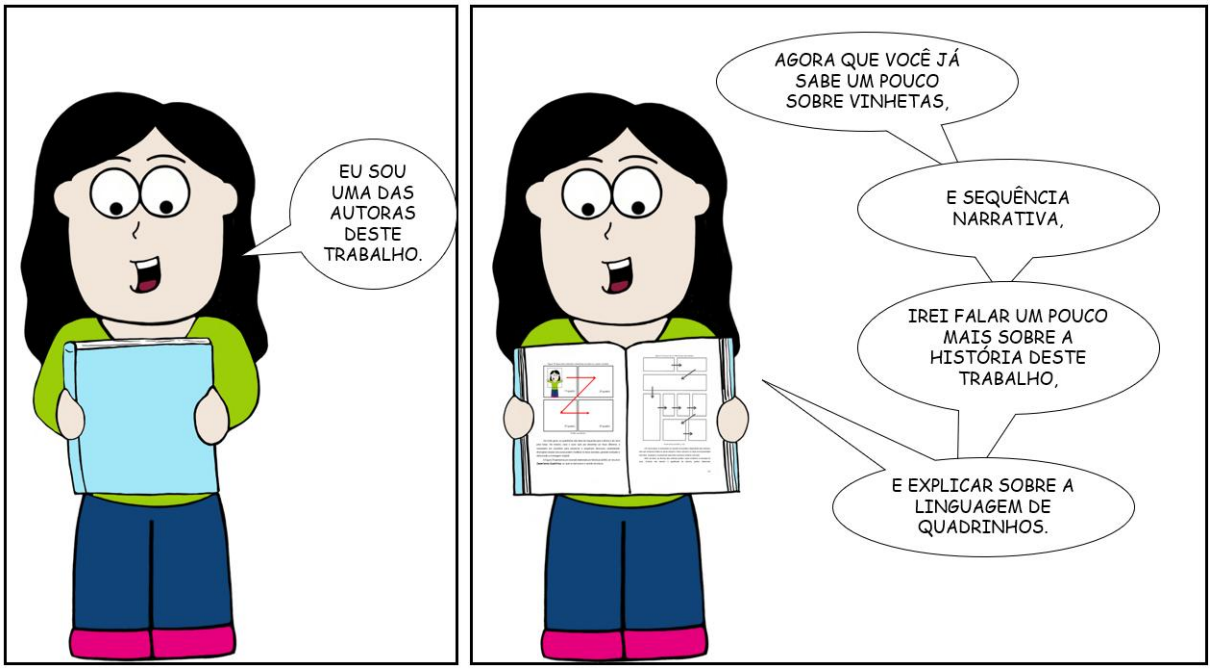
A escolha do estilo da vinheta influencia diretamente o enquadramento, uma vez que cada vinheta define o ângulo e a distância nos quais o leitor verá o momento descrito na cena. Pode-se escolher quanto ampliar detalhes ou recuar, mostrando ao leitor o espaço ao redor da personagem. O enquadramento altera a percepção da cena e estimula o leitor a se concentrar nas ações que mudam, dando ênfase e grandiosidade a objetos, personagens ou locais.

A escolha do enquadramento também determina quais detalhes da narrativa serão apresentados, selecionando as informações que o leitor poderá observar ou não.

Além disso, o enquadramento pode ser utilizado para manipular a perspectiva do leitor, direcionando sua atenção para aspectos específicos da cena e criando uma experiência de leitura mais envolvente. Essa técnica é fundamental para a construção de uma narrativa visual coesa e impactante. Conforme Rama e Vergueiro (2012, p. 40) e McCloud (2008, p. 20), os enquadramentos podem ser definidos em:

- Plano total ou de conjunto: apresenta apenas as pessoas que estão na narrativa, sem demonstrar detalhes do seu espaço em volta. Um exemplo deste plano está na figura 81.

Figura 81**:** figura utilizada para demonstrar o plano total ou de conjunto



Fonte: as autoras

- Plano médio ou aproximado: apresenta os personagens da cintura para cima, podendo observar traços e expressões faciais com maior clareza. Este tipo de plano é emprego quando se deseja apresentar cenas de diálogos entre apenas dois personagens, sem enfatizar os seus sentimentos, uma vez que se trata de um diálogo comum, no qual está se construindo o clímax da história. Esse tipo de plano está sendo evidenciado na figura 82.

Figura 82: figura utilizada para demonstrar o plano médio ou aproximado



Fonte: Silva, 2018 e Avelino e Errobidart, 2023.

Fonte: as autoras

- Plano geral: enquadramento amplo, apresentando tanto o cenário quanto às personagens. Este tipo de enquadramento pode ser empregado no início de novas cenas ou capítulos, seguidos por vinhetas de médio foco para demonstrar o cenário, e, close-up de personagens individuais, que estão aparecendo pela primeira vez na narrativa histórica. Tem com objetivo de situar o leitor na história, criando um maior senso de localização espacial e temporal. Esse exemplo de plano pode ser evidenciado na figura 83.

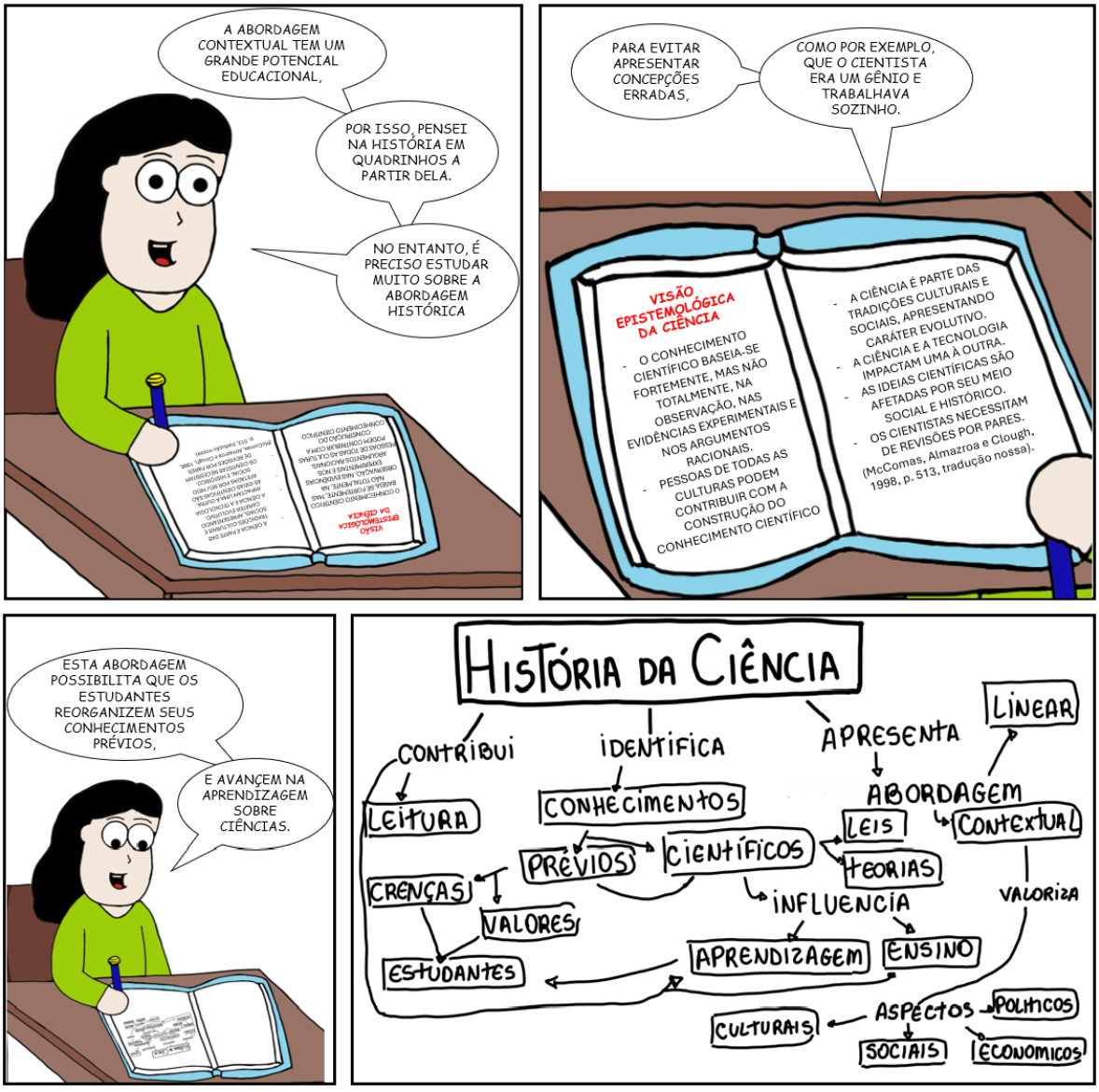
Figura 83: figura utilizada para demonstrar o plano geral



Fonte: as autoras

- Plano de detalhe ou close-up: foca os detalhes de uma parte da figura humana ou em um objeto em particular. Este plano é utilizado para realçar algo que passaria despercebido ao leitor, e, pode ser utilizado em algumas vinhetas para chamar a atenção a detalhes que passariam despercebidos, estimulando o leitor a se concentrar nas coisas que de fato mudaram, como a expressão de um personagem. No entanto, preciso tomar cuidado com a escolha dos ângulos e o enquadramento quando se utilizada este plano para demonstrar a conversa entre dois personagens, para que os balões de fala não percam sentido. Este plano pode ser observado na figura 84.

Figura 84: figura utilizada para demonstrar o plano de detalhe ou close-up



Fonte: as autoras

- Plano americano: retrata os personagens da altura dos joelhos até a cabeça. É muito utilizado para mostrar uma conversa ou interação entre dois personagens, contribuindo para a construção da narrativa, do suspense e preparando o leitor para um clímax na história. Dentro desse plano, normalmente é inserida uma vinheta que permite ao leitor observar com mais detalhes tanto as expressões faciais quanto a linguagem corporal, reforçando o envolvimento emocional da cena. Em muitas sequências com plano americano, é possível incluir um plano de detalhe ou um close-up, evidenciando a expressão de um personagem em um momento decisivo — funcionando como ponto de virada ou ênfase na narrativa. Esse plano pode ser observado na Figura 85.

Figura 85: figura utilizada para demonstrar o plano americano



Fonte: as autoras

Com base nos tipos de plano e enquadramento, as imagens devem ser representadas com clareza, nitidez e foco, preferencialmente sem distorções ou borrões, salvo quando tais efeitos sejam utilizados de forma intencional para fins expressivos. Conforme destaca Vergueiro (2014, p. 50), “questões como perspectiva, cores, claro/escuro, tonalidades de sombra e massa etc. influenciam tanto no aspecto gráfico da página quanto na compreensão da mensagem”.

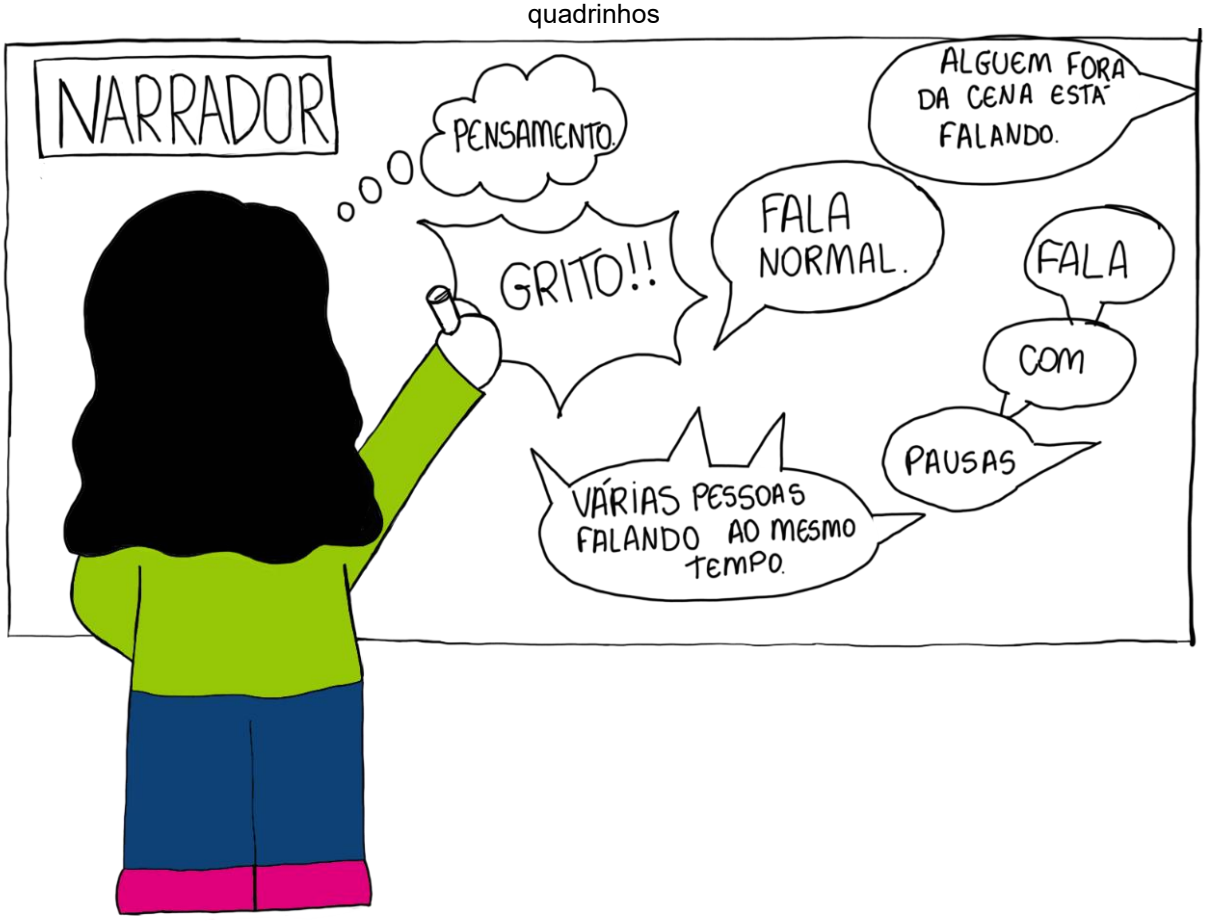
As imagens orientam a construção narrativa a partir das expressões das personagens, sendo responsáveis por transmitir emoções, atitudes e a sequência da narrativa. Para complementar a cena visual, o autor deve selecionar palavras que adicionem informações relevantes aos acontecimentos representados.

Essas palavras podem resumir a cena, dinamizar o enredo ou reforçar os diálogos, devendo ser inseridas de forma que contribuam à cena, sem interferir negativamente na fluidez da leitura. Elas são empregadas por meio de balões de fala ou pensamento, ou ainda por legendas.

A relação entre texto e imagem deve ser compreendida como uma linguagem multimodal, na qual palavras e elementos gráficos se complementam mutuamente para gerar sentido. É essa integração que confere aos quadrinhos sua linguagem particular, permitindo ao leitor uma experiência dinâmica, de acordo com seu ritmo e objetivo de leitura. Assim, a composição visual — incluindo enquadramento, disposição dos quadros e organização da página — não apenas ilustra, mas participa ativamente da construção do enredo e do engajamento do leitor.

Os balões de fala expressam a mensagem antes mesmo de serem lidos, devido à sua forma, pois cada um possui um significado e característica própria. Na Figura 86, são demonstrados os tipos de balões empregados na linguagem de quadrinhos.

Figura 86: figura ilustrando os tipos de balões de fala que podem ser empregados na linguagem de quadrinhos



Fonte: as autoras

Nas próximas figuras, detalharemos cada tipo de balão de fala.

Iniciando pelo balão de fala normal, normalmente representado por um balão redondo (mas que também pode ser quadrado, ou ainda indicado apenas por um traço apontando para o personagem, conforme a intenção e estilo de cada autor), apresenta um traço simples e é acompanhado de um prolongamento denominado rabicho, que aponta para o personagem, indicando que ele está se expressando em primeira pessoa.

Esse balão pode ser observado na Figura 87.

Figura 87: figura demonstrando o balão de fala simples



Fonte: as autoras

Quando dois ou mais personagens compartilham a mesma fala, múltiplos rabichos podem ser inseridos em um único balão, sendo a ordem dos personagens representada pela disposição dos rabichos, o que contribui para a correta interpretação da sequência discursiva.

No entanto, cada personagem deve ter o seu próprio rabicho, e é preciso ter cautela quando há muitos personagens em uma única cena, para não a sobrecarregar.

Esse tipo de balão pode ser observado na Figura 88.

Figura 88: figura demonstrando duas pessoas falando ao mesmo tempo



Fonte: as autoras

O balão com traços tracejados costuma representar falas em voz baixa, como um sussurro ou cochicho.

Já o balão de pensamento é normalmente representado por contornos em formato de nuvem, com um rabicho também em forma de nuvens, denotando que a mensagem é interna ao personagem.

Esses balões podem ser observados na Figura 89.

Figura 89: Figura demonstrando os balões de sussurro e de pensamento



Fonte: as autoras

O balão com rabicho em formato de raio, desenhado em traçado ziguezagueado, indica que a fala está sendo emitida por meio de um aparelho eletrônico, como telefone, rádio ou televisão. Alternativamente, pode sugerir um grito ou uma fala exaltada do personagem.

Quando o rabicho se origina fora do enquadramento do quadrinho, indica que a fala é proveniente de um personagem que não está presente na cena representada, ampliando o campo narrativo para além da imagem visível.

Esses tipos de balões podem ser observados na Figura 90.

Figura 90: figura demonstrando os balões de zig-zag e de personagem fora da cena



Fonte: as autoras

Em situações nas quais um balão está visualmente conectado a outro, geralmente colocado logo abaixo, sinaliza-se que o personagem está fazendo uma pausa na fala, prolongando a enunciação e dando ritmo ao diálogo.

Figura 91: figura demonstrando fala com pausas



Fonte: as autoras

Além dos balões de fala, os quadrinhos também utilizam metáforas visuais, constituídas por símbolos ou signos gráficos, como a expressão visual de “ver estrelas” (após um impacto) ou “borboletas no estômago” (para indicar nervosismo), entre outras. Esses elementos contribuem para um entendimento imediato e, muitas vezes, intuitivo da mensagem.

Outro recurso expressivo é o uso de variações tipográficas, que indicam, por exemplo, que o personagem está se comunicando em um idioma diferente do habitual na narrativa.

Essas estratégias visuais e verbais funcionam como ferramentas poderosas para enriquecer a narrativa gráfica, ampliar sua expressividade e favorecer uma comunicação mais eficaz, envolvente e acessível ao leitor.

Para ajudar na narrativa, pode-se inserir um narrador. Este, conforme Danton (2016), é definido em três tipos:

- Primeiro tipo: o narrador está na terceira pessoa. Este é utilizado quando o roteirista/autor não faz parte da história, mas, quer destacar algo que poderia passar desapercebido pelo leitor, como um sentimento do personagem, ou dar sentido a alguma fala.
- Segundo tipo: narrador-personagem: ocorre quando um dos personagens pausa a história para narrar um fato, e, neste caso, o texto deve vir entre aspas para destacar a narração.
- Terceiro tipo: texto diálogo. Um recurso pouco utilizado no qual aparece o narrador conversando com o personagem, intercalando estas vinhetas com as da história.

A partir da definição dos tipos de textos, é importante ressaltar que a escolha da narrativa deve ser seguida durante toda a história, assim como o tempo verbal, para não deixar a trama confusa ao leitor, conforme o Princípio da contiguidade temporal.

CAPÍTULO 5 - ABORDAGEM CONTEXTUAL: VIDA E OBRA DE GALILEU GALILEI

Neste capítulo, apresentamos um texto histórico construído com base em uma pesquisa narrativa, fundamentada nas orientações teóricas de Bruner (2002) e de Clandinin e Connelly (2000). Segundo Bruner (2002, p. 69), “uma narrativa é composta por uma sequência singular de eventos, estados mentais, ocorrências envolvendo seres humanos como personagens ou atores”, podendo assumir tanto características factuais quanto elementos de ficção, desde que mantenha coerência e verossimilhança interna.

Esse tipo de abordagem tem como principal objetivo compreender a experiência humana a partir das histórias que os sujeitos contam sobre si mesmos e sobre o mundo que os cerca. Assim, a pesquisa narrativa permite a construção de significados emergentes das vivências individuais e coletivas, situando os sujeitos em seus contextos históricos, sociais, culturais e emocionais.

No contexto desta tese, essa metodologia foi utilizada para compor um enredo que apresenta aspectos da trajetória de um personagem histórico relevante, Galileu Galilei, promovendo uma compreensão mais profunda da construção do conhecimento científico, de forma acessível e engajadora, especialmente no ambiente educacional.

Autores como Clandinin e Connelly (2000, p. 20) definem a pesquisa narrativa como “uma forma de entender a experiência” a partir de um processo colaborativo entre o pesquisador e o personagem ou relato a ser pesquisado. Dessa forma, a pesquisa narrativa pode ser descrita como coleta de dados históricos a partir de textos originais ou secundários, nos quais o pesquisador busca informações relevantes para compreender determinado fenômeno. As histórias podem ser obtidas por meio de textos autobiográficos, diários, trocas de cartas, narrativas escritas, entre outros. Todavia, é necessário cautela na seleção das fontes, a fim de evitar visões distorcidas da ciência (Gil-Perez et al., 2001).

Dessa forma, esta pesquisa narrativa teve como base a busca em textos históricos de pesquisadores da área de ciências, com publicações em revistas relevantes, como Mariconda e Vasconcelos (2006), Naess (2009), Martins (2009), Grego e Mannoin (2010), além de Galilei (2011), considerados como as principais fontes de pesquisa.

5.1 Galileu Galilei

Galileu Galilei foi um dos personagens mais célebres do período da Revolução Científica, ocorrida entre os séculos XVI e XVII, marcado por significativas transformações socioculturais que influenciaram o fazer de cientistas e artistas da Renascença Italiana.

Suas contribuições para o nascimento da ciência moderna (Santos, 2006) refletem o expressivo reconhecimento de seus estudos sobre o movimento dos corpos celestes e terrestres, especialmente aqueles que confrontavam concepções cotidianas e crenças religiosas de que o Sol orbitava em torno da Terra.

Por conta disso, diversos autores apresentam o cientista conforme suas próprias visões historiográficas. Para Zylbersztajn (1998), essas versões podem ser divididas em empirista e platonista.

Em relação ao Galileu empirista, Zylbersztajn (1998) aponta que esta é uma das visões mais difundidas em livros e artigos, retratando o cientista como defensor das ideias da física e da filosofia ao romper com a visão empirista tradicional de que a Terra estava imóvel, desafiando as ideias de Aristóteles. De acordo com essa perspectiva, Galileu formulou suas teorias principalmente por meio da observação direta. No entanto, na prática, ele utilizou abordagens mais complexas, combinando observação e pensamento dedutivo, como evidenciado no caso do princípio da inércia e da queda livre dos corpos.

Por outro lado, a visão platonista de Galileu, discutida por Zylbersztajn (1998), é fortemente influenciada pelas interpretações do historiador Alexandre Koyré, um dos principais estudiosos das obras galileanas. Koyré enfatiza os aspectos revolucionários do pensamento de Galileu, situando-o não apenas como um continuador da tradição medieval, mas como um pensador que rompe com o empirismo ingênuo, atribuindo à razão e à matemática papéis centrais na construção do conhecimento científico. Segundo essa perspectiva, a experiência sensível possui um papel secundário em suas investigações, servindo mais como ilustração ou verificação de hipóteses previamente formuladas por meio da dedução racional. Isso se deve, em parte, às limitações tecnológicas da época — seus instrumentos ópticos ainda eram rudimentares, dificultando observações precisas dos corpos celestes.

Assim, Galileu é retratado como um cientista influenciado pela tradição platônica, que acreditava na existência de uma realidade subjacente, inteligível e

matemática, acessível plenamente apenas pela razão. Suas contribuições mais significativas se inserem, portanto, no campo teórico, sendo suas observações empíricas ferramentas complementares a um raciocínio lógico e matemático.

Além disso, Koyré argumenta que as observações de Galileu muitas vezes eram realizadas por meio de experimentos mentais, como ilustrado em seu livro *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo*, no qual Galileu apresenta o conceito de inércia. Mesmo quando conduzia experimentos, como no caso do plano inclinado, Koyré questiona a veracidade dos dados obtidos, sugerindo que a metodologia de Galileu incluía uma combinação de raciocínio teórico e dedução.

Ressaltamos que o texto abaixo não explora essas visões em detalhes, mas considerou importante mencioná-las para aqueles interessados em uma análise historiográfica mais profunda. O texto foi elaborado com o objetivo de fornecer informações complementares às histórias em quadrinhos, servindo como roteiro e ferramenta de pesquisa para professores de Física que desejam integrar concepções históricas em suas aulas, enriquecendo a compreensão dos estudantes sobre o contexto científico.

5.1 Contexto familiar

Galileu nasceu em 15 de fevereiro de 1564, sendo o primeiro de sete filhos de Giulia Ammannati e Vincenzo Galilei, dos quais apenas quatro chegaram à idade adulta: Galileu Galilei, Michelangelo, Virgínia e Lívia.

Sua mãe era filha de reconhecidos comerciantes de lã, enquanto seu pai, apesar de ter pouca educação formal, era um homem culto e tinha grande reconhecimento por seus estudos teóricos como músico.

> Sabe-se que, durante alguns períodos da história, a Música e a Matemática foram ciências que compartilharam seus conceitos e discussões. Um dos períodos no qual essa comunhão se deu de maneira significativa foi o Renascimento. A Música era então classificada como ciência e, pertencendo ao grupo das matemáticas, dividia seu espaço com a Aritmética, a quem era subordinada, com a Geometria e a Astronomia. Essa divisão foi transmitida através das obras do filósofo Sevério N. Boécio e prevaleceu durante o século XVI, juntamente da noção de subalternação das ciências, provida na obra de Aristóteles e de seus comentaristas. Contudo, durante a segunda metade do século XVI, o cenário teórico foi sofrendo questionamentos e sendo por vezes reformulado. Tais reformulações tomaram várias formas, todavia, foi no diálogo entre dois autores específicos, Gioseffo Zarlino (1517-1590) e Vincenzo Galilei (1533?-1591), que a estrutura vigente foi realmente abalada (Bromberg, 2014, p. 9)

Vincenzo estudou teoria da música em Veneza e Roma (Bromberg, 2009; Guimarães, 2016).

O contexto familiar provavelmente influenciou a construção dos conhecimentos e o desenvolvimento das habilidades comunicativas de Galileu, especialmente em relação ao movimento dos corpos celestes e terrestres. É possível que seu pai tenha contribuído para sua aptidão na construção de instrumentos e na realização de experimentos, que foram fundamentais para seu reconhecimento como estudioso das ciências naturais.

> Vincenzo Galilei se destacava dentre seus contemporâneos pela importância de seus estudos teóricos. Podemos observar, principalmente na segunda metade de sua vida, sua preocupação com a difusão da teoria musical como maneira de garantir a qualidade da música produzida. Essa preocupação parece ter sido estimulada pelo contato com dois importantes teóricos do período Gioseffo Zarlino e Girolamo Mei. Em 1544, Galilei já havia perdido seus pais e nesse momento o Conde Bardi o recebe sob sua proteção. Foi com apoio financeiro de Bardi que [Vincenzo] Galilei vai a Veneza estudar com Gioseffo Zarlino. Nesse momento, Galilei entra em contato com a teoria musical que o ajudaria a desenvolver seus principais trabalhos (Queiroz, 2016, p.16).

Vincenzo Galilei estudou e criticou textos clássicos teóricos musicais da Grécia Antiga, desenvolvendo experimentos com diversos tipos de instrumentos musicais. Ao investigar os materiais dos quais eram feitos esses instrumentos, Vincenzo buscava solucionar problemas musicais e encontrou novos fundamentos para a teoria musical. Ele concluiu que a música não se baseava apenas em números, como acreditavam alguns teóricos de sua época, mas em fenômenos físicos sonoros (Bromberg, 2009, p. 4).

Como resultado desses estudos, Vincenzo escreveu vários livros e uma tese sobre música antiga. “A principal publicação de Galilei nesse período foi o *Dialogo della musica antica et della moderna*, que se tornou uma das principais bases teóricas utilizadas pela Camerata Fiorentina” (Queiroz, 2016, p. 17).

Sua teoria foi desenvolvida com base em experimentos em acústica pura, expondo um método investigativo que afirmava ser necessário explicar a música a partir de fatos teóricos, e não apenas por razões matemáticas classificadas em números inteiros.

Essa preocupação com os aspectos teóricos da música pode ser o motivo pelo qual Vincenzo Galilei produzia entabulações detalhadas, em vez de representações

resumidas da posição dos dedos no alaúde, instrumento que tocava e ensinava a tocar.

> A maioria dos alaudistas da época realizava entabulações com intuito de executá-las no alaúde, por isso apresentam de forma bem resumida as técnicas envolvidas no processo de entabulação. Galilei, por outro lado, dedica várias páginas do Fronimo [livro escrito por Vincenzo] ao que Canguilhem considera ser um tratado de contraponto. Canguilhem afirma que o tratado de Galilei, diferentemente dos demais tratados de entabulação, tem a função de ser objeto de estudo para que o instrumentista possa aperfeiçoar-se nas técnicas contrapontísticas e composicionais. Assim, as tablaturas seriam para ele um meio e não um fim [...] O alaudista considerava equivalentes a partitura e a tablatura, ou seja, não uma notação prescritiva apenas. A forma como Galilei criava suas entabulações permitia dois usos além da execução instrumental: o estudo de teoria musical e para colecionar peças vocais (Queiroz, 2016, p.60).

Sua preocupação com os aspectos teóricos da execução musical pode explicar os experimentos sonoros que Vincenzo Galilei realizava com diferentes materiais, como vasos de metal e outros objetos, variando a largura e o volume para observar como o som se alterava conforme o material (Bromberg, 2010).

Outro fator a ser considerado como fonte de influência na vida e obra de pai e filho é o contexto social em que estavam imersos, especialmente na Camerata Fiorentina, local onde se reuniam músicos, intelectuais, homens célebres, eruditos e a nobre juventude da época, para discutir o drama grego e utilizá-lo como inspiração para uma renovação musical. Eles se reuniam “[...] não apenas para tratar de música, mas de poesia, astrologia e outras ciências, e uma das principais finalidades da Camerata era, através da música dos antigos, melhorar a música moderna” (Bromberg, 2009, p. 12).

Existem evidências de que Vincenzo Galilei foi personagem central na criação do estilo monódico e participante ativo da Camerata Fiorentina, contribuindo significativamente para as inovações musicais do período:

> [...] uma carta de Pietro de Bardi, filho do conde de Bardi escrita a Giovane Battista Doni datada de 1634 onde ele [Vincenzo] é retratado como participante da música prática, na qual era capacitadíssimo; como na teórica, na qual havia se engajado, com a ajuda de “virtuosos” e de seu próprio esforço no estudo de autores gregos, latinos e modernos, tornando-se um bom professor de teoria musical” (Bromberg, 2009, p.11).

Os virtuosos mencionados pela autora como apoiadores de Vincenzo Galilei provavelmente é uma referência aos integrantes da corte dos Médici, na Florença do século XVI próximos de Francisco Cosme I de Médici, duque de Toscana.

Em 1572, quando Cosme foi elevado a grão-duque, convidou Vincenzo Galilei para tocar alaúde e viola de gamba na corte de Florença. Vincenzo aceitou a oferta, deixando sua esposa e os filhos em Pisa.

Em 1574, com o falecimento de Cosme I, Vincenzo Galilei trouxe sua família de volta a Florença. Galileu, então com dez anos, foi matriculado no Mosteiro de Santa Maria de Vallombrosa, conhecido por sua tradição intelectual florentina. Neste período.

> [...] o ensino era feito em escolas que funcionavam nos conventos, mosteiros e nas igrejas das vilas. Nestas escolas o ensino era voltado à vida religiosa e se aprendia a ler, escrever, noções de cálculos e canto religioso, ou seja, a educação era atribuição exclusiva do clero. Assim, o século XVI constitui-se em um marco para a educação (Di Piero, 2008, p. 26-27).

No decorrer do tempo em que realizou seus estudos no mosteiro, Galileu Galilei aprendeu a ler e escrever em grego e latim e teve noções de cálculo, lógica e teorias aristotélicas (Naess, 2009). Demonstrando interesse em ingressar na ordem monástica, apresentou-se como noviço; contudo, Vincenzo não apoiou essa decisão, pois isso implicaria em contribuir financeiramente para o mosteiro.

Como a família não possuía condições financeiras para manter o filho no mosteiro, Vincenzo trouxe o jovem de volta para casa e começou a ensiná-lo em latim, música e desenho. Sob a orientação do pai, Galileu recebeu educação humanística, possivelmente contribuindo para o desenvolvimento de sua curiosidade, criatividade e criticidade, influenciando seu futuro como escritor e artista.

Provavelmente devido às dificuldades financeiras enfrentadas como musicista e às condições vivenciadas na corte dos Médici, Vincenzo incentivou Galileu a estudar medicina, na Universidade de Pisa, onde aprofundou seus conhecimentos em filosofia, matemática e astronomia, disciplinas essenciais para o curso (Naess, 2009; Guimarães, 2016).

Naquele período, as universidades europeias apresentavam diferentes formas de constituição: algumas surgiam por meio da aglutinação de estudantes e professores em torno de um mestre (Paris, Salerno, Oxford); outras, por fundação papal (Roma, Pisa, Montpellier); outras ainda, por edito do príncipe (Salamanca, Nápoles); e, o que era mais frequente, eram criadas por ambos os poderes (Praga, Viena, Lisboa) (Rampazzo e Joslin, 2017, p. 80).

Especificamente sobre a Universidade de Pisa, identificamos, a partir do relato histórico, que ela foi criada pelo Papa Clemente VI, passando por diversos períodos

de dificuldade relacionados aos acontecimentos políticos toscanos, chegando a ser fechada temporariamente. A instituição retomou suas atividades acadêmicas quando Lorenzo de Médice a reconstituíu em 1473.

No relato, menciona-se que Galileu Galilei foi estudante e professor em Pisa, período em que a universidade se encontrava sob os cuidados do duque Cosme I de Médice. Assim como o Grão-ducado dos Médice, a universidade atravessou um momento de declínio, que só foi superado com o prestígio da grã-duquesa Cristina de Lorena.

Quanto ao curso de medicina em Pisa, observa-se que, durante o Grão-ducado dos Médice, o curso viveu períodos férteis tanto na medicina teórica quanto prática, sendo posteriormente influenciado pela Revolução Científica, da qual Galileu é considerado um dos personagens centrais.

É importante destacar que o que hoje denominamos curso de medicina fazia parte, na época de Galileu, das chamadas faculdades superiores — que incluíam teologia, medicina e direito —, cursadas após as faculdades de artes liberais. Estas últimas eram organizadas em Trivium (gramática, retórica e dialética/lógica) e Quadrivium (aritmética, música, geometria e astronomia), oferecendo uma base sólida de conhecimento humanístico e científico.

> O método da pedagogia universitária compreendia três momentos: *lectio* (=lição), *quaestio* (=repetição) e *disputatio* (=discussão). A *lectio* consistia numa exposição de certos livros tomados como base de ensino [...] as obras dos médicos Hipócrates e Galeno, para a medicina). Depois vinham as repetições, que eram as explicações e os comentários das partes difíceis da ligação, em forma de diálogo entre mestres e Estudantes. Na *disputatio*, que se verificava semanalmente, concorriam professores e Estudantes da faculdade. Um *magister* (= mestre) pronunciava uma conferência; os demais professores apoiavam os pontos de vista da exposição (tese), ou lhes faziam objeção. A *disputatio* era um magnífico expediente para desenvolver a destreza dialética, mas não poucas vezes fomentou o formalismo de sutilezas inúteis (Rampazzo e Joslin, 2017, p. 80).

Para ampliar as discussões para além do que era lido, comentado e explicado nas universidades era comum que alguns mestres dessem aulas particulares para os estudantes que participavam dos momentos pedagógicos na universidade. Foi assim que Galilei leu, comentou e discutiu, durante as férias de 1583, aos 19 anos, com Ostilio Ricci, um matemático da corte do Grão-Duque Francesco, em Florença, que não se dedicava apenas a discussão de conceitos abstratos, mas a estudava a Galileu Galilei aplicou seus conhecimentos em matemática, astronomia e mecânica em

diversas atividades práticas, incluindo arte militar, arquitetura e experimentos científicos, aprofundando-se em temas como cordas sonoras, pêndulos e balanças hidrostáticas (Silva, 2018).

Em 1585, diante de dificuldades financeiras para sustentar o filho até a conclusão da faculdade de medicina, Vincenzo Galilei solicitou que Galileu retornasse a Florença, antes mesmo de finalizar a faculdade de artes liberais. Como resultado, ele não obteve licença para ensinar disciplinas de caráter não profissional (gramática, retórica e dialética, aritmética, música, geometria e astronomia), nem para exercer formalmente uma profissão vinculada às faculdades superiores (teologia, medicina e direito).

No contexto educacional vivido por Galileu, destaca-se que “[...] a presença da filosofia (nas ‘artes’) e da teologia dentro da estrutura universitária era sinal da sociedade medieval, na qual a presença da Igreja era marcante e se procurava uma integração entre a ciência e a fé” (Rampazzo e Joslin, 2017, p. 80).

Essa influência religiosa permaneceu durante todo o período em que Galileu se dedicou aos estudos, antes de iniciar sua carreira docente como mestre não clérigo de matemática para nobres. Ele assumiu essa profissão para auxiliar no sustento da mãe e dos irmãos, ministrando aulas particulares de matemática mesmo sem concluir a faculdade de artes e sem possuir o que hoje denominamos um diploma formal.

A profissão de mestre não clérigo intensificou-se a partir do século XVI, quando o magistério deixou de ser exclusivo de clérigos, como os jesuítas, passando a se orientar pelo laicismo. Esse contexto buscava uma formação intelectual sólida, abrangendo não apenas conhecimentos religiosos, mas também aspectos morais, sociais e culturais, necessários às novas profissões urbanas, especialmente no comércio.

Ao professor de matemática cabia ensinar “[...] aritmética que tinha a ver com operações mercantis, bem como uma álgebra associada a problemas práticos de heranças e de comércio, distinta da aritmética que investigava as propriedades dos números naturais” (Di Piero, 2008, p. 32).

Os colégios que ofereciam essa formação continuavam, entretanto, a ser administrados por clérigos, como os jesuítas, garantindo a articulação entre instrução intelectual e valores morais.

> [...] deveriam eles mesmos possuir uma formação intelectual sólida em filosofia, teologia e ciência, não apenas para melhor desempenharem sua missão apostólica, mas também porque para lecionarem nos colégios que começaram a ser fundados deveriam estar aptos para debaterem os temas que emergiam (Di Piero, 2008, p. 42).

Um dos colégios fundado pela Ordem dos Jesuítas foi o Colégio Romano, um renomado centro de estudos da época, considerado uma das principais universidades da época.

5.2 O início de uma cátedra: Pisa

O Colégio Romano, assim como os demais colégios fundados pelos jesuítas nesse período, possuía dois grupos de estudantes: internos e externos. Entre os externos, havia tanto bolsistas quanto estudantes provenientes de famílias abastadas, capazes de arcar com os custos de sua instrução. Aos mais ricos, oferecia-se a possibilidade de se tornarem internos, desde que custeassem pensão e matrícula, mesmo que não desejassem seguir a vida religiosa.

Todos os alunos participavam das celebrações religiosas e das atividades de ensino, promovendo aquilo que se denominava a “educação integral do homem (corpo, mente e espírito)” (Di Piero, 2008, p. 57). Essa formação buscava assegurar que os estudantes aprendessem “[...] o que era preciso para a vida, associando virtude com letras, conhecimento com atitudes, teoria e prática, ou seja, a formação de pessoas virtuosas e academicamente competentes” (Di Piero, 2008, p. 57).

A metodologia de ensino empregada pelos mestres dos colégios jesuítas constituiu um dos pontos de maior influência na formação de Galileu Galilei, fornecendo-lhe fundamentos intelectuais, disciplinares e éticos que moldaram sua trajetória acadêmica e científica.

> Nessa metodologia se reconhecem três momentos especiais: um centrado no professor, chamado de preleção, outro centrado no estudante, chamado de repetição e um intercâmbio entre professor e aluno, que vai possibilitar apoio e orientação ao estudante. Destacando-se como práticas didáticas comuns a todos os colégios: a praelectio, segundo a qual o Mestre deveria explicar a temática, ampliar a mesma por meio de sub-partes e expor suas observações para os exercícios escritos. Também havia a concertatio, que eram batalhas dialéticas organizadas em grupos que defendiam idéias ou argumentos opostos. As scriptiones afferendae, onde aos exercícios escritos seguem-se as exposições e a repetitionis utilitas para memorizar os conhecimentos disciplinares escolares.(Di Piero, 2008, p.67)

A normalização detalhada das atividades metodológicas aplicadas em cada disciplina dos colégios jesuítas foi registrada no *Ratio Studiorum*, um documento elaborado pelos mais qualificados religiosos e professores. Este documento era destinado a todos os envolvidos no processo de ensino, “[...] desde a mais alta hierarquia – Provincial, Reitor – chegando ao último professor, incluindo-se também o próprio aluno que colabora com a sua educação e de seus companheiros” (Di Piero, 2008, p. 59).

Galileu Galilei frequentou o Colégio Romano provavelmente com a intenção de concluir a faculdade de artes, pois ainda não possuía licença para ensinar matemática, apesar de já ministrar aulas particulares. Nessa faculdade, os estudos estavam voltados para a filosofia, abrangendo áreas como lógica, física, metafísica, moral e matemática.

Não há informações precisas sobre se Galileu pretendia ser bolsista, mas, considerando as dificuldades financeiras de Vincenzo Galilei e Giulia Ammannati, é razoável inferir que ele buscou o reitor do colégio em Roma para pleitear uma bolsa, visando estudar matemática e obter a licença necessária para lecionar.

No Colégio Romano, Galileu encontrou um ambiente acadêmico vibrante, com aproximadamente 2.100 jovens de diferentes regiões da Europa. Além desta instituição, outras grandes escolas jesuítas, em cidades como Munique e na Bélgica, também se destacavam como centros de excelência educacional.

Os jesuítas exerciam um domínio considerável sobre a educação superior, fator crucial para o fortalecimento do seu poder religioso. Um dos principais matemáticos da ordem da Companhia de Jesus foi Cristóvão Clávio, aluno do primeiro Colégio de Jesus, fundado em Coimbra, em 1542, por Simão Rodrigues de Azevedo e outros doze jesuítas sob a orientação de Inácio de Loyola. Com apoio de D. João III, a instituição buscava preparar “[...] missionários (das mais diversas nacionalidades) para enviar aos quatro cantos do mundo” (Simões, Miranda e Casaleiro, 2020, p. 35). Foi nesse colégio que Cristóvão Clávio se formou e “[...] preparou-se para assumir a chefia da fortíssima ‘Academia de Matemática’ no Colégio Romano, em Roma” (Simões, Miranda e Casaleiro, 2020, p. 203).

O jesuíta Cristóvão Clávius defendia a matemática como conhecimento necessário para o entendimento da filosofia natural e a relação entre os estudos aristotélicos e os euclidianos. Endossava que os estudantes precisavam antes

compreender a matemática para depois ou concomitantemente aprender e compreender a filosofia natural, adquirindo assim com conhecimento perfeito.

> É através das matemáticas, continua Clávio, que se aprende muitas coisas úteis, como o movimento das estrelas e cometas sobre a orbe celeste, na astronomia; a infinita divisibilidade do continuum, na física; o movimento das ondas e dos ventos, na meteorologia; na verdade, diz ele, até mesmo um correto conhecimento sobre as teses de Platão e Aristóteles seria impossível sem um conhecimento mínimo de matemática (De Jesus, 2023, p. 143).

O fato de Cristóvão Clávio ser um reconhecido matemático e defensor da importância do conhecimento matemático para entendimento de outras ciências pode ter influenciado Galileu Galilei a se aproximar do jesuíta, autor de uma série de influentes livros sobre matemática e astronomia, que Galileu utilizava em seus próprios estudos (Naess, 2009).

Embora Galileu Galilei fosse um jovem de 23 anos e desconhecido no meio acadêmico, procurou o padre Clávio com o objetivo de impressioná-lo, apresentando-lhe seus comentários sobre o livro de Federico Commandino: *Liber de centro gravitatis solidorum* o qual considerava que apresentava alguns problemas. Neste período as teorias sobre a determinação do centro de gravidade de vários objetos era um tema de grande interesse para os estudiosos jesuítas.

A apresentação realizada por Galileu despertou o interesse de Clávio ao ponto de entregar ao jovem anotações de suas aulas, no colégio jesuítico, para que ampliasse seus estudos e comentários. Entretanto, não foi o suficiente para receber uma indicação para lecionar na Universidade de Bolonha, apesar de, expressar à Clávio seu interesse em ser escolhido para ser o professor de Matemática. Giovani Antonio Magini, um matemático mais velho e com maior influência na nobreza, assumiu a segunda vaga na cátedra de matemática na Universidade de Bolonha, onde já lecionava.

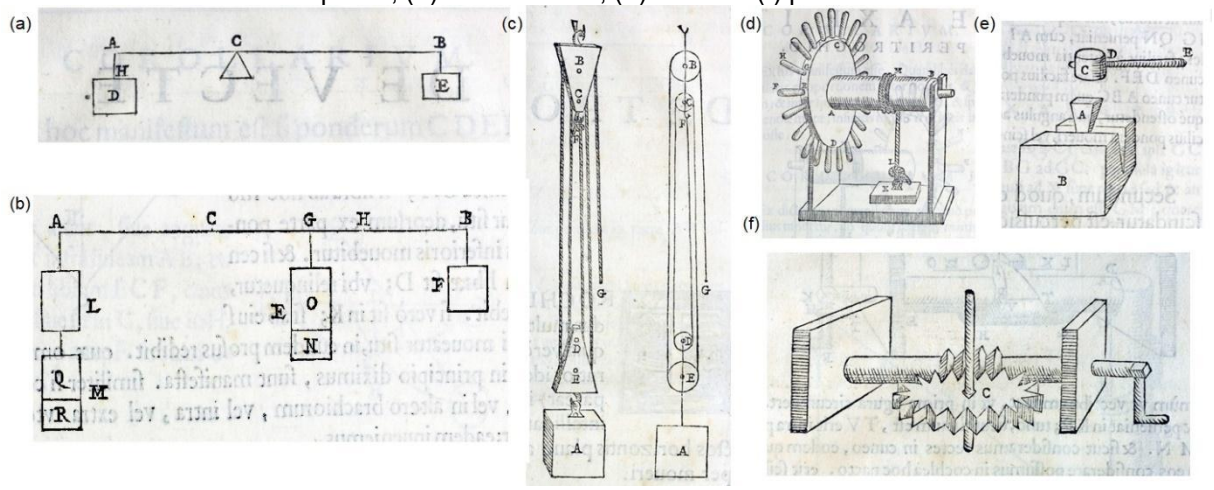
Sua ida a Roma não rendeu uma indicação para assumir as aulas de matemática, precisando ele, ao retornar a Florença, retomar suas aulas particulares (Naess, 2009). Entretanto, durante sua estadia em Roma, ele fez amizade com outro matemático, com quase o dobro de sua idade,

Guidobaldo viveu na província de Urbino, um dos polos da efervescência cultural do renascimento italiano. Ele estudou matemática com Federico Commandino, um reconhecido matemático que traduziu e comentou textos de Arquimedes e outros clássicos gregos. Além disso, Guidobaldo tornou-se amigo de

Bernardino Baldi, uma espécie de pupilo de Federico Commandino. Talvez por influência do pai, um abastado oficial militar, reconhecido por duas importantes obras sobre arquitetura militar, Guidobaldo integrou o exército na Guerra Habsburgo-Otomana, no período em que foi assinado o tratado de paz. Ao retornar da guerra, continuou no exército, assumindo o que seria a função de um engenheiro militar que inspecionava as fortalezas.

Guidobaldo era intelectual afortunado, um militar prático que poderia ser considerado como um engenheiro cientista que publicou obras como o livro *Mechanicorum Liber* em que descreve cinco máquinas simples relacionando-as ao funcionamento da balança e da alavanca (figura 92).

Figura 92: máquina simples descrita no livro de Guidobaldo del Monte: (a) alavanca, (b) balança, (c) polias, (d) roda em eixo, (e) cunha e (f) parafuso



Fonte: adaptado de https://edition-open-sources.org/sources/1/3/index.html

Seus manuscritos sobre a balança, a alavanca, a polia, a roda em um eixo, a cunha e o parafuso, por exemplo, contribuíram para a construção da Mecânica estabelecendo um elo entre conhecimentos práticos e princípios teóricos como os de Aristóteles e Euclides (Renn e Damerow, 2017).

> O livro de Guidobaldo sobre mecânica foi pioneiro nas tentativas de dar uma explicação sistemática do conhecimento mecânico seguindo o modelo de Euclides e Arquimedes. Para atingir esse objetivo, ele usou a classificação de máquinas simples atribuída a Heron e transmitida por Pappus. Como nenhum tratamento sistemático da mecânica da antiguidade existia, o livro de Guidobaldo pode ser considerado como a continuação autônoma da tradição grega. Ele integra técnicas arquimedianas com noções como o conceito de centro de gravidade - a estrutura aristotélica na qual o peso sempre deve ser referido ao centro da Terra, a redução, de acordo com Heron e Pappus, de máquinas complexas para simples, bem como a redução de algumas

> máquinas a equilíbrio e alavanca, como na *Problemata mecânica* aristotélica. O modelo que Guidobaldo estabeleceu com seu tratado sobre mecânica foi posteriormente seguido por [Nicolà Antonio] Stelliola e [Galileu] Galileu, enquanto o livro de [Simon] Stevin sobre mecânica difere consideravelmente desse modelo e pode ser considerado uma conquista independente (Renn e Damerow, 2017, p.10).

Guidobaldo foi uma fonte de influência importante na vida de Galileu Galilei e pode ter contribuído para o desenvolvimento de conhecimentos práticos, utilizados na construção e descrição detalhada de como se utilizava a balança hidrostática e o compasso militar.

No encontro com Guidobaldo e Padre Clávio, em Roma, Galileu apresentou seus comentários sobre o centro de gravidade dos objetos, descritos pelo matemático Federico Commandino em *Liber de centro gravitatis solidorum.* Sabe-se que Guidobaldo escreveu a Galileu, elogiando seu trabalho:

> [...] considerarei um favor receber o que você escreveu sobre o centro de gravidade. À luz do ensaio que você me enviou, só pode ser excelente. Sei que aprenderei muito, tendo encontrado em seu ensaio profundidade e rigor, e uma maneira de fazê-lo tão bela quanto breve e concisa (Shea, 2013, p.98).

Guidobaldo tornou-se patrono e amigo de Galileu, além de uma respeitada fonte de influência, pois, nesse período, mais do que recursos financeiros, o exército e a Igreja representavam caminhos de ascensão social. Herdeiro das terras e do título de marquês de seu pai, Guidobaldo era um engenheiro-militar e cientista, além de irmão do cardeal Francesco Maria del Monte (Shea, 2013).

Segundo Shea (2013), o cardeal Francesco Maria del Monte tinha interesses em poesia, artes, música e ciência, além de ser representante do grão-duque de Roma no Colégio de Cardeais — aspectos que sugerem que a aproximação com Guidobaldo foi extremamente proveitosa para Galileu. Atendendo a um pedido do irmão, o cardeal intercedeu junto ao grão-duque Fernando I, da poderosa família Médici, para que Galileu fosse nomeado à cátedra de Matemática na Universidade de Pisa.

Aproveitando-se da influência do patrono e amigo, "[...] Galileu falou com Guidobaldo, Guidobaldo com o cardeal, o cardeal com o grão-duque Fernando [I]" (Guimarães, 2016, p. 16). Assim, em 1589, aos 25 anos, Galileu retornou à Universidade de Pisa como professor da cátedra de Matemática (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014; Guimarães, 2016).

O retorno de Galileu a Pisa marcou o início de uma fase crucial em sua carreira acadêmica. Durante seu tempo na universidade, ele não apenas começou a

consolidar suas teorias científicas, mas também passou a influenciar o ensino da matemática e da física, estabelecendo-se como uma figura central no desenvolvimento da ciência moderna.

Enquanto professor na Universidade de Pisa, Galileu teve contato com filósofos parisienses que estudavam a queda livre dos corpos com base nas explicações aristotélicas. Esses estudiosos defendiam a ideia de que a velocidade de queda dos corpos era proporcional ao seu peso — conceito que Galileu passou a investigar com mais profundidade.

Após extensivos estudos e experimentos mentais, Galileu refutou essa teoria ao propor o seguinte experimento hipotético: “[...] uma pessoa pega duas pedras de peso semelhante e amarra-as uma à outra – agora, de repente, elas cairão com o dobro da velocidade com que cairiam separadamente!” (Naess, 2009, p. 29).

A partir dessa análise, Galileu concluiu que o peso dos objetos não determinava a rapidez com que eles caíam. Com isso, refutou a tese aristotélica e demonstrou que a velocidade de queda dos corpos é independente de seu peso — um dos fundamentos da física moderna.

> É possível que o experimento da Torre de Pisa seja uma lenda, motivada, em grande parte, pelo relato histórico de Viviani, já que não dispomos de outros depoimentos, nem possuímos, como seria de esperar para um acontecimento público desse tipo, registros oficiais da Universidade. [...] o ponto importante é que se alguém fizer tal experimento, chegará à conclusão de que a suposição aristotélica é falsa. (Mariconda e Vasconcelos, 2006, p. 27).

Dessa maneira, Galileu concluiu que a velocidade de queda de um corpo não era proporcional ao seu peso, mas sim à sua densidade, um conceito que ele havia estudado em seu trabalho sobre Arquimedes. Ele observou que, em um vácuo, onde a resistência do ar não interfere, corpos com diferentes densidades caem com a mesma velocidade. No entanto, ele notou que no ar, uma bola de ferro e uma bola de madeira cairiam com velocidades semelhantes, mas seus comportamentos seriam diferentes na água devido à resistência do meio material (Naess, 2009).

5.3 De Pisa a Pádua

Em 1591, Galileu recebeu a notícia da morte de seu pai, Vincenzo Galilei, o que o obrigou a assumir a responsabilidade de sustentar toda a família, já que era o primogênito. A família incluía sua mãe, conhecida por seu temperamento difícil, um irmão menor e duas irmãs, Virgínia e Lívia. Virgínia havia acabado de se casar, mas,

como o pai não possuía recursos suficientes para pagar o dote, Galileu precisou contrair uma grande dívida, parcialmente quitada posteriormente. Já Lívia, então com treze anos, foi enviada a um convento, o que também implicava despesas constantes.

Com todas essas responsabilidades, o salário de Galileu — apenas 60 escudos por ano — mostrou-se insuficiente, especialmente se comparado ao de outros professores, que recebiam, em média, 400 escudos anuais. Diante dessa situação financeira delicada e das novas obrigações familiares, ele se viu forçado a tomar uma decisão (Naess, 2009).

Como as perspectivas de aumento salarial em Pisa eram escassas e o ambiente acadêmico permanecia limitado pelas concepções aristotélicas, que desestimulavam o surgimento de novas teorias, Galileu decidiu candidatar-se a uma vaga de professor na Universidade de Pádua. Com o apoio de seu patrono, Guidobaldo Del Monte, obteve a cátedra com um salário anual de 180 escudos.

A Universidade de Pádua, uma das mais antigas e prestigiadas instituições da República de Veneza, destacava-se por seu perfil liberal e por sua relativa independência em relação à Inquisição da Igreja Católica. Essa autonomia proporcionava maior liberdade intelectual e condições mais favoráveis ao desenvolvimento da investigação científica (Naess, 2009).

Em 1592, quando Galileu chegou a Pádua, Giordano Bruno já havia sido preso e Nicolau Copérnico estava morto havia quase cinquenta anos. Contudo, suas ideias permaneciam vivas e continuavam a inspirar os estudiosos da época. Essas ideias eram:

> [...] em vez de assumir que o Sol, estrelas, planetas e Lua percorriam círculos e epiciclos ao redor de uma Terra fixa, era possível conjecturar que a Terra e os outros planetas giravam ao redor do Sol, ao mesmo tempo girando em torno de seus próprios eixos. Esta ideia não era original. Fora proposta por filósofos gregos, mas Copérnico foi o primeiro a tentar desenvolvê-la sistematicamente (Naess, 2015, pág. 40).

Galileu aprofundou seus estudos sobre as teorias copernicanas e manifestou seu apoio ao sistema heliocêntrico ao escrever uma carta para Johannes Kepler, astrônomo e matemático da corte imperial. Nessa correspondência, comprometeu-se a ler as obras de Kepler e reconheceu que a doutrina de Copérnico explicava de maneira satisfatória a causa de muitos fenômenos naturais, embora ainda não esclarecesse outros. Admitiu, ainda, que já havia estudado e escrito sobre esses

fenômenos não explicados, mas que não se atrevera a publicar suas conclusões (Gordon, 2015).

Contudo, tais ideias não podiam ser incorporadas ao conteúdo de suas aulas, pois a Inquisição acompanhava de perto suas atividades. Assim, apesar de suas convicções pessoais, Galileu continuava a ensinar o modelo geocêntrico, segundo o qual a Terra era o centro do Universo.

Em 1604, Galileu ministrou três aulas públicas sobre uma nova estrela observada no céu, que acreditava constituir uma evidência do sistema heliocêntrico, embora não tenha revelado sua opinião pessoal ao público. Para os mais céticos, a nova estrela poderia ser interpretada como um fenômeno atmosférico, situado entre a Terra e a Lua. Para Galileu, no entanto, tratava-se de um indício do movimento de translação da Terra em torno do Sol (Naess, 2009).

Além de suas aulas de astronomia, Galileu lecionava também engenharia militar. Provavelmente influenciado por Guidobaldo del Monte e pelo padre Cristóvão Clávio, transformou sua própria casa em uma pensão para estudantes de famílias abastadas, oferecendo aulas de latim e de geometria aplicada a problemas práticos de guerra. Para complementar sua renda, construía e vendia instrumentos científicos, como esquadros, compassos e bússolas. O compasso, por exemplo, era vendido por cinco escudos, mas, devido à complexidade de seu uso, era necessário adquirir um manual de instruções adicional, vendido por mais vinte escudos (Silva, 2018).

Apesar desses esforços, Galileu enfrentava sérias dificuldades financeiras, em razão das despesas com a mãe, o irmão, o dote da irmã e o convento — custos que consumiam praticamente toda sua renda. Ainda assim, nesse período, formou sua própria família com Marina Gamba, uma jovem de origem humilde que residia em Veneza. Embora não tenham se casado, por causa da diferença de classe social, tiveram três filhos: Virgínia, Lívia e Vincenzo — nomes escolhidos em homenagem às irmãs e ao pai de Galileu. Os filhos, entretanto, não receberam o sobrenome Galilei, já que o cientista nunca os reconheceu oficialmente, temendo que as filhas, futuramente, gerassem despesas relacionadas ao pagamento de dotes matrimoniais (Naess, 2009).

Em 1605, Galileu passou o verão como tutor do jovem príncipe Cosme, filho de Fernando I de Médici, grão-duque de Florença, e da duquesa Cristina de Lorena. Essa aproximação resultou em um aumento significativo em seu salário na Universidade de Pádua, que passou de 180 para 520 escudos anuais. Pouco tempo depois, em 1609,

com o falecimento do grão-duque de Florença, o jovem príncipe assumiu o título de grão-duque Cosme II, aos dezenove anos — um evento que abriria novas oportunidades na trajetória do professor de matemática.

5.4 A luneta e O mensageiro das estrelas

Ainda naquele ano, um grande amigo de Galileu, o monge Paolo Sarpi[7], escreveu-lhe uma carta. Nessa troca de correspondências, era comum que ambos discutissem temas relacionados à cosmologia, mecânica, cinemática e teorias do calor. Contudo, um relato em especial despertou a curiosidade de Galileu: Sarpi mencionava boatos de que um construtor de lentes, na Holanda, havia desenvolvido um tubo longo capaz de aumentar a aparência dos objetos quando observados através dele.

Movido pela curiosidade científica, Galileu viajou em julho com o objetivo de adquirir o instrumento. Entretanto, devido ao seu alto custo, conseguiu comprar apenas um exemplar. Imediatamente, dedicou-se a compreender seu funcionamento e a buscar formas de aprimorá-lo (Naess, 2015).

Apesar de ser frequentemente reconhecido como o inventor da luneta, registros históricos indicam que o instrumento já havia sido concebido anteriormente por outros artesãos e estudiosos.

> Se tudo que antecedeu à invenção do telescópio pode ser chamado de pré-história, a sua história começou quando Hans Lipperhey de Midelburgo, em 25 de setembro de 1608, partiu para Haia com sua luneta. Entre a observação do Conde Maurício, do relógio da igreja em Delft, no final de setembro do mesmo ano e as observações da Lua de Galileu, um ano depois, a luneta espalhou-se rapidamente pela Europa, e podemos assumir que um número de proprietários apontou esses aparelhos aos céus. (Van Helden, 2010, p. 183 apud Silva, 2018, p. 42)

Neste relato, encontra-se registrada a primeira apresentação da luneta — um instrumento que permitia observar objetos a longas distâncias como se estivessem a poucos passos, possibilitando tanto uma defesa quanto um ataque antecipado diante da aproximação de inimigos. Galileu foi o primeiro a apresentar o aparelho às autoridades e a reivindicar sua autoria. Embora outras pessoas também tenham pleiteado a patente, não há comprovação documental de quem o teria construído

[7] Paolo Sarpi, filósofo, historiador e teólogo jesuíta. Conheceu Galileu Galilei em 17 de fevereiro de 1600(Moreira, 2015).

anteriormente. Em pouco tempo, a luneta ganhou notoriedade em toda a Europa, e muitos tentaram reproduzi-la, mas sem sucesso.

Entre o final de julho e o início de agosto daquele ano, Galileu realizou sua primeira tentativa de construção, alinhando uma lente ocular de vidro e obtendo um aparato com aumento linear de aproximadamente três vezes. No entanto, insatisfeito com o resultado, passou a experimentar diferentes técnicas de polimento. Apenas poucas lentes eram consideradas adequadas para uso, mas, após diversas tentativas e erros, em agosto do mesmo ano, conseguiu um aumento linear de nove vezes em relação ao protótipo inicial.

Ciente do interesse militar do Grão-Duque Cosme II pelo novo aparelho — e buscando assegurar tanto um cargo vitalício quanto um aumento significativo de salário —, Galileu organizou uma demonstração pública. No dia 24 de agosto, do alto da torre de uma igreja, os senadores de Veneza puderam observar os arredores da cidade e as velas de um navio que se aproximava com uma antecedência de cerca de duas horas em relação à visibilidade a olho nu, evidenciando as vantagens militares da luneta (figura 93).

Convencidos da eficiência do instrumento, os governantes venezianos aceitaram o presente oferecido por Galileu — uma das lunetas — e recompensaram-no com um salário anual de mil florins, além da renovação perpétua de seu contrato de docência na Universidade de Pádua (Martins, 2009; Grego; Mannoin, 2010; Malho, 2014; Machado, 2017). Em contrapartida, Galileu comprometeu-se a não demonstrar o instrumento a mais ninguém (Naess, 2015).

Figura 93: Galileu demonstrando o uso da luneta aos Senadores de Veneza



Fonte: Drake (2001, p.51)

Essa primeira luneta trouxe grande reconhecimento e retorno financeiro a Galileu. Apesar da promessa feita ao Senado de Veneza de manter o segredo sobre a invenção, ele acabou vendendo diversos exemplares durante o outono daquele ano. A primeira versão do instrumento possuía lentes pequenas e limitadas, mas, por meio de um processo empírico — baseado em tentativas e erros, na aplicação de técnicas de vidreiros e em uma criteriosa seleção das melhores lentes —, Galileu conseguiu construir um telescópio cerca de vinte vezes mais potente que os anteriores, ao aumentar o diâmetro das lentes.

Com o tempo e o aperfeiçoamento de sua técnica, a capacidade de ampliação do instrumento aumentou gradualmente, alcançando cerca de trinta vezes o poder de ampliação do primeiro modelo. A popularização da luneta foi tão expressiva que o dispositivo passou a ser utilizado para fins militares em várias cidades europeias (Grego; Mannion, 2010).

O sucesso da luneta (figura 94) foi tamanho que, durante anos, ela foi considerada a melhor do mundo. A alta demanda levou Galileu a transformar sua

própria casa em uma oficina de produção, garantindo-lhe uma significativa fonte de renda com a venda dos instrumentos (Leitão, 2010).

Figura 94: imagem da primeira luneta construída por Galileu



Fonte: Grego e Mannion (2010, p. 45)

Com o aumento do alcance da luneta e apoiado em seus conhecimentos de astronomia e matemática, Galileu voltou seu instrumento para o céu, com o objetivo de observar a Lua. Ao realizar essas observações, um novo mundo se revelou diante de seus olhos: ele passou a enxergar inúmeras estrelas até então invisíveis a astrônomos como Ptolomeu, além de uma Lua completamente diferente do que se imaginava.

Entre os dias 30 de novembro e 18 de dezembro, Galileu realizou diversos desenhos detalhando as fases lunares, bem como suas montanhas, vales, crateras e sombras (figura 95). Essas observações demonstraram que a Lua não era uma esfera lisa e perfeita, como se acreditava, mas um corpo irregular, iluminado pelo Sol, cuja superfície possuía relevos e variações de luminosidade.

Figura 95: desenho da Lua apresentado por Galileu no Mensageiro das Estrelas



Fonte: Grego e Mannion (2010, p. 57)

A natureza da Lua sempre despertou curiosidade entre as pessoas, e suas manchas são visíveis a olho nu. Na Antiguidade, Plutarco já havia sugerido que a Lua possuía semelhanças com a Terra, incluindo montanhas e vales. Para Galileu, isso tornou-se evidente em seus desenhos, nos quais detalhou que os relevos lunares podiam ser identificados pelo brilho da superfície ao longo do tempo: as regiões mais claras correspondiam aos picos das montanhas iluminadas pelo Sol. A partir dessa

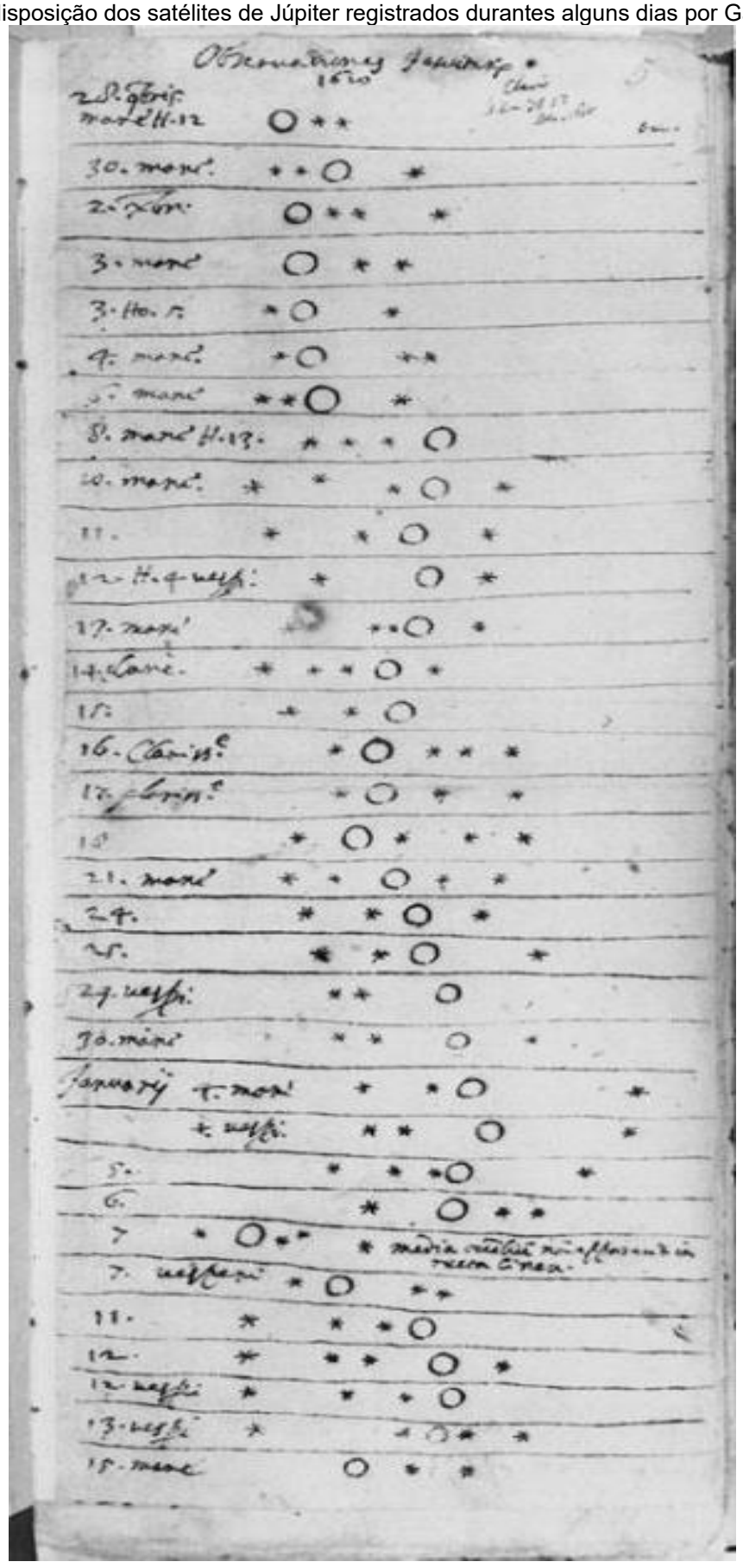
observação, ele conseguia até estimar a altura dessas montanhas. Galileu chamava esse fenômeno de luz secundária, visível nas áreas escuras da Lua durante a fase crescente, descrevendo que, assim como a Lua reflete a luz do Sol para iluminar a Terra, a Terra também refletia luz sobre a Lua, devido à sua órbita ao redor do nosso planeta (Leitão, 2010).

Além da Lua, Galileu observou estrelas fixas, que pareciam girar em torno da Terra, e estrelas móveis — os planetas Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno — analisando seus padrões complexos de movimento e brilho. Antes, acreditava-se que tanto estrelas quanto planetas brilhavam por refletirem a luz do Sol. Com a luneta, Galileu percebeu que apenas os planetas refletiam a luz solar, enquanto as estrelas possuíam luz própria.

Ele também descobriu estrelas até então invisíveis a olho nu e concentrou-se especialmente na observação do planeta Júpiter. Pela luneta, o planeta parecia um pequeno disco achatado, acompanhado por três pequenas estrelas alinhadas. Galileu passou a registrar diariamente a posição desses pontinhos no céu. Na noite seguinte, ao observar Júpiter novamente, esperava que, conforme seus cálculos, o planeta tivesse se deslocado para oeste em relação às estrelas fixas, mas constatou que elas continuavam a oeste (Naess, 2009).

No dia 10 de janeiro, ao posicionar a luneta, conseguiu observar apenas duas estrelas ao redor de Júpiter e registrou o fenômeno. Durante várias noites, repetiu o procedimento, alinhando o instrumento em relação ao planeta, e anotando o movimento observado. Ele utilizava círculos para representar Júpiter e pontos para as estrelas que o orbitavam, permitindo comparar seu movimento noite após noite (Naess, 2009). Essas observações estão representadas na figura seguinte.

Figura 96: disposição dos satélites de Júpiter registrados durantes alguns dias por Galileu Galilei



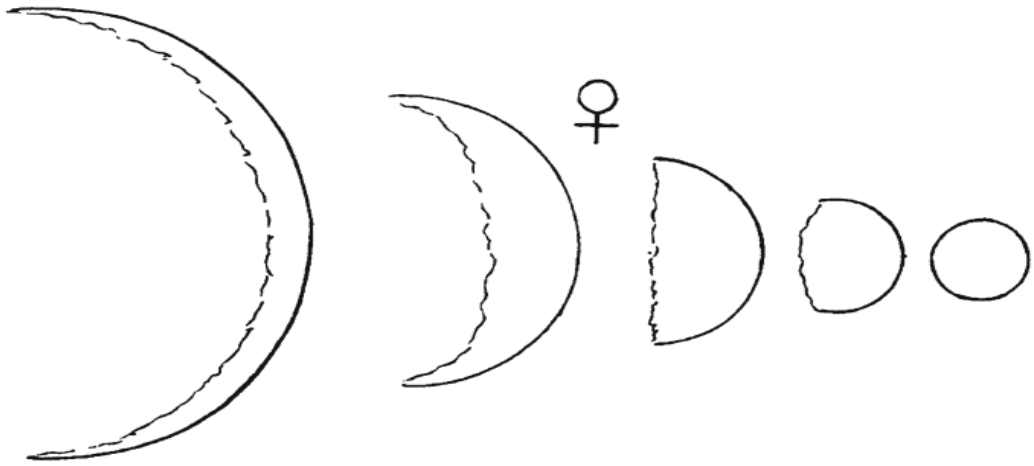
Fonte: Drake (2001, p. 49)

Após algumas noites de observação, Galileu considerou a possibilidade de ter confundido as novas estrelas com outras próximas no céu. No entanto, mesmo com todo cuidado, ele conseguiu identificar quatro estrelas em torno de Júpiter. Observou, ainda, que em algumas noites apareciam apenas duas estrelas, em outras, três, como se algumas estivessem atrás do planeta. A partir desses registros, Galileu formulou uma explicação: as pequenas estrelas deveriam estar em órbita ao redor de Júpiter, configurando um sistema planetário em miniatura — Júpiter e suas quatro luas. Essa descoberta foi inesperada, pois até então não havia qualquer menção na literatura sobre a existência de astros menores orbitando planetas conhecidos (Correia, 2009; Naess, 2009; Leitão, 2010; Machado, 2017).

Outro planeta que despertou o interesse de Galileu foi Vênus. Excetuando o Sol e a Lua, Vênus é o objeto celeste mais brilhante no céu, atraindo naturalmente a atenção dos observadores. Durante aproximadamente três meses de observações, Galileu percebeu que o planeta apresentava fases semelhantes às da Lua, variando de Vênus crescente a Vênus cheio, em função de sua órbita mais próxima do Sol do que a da Terra (figura 97).

> Saiba, portanto, que eu, há cerca de três meses, comecei a observar Vênus com o instrumento, e que a vi de figura redonda e bastante pequena; foi de dia em dia crescendo de tamanho e mantendo ainda sempre a mesma redondeza, até que finalmente, chegando a uma distância muito grande do sol, começou a perder a rotundidade pelo lado oriental, e em poucos dias reduziu-se ao meio-círculo. Em tal figura, manteve-se muitos dias, mas sempre crescendo de tamanho: agora começa a fazer-se falcada e, até que seja vespertina, irá diminuindo os seus pequenos cornos, até que desaparecerá; mas retornando depois matutina, ver-se-à com os cornos finíssimos e ainda opostos ao Sol, e irá crescendo para o meio círculo até a sua elongação máxima. Manter-se-à depois semicircular por uns tantos dias, diminuindo, entretanto, de tamanho; e depois do meio-círculo passará a completamente redonda em poucos dias, e assim por muitos meses será vista, e Lúcifer e Véspero, toda redonda, mas pequenina de tamanho. (Mariconda e Vasconcelos, 2006, p. 81).

Figura 97: Descrição das fases de Vênus por Galileu



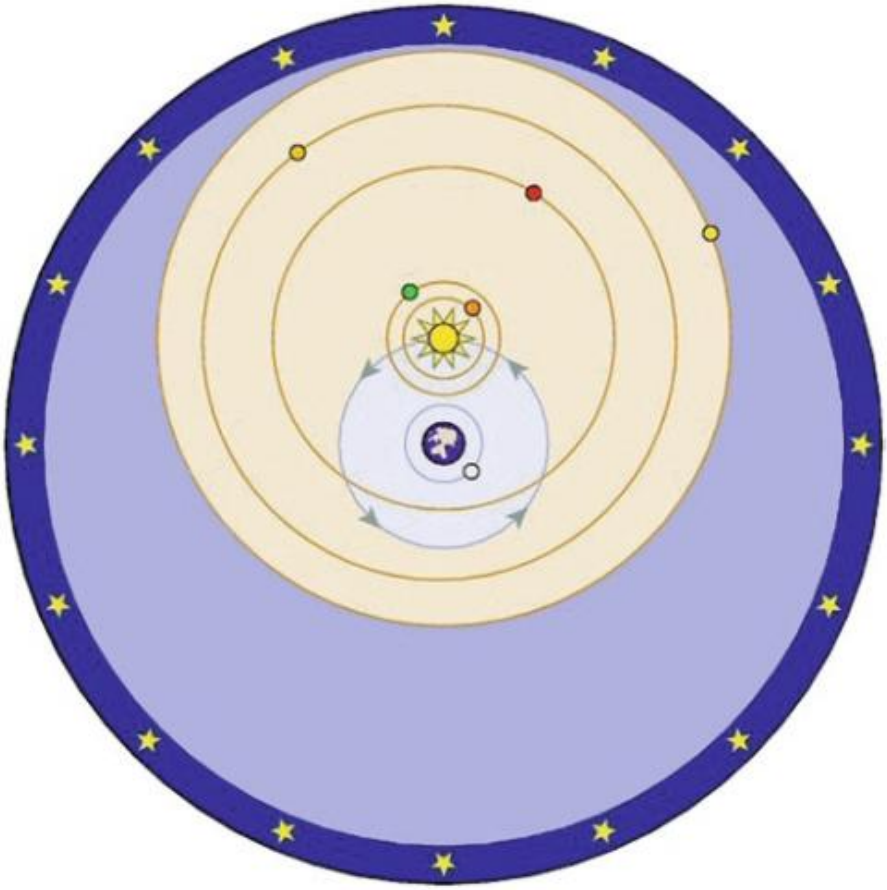
Fonte: Grego e Mannion (2010, p. 78)

Hoje sabemos que esse fenômeno está relacionado ao fato de Vênus possuir uma órbita mais próxima ao Sol do que a Terra.

No entanto, segundo os sistemas planetários[8] conhecidos na época, isso parecia impossível. No sistema ptolomaico, Vênus deveria aparecer sempre em fase crescente, iluminada pela Terra. Já no modelo heliocêntrico de Copérnico (e também no modelo geo-heliocêntrico de Tycho Brahe, descrito na figura 54), Vênus apresentaria um ciclo completo de fases, variando de crescente a cheio. Foi justamente esse ciclo de fases que Galileu observou, demonstrando que Vênus orbitava o Sol e, assim, fornecendo evidências que descartavam o modelo geocêntrico (Leitão, 2010).

[8] Além do sistema de Ptolomeu (modelo geocêntrico) e de Copérnico (modelo heliocêntrico), o dinamarquês Tycho Brahe havia publicado, em 1588, um arranjo cosmológico que consistia na Terra imóvel no centro do Universo, o Sol orbitando em torno da Terra e os demais planetas orbitando em torno do Sol (LEITÃO, 2010).

Figura 98: representação do sistema desenhado por Tycho Brahe



Fonte: Grego e Mannion (2010, p.29)

Se Galileu fosse anunciar seus dados, baseadas em uma ciência não aristotélica, em observações, experimentação e análise matemática, queria que isto tivesse grande status. Com todos esses registros quase diários, no dia 12 de março de 1610, aos 46 anos, Galileu comunicou os seus dados obtidos em um livro, no qual afirmava:

> "a) a Lua possui, como a Terra, grandes montanhas e vales, ou seja, possui um relevo acidentado e não é lisa e polida como nos parece a olho nu; b) assim como a Lua ilumina a Terra, esta ilumina aquela, e nossas noites de Lua cheia não tem o esplendor que a luz terrestre derrama sobre a Lua nas noites de "Terra cheia"; c) as nebulosas e a via Láctea são compostas de incontáveis estrelas; além disso, pode-se constatar que as estrelas encontram-se a enormes distâncias entre si, de modo que não existe, como se havia suposto até então, uma esfera última de estrelas fixas. O universo parece bem maior do que se imaginava; d) ao passo de que a Terra possui uma Lua, Júpiter possui quatro satélites – denominados por Galileu estrelas medicéias para prestar uma homenagem ao grão-duque da Toscana, o que, como veremos, não deixou de surtir efeito. Essa observação permite, por analogia, da plausibilidade à hipótese copernicana de que Lua acompanha a Terra em seu giro ao redor do Sol, já que outro planeta e suas quatro luas também o fariam." (Mariconda; Vasconcelos, 2006, p. 59).

O *Sidereus Nuncius* (O Mensageiro das Estrelas – figura 99) compreendia 60 páginas com registros detalhados e conclusões das observações de Galileu sobre a Lua, as estrelas, a Via Láctea, Júpiter e seus satélites, bem como sobre as órbitas dos planetas. Dentre essas descobertas, as fases de Vênus destacam-se como evidência crucial em favor do sistema heliocêntrico[9], indicando que apenas duas configurações planetárias eram possíveis: o modelo de Copérnico ou o de Tycho. Galileu elogiou Copérnico por ter esboçado um sistema coerente mesmo sem observações diretas, mas não fez qualquer menção a Tycho em sua obra (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Albergaria, 2009; Leitão, 2010; Machado, 2017).

O livro rapidamente alcançou notoriedade em toda a Europa, e "[...] em poucos anos as notícias circulavam pelo mundo inteiro. Em 1611, haviam chegado a Moscovo, em 1612, à Índia e, em 1614, pelas mãos de um português, era redigido em Pequim" (Leitão, 2010, p. 21). Com sua publicação, Galileu, até então apenas um professor universitário, consolidou-se como uma das figuras científicas mais proeminentes da Europa.

[9] Antes desta publicação, as ideias de Copérnico eram vistas como uma teoria matemática que não poderiam ser derivadas da experiência, e isto era um ataque direto à cosmologia aristotélica, uma vez que tais evidências não estavam de acordo com o senso comum (Leitão, 2010; Machado, 2017).

Figura 99: página do livro Sidereus Nuncius, escrito por Galileu Galilei



SIDEREVS
NVNCIVS
MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico
PERSPICILLI
Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NVMERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEBVLOSIS,
Apprime verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque
diem cognitos, nouissimè Author depræ-
hendit primus; atque
MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.
VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M DC X.
Superiorum Permissu, & Priuilegio.

Fonte: Grego e Mannion (2010, p. 50)

Os quinhentos e cinquenta exemplares do *Sidereus Nuncius* esgotaram-se em menos de uma semana, mas o livro também gerou críticas e oposição. Alguns cientistas alegavam que as observações feitas com o telescópio não eram confiáveis, pois as lentes poderiam criar ilusões. Em resposta, Galileu enfatizou que a luneta

havia sido aperfeiçoada para fins científicos e que suas descobertas refletiam a ordem divina.

Com a fama conquistada, Galileu negociou seu retorno de Pádua a Florença junto ao governo da Toscana, valendo-se de sua influência sobre o Grão-duque Cosme II de Médici, a quem conhecia desde que fora seu tutor de matemática, no verão de 1604. O Grão-duque desempenhou papel crucial nesse retorno, dada a importância e o poder da família Médici. Para garantir maior prestígio e proteção, Galileu nomeou os satélites de Júpiter como “estrelas medicéias” (Io, Europa, Ganimedes e Calisto), associando o nome Cosme ao cosmo. Os quatro satélites representavam a maior descoberta até então, e este gesto assegurava a proteção de suas observações perante a Inquisição.

Todavia, rapidamente surgiram dúvidas sobre as descobertas. Entre elas, a posição da Universidade de Bolonha, liderada pelo matemático Giovanni Magini, antigo rival que ocupava a cátedra que Galileu almejava. Ao retornar a Florença, Galileu visitou Bolonha para demonstrar pessoalmente os quatro satélites. Magini organizou uma reunião com professores e estudantes para observar o céu, mas relatou não ter visto as quatro luas, alegando que se tratavam de ilusões geradas pelas lentes da luneta. Posteriormente, um de seus alunos, Horky, escreveu uma carta a Kepler relatando o ceticismo sobre a descoberta.

> Mas todos reconheceram que o instrumento enganava. E Galileu ficou calado, e no dia 26, numa segunda feira, abatido, deixou o sr. Magini muito cedo pela manhã. E não agradeceu os favores e os muitos pensamentos, porque, muito cheio de si, quis vender uma fábula… Assim o desgraçado Galileu deixou Bolonha com seu vidro de espiar (Naess, 2009, p. 85).

Após este episódio, Horky publicou um livro no qual reconhecia que a luneta poderia ser útil para observações cotidianas, mas afirmava ser inútil para investigações astronômicas, chegando a chamar Galileu de “charlatão acadêmico”. Magini repreendeu o estudante, mas a obra já havia ganhado considerável notoriedade, uma vez que Horky a enviou a diversos contatos influentes (Naess, 2009).

Apesar dessas controvérsias, Galileu negociou com o Grão-duque Cosme II o cargo de primeiro matemático da corte, insistindo também no título de filósofo-mor, o que lhe conferia maior credibilidade em suas publicações. Com a proteção e prestígio dos Médici, Galileu passou a ter total autonomia para conduzir suas investigações científicas — sobretudo aquelas relacionadas às ideias copernicanas — e recebia um

salário que lhe proporcionava segurança financeira (Sobel, 2000; Leitão, 2010; Malho, 2014). Esse reconhecimento foi reforçado pelo apoio de Johannes Kepler, cuja validação científica garantiu ao Grão-duque a certeza de que as estrelas medicéias orbitavam Júpiter.

Kepler era amigo de Galileu e, embora nunca tenham se encontrado pessoalmente, mantinham constante correspondência para discutir ideias, observações e conclusões. Entre essas cartas, estavam registros sobre Saturno, nos quais Galileu buscava a opinião de Kepler sobre os discos desenhados no anagrama. Kepler, em resposta, comparou o telescópio a um cetro que, ao revelar os segredos do cosmos, transformava cada homem em um soberano com domínio sobre as obras da criação (Leitão, 2010, p. 29). A confirmação de Kepler acerca dos dados do *Mensageiro das Estrelas* foi determinante para consolidar a credibilidade das descobertas de Galileu.

O livro trouxe fama internacional a Galileu. No entanto, a passagem que demonstrava como os satélites de Júpiter enfraquecia a teoria geocêntrica causou problemas, pois astrônomos jesuítas buscaram refutar tais dados. O líder do Colégio Romano, padre Cristóvão Clávio — já idoso — foi instruído pelo cardeal Roberto Bellarmino, maior autoridade teológica da época, a reunir outros três matemáticos do colégio (Grienberger, Maelcote e Lembo) para se deslocarem a Florença e verificar a autenticidade das observações por meio de uma luneta recém-construída por Galileu.

> Em 19 de abril, o Cardeal Roberto Bellarmino enviou uma carta aos matemáticos do Collegio Romano solicitando a opinião deles sobre os novos fenômenos celestes observados por meio do telescópio, alguns dos quais Bellarmino já havia visto pessoalmente [e ouvido falar de diferentes maneiras], Bellarmino queria saber especificamente se eles concordavam com a existência de uma multidão de estrelas fixas invisíveis a olho nu e, particularmente, [se o que hoje conhecemos como] a Via Láctea e as nebulosas eram compostas de estrelas muito fracas; se Saturno não era uma única estrela, mas sim um conjunto de três estrelas; se Vênus crescia e minguava como a Lua; se a Lua tinha uma superfície áspera e irregular; e, finalmente, se havia, na verdade, quatro estrelas movendo-se de forma diferente ao redor de Júpiter (Carolino 2023, p, 29).

Realizaram observações, a olho nu e com a luneta, durante quatro meses, registrando as fases de Vênus, os satélites de Júpiter e da forma peculiar de Saturno (além do fato de concluírem que eram planetas). Em carta, Giovanni Paolo Lembo afirma:

Em outubro de 1610, no início da noite, enquanto observava Vênus com o grande telescópio, notei que havia alguma imperfeição na luz na parte mais a leste de seu corpo, que era a mais distante do Sol. Atribuí isso inicialmente ao telescópio, pois não conseguia me convencer de que Vênus tivesse tamanha falta de luz ou não fosse perfeitamente redonda. Mas, tendo repetido a mesma observação em diversas ocasiões, às vezes com um e às vezes com outro telescópio, e vendo que a mesma imperfeição permanecia sempre na mesma parte de Vênus, decidi buscar sua causa com mais cuidado, repetindo as observações a partir de então. Assim o fiz e percebi que essa imperfeição não apenas persistia na mesma parte, mas também aumentava. O diâmetro visual dessa imperfeição e da estrela pareciam aumentar. Dias e experiências [isto é, observações] progrediram e, na véspera do dia de Santo Antônio Abade, 17 de janeiro, estando Vênus próxima da Lua, que estava então no quarto dia após [f. 33r] a conjunção com o Sol, enquanto observava pelo telescópio, [percebi] que seu diâmetro visual parecia ser tão grande quanto o da Lua vista a olho nu, com suas bordas da mesma forma que a Lua, de modo que os mestres de teologia, filosofia e matemática do Colégio Romano, que estavam quase todos lá, ingenuamente confessaram ter visto duas Luas. Repeti a mesma observação quando já estava aqui em Lisboa, e mostrei-a não só aos meus estudantes (ouvintes), mas também a vários outros virtuosos (pessoas curiosas), que a viram com as mesmas bordas da Lua, primeiro menor e depois maior – declaro isso com o apoio de testemunhas visuais. Após a conjunção com o Sol, estando Vênus no perigeu do epiciclo, ao se livrar dos raios solares – de acordo com a opinião comum explicada nas Teorias dos Planetas – observei que aquela imperfeição da luz se situava na parte ocidental do seu corpo, semelhante ao que a Lua experimenta antes de se unir ao Sol ao amanhecer, como eu havia previsto anteriormente. Mais tarde, observei que a mesma imperfeição da luz, juntamente com o semidiâmetro visual de Vênus, estava diminuindo até o ponto em que Vênus finalmente apareceu com uma forma redonda, mas com um diâmetro visual minúsculo. Esse diâmetro visual era tão pequeno que nem sequer era comparável ao que Vênus exibe quando aparece com bordas maiores. Após a conjunção de Vênus com o Sol no apogeu, observei que essa imperfeição aumentou novamente, pouco a pouco, até atingir a mesma aparência que havia apresentado. E assim, concluí que esse fenômeno acontece todos os anos, com Vênus às vezes aparecendo cheia, às vezes meio cheia, às vezes com bordas, com as mesmas mudanças exibidas pela Lua de acordo com a passagem do tempo e seu ciclo. Esse fenômeno, que foi observado em Vênus, não pode ser observado com a mesma diligência em Mercúrio porque o Sol quase sempre tira Mercúrio da nossa vista, pois não se afasta dele um signo inteiro, e também porque Mercúrio é minúsculo. Portanto, mesmo quando você consegue ver Mercúrio, dificilmente observa os fenômenos que ele sofre. Cheguei a essa conclusão enquanto estava em Roma, onde observei este planeta às vezes à noite e o mostrei a outros para que pudessem vê-lo como Vênus. Repeti a observação de Mercúrio aqui em Lisboa, onde o observei com mais frequência durante o último mês de março, quando Mercúrio se moveu durante a noite para baixo no perigeu do epiciclo. Observei-o diligentemente quase todos os dias, dos dias 24 e 26 até o final do mês, e não se mostrou diferente de Vênus, com alguma imperfeição no lado oposto ao do Sol. Pode-se conjecturar a partir desta observação que Mercúrio está sujeito aos mesmos fenômenos que Vênus. Apesar de não podermos ver e observar [em Vênus e Mercúrio] as mesmas variações apresentadas pela Lua, porque nem Vênus nem Mercúrio estão tão distantes do Sol que, enquanto em oposição, estejam a um diâmetro ou a um quarto do céu dele, como a Lua faz em relação ao Sol, para salvar suas aparências, que são tão semelhantes às da Lua, devemos confessar que Vênus e Mercúrio se movem em torno do Sol e que às vezes estão abaixo dele e às vezes acima, às vezes se movem antes dele e às vezes depois (Lembro apud Carolino, 2023, p. 35-36).

No dia 17 de dezembro de 1610, padre Clávio enviou uma carta a Galileu informando que suas observações haviam sido confirmadas pelo Colégio Romano: “Em verdade, Vossa Senhoria merece grande louvor, uma vez que foi o primeiro a ter observado isto” (Naess, 2009, p. 97).

Todavia, essa confirmação indicava que o sistema ptolomaico estava a perder credibilidade, caso as teorias defendidas por Galileu se tornassem populares, uma vez que contrariavam as orientações da Sagrada Escritura, abalando os alicerces da Igreja Católica. Para contornar o problema, os religiosos que se dedicavam a essas investigações optaram por aceitar o modelo híbrido proposto por Tycho Brahe, no qual a Terra ainda ocupava o centro — uma visão teologicamente aceitável aos fiéis (Naess, 2009).

Entre dezembro de 1610 e março de 1611, Galileu deixou de ser um desconhecido professor de matemática da Universidade de Pádua para se tornar um especialista em movimentos de corpos celestes, requisitado por outros estudiosos para palestras sobre o assunto. Nesse contexto, foi convidado a ir a Roma para participar de uma palestra e acabou se instalando na embaixada toscana, a Villa Medici.

Durante esse período, visitou o Colégio Romano com o objetivo de verificar, em detalhes, as observações realizadas pelos astrônomos jesuítas, que organizaram uma palestra para membros importantes da academia e do alto clero, na qual Galileu apresentou suas evidências. Entre os participantes estavam os cardeais Maffeo Barberini (mais tarde Papa Urbano VIII) e Roberto Bellarmino.

Os resultados da palestra não foram totalmente satisfatórios para Galileu, visto que Roberto Bellarmino escreveu uma carta ao padre Cristóvão Clávio expressando seu descontentamento com o que ouviu. Em resposta, Clávio e os astrônomos jesuítas reconheceram apenas que os dados de Galileu estavam corretos. Entretanto, ao contrário de Bellarmino, Maffeo Barberini reconheceu a sagacidade e a inteligência de Galileu, tornando-se seu amigo.

Ainda em 1611, no mês de abril, Galileu foi convidado para outro encontro com vários astrônomos e matemáticos, dentre os quais estava o matemático grego Semisiani, que sugeriu um nome para o aparato, utilizando a junção das palavras gregas para “distante” e “visão”: *telescopum*.

O ponto alto desse período em Roma foi o encontro de Galileu com o príncipe Frederico Cesi, que tinha interesse em ciências e utilizou a fortuna herdada do pai para fundar a Academia dos Lincei. Ele convidou Galileu para ser um dos membros, o que foi benéfico para ambos, pois “Cesi precisava da fama de Galileu para emprestar prestígio à sua academia, ao passo que o matemático desejava contatos sólidos em Roma” (Naess, 2009, p. 104). Assim, Galileu passou a ser membro da academia e foi reconhecido como *Galileo Galilei Linceo* (Naess, 2009; Leitão, 2010).

Galileu, que já contava com a proteção da família Médici, passou a ter o apoio da Academia dos Lincei, fortalecendo seu posicionamento. Esse fortalecimento foi indicado pelo cardeal Francesco del Monte em uma carta ao Grão-duque Cosme II, em 31 de maio de 1611, na qual afirmava que, mesmo após a censura de uma comissão do Santo Ofício, em 1604, Galileu continuava a divulgar os resultados de suas observações.

Em 1612, de volta a Florença, Galileu continuava suas pesquisas, apesar de enfrentar dificuldades devido a problemas de saúde — provavelmente causados pelas observações noturnas — que o deixavam com febre e dores nas articulações. Entre suas pesquisas, estava o Sol. Como não era possível apontar a luneta diretamente para o astro, Galileu projetou sua luz sobre uma folha de papel, observando manchas solares que se moviam, sugerindo que o Sol girava em torno de seu próprio eixo. Nesse período, tomou conhecimento de outro astrônomo jesuíta que estudava o mesmo fenômeno: o padre alemão Christoph Scheiner. Ambos começaram a trocar cartas sobre as observações, resultando na publicação *História e demonstrações acerca das manchas solares* (1613).

Segundo Carrasco, Gallego e Vaquero (2020), Galileu realizou 51 observações da superfície do Sol, no período de maio a agosto de 1612, registradas com riqueza de detalhes. Ele utilizou essas observações para debater com Christoph Scheiner, considerado o maior especialista do período inicial das observações das manchas solares com lunetas, que registrou 766 dias de atividades solares entre 1611 e 1640.

O debate controverso, registrado nas cartas trocadas entre Galileu e Scheiner, girava em torno da interpretação das manchas solares. Scheiner defendia a visão aristotélica de um astro perfeito, enquanto Galileu indicava, com base em seus registros, que as manchas estavam localizadas na superfície do Sol. Em relação à quantidade e à qualidade dos registros, Scheiner reconheceu, em uma de suas cartas,

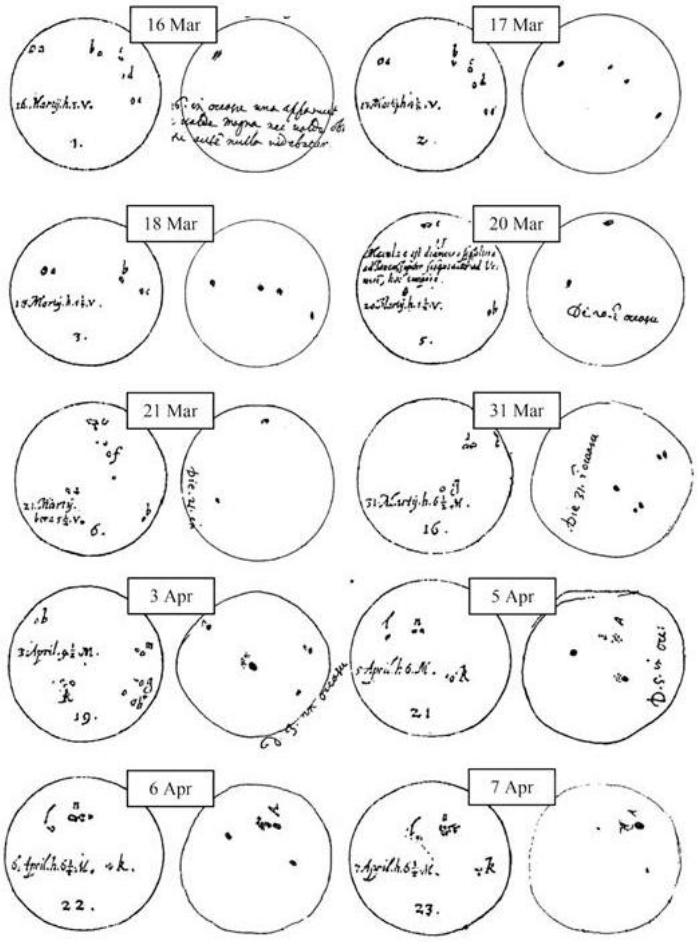
que, embora tivesse registrado um maior número de manchas, a qualidade das observações de Galileu era superior a dele. Ele afirmou:

> "[...] fica claro que Galileu não discorda de mim sobre as formas principais e a conformação de todas as manchas em relação umas às outras, mas apenas se afasta um pouco de mim na precisão adequada para manchas individuais" (Carrasco, Gallego e Vaquero, 2020, p. 2489).

Scheiner sugeriu que essa diferença poderia ser resultado da "[...] intensidade da luz, das deficiências do tubo, da intervenção do meio ou, finalmente, da fraqueza dos olhos" dele e de Galileu (Carrasco, Gallego e Vaquero, 2020, p. 2489).

Na figura 100, nas colunas 1 e 3 estão os registros coletados por Christoph Scheiner, e nas colunas 2 e 4, os registros de Galileu Galilei, realizados nos mesmos dias de observação.

Figura 100: Registros dos desenhos de manchas solares feitos por Scheiner (desenhos na primeira e terceira colunas) e Galileu (desenhos na segunda e quarta colunas) para os dez dias comuns de observação. Observe que alguns dos desenhos de Galileu estão rotacionados para mostrar a mesma orientação dos desenhos de Scheiner.



Fonte: Galilei 1895a apud Carrasco, Gallego e Vaquero, 2020.

Os registros das manchas solares eram realizados ao amanhecer ou no final da tarde, inicialmente em dias nublados, para evitar olhar diretamente para o Sol com a luneta. Entretanto, Benedetto Castelli, discípulo de Galileu, verificou que era possível projetar a imagem do Sol sobre folhas de papel, ajustadas para representar o disco solar com aproximadamente 12,5 cm de raio, em qualquer momento do dia. Essa mudança no procedimento experimental proporcionou maior precisão e qualidade nos registros realizados por Galileu.

Os debates entre Galileu e Christoph Scheiner não se limitaram aos registros das manchas solares, sendo acompanhados por diversos estudiosos, entre eles Cristóvão Clávio.

Pouco tempo depois, Cristóvão Clávio faleceu, e seus sucessores não apoiaram as ideias de Galileu. Nesse período, Christoph Scheiner publicou quatro livros argumentando contra o sistema copernicano, tanto do ponto de vista matemático quanto bíblico. Galileu estava ciente do poder das Escrituras sobre seus oponentes; ainda assim, manteve-se confiante, pois contava com a concordância do papa e de astrônomos jesuítas, além da proteção da Academia dos Lincei e do grão-duque de Toscana, Cosme, que, àquela altura, encontrava-se enfermo.

Além de Scheiner, outros críticos começaram a retaliar Galileu, proferindo sermões que interpretavam a Bíblia[10] de forma literal, afirmando que a matemática era uma arte do diabo e que aqueles que apoiavam o heliocentrismo difamavam a fé, originando uma “facção anti-Galileu em Florença” (Naess, 2009, p. 120).

Diante disso, Galileu escreveu ao príncipe Frederico Cesi perguntando sobre a melhor forma de proceder. Em resposta, Cesi alertou que era necessário cautela, pois o cardeal Roberto Bellarmino considerava a doutrina copernicana herética.

Insatisfeito com a resposta, em 1613, Galileu escreveu uma carta ao seu discípulo Benedetto Castelli, já ordenado padre, defendendo o modelo de Tycho Brahe como compatível com a física aristotélica e anunciando suas próprias observações. Dessa forma, Galileu tornou público seu posicionamento em relação ao sistema planetário.

[10] “A linguagem da Bíblia precisava ser interpretada. Se um fenômeno natural se mostrasse inescapavelmente verdadeiro, os teólogos teriam de voltar à Bíblia, ver como a verdade era formulada dentro dela e elucidar as passagens relevantes à luz da revelação do divino feita pela natureza” (Naess, 2009, p. 119).

Seguindo a tradição das contendas renascentistas italianas — disputas entre artistas, intelectuais e estudiosos em busca de reconhecimento de seus pontos de vista —, Benedetto Castelli assumiu a responsabilidade de divulgar a defesa de seu mestre. Ao receber a carta, ele providenciou cópias e as distribuiu entre outros colegas religiosos. Na correspondência, Galileu mencionou ainda a diferença na interpretação de suas palavras entre pessoas letradas e leigas, ressaltando a necessidade de clareza ao transmitir conceitos científicos complexos.

> Quanto a primeira pergunta genérica de Madame Sereníssima, me parece que muito prudentemente foi proposto, concebido e estabelecido pelo P.V. [Vossa Paternidade], não poder nunca a Escritura Sagrada mentir ou errar, mas ser os seus decretos de absoluta e inviolável verdade. Só teria acrescentado, que, se bem a Escritura não pode errar, poderiam, nada menos que algumas vezes, errarem alguns de seus interpretes e expositores, de várias maneiras: entre os quais um seria muito grave e muito frequente quando quisessem sempre deterem-se no significado puro das palavras, porque assim vos apareceriam não somente diversas contradições, mas graves heresias e ainda blasfêmias, pois assim seria necessário dar a Deus os pés, as mãos e os olhos, e não menos afetos corporais e humanos, como de ira, arrependimento, ódio, e ainda algumas vezes o esquecimento das coisas passadas e a ignorância das futuras. Onde, assim como na Escritura se encontram muitas proposições, as quais, quanto ao sentido nu das palavras, têm aspectos diversos da verdade, mas são colocadas de tal forma para se acomodarem na incapacidade do vulgo, por isso, para aqueles poucos que merecem ser separados da plebe é necessário que os inteligentes expositores produzam os verdadeiros sentidos, e adicionem as razões particulares por quem estejam sob as palavras proferidas (Galileu Galilei tradução Lino, 2020, p.231)

Neste trecho da carta identificamos uma tentativa de Galileu Galilei alinhar as informações apresentadas na Escritura Sagrada com aquelas que ele obteve por meio das observações, estabelecendo uma relação entre ciência e fé. Galilei sugere que o problema está na interpretação dos textos bíblicos e das leis da natureza tentando "[...] mostrar que quem erra são as pessoas que fazem apenas suas interpretações literais e concentram todo o conhecimento baseando-se apenas nos textos bíblicos, ou seja, aceitam os escritos bíblicos como fonte de explicação dos fenômenos naturais" (Lino, 2020, p.223).

Em outros trechos da carta Galileu apresentavam suas conclusões sobre as observações realizadas até o momento:

> Tendo eu, portanto, descoberto e necessariamente demonstrado que o globo do Sol se revira em si mesmo, fazendo uma inteira conversão em cerca de um mês lunar para aquele precisamente que fazem todas as outras conversões celestes; e sendo, mais, muito provável e razoável que o Sol, como instrumento e ministro máximo da natureza, quase o coração do

> mundo, dê não somente, como ele claramente dá, luz, mas ainda o movimento a todos os planetas que em torno giram; se, conforme a posição de Copérnico, nós atribuiremos à Terra principalmente a conversão diurna; quem não vê que para parar todo o sistema, onde, sem alterar o restante das mutáveis relações dos planetas, somente se prolongasse o espaço e o tempo da diurna iluminação, bastaria que fosse parado o Sol, como de fato soam as palavras do sagrado texto? (Galileu Galilei tradução Lino, 2020, p.235)

Ao receber esta carta, o padre mandou fazer cópias e distribuir aos outros colegas religiosos.

> Saiba, portanto, que eu, há cerca de três meses, comecei a observar Vênus com o instrumento, e que a vi de figura redonda e bastante pequena; foi de dia em dia crescendo de tamanho e mantendo ainda sempre a mesma redondeza, até que finalmente, chegando a uma distância muito grande do sol, começou a perder a rotundidade pelo lado oriental, e em poucos dias reduziu-se ao meio-círculo. Em tal figura, manteve-se muitos dias, mas sempre crescendo de tamanho: agora começa a fazer-se falcada e, até que seja vespertina, irá diminuindo os seus pequenos cornos, até que desaparecerá; mas retornando depois matutina, ver-se-à com os cornos finíssimos e ainda opostos ao Sol, e irá crescendo para o meio círculo até a sua elongação máxima. Manter-se-à depois semicircular por uns tantos dias, diminuindo, entretanto, de tamanho; e depois do meio-círculo passará a completamente redonda em poucos dias, e assim por muitos meses será vista, e Lúcifer e Véspero, toda redonda, mas pequenina de tamanho. (Favaro, 1933, p. 503 apud Mariconda e Vasconcelos, 2006, p. 81).

Alguns religiosos acharam que a carta deveria ser levada aos membros da ordem no mosteiro de San Marco: os dominicanos[11] (conhecidos como cães do Senhor). Estes, lideravam a Santa Inquisição, e, muitas vezes, não concordavam com os jesuítas, que tentavam conciliar a fé e a ciência.

5.5 O descontentamento da Igreja Católica

A Igreja Católica sofreu diretamente com os dados apresentados no *Mensageiro das Estrelas*, uma vez que tais afirmações colocavam em dúvida a autoridade papal e dogmas católicos. Como consequência, surgiram movimentos protestantes contra a Igreja e, para restaurar seu poder, o antigo tribunal da Santa Inquisição[12] foi reativado, com o objetivo de julgar aqueles suspeitos de heresia (Damasio, 2016).

[11] Os dominicanos, assim como os jesuítas, eram os soldados de frente da Igreja Católica na guerra contra a heresia, liderando a Inquisição. Pouco diferente dos jesuítas, os dominicanos estavam mais fadados a filosofia e teologia do que a ciência natural.

[12] Inquisição ou Santo Ofício foi uma instituição formada por membros da Igreja Católica para perseguir, julgar e punir pessoas acusadas de desviar de seus ensinamentos – os hereges.

Em 21 de dezembro de 1614, o padre Tommaso Caccini foi a Roma denunciar aos fiéis os supostos perigos da Matemática, descrita por ele como uma arte diabólica e promotora de heresia. Essa ação gerou uma onda de indignação contra as ideias copernicanas. Além disso, Caccini denunciou o trabalho de Galileu à Ordem da Inquisição, relatando que o cientista afirmava que a Terra girava em torno de seu próprio eixo e orbitava um Sol estático. Não satisfeito, alegou ainda ter conhecimento de que Galileu se referira a Deus de forma desrespeitosa. Diante disso, os dominicanos decidiram que seria necessário investigar os fatos com maior cuidado (Naess, 2009).

Em dezembro de 1615, mesmo enfermo e sem conseguir trabalhar por longos períodos, Galileu viajou a Roma para tentar impedir que a Igreja tomasse uma decisão precipitada e o condenasse por suas ideias copernicanas. Seus apoiadores em Roma temiam que sua presença pudesse agravar a situação. Na audiência, ele foi orientado a abandonar, não defender e não ensinar tais ideias.

Os padres começaram a pressionar o papa Paulo V — simpatizante das ideias de Galileu — a tomar um posicionamento. Para acalmar os ânimos, um dos cardeais sugeriu que Galileu escrevesse uma solução de compromisso, tornando públicas suas conclusões sobre observações astronômicas como meras hipóteses (Mariconda; Vasconcelos, 2006).

Contudo, Galileu recusou-se a aceitar o compromisso, argumentando que aqueles que o questionavam não possuíam fundamentos astronômicos suficientes, o que provocou ainda mais revolta na comunidade religiosa.

5.6 O julgamento de 1616

Em 1616, o cardeal Bellarmino dedicava-se ao combate à heresia, sendo conhecido como “martelo dos hereges”, e sugeriu ao papa Paulo V que Galileu fosse convocado para prestar esclarecimentos. Neste encontro, recebeu uma advertência verbal, ficando proibido de defender publicamente o sistema heliocêntrico. Padre Bellarmino ainda tentou uma saída que evitasse a condenação, pedindo para que Galileu não defendesse ou ensinasse sobre o sistema heliocêntrico. Galileu recebeu ordens de que, caso insistisse na divulgação de suas ideias, seria intimado pelo Tribunal do Santo Ofício e sua pena resultaria em encarceramento (Naess, 2015; Biardi; Santos; Rodrigues, 2012).

Se Galileu fosse encarcerado, a relação entre a Igreja e o grão-ducado da Toscana ficaria complicada; por isso, houve apenas a advertência. Após essa reunião, retornou aos seus aposentos na Villa Medici, e os boatos de que Galileu fora oficialmente solicitado a renunciar suas crenças copernicanas começaram a circular em Roma. Prevendo o pior, Galileu foi orientado a retornar para sua casa, em Florença.

Mesmo assim, Galileu continuou seus estudos com acompanhamento da Igreja — esta vigilância durou aproximadamente 17 anos, provavelmente porque Galileu era um dos poucos membros da Academia dos Lincei. Neste período, vivenciou intensa competição científica com os membros da Igreja (os jesuítas), que se dedicavam aos estudos das ciências naturais (Mariconda, 2000). Os problemas de Galileu com a Igreja, iniciados na advertência recebida em 1616 e culminando com sua condenação em 1632, tinham como origem divergências com o padre Orazio Grassi, membro da Companhia de Jesus e influente no Tribunal do Santo Ofício.

Em 1618 ocorreu um fenômeno interessante, o primeiro desde a invenção da luneta: três cometas apareceram no céu, motivo de intensos debates entre astrônomos e filósofos. Dentre eles, padre Orazio Grassi, que assumiu a vaga de professor de Matemática do Colégio Romano — anteriormente ocupada por Clávio e depois por Grienberger — observou que os corpos celestes pareciam girar em torno da Terra, e não do Sol, defendendo a imobilidade terrestre. Grassi apoiava as ideias de Tycho Brahe, que propôs um sistema em que a Terra permanecia imóvel no centro do mundo e o Sol orbitava em torno da Terra, sendo o centro das revoluções dos planetas.

Por estar acamado, Galileu não pôde observar o fenômeno, recebendo apenas um dos panfletos escritos pelo padre sobre os cometas, no qual este afirmava que o sistema copernicano era incorreto, deixando o cientista irritado — além de não mencionar Galileu.

A aparição dos cometas indicava para os jesuítas que o sistema ptolomaico ainda apresentava controvérsias. Apesar de estar proibido de defender as ideias copernicanas, Galileu não hesitou em contestar os estudos de Grassi, insinuando a necessidade de criar uma teoria que explicasse a aparição dos cometas.

Em resposta, utilizando o pseudônimo Lotario Sarsi, Grassi propôs avaliar os trabalhos de Galileu. Este, por sua vez, questionou os procedimentos experimentais do padre, defendendo que a ciência não pode ser influenciada por padrões externos,

representados pela filosofia aristotélica, e que os cometas eram apenas fenômenos atmosféricos (Mariconda, 2000; Mariconda; Vasconcelos, 2006; Galilei, 2009). Todavia, o padre se sentiu humilhado e, como um dos mais importantes membros da ordem jesuíta, passou a ver Galileu como adversário. Por sorte, Galileu ainda contava com a amizade de Maffeo Barberini (Naess, 2015).

Pouco tempo depois da desavença com a Inquisição, o cardeal Bellarmino e o papa Paulo V faleceram. O pontificado recebeu um novo papa, Maffeo Barberini, que assumiu o nome de Urbano VIII. Galileu Galilei, aproveitando a nova conjuntura, dedicou sua obra mais recente, *O Ensaiador* (*Il Saggiatore*), ao novo papa. Barberini era conhecido por seu papel progressista e por patrocinar as ciências e artes, reacendendo as esperanças de Galileu. Com a intenção de suavizar as tensões e neutralizar a advertência recebida anteriormente, Galileu retornou a Roma, onde seu encontro com o papa foi promissor, resultando na autorização para escrever sobre astronomia.

Entre 1624 e 1630, Galileu manteve intensa correspondência com seus discípulos sobre temas como o movimento de rotação da Terra, o movimento dos corpos celestes e as marés. Essa correspondência culminou na elaboração de seu trabalho mais conhecido, *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo — o ptolomaico e o copernicano*, sugerido pelo frei Riccardi.

O *Diálogo* recebeu aprovação do papa Urbano VIII para publicação, com a condição de que o trabalho fosse ajustado para servir também como propaganda católica, promovendo a visão heliocêntrica dentro dos limites aceitos pela Igreja. Galileu enfrentou dificuldades para publicar a obra devido ao título e conteúdo, que comparava os sistemas planetários ptolomaico e copernicano de forma crítica. Finalmente, o livro foi publicado em Florença em 21 de fevereiro de 1632. Apesar do sucesso inicial e aclamação na Itália, o *Diálogo* foi proibido apenas cinco meses depois, e Galileu foi advertido a não defender publicamente as ideias expressas no livro. Essa mudança brusca na recepção de sua obra destacou a volatilidade e os desafios de se engajar com a ciência em um contexto dominado pela autoridade religiosa.

5.6 O Diálogo entre dois mundos

O livro apresentava quatro diálogos entre os interlocutores fictícios Salviati, Sagredo e Simplício.

> O primeiro é Filippo Salviati, gentil-homem e acadêmico liceu. O segundo, devido ao seu grande interesse pelas exposições sobre a física e o *Tratado do Céu* de Aristóteles, traz o nome de Simplício (célebre comentador grego). O terceiro é Giovan Francesco Sagredo, um veneziano, em cujo palácio na cidade italiana de Veneza tem lugar o diálogo. Na conversa, Salviati é o porta-voz de Galileo, que é referido como o nosso acadêmico. Simplício representa a ciência aristotélico-ptolomaica tradicional. Sagredo é um homem inteligente e culto não especialista, sendo o mediador entre os dois (Penereiro, 2009, pag. 174).

No primeiro dia do diálogo (na qual são chamadas de jornadas), Galileu realizou uma crítica a autoridade imposta pela Igreja Católica na qual o argumento matemático de papa Urbano VIII era baseado na onipotência do criador. Para isso, desaprovou as bases tradicionais da cosmologia aristotélica, colocando em dúvida o caráter planetário da Terra.

> **Salviati:** A lua é certamente semelhante à Terra quanto à figura, a qual é indubitavelmente esférica, como se conclui necessariamente ao ver-se seu disco perfeitamente circular e a maneira pela [...] em segundo lugar, ela é, como a Terra, por si mesma obscura e opaca, opacidade pela qual está apta a receber e a refletir a luz do Sol, o que não poderia fazer, quando não fosse opaca (Galilei, 2011, pag. 147).

A segunda jornada apresentou as objeções mecânicas ao movimento de rotação da Terra e pelos movimentos realizados nela: lançamento de projéteis, balas e pedras; a queda de um objeto do alto do mastro de um navio em movimento; o voo dos pássaros; tiros de artilharia em todas as direções entre outros movimentos que estavam de acordo com o princípio da relatividade restrita.

> **Salviati:** [...] é evidentíssimo que o movimento do navio, assim como não é seu movimento natural, assim também é acidental para todas as coisas que estão nele, pelo que não causa espanto que aquela pedra, que era mantida no cimo do mastro, deixada em liberdade, caia para baixo, sem a obrigação de seguir o movimento do navio (Galilei, 2011, pag. 223)

> **Simplício:** [...] seria necessário poder efetuar tal experiência e depois julgar de acordo com o acontecido;
> **Salviati:** Vós dizeis: porque, quando o navio está parado, a pedra cai ao pé do mastro e, quando ele está em movimento, a pedra cai afastada do pé, portanto, pela conversa, da queda da pedra ao pé infere-se que o navio está parado, e da queda afastada deduz-se que o navio se move; e porque o que acontece com o navio deve igualmente acontecer com a Terra, por isso da queda da pedra ao pé da torre infere-se necessariamente a imobilidade do globo terrestre (Galilei, 2011, pag. 225).

A terceira jornada retrata as evidências observacionais a favor do sistema copernicano, em relação ao movimento de translação da Terra e suas observações para a detecção das paralaxes das estrelas fixas.

> **Salviati:** Mas que comece logo o Sr. Simplício a apresentar aquelas dificuldades que o impedem de poder acreditar que a Terra, do mesmo modo que os outros planetas, possa mover-se em torno de um centro estável.
> **Simplício:** A primeira e máxima dificuldade é a aversão e incompatibilidade existentes entre o estar no centro e o estar afastado do centro: porque, quando o globo terrestre tivesse de mover-se em um ano pela circunferência de um círculo, ou seja, pelo zodíaco, é impossível que, ao mesmo tempo, ele esteja no centro do zodíaco; mas que a Terra esteja em tal centro, é de muitos provado por Aristóteles, por Ptolomeu e por outros.
> **Salviati:** Argumentais muito bem; e, sem dúvida, quem quiser fazer mover a Terra pela circunferência de um círculo precisará antes provar que ela não está no centro daquele tal círculo (Galilei, 2011, pag. 402).
>
> **Simplício:** Mas a partir do que concluís que não é a Terra, mas o Sol que está no centro das revoluções dos planetas?
> Salviati: conclui-se a partir de observações evidentíssimas, e por isso mesmo necessariamente concludentes; das quais as mais palpáveis para excluir a Terra desse centro e colocar nele o Sol, são o encontrarem-se todos os planetas ora mais próximos e ora mais afastados da Terra, com diferenças tão grandes, que, por exemplo, Vênus, quando afastadíssima, encontra-se seis vezes mais distante de nós que quando está mais próxima, e Marte eleva-se quase oito vezes mais numa posição que em outra (Galilei, 2011, pag. 404).
>
> **Salviati:** Vi, muitas vezes, Júpiter e Vênus juntos, afastados do Sol 25 ou 30 graus, e estando o céu brumoso, Vênus parecia bem 8 ou até 10 vezes maior que Júpiter, enquanto eram vistos a olho nu; mas olhados depois com o telescópio, o disco de Júpiter aparecia verdadeiramente quatro ou mais vezes maior que aquele de Vênus, mas a vivacidade do esplendor de Vênus era incomparavelmente maior que a luz languidíssima de Júpiter: o que não provinha de outra coisa de que Júpiter estar afastadíssimo do Sol e de nós, e Vênus próximo a nós e ao Sol (Galilei, 2011, pag. 420)
>
> **Sagredo:** Acredito que em Júpiter, Saturno e Mercúrio devem-se ver-se também as diferenças de seus tamanhos corresponderem exatamente às variações de suas distâncias.
> **Salviati:** Nos dois superiores, observei-as precisamente quase ano a ano nos últimos vinte e dois anos: de Mercúrio não se podem fazer observações a qualquer momento, porque ele não se deixa ver senão nas suas elongações máximas do Sol, nos quais as suas distâncias da Terra são insensivelmente diferentes, e por isso tais diferenças são inobserváveis [...] vemos Júpiter, quase uma outra Terra, acompanhada não apenas por uma lua, mas por quatro luas, girar em torno do Sol em 12 anos, com tudo aquilo que pode estar compreendido nos orbes das quatro estrelas medicéias.
> **Sagredo:** Qual é a razão pela qual chamais luas os quatros planetas de Júpiter?
> Salviati: Porque assim elas se apresentariam a quem, estando em Júpiter, as olhasse. Porque elas são por si mesmas tenebrosas, e recebem a luz do Sol, o que é evidente por ficarem eclipsadas ao entrar no conte da sombra de Júpiter (Galilei, 2011, pag.421-422).

Por fim, a quarta jornada realiza uma explicação mecânica sobre as marés com base no duplo movimento da Terra (rotação e translação), evidenciando que o livro é uma obra de combate às ideias proclamadas pela Igreja (Mariconda; Vasconcelos, 2006).

> **Salviati:** Eu, depois de ter muitas vezes examinado pessoalmente os efeitos e os fenômenos que se observam nos movimentos da água [...] senti-me não pouco inclinado a admitir estas duas conclusões: que quando o globo terrestre fosse imóvel, não se poderia naturalmente efetuar o fluxo e refluxo do mar; e que quando a esse mesmo globo se atribuem os movimentos já referido, é necessário que o mar esteja sujeito ao fluxo e refluxo. [...] Afirmo, portanto, que três são os períodos que se observam nos fluxos e refluxos das águas marinhas. O primeiro e principal é este grande e conhecidíssimo, ou seja, o diurno, segundo o qual com intervalos são no Mediterrâneo, na sua maior parte, de aproximadamente 6 em 6 horas, ou seja, durante 6 horas as águas sobem e em outras 6 horas baixam. O segundo período é mensal, e parece ter origem no movimento da Lua. O terceiro período é anual, e mostra depender do Sol, alterando tão somente os movimentos diurnos, ao fazê-los, nos solstícios, diferentes quanto à grandeza do que são nos equinócios (Galilei, 2011, pag.494-495).
>
> **Simplício**: Não penso que alguém acredite nas fábulas, se souber que são fábulas; [...] Mas direi também, com aquela franqueza que é permitida entre nós, que introduzir o movimento da Terra e fazê-lo causa do fluxo e refluxo parece-me até agora um conceito não menos fabuloso que todos os outros que até aqui escutei; e quando não me fossem apresentadas razões mais conformes às coisas naturais, passaria a acreditar sem nenhuma aversão que este é um efeito sobrenatural e, por isso mesmo, milagroso e imperscrutável para os intelectos humanos, como infinitos outros, que dependem imediatamente da mão onipotente de Deus (Galilei, 2011, pag.497).
>
> **Simplício**: Recorrei ao milagre, se não possuirdes para me dissuadir outras causas naturais que o movimento dos vasos que contêm as águas marinhas, porque sei que tais vasos não se movem, sendo que todo o globo terrestre está naturalmente imóvel.
> **Salviati:** Mas não acreditais que o globo terrestre pudesse sobrenaturalmente, ou seja, pela potência absoluta de Deus, fazer-se móvel?
> **Simplício:** E quem duvida disso?
> Salviati: Portanto, Sr. Simplício, já que para fazer o fluxo e refluxo do mar, é necessário introduzir o milagre, façamos milagrosamente mover a Terra, para que com o seu movimento mova-se depois naturalmente o mar: e esta operação será, entre as milagrosas, tanto mais simples, e direi natural, quanto é menos difícil fazer girar um globo, similar a tantos outros que vemos moverem-se, que fazer uma imensa mole de água avançar e recuar [...] E acrescentai ainda mais que do milagre de fazer mover a água extrai-se como consequência um outro, que é o de manter firme a Terra contra os impulsos da água, capazes de fazê-la oscilar ora em direção a esta parte, ora em direção àquela, quando não fosse milagrosamente retida (Galilei, 2011, pag.498).

Por causa dos diálogos, em 23 de setembro de 1632, Galileu foi intimado pela Inquisição de Florença a comparecer diante do Santo Ofício, em Roma. As acusações incluíam afirmar a mobilidade da Terra e a fixidez do Sol, ter calculado erroneamente

o fluxo do mar na estabilidade do Sol e ter desobedecido à advertência recebida em 1616 de Bellarmino (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Martins, 2009).

Diante de sua idade avançada e saúde precária, Galileu pediu a um amigo que intercedesse junto ao papa Urbano VIII, apresentando atestados médicos que relatavam vertigem frequente, melancolia hipocondríaca, fraqueza estomacal, insônia e dores pelo corpo. O papa, consciente das condições adversas de Galileu, permitiu que ele realizasse a viagem com o máximo de conforto e rapidez, uma vez que ainda teria que cumprir uma quarentena de pelo menos quarenta dias em Siena antes de obter permissão para entrar em Roma. Apesar dessa concessão, Galileu não compareceu imediatamente à audiência.

Em 15 de janeiro de 1633, ele foi forçado a se apresentar perante o tribunal, sob a ameaça de ser conduzido a ferro, se necessário. Para facilitar sua viagem, o grão-duque forneceu-lhe uma liteira e um criado. Devido à ausência na audiência de outubro anterior, Galileu, agora com 68 anos, recebeu um aviso para se encontrar com o papa Urbano VIII com extrema humildade e paciência, a fim de evitar maiores consequências, pois o papa sentia-se traído pelo cientista.

Urbano havia sido descrito nos principais manifestos de Galileu de maneira simplificada e com intelecto reduzido (Simplício). No dia 20 de janeiro, Galileu fez sua última viagem a Roma, onde permaneceu em quarentena até o início de seu julgamento, aguardando ansiosamente para enfrentar as acusações e defender suas ideias (Sobel, 2000).

5.7 O julgamento de 1633

No dia 12 de abril, começa o processo contra Galileu, que é interrogado e presta o seu depoimento a apenas dois funcionários e um secretário, mantido prisioneiro do Santo Ofício. Neste julgamento, Galileu respondeu a várias perguntas:

> R: A causa da discussão com esses cardeais foi que eles desejavam ser informados sobre a doutrina de Copérnico, por ser seu livro muito difícil de entender pelos que não são da profissão matemática e astronômica. Em particular, queriam saber a disposição dos orbes celestes na hipótese copernicana, como ele situa o Sol no centro das órbitas dos planetas, como coloca em torno da Terra, e Marte, Júpiter e Saturno; e, no que concerne ao movimento, ele faz o Sol estacionário no centro e a Terra girar em torno de si mesmo e em torno do Sol, isto é, em torno de si com o movimento diário e em torno do Sol com o movimento anual (Sobel, 2000, pag. 226).

No dia 21 de junho, Galileu retornou a seu julgamento, sendo submetido a um exame de intenção, e, no dia 10 de maio, foi intimado pela terceira vez a preparar a sua defesa. No dia 20 de junho, o Diálogo passa a ser um dos livros proibidos pela Igreja, e Galileu, com roupas de penitente, em uma túnica branca, assina publicamente a abjuração (Sobel, 2000).

> Eu, Galileu, filho de Vicenzo Galilei de Florença, com a idade de 70 anos...juro que sempre acreditei, acredito agora e com a ajuda de Deus acreditarei no futuro em tudo o que sustenta, ensina e prega a Santa Igreja Católica e Apostólica. Mas por ter eu – após ter sido com preceito por este Santo Ofício intimado juridicamente a que deixasse completamente a falsa opinião de que o Sol seja o centro do mundo e que não se mova, e de que a Terra não esteja no centro do mundo e que se mova; e a que não tivesse, defendesse, nem ensinasse de qualquer modo, nem por voz nem por escrito a falsa doutrina referida; e após ter sido notificado que essa doutrina é contrária as Sagradas Escrituras [...] com o coração sincero e fé não fingida abjuro, amaldiçoo e detesto os erros e heresias acima. Juro que, no futuro, jamais direi ou afirmarei novamente, verbalmente ou por escrito, nada que encoraje essa suspeita. (Mereu, 1995, p. 378-81 apud Mariconda; Vasconcelos, 2006, p. 126-27).

E, no entanto, se move. Galileu teria finalizado o discurso citando essa frase em voz baixa. Então, com 69 anos, foi condenado, mas só não foi sentenciado à morte por declarar publicamente que a Terra estaria imóvel e que todos os outros corpos celestes giravam ao seu redor. Dias depois, o papa Urbano VIII conseguiu reduzir a sentença, mudando o local de sua prisão, inicialmente nas masmorras do Santo Ofício, para a embaixada da Toscana em Roma.

A notícia da condenação de Galileu espalhou-se rapidamente por Roma, assim como o mercado clandestino em torno do agora proibido livro. O preço do *Diálogo* subia conforme sua procura aumentava, e, mesmo que os inquisidores o procurassem incessantemente, ninguém queria se desfazer de seu exemplar, escondendo-o a sete chaves. Com essa nova fama, Galileu ganhava novos adeptos a cada dia (Sobel, 2000).

Ainda no final daquele ano, uma carta anônima chegou a Roma, denunciando as reuniões científicas das quais Galileu participava. O fato de ele ter tais privilégios desagradou ao Santo Ofício, que decidiu que a melhor forma de garantir o cumprimento da pena seria transferi-lo para sua própria casa, em uma pequena vila a poucos quilômetros do convento onde sua filha, Maria Celeste (Virgínia), residia. Dessa forma, onze meses após a condenação, Galileu foi enviado para cumprir prisão domiciliar perpétua.

Maria Celeste trocava cartas constantemente com o pai, relatando fatos cotidianos, revisando trabalhos e oferecendo conselhos. Pouco tempo depois, no início de 1634, Maria Celeste adoeceu e veio a falecer, deixando o cientista em um profundo estado de depressão e dores devido à velhice. Galileu tentou mudar-se para Florença, mas o pedido foi negado pelo papa, e o Santo Ofício passou a fiscalizar seu isolamento, controlando as visitas. Seus discípulos eram proibidos de visitá-lo, mas constantemente lhe enviavam cartas (Sobel, 2000).

Mesmo tendo ficado cego devido a décadas de observações diretas do Sol, Galileu, aos setenta anos, continuou seus estudos e a troca de cartas com discípulos, resultando em outro de seus trabalhos: *Discursos e Demonstrações Matemáticas em Torno de Duas Novas Ciências*. Nesta obra, realizou uma síntese de seus trabalhos relacionados ao movimento, ainda sob a forma de diálogos entre Salviati, Sagredo e Simplício. Assim como no *Diálogo*, os diálogos abordam duas novas ciências: a primeira trata da resistência dos materiais e a segunda, do movimento uniforme e do movimento uniformemente acelerado, finalizando com a lei da inércia (Mariconda; Vasconcelos, 2006).

Em seus últimos anos, Galileu contou com a ajuda de Vincenzo Viviani, um de seus discípulos de 16 anos, para realizar pesquisas. Em 1638, desenvolveu um método para medir a velocidade da luz utilizando dois observadores, cada um com uma lanterna, a alguns quilômetros de distância. No experimento, ambos começariam com a lanterna desligada; ao ligar sua própria lanterna, liberariam um feixe de luz e, ao ser observado pelo outro, este acenderia a sua. Assim, Galileu acreditava ser possível medir a velocidade da luz pelo tempo decorrido. Todavia, como sabemos, a velocidade da luz é de 300.000 km/s, o que impossibilitou a medição prática com os recursos da época.

Galileu faleceu em 8 de janeiro de 1642 (no mesmo ano do nascimento de Isaac Newton), aos 77 anos, deixando como legado uma nova concepção científica.

No capítulo a seguir, apresentamos os resultados da integração dos referenciais teóricos discutidos nos Capítulos 3 e 4 com a linguagem dos quadrinhos, com o propósito de propor um referencial teórico voltado à construção de histórias em quadrinhos como organizadores avançados. Essa proposta busca articular os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e da Aprendizagem Significativa com os elementos narrativos e visuais próprios dos quadrinhos, a fim de potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Ressaltamos que esse referencial

é flexível e pode ser adaptado a diferentes áreas do conhecimento, favorecendo abordagens interdisciplinares e contextuais em diversos níveis de ensino.

CAPÍTULO 6 - A ELABORAÇÃO DE UM REFERENCIAL TEÓRICO PARA A CONSTRUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

Neste capítulo, apresentamos o principal resultado desta pesquisa: a elaboração de uma proposta de referencial teórico-metodológico para a construção de histórias em quadrinhos com potencial significativo de aprendizagem, que pode ser utilizada como organizador avançado. Essa proposta resulta da integração entre os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel (2003), e os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), de Mayer e Moreno (1998).

Nos capítulos anteriores, discutimos os fundamentos teóricos que sustentam esta pesquisa (Capítulos 2 e 3), assim como a linguagem dos quadrinhos sob uma abordagem histórica (Capítulo 4), destacando, no Capítulo 5, o texto de natureza histórica que serviu de base para a elaboração dos roteiros das HQs. Com base nesse percurso, este capítulo busca consolidar os elementos teóricos e práticos que orientam a criação de narrativas visuais potencialmente significativas no contexto educacional.

Como a proposta se volta à construção de narrativas históricas, iniciamos o primeiro tópico discutindo as concepções deformadas da história da ciência que o professor precisa considerar ao construir ou utilizar um texto histórico.

6.1 A construção de um roteiro por meio da abordagem contextual

O roteiro selecionado para a construção das histórias em quadrinhos foi fundamentado em um texto histórico sobre a vida e a obra de Galileu Galilei. A opção por uma abordagem histórica da ciência justifica-se pelo seu potencial de promover uma discussão mais profunda e reflexiva, indo além da simples exposição de teorias consolidadas ou de respostas prontas sobre os conceitos científicos.

Quando aplicada de forma adequada, essa abordagem favorece a reflexão e o questionamento de conhecimentos previamente adquiridos pelos estudantes, permitindo a reorganização de seus saberes e o avanço da aprendizagem em ciências. Além disso, estimula o pensamento crítico e a análise de conceitos estabelecidos, contribuindo para a formação de uma visão mais autêntica e contextualizada da ciência.

Ao adotar uma perspectiva histórica, é possível aproximar a cultura científica do universo dos estudantes, tornando-a mais significativa e acessível. No entanto, é fundamental que essa abordagem seja conduzida com cautela, a fim de evitar a omissão de características essenciais da atividade científica ou a apresentação de concepções distorcidas sobre o fazer científico.

Quadro 4: categorização das concepções deformadas da ciência

Concepção	Descrição
1.Empírico-indutivista e ateórica	Trata-se da concepção mais recorrente na literatura, na qual a observação e a experimentação são apresentadas como neutras e objetivas, desconsiderando o papel das hipóteses no processo científico. Nessa visão, a atividade científica é frequentemente reduzida a uma simples "descoberta", sem a devida contextualização teórica, sendo amplamente difundida em livros didáticos.
2. Rígida	Apresenta o fazer científico como um conjunto de etapas a serem seguidas de forma mecânica, quantitativa e com controle rigoroso. Não apresenta características como a criatividade e tentativa e erro por parte dos cientistas ou processo da dúvida. Esta concepção é muito difundida por professores de ciências ao apresentarem o método científico como uma sequência de etapas pré-definidas que não podem ser adaptadas.
3. Aproblemática e ahistórica	Os conhecimentos são transmitidos sem mostrar a situação/problema de origem, dificuldades encontradas para respondê-lo ou a evolução das ideias do pensamento científico, deixando tais informações omissas em relação a construção do conhecimento.
4. Exclusivamente analítica	Apresenta o estudo de forma parcelada, sem inserir conhecimentos que podem estar ligados a outras áreas do conhecimento para explicar determinada problemática, resultando em uma visão deformada do ensino integrado da ciência. Nesta concepção, é comum ligar uma teoria a um único cientista, não discutindo contribuições por pares.
5. Acumulativa de crescimento linear	O conhecimento é fruto de um crescimento linear e acumulativo ao longo dos anos, ignorando ideias e conceitos que foram apresentados de forma errônea e precisaram ser reformulados ou então, teorias rivais de um mesmo fenômeno.
6. Individualista e elitista	Uma das concepções para difundidas, destacando que o conhecimento científico é desenvolvido por gênios, que trabalham de forma isolada, ignorando o trabalho coletivo e colaborações de pessoas que não estão presentem em relatos históricos, como desenhistas, ajudantes entre outros. Isto porque destaca que o trabalho científico é realizado apenas por cientistas do sexo masculino, com maior poder aquisitivo, e desta forma, frisando que a ciência não é acessível a todos.
7. Socialmente neutra	Não aborda relações entre a ciência, sociedade e tecnologia (CTS), não levando em consideração que os cientistas fazem parte de uma sociedade, que não possuem relação com problemas do ambiente em que estão inseridos, podendo se comportar como bem entendem, e desta maneira, seus atos são ignorados pela sociedade.

Fonte: adaptado pela autora de Gil-Pérez et al (2001)

De acordo com Gil-Pérez et al. (2001, p. 129–133), existem sete concepções equivocadas sobre a ciência que são frequentemente transmitidas ou interpretadas de maneira inadequada por professores. Entre elas, destacam-se: a ideia de que a ciência é um processo linear e cumulativo; a representação dos cientistas como

indivíduos brilhantes que trabalham de forma isolada; e a crença de que a ciência evolui de maneira totalmente isenta de influências sociais, políticas, religiosas, familiares, entre outras.

No quadro a seguir, apresentamos essas concepções, conforme a classificação proposta por Gil-Pérez et al. (2001), com o objetivo de oferecer um guia prático para educadores interessados na elaboração de textos históricos para uso em sala de aula. Esse cuidado é essencial para assegurar que os estudantes desenvolvam uma compreensão clara, crítica e realista da natureza da ciência.

Ressaltamos que tais concepções classificadas por Gil-Pérez et al (2001) foram as mais encontradas em análises de materiais didáticos e, nas aulas ministradas por professores de ciências, destacadas pelos autores. Pensando em como evitar tais concepções, concordamos com os autores (Gil-Pérez et al, 2001, p. 12) ao destacarem as características essenciais do trabalho científico. Estas, estão apresentadas no quadro abaixo, relacionadas ao texto histórico do capítulo seguinte

Diante das concepções e características fundamentais descritas anteriormente, além da contribuição de Gil-Pérez et al. (2001), destacamos também os trabalhos de Silva e Moura (2008), Forato (2009), Forato, Pietrocola e Martins (2011) e Moura (2014), os quais reforçam a relevância da História e Filosofia da Ciência (HFC) como uma estratégia pedagógica significativa no ensino de ciências. Esses autores defendem que a HFC oferece uma oportunidade valiosa para promover o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo nos estudantes, ao possibilitar a compreensão das teorias científicas dentro de seus contextos históricos, sociais e epistemológicos.

Forato, Pietrocola e Martins (2011, p. 29), por exemplo, afirmam que a HFC pode ser utilizada como uma estratégia eficaz, desde que se empreguem "relatos históricos cuidadosamente construídos", que contribuam para a atribuição de significado e relevância aos conceitos científicos a serem aprendidos. Tais relatos, ao incorporarem elementos sociais, econômicos, políticos, ambientais, entre outros, enriquecem o currículo escolar, alinhando-se aos princípios da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere à contextualização, interdisciplinaridade e articulação com temas contemporâneos.

Quadro 5: características descritas como essenciais em um texto histórico

Características essenciais	**Apresentação no texto histórico**
Recusa da ideia de método científico engessado, definido como um conjunto de regras perfeitamente pré-definido, como um conjunto de receitas infalíveis para fazer ciência.	Destacamos no texto histórico diversas formas de fazer o método científico, como por exemplo, no aprimoramento da luneta, uma vez que Galileu precisou polir as lentes de diversas formas, por tentativa e erro, construindo várias lunetas até obter um aparato com resultado desejado pelo cientista. Além da luneta, podemos encontrar relatos do método científico plural quando ele entrega uma luneta aos astrônomos jesuítas para que eles possam observar os fenômenos destacados por Galileu conforme achavam mais apropriado.
Recusa de um empirismo que concebe os conhecimentos como resultados da inferência indutiva a partir de "dados puros", que precisam ser interpretados para que possam ter significado	Um destes dados encontrados no texto são as luas de Júpiter. Galileu notou inicialmente três estrelas ao redor do planeta, e, após um período de observação, constatou que na verdade, eram satélites naturais. Também podemos encontrar no texto os dados obtidos por Galileu ao observar as fases de Vênus, as crateras da Lua e as manchas solares, todos analisados pela primeira vez, necessitando de uma interpretação sobre o fenômeno.
Destacar o papel atribuído pela investigação ao pensamento divergente, no qual as ideias e hipóteses dependem de conhecimentos adquiridos conforme as experiências vivenciadas, e, que isto pode influenciar no resultado, mas, que no final, chegariam ao mesmo resultado.	As experiencias orientam a procura dos dados, e desta forma, podemos observar no texto duas teorias conforme a ideologia religiosa/pessoal, como o empasse entre Galileu e a Igreja Católica. Além disto, também destacamos os modelos planetários discutidos no texto, por Cláudio Ptolomeu, Nicolau Copérnico e Tycho Brahe.
Compreender o caráter social do desenvolvimento científico, apresentando as contribuições dos cientistas, e, que estas são influenciadas pelos problemas e circunstâncias históricas.	Nesta característica, além da Influência da Igreja Católica, podemos observar ao longo do texto as influências familiares, escolares e dos lugares que Galileu vivenciou, além, da época em que viveu, o Renascentismo.

Fonte: adaptado pela autora de Gil-Pérez et al (2001)

Além disso, o uso da HFC em sala de aula pode favorecer o trabalho colaborativo entre docentes de diferentes áreas, incentivando práticas pedagógicas interdisciplinares e promovendo a formação de uma visão mais ampla e crítica sobre a ciência e seu papel na sociedade. Esse tipo de abordagem não apenas facilita a aprendizagem de conhecimentos disciplinares escolares científicos, como também estimula os estudantes a refletirem sobre os impactos e as consequências das práticas científicas — inclusive aqueles que só se tornam evidentes com o passar do tempo.

Um exemplo de caso que pode ser abordado em sala de aula é a vida e a obra de Galileu Galilei, cujas observações astronômicas, inicialmente desacreditadas, transformaram profundamente a compreensão da estrutura do universo e influenciaram gerações futuras. A partir de seu estudo, é possível problematizar como

as descobertas científicas dialogam com os contextos socioculturais de sua época, além de refletir sobre as tensões entre ciência, religião e poder. Assim, a HFC se revela uma ferramenta poderosa para despertar nos Estudantes o senso crítico, o engajamento e a valorização do conhecimento científico como uma construção humana, coletiva e historicamente situada.

> Tais abordagens permitem uma compreensão mais ampla do papel da ciência na sociedade contemporânea, o que requer uma reflexão crítica dos pressupostos que permeiam seu ensino, isto é, a concepção que se tem sobre a ciência estará sempre refletida, explícita ou implicitamente, em todas as iniciativas educacionais que digam respeito à ciência, desde a abordagem de conhecimentos disciplinares escolares, até as metodologias educacionais utilizadas (Forato; Pietrocola; Martins, pag. 30, 2011).

Conforme Matthews (1995), a História e Filosofia da Ciência (HFC) potencializa o desenvolvimento da criticidade nos estudantes ao favorecer uma abordagem pedagógica baseada na pesquisa, tornando as aulas mais contextualizadas e próximas dos "interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade" (Matthews, 1995, p. 165). Essa perspectiva evidencia que a ciência deve ser compreendida como um produto da cultura humana, construído historicamente ao longo dos séculos. Para que tal concepção seja efetivamente assimilada pelos estudantes, é fundamental que o material didático utilizado adote uma abordagem contextual coerente, aliada a um planejamento pedagógico alinhado aos objetivos educacionais do professor.

Nesse sentido, argumentamos que as histórias em quadrinhos (HQs) constituem uma ferramenta pedagógica valiosa, sobretudo por sua capacidade de integrar elementos visuais e textuais de forma criativa e acessível. As HQs estimulam a leitura, a imaginação e a interpretação crítica dos conhecimentos disciplinares escolares, especialmente quando utilizadas como recurso complementar às aulas teóricas. Ao incorporarem aspectos da História da Ciência em um formato multimodal, favorecem a aprendizagem significativa, conforme proposto por Ausubel (2003), e dialogam com os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (Mayer; Moreno, 1998).

Após definirmos as concepções teóricas relativas à História da Ciência e à abordagem contextual que embasam esta proposta, descrevemos, a seguir, as etapas envolvidas na construção das histórias em quadrinhos desenvolvidas durante a pesquisa. Toda narrativa parte de um fato que se deseja relatar — seja um

acontecimento cotidiano ou um episódio histórico cuja memória se pretende preservar e transmitir. No entanto, a simples escolha de um evento não é suficiente: é necessário estruturá-lo de modo que haja coerência e clareza na transmissão da mensagem, garantindo sua compreensão por parte do leitor.

Nas histórias em quadrinhos, a organização narrativa precisa ser cuidadosamente elaborada a partir de um roteiro, conforme propõe Danton (2016), apresentado no Quadro 4. O processo inicia-se com a definição do tema central, seguido pela seleção e organização das ideias a serem comunicadas, normalmente por meio de personagens. Em seguida, incorporam-se dados e elementos relevantes que conferem densidade e significado à narrativa. Esse cuidado na construção do roteiro é essencial para transformar as HQs em narrativas capazes de capturar a atenção do leitor e, ao mesmo tempo, transmitir com eficácia os conceitos e informações desejadas.

Assim, ao aliar os potenciais pedagógicos das HQs à HFC, é possível construir experiências de aprendizagem mais ricas, envolventes e significativas, promovendo não apenas a compreensão conceitual, mas também a formação crítica dos estudantes. No quadro a seguir, demonstramos os passos seguidos para a construção narrativa das histórias em quadrinhos deste trabalho.

Quadro 6: passos da criação de um roteiro e elaboração da história em quadrinhos

Tema	**Sobre o que a história irá contar: vida e obra de Galileu Galilei.**
Trama	As contribuições científicas de Galileu Galilei.
Narrativa	Os fatos são contatos de forma linear, com o passar dos anos na vida do cientista.
Personagem	Principal: Galileu Galilei.
	Secundário/antagonista: Igreja Católica.
	Pequenas participações: Família de Galileu, Johannes Kepler, Grão-duque, Cristina de Lorena, Guidobaldo del Monte
Ambientação	Local e época em que o personagem vive, pessoas com quem ele se relaciona, suas influências diretas.
Linguagem de quadrinhos	Narrador tipo 1
Três atos	Ato 1: apresentação do personagem, do ambiente que passa a história, suas influências.
	Ato 2: a reconstrução da luneta e divulgação de resultados de suas observações.
	Ato 3: a desavença com a Igreja Católica.

Fonte: a autora

Um dos principais desafios na construção de uma história em quadrinhos é a escolha do tema e do personagem principal. No nosso caso, como o objeto de estudo foi Galileu Galilei, tivemos o cuidado de representá-lo com suas características

marcantes, identificadas em ilustrações consultadas durante a pesquisa. Além disso, buscamos demonstrar sua idade ao longo da narrativa, modificando, por exemplo, a cor de seus cabelos. Essa escolha foi feita com o objetivo de utilizar as características físicas do personagem como recurso visual para representar a passagem do tempo, conforme indicado no roteiro.

Também procuramos manter a fidelidade histórica, ambientando os cenários e vestimentas de acordo com o período em que Galileu viveu. Esse cuidado contribui para a construção de uma narrativa visual mais realista e educativa.

A seguir, com base na discussão dos capítulos 2 (Teoria da aprendizagem significativa), capítulo 3 (Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia) e o capítulo 4 (Linguagem de quadrinhos), apresentamos, no próximo tópico, a proposta destas integrações para a elaboração de HQ's na área de Ensino de Ciências.

6.2 A integração da Teoria da aprendizagem significativa com a Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia.

Em síntese, defendemos a ideia de que materiais com caráter multimídia impactam significativamente a aquisição e a retenção do conhecimento, quando comparados aos materiais tradicionais — como, por exemplo, o uso exclusivo de textos — ao oferecerem uma abordagem mais dinâmica, interativa e motivadora para o processo de aprendizagem. Contudo, para que esse impacto seja otimizado, é imprescindível que tais materiais estejam cuidadosamente alinhados tanto com os objetivos educacionais quanto com as capacidades cognitivas dos estudantes. Caso contrário, concordamos com Mayer e Moreno (1998) ao afirmar que, se o nível de complexidade cognitiva não for compatível com o perfil dos estudantes, pode haver desinteresse, sobrecarga mental ou até mesmo comprometimento da aprendizagem, afetando negativamente a eficácia do processo educativo.

Nesse contexto, torna-se fundamental integrar os princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), proposta por Ausubel (2003), com a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM), desenvolvida por Mayer e Moreno (1998), especialmente por meio do uso de histórias em quadrinhos. Essa integração visa não apenas garantir o engajamento e a acessibilidade do material, mas também promover uma compreensão profunda, duradoura e significativa dos conhecimentos disciplinares escolares trabalhados. A convergência entre essas teorias permite o

desenvolvimento de experiências educacionais mais eficazes, que favorecem o crescimento cognitivo dos estudantes, ao mesmo tempo que ampliam suas possibilidades de interpretação e construção de sentido.

A tese aqui defendida é a de que, por meio dessa integração teórico-metodológica, é possível elaborar um referencial robusto que auxilie professores na construção de organizadores prévios baseados na linguagem dos quadrinhos, aplicáveis em diversas disciplinas e níveis de ensino. Tal referencial amplia e atualiza as discussões apresentadas por McCloud (2005) e por Rama e Vergueiro (2012), ao propor a sistematização da linguagem das HQs como ferramenta de comunicação multimodal voltada para fins educacionais.

Com o intuito de detalhar a integração proposta ao longo desta pesquisa de doutorado, foram elaborados quadros explicativos com orientações práticas voltadas a professores interessados em aplicar histórias em quadrinhos no contexto do ensino de Ciências e Física, sob uma abordagem histórica e contextualizada. Os quadrinhos produzidos servem como exemplo para ilustrar a aplicação dos princípios da diferenciação progressiva, da reconciliação integradora e da repetição multicontextual — conforme a TAS — aliados às estratégias de design instrucional da TCAM. Além de facilitar a compreensão de episódios históricos, esses materiais também contribuem para o desenvolvimento das habilidades de leitura e escrita, interpretação textual e compreensão crítica dos fatores sociais, culturais e históricos que influenciam a construção do conhecimento científico.

Para garantir a eficácia pedagógica das HQs, é fundamental que a construção do roteiro seja realizada com critério, respeitando os princípios narrativos e visuais próprios dessa linguagem. As falas, imagens e sequências devem ser planejadas com o propósito de mobilizar o conhecimento prévio dos estudantes e facilitar a conexão com novos conceitos, evitando a sobrecarga de informações ou a inclusão de elementos irrelevantes. A clareza, a concisão e a relevância do conteúdo são aspectos centrais para potencializar o impacto educativo das histórias em quadrinhos como recurso didático.

A fim de exemplificar a aplicação do referencial desenvolvido, apresentamos, no Quadro 5, uma síntese da integração entre a TCAM e a TAS, com exemplos concretos extraídos das HQs produzidas. O quadro destaca os caminhos sugeridos por Mayer e Moreno (1998) para evitar o chamado "processamento estranho", ou seja, a sobrecarga de informações que não contribuem para a aprendizagem. Esses

princípios foram adaptados e aplicados à linguagem dos quadrinhos, garantindo que a construção do material seja didática, envolvente e eficaz na transmissão de conceitos complexos. No quadro 7 descrevemos a integração, alinhada à linguagem das histórias em quadrinhos, a partir de tópicos de História da Ciência.

Quadro 7: Adaptação dos princípios cognitivos da TAS integrados a TCAM nos quadrinhos
Fonte: as autoras

			INTEGRAÇÃO TAS-TCAM	**APLICAÇÃO DA TCAM-TAS NAS HQ'S**
Reduzir o processamento estranho	**Coerência e sinalização**		Os princípios da coerência e da sinalização indicam que o material didático deve ser organizado de forma linear e estruturada, contendo pistas visuais ou textuais que orientem sua utilização. Informações relevantes devem ser destacadas, enquanto figuras e textos desnecessários devem ser excluídos, a fim de evitar distrações e facilitar a organização dos conceitos na estrutura cognitiva do estudante. O objetivo é promover a aquisição e a retenção do conhecimento de maneira eficaz. Para isso, é fundamental que o material esteja adequado ao nível de desenvolvimento intelectual dos Estudantes, ao mesmo tempo em que estimule a curiosidade e o interesse, despertando o desejo de aprender e explorar novos saberes.	As vinhetas são desenhadas com linhas contí indicar que o fato narrado ocorreu no passado, lembrança, e com linhas pontilhadas quando repres momento em tempo real. Essa escolha visual permite ao autor controlar a temporal da narrativa e deve ser cuidadosamente para garantir a coerência entre as cenas. É fundamental que as vinhetas estejam interligada lógica, evitando o chamado *processamento estran* é, a sobrecarga cognitiva causada por in desorganizadas ou desconexas. A construção dos quadrinhos deve funcionar quebra-cabeça claro, conciso e objetivo, sem abordar elementos essenciais, como o contexto retratado. Os recursos visuais podem sinalizar informaçõe estão explícitas no texto, despertando a curio estudante e incentivando pesquisas complemen aprofundem sua compreensão do tema.
	Contiguidade	**Espacial**	As palavras e imagens são apresentadas próximas umas das outras, com o objetivo de captar a atenção do leitor de forma a procurar no material as informações relevantes ao entendimento da história a ser lida.	Os tipos de balões de fala devem estar alinhados à das histórias em quadrinhos de forma clara permitindo ao leitor identificar facilmente qual pe está se expressando, evitando, assim, conf interpretação do texto. A mensagem verbal deve acompanhar as express dos personagens envolvidos na cena, suge posicionamento emocional ou opinião em relaçã narrado.
		Temporal	As imagens e as palavras devem ser apresentadas de forma simultânea, a fim de favorecer a construção do conhecimento. A ausência de conexão entre esses elementos compromete a compreensão e pode dificultar significativamente o processo de aprendizagem.	A linguagem das histórias em quadrinhos integ imagem em uma única vinheta, podendo, inclusi apenas imagens sem o acompanhamento de palav Isso ocorre porque certos elementos vis suficientemente reconhecíveis e compreensíveis dispensando explicações adicionais. Um exemplo disso é o uso de metáforas visuais, que transmitir conceitos de forma simbólica e enriquecendo a narrativa sem sobrecarregar o informações textuais.

Em relação às linhas das vinhetas, o professor pode, por interesse didático, utilizar vinhetas com linhas pontilhadas como recurso para retomar conhecimentos disciplinares escolares e promover a reconciliação integradora. Essas vinhetas não fazem parte direta da narrativa principal nem alteram o curso da história, mas têm a função de resgatar conceitos ou ideias que poderiam passar despercebidos ou que merecem aprofundamento. Por exemplo, podem ser inseridas informações adicionais como teorias, fórmulas ou notas históricas, contribuindo para ampliar a compreensão do conteúdo e estabelecer conexões significativas com o tema abordado.

Por fim, em relação ao quadro 5, destacamos a importância da escolha criteriosa dos elementos visuais e narrativos, assegurando que cada quadro e sequência de imagens estejam de acordo com os objetivos pedagógicos propostos. Essa coerência entre as imagens e o conteúdo é essencial para que a narrativa em quadrinhos se mantenha acessível, significativa e motivadora para os estudantes, despertando sua curiosidade e promovendo uma aprendizagem mais autônoma, crítica e reflexiva. O potencial das HQs como ferramenta educativa reside justamente em sua capacidade de articular múltiplas linguagens — verbal, visual e simbólica — de maneira integrada, favorecendo diferentes estilos de aprendizagem e ampliando o alcance dos conhecimentos disciplinares escolares ensinados.

Visando situar o leitor quanto à continuidade temporal dos eventos, optamos por iniciar as tirinhas (Figura 99) com a apresentação do contexto histórico vivido por Galileu Galilei, ambientando-o na época da Renascença — um período crucial para o desenvolvimento da ciência, da filosofia e da cultura ocidental. A Renascença, que se estendeu aproximadamente do século XIV ao XVII, caracterizou-se por uma profunda renovação cultural e intelectual na Europa, marcada pelo ressurgimento das artes e das ciências, bem como pela redescoberta e valorização dos conhecimentos da Antiguidade Clássica.

Esse período promoveu uma nova forma de pensar e interpretar o mundo, na qual a observação empírica e a experimentação científica passaram a ocupar um papel central, provocando transformações significativas na produção e disseminação do conhecimento. Ao ambientar a narrativa nesse momento histórico, pretendemos contextualizar as descobertas de Galileu não como eventos isolados, mas como parte de um movimento cultural mais amplo que redefiniu os rumos da ciência moderna.

Entretanto, durante a construção das tirinhas, observamos que o excesso de texto — tanto nas legendas quanto nos balões de fala — pode gerar sobrecarga

cognitiva e comprometer a clareza da narrativa. Quando uma vinheta contém um volume excessivo de palavras, o material tende a se tornar denso e visualmente desinteressante, o que pode afetar negativamente a compreensão e o engajamento do leitor.

Para mitigar esse risco e evitar o chamado *processamento estranho*, optamos por utilizar, em algumas situações, vinhetas exclusivamente visuais, sem texto, como é o caso da vinheta 5, na figura 101, que aparece apenas a representação da Monalisa, famosa obra de arte pintada por Leonardo da Vinci, em 1503.

Essa escolha visa equilibrar a carga informacional com a narrativa visual, facilitando a assimilação de conceitos históricos e científicos por meio de recursos icônicos, ao mesmo tempo em que preserva a coerência e a atratividade da história em quadrinhos. Além disso, essa estratégia contribui para o desenvolvimento da leitura de imagens, uma habilidade essencial na cultura contemporânea, cada vez mais marcada pela comunicação visual.

Figura 101: Apresentação do momento histórico/cultural vivenciado por Galileu Galilei



Fonte: as autoras

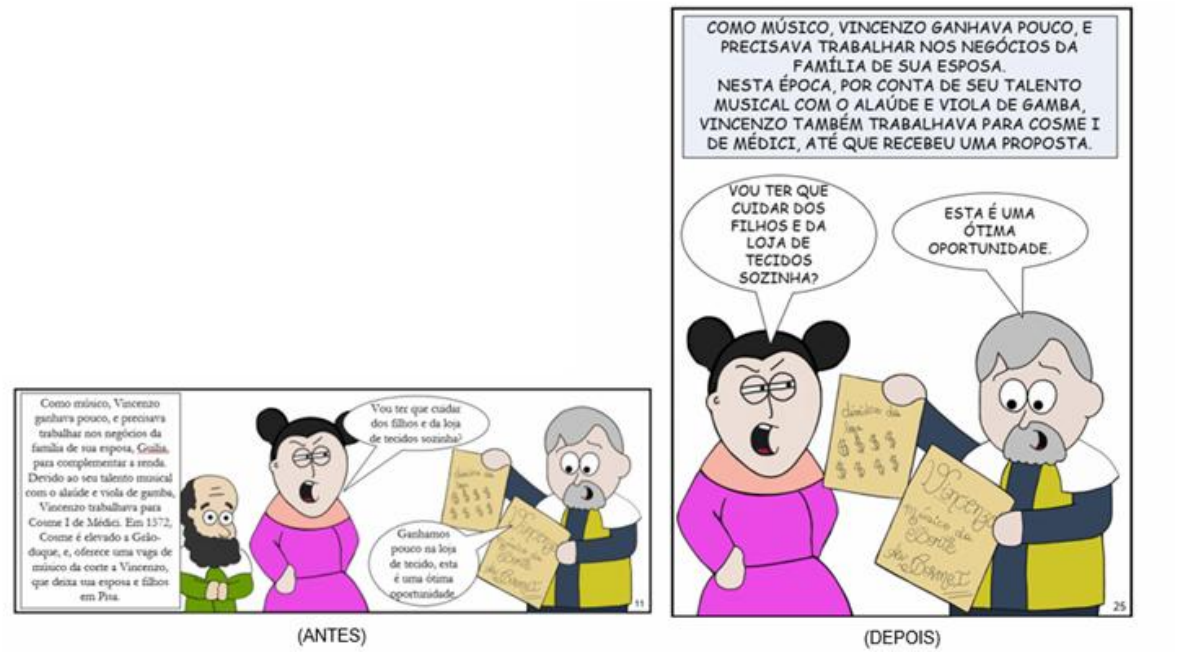
Por conta disto, optamos por reestruturar a maioria dos quadrinhos, aumentando a quantidade de vinhetas para diminuir a de textos, ou então, aumentar seu tamanho, de forma a ficar visualmente mais interessante, e assim, evitar o processamento estranho, além de destacar imagens como a representação da

Monalisa, aguçando a curiosidade do leitor para buscar sobre o momento histórico da Renascença Italiana.

Sendo assim, conforme interesse do professor, esta vinheta pode ser aberta em outras, explicando os tópicos apresentados, como por exemplo, o que foi a Renascença Italiana ao serem inseridas em aulas de História.

Na figura 102, os desenhos sinalizam pistas do que está acontecendo na vida de Galilei, como pode-se observar em uma das cartas que Vicenzo mostra a Giulia, no qual está lhe mostrando que a loja possui muitas dívidas (papel com vários cifrões), e, que para ajudar financeiramente, ele aceita o convite de músico da corte (papel em sua outra mão).

Figura 102: Discussão sobre contexto familiar de Galileu Galilei antes e depois da reestruturação



Fonte: as autoras

Na primeira versão, as letras estavam menores, e, a legenda continha uma maior quantidade de palavras, o que poderia dificultar a leitura e a compreensão. Além disto, havia uma maior dificuldade na leitura das cartas que estão na mão do pai de Galileu. Ao aumentar a vinheta, deixando apenas ela em primeiro plano, pode-se diminuir a quantidade de texto e aumentar o tamanho da letra, tanto da legenda, como dos balões de fala, como propriamente, das cartas em suas mãos.

Além das pistas visuais relacionadas à contiguidade temporal, é fundamental que as vinhetas estejam interligadas de maneira lógica tanto em relação ao tempo quanto à progressão da história. Para isto, é preciso evitar saltos bruscos entre diálogos ou ações, pois pode comprometer a coesão narrativa e gerar confusão no leitor.

Como apresentado no quadro 7, os quadrinhos devem ser concebidos como um quebra-cabeça, no qual a retirada ou má colocação de uma peça — ou vinheta — pode comprometer o entendimento global da narrativa. Cada quadro precisa dar continuidade à ação anterior e preparar o leitor para o que virá a seguir, respeitando a fluidez da leitura e o encadeamento dos eventos.

Quadro 8: apresentação do processo essencial integrado a aplicação da TAS e TCAM nos quadrinhos

		INTEGRAÇÃO TAS-TCAM	**APLICAÇÃO DA TCAM-TAS NAS HQ'S**
e r e n c i a r o p r o c e s s o e s s e n c i a l	**S e g m e n t a ç ã o**	O material multimídia, quando apresentado de forma segmentada, tende a ter maior potencial de promover a aprendizagem do que quando exposto de maneira contínua e integral. Essa organização em etapas permite que o estudante avance gradualmente, conforme sua interação com o conteúdo, respeitando seu ritmo de assimilação e favorecendo uma construção mais sólida e significativa do conhecimento.	As HQ's são organizadas em etapas de apresentação do conteúdo, o que possibilita ao estudante familiarizar-se gradualmente com o personagem e sua trajetória ao longo das páginas. Essa estrutura favorece a percepção da evolução linear do protagonista com o passar dos anos, permitindo também identificar as influências externas que o afetam em cada momento da narrativa. O leitor acompanha não apenas os eventos históricos, mas também os contextos sociais e culturais que moldam as ações e decisões do personagem, promovendo uma leitura mais contextualizada e reflexiva.
	ré-form ação	Os estudantes aprendem de forma significativa quando já possuem um conhecimento prévio sobre o assunto a ser estudado. Desta forma, é possível realizar um levantamento destes conhecimentos com a turma, ou, uma apresentação inicial do tema a ser estudado	Antes de iniciar a leitura, o professor pode realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema a ser estudado, conforme a abordagem histórica definida no material, para que haja uma melhor compreensão da construção do conhecimento referente à época em estudo.

Fonte: as autoras

Esse cuidado garante que a narrativa permaneça clara, envolvente e eficaz como recurso pedagógico.

No Quadro 8, apresentamos as etapas que estruturam esse processo essencial, ou seja, os segmentos que favorecem uma aprendizagem mais significativa por meio da divisão lógica e da organização intencional do material.

Essas etapas foram elaboradas com base nos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia e da Teoria da Aprendizagem Significativa, buscando orientar o docente quanto ao planejamento, elaboração e aplicação das HQs como ferramenta educacional. Ao seguir essas diretrizes, o professor pode otimizar o impacto das histórias em quadrinhos na sala de aula, promovendo uma melhor assimilação dos conhecimentos disciplinares escolares por parte dos estudantes.

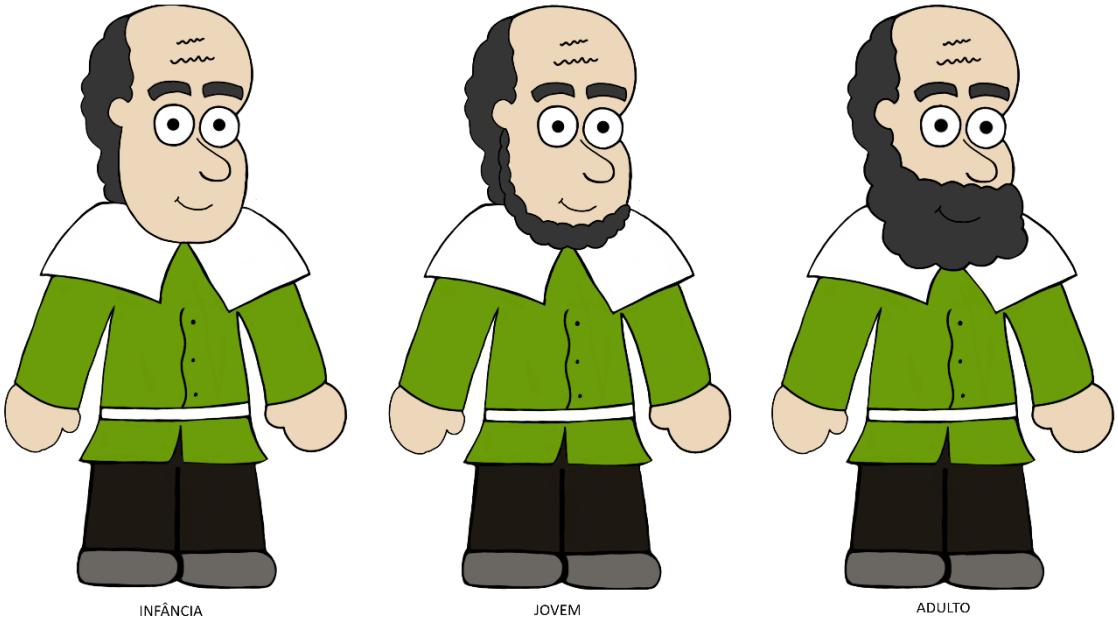
O processamento essencial leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes. Para iniciar a leitura, é recomendável que o professor realize um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema que será abordado. Essa etapa inicial é fundamental para identificar concepções já existentes, possíveis lacunas de compreensão e o grau de familiaridade dos Estudantes com o contexto histórico apresentado no material. Ao considerar a abordagem histórica definida na narrativa, o professor poderá planejar estratégias mais eficazes para ativar esses conhecimentos prévios, favorecendo uma assimilação mais significativa dos novos conhecimentos disciplinares escolares.

Além disso, esse momento de sondagem pode ser realizado por meio de discussões orientadas, perguntas-problema, análise de imagens ou até mesmo a leitura de textos curtos introdutórios. Tais estratégias possibilitam que os estudantes participem ativamente do processo, desenvolvendo maior autonomia intelectual e engajamento com a proposta pedagógica apresentada pelas histórias em quadrinhos.

Em acordo com a TCAM, o processamento essencial leva em consideração esses conhecimentos prévios dos estudantes. Em relação as HQ’s, para iniciar a leitura, o professor pode aplicar um questionário introdutório sobre o tema ou utilizar recursos didáticos, como o brainstorm, para realizar o levantamento desses conhecimentos sobre Galileu.

Além dos aspectos científicos, é possível observar, na Figura 103, etapas distintas de apresentação de Galileu: em sua infância (sem a barba) juventude (pouca barba) e fase adulta, com a barba completa.

Figura 103: representação das fases da vida de Galileu Galilei



Fonte: as autoras

Para representar essa passagem temporal após sua vida adulta, optamos por alterar a cor de seu cabelo — do escuro ao grisalho — evidenciando características visuais associadas à idade do personagem. Esta representação está na figura abaixo.

Figura 104: representação da passagem temporal



Fonte: as autoras

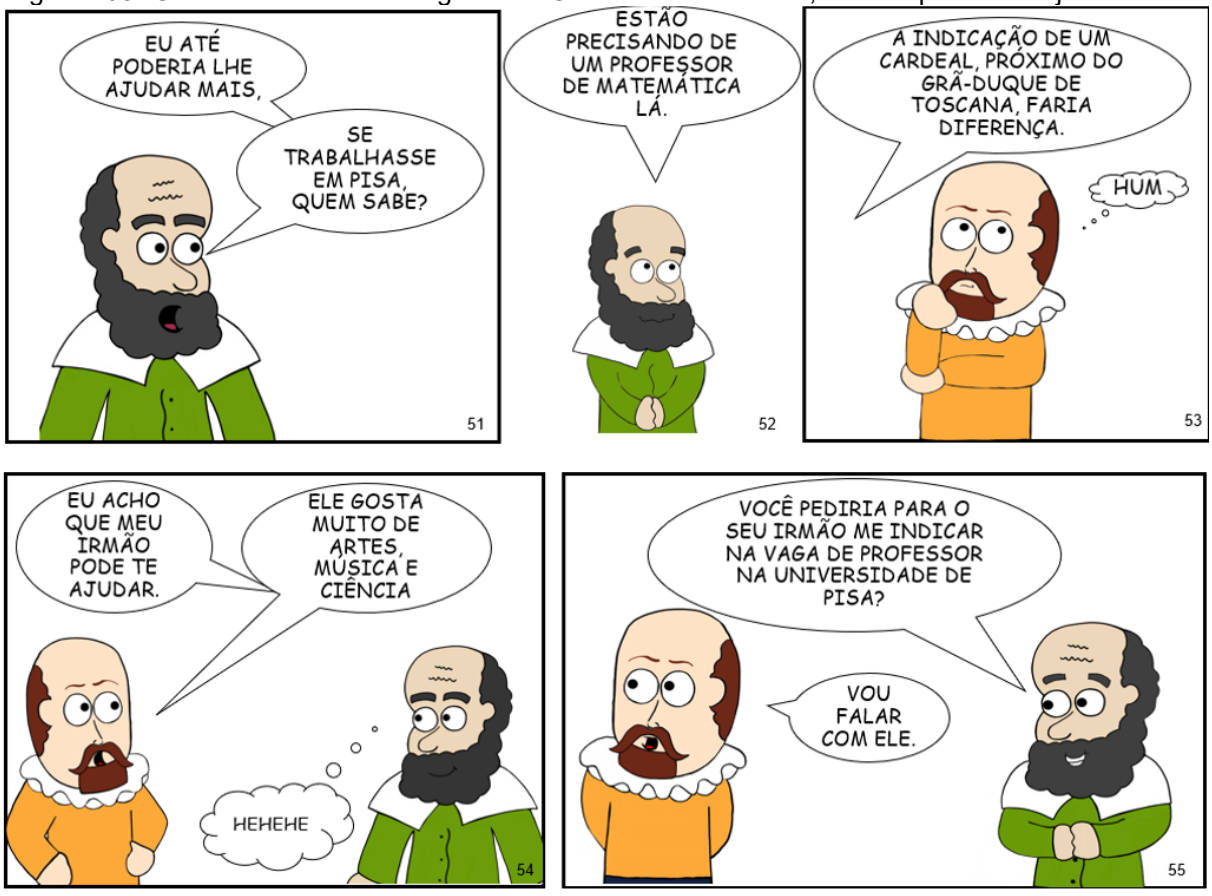
Dessa forma, buscamos apresentar o contexto histórico de maneira linear, facilitando a compreensão da evolução cronológica dos eventos.

Além disso, o processamento essencial prevê a apresentação dos personagens que compõem a história antes de sua efetiva participação nos acontecimentos, como pode ser observado nos quadrinhos da Figura 103, quando Galileu viaja a Roma e encontra o Padre Clávio e, posteriormente, ao retornar para casa, conhece Guidobaldo del Monte, com quem estabelece uma grande amizade.

Esta relação com Guidobaldo Del Monte teve papel decisivo na vida acadêmica de Galileu e, por meio da influência de seu irmão, o cardeal Del Monte, ajudou na sua contratação como professor na Universidade de Pisa. Esta ajuda, fica evidente na figura 105, no qual temos Galileu conversando com Guidobaldo na vinheta 56, e, a sequência narrativa de Guidobaldo conversando com seu irmão, o Cardeal Del Monte, que por sua vez, intercede ao Grão-duque, no qual, teria este poder de nomear alguém a cátedra, na Universidade de Pisa.

Essa intervenção externa evidencia como as oportunidades científicas, especialmente no período renascentista, estavam profundamente entrelaçadas com redes de influência e prestígio social.

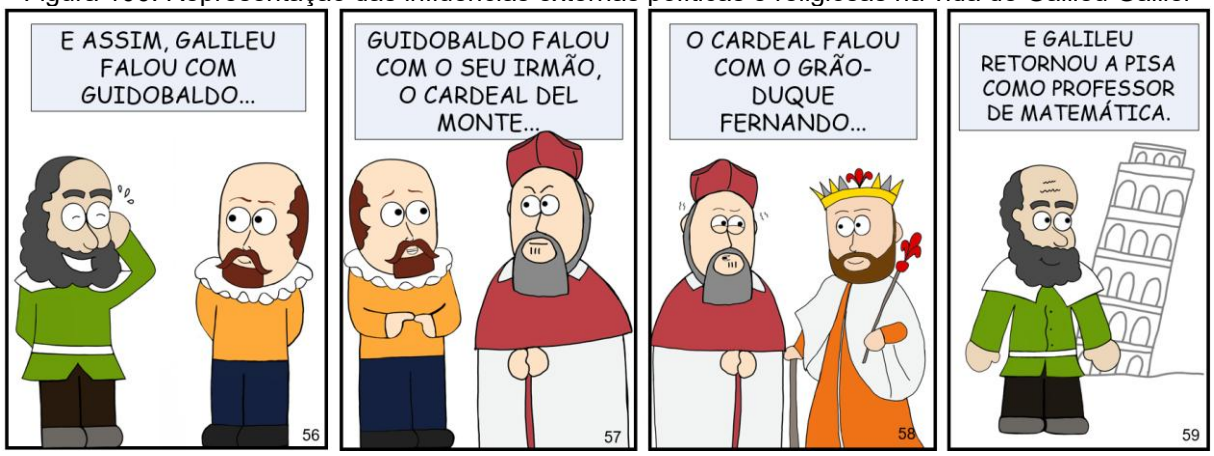
Figura 105: Galilei conhecendo o engenheiro Guidobaldo del Monte, em sua primeira viajem à Roma



Fonte: as autoras

Com base na figura 106, podemos observar a influência de agentes externos na trajetória acadêmica e profissional de Galileu Galilei. Nesta etapa, o professor pode destacar aos estudantes como os fatores sociais, políticos e interpessoais foram determinantes no desenvolvimento em sua carreira científica. Refletir sobre esses aspectos, permite aos estudantes compreenderem que a ciência não avança isoladamente, mas está inserida em um contexto histórico amplo, permeado por relações de poder, alianças e interesses diversos.

Figura 106: Representação das influências externas políticas e religiosas na vida de Galileu Galilei



Fonte: as autoras

A nomeação de Galileu na Universidade de Pisa é representada na vinheta 59, onde o estudante pode identificar elementos da linguagem visual que remetem ao contexto geográfico e histórico, como a presença da icônica Torre de Pisa ao fundo. Esse recurso visual não apenas situa espacialmente o acontecimento, mas também estimula a leitura crítica e integrada dos diferentes modos de representação presentes na história em quadrinhos.

A conquista dessa vaga foi um marco na trajetória de Galileu, pois lhe proporcionou contato com professores e debates acadêmicos centrados nas teorias aristotélicas, que dominavam o pensamento científico da época. Essa convivência intelectual, somada ao olhar investigativo do cientista, desencadeou reflexões fundamentais sobre a queda dos corpos, originando o conhecido — e muitas vezes romantizado — episódio da queda simultânea de esferas do alto da Torre de Pisa, frequentemente reproduzido em livros didáticos, mas, que não tem evidência oficial alguma.

Esse episódio é retomado na figura 107, permitindo ao professor discutir com os Estudantes a relação entre concepções errôneas e a realidade na história da ciência, além de promover uma leitura crítica sobre como determinados eventos são representados e perpetuados no ensino tradicional (Silva, 2018).

Figura 107: ilustração de um livro didático de Física, apresentando o experimento na torre de Pisa

Além do movimento natural, Aristóteles reconhecia outro tipo de movimento, o movimento violento ou forçado, um movimento imposto por agentes externos que ocorreria se um corpo fosse afastado de seu lugar natural. Uma pedra lançada para o alto tenderia a cair, retornando ao seu lugar natural, assim que deixasse de existir o efeito do agente que a impulsionou.

Adotando novas maneiras de analisar os fenômenos, Galileu Galilei fez descobertas importantes no campo da Física e da Astronomia. Estabeleceu a lei da queda dos corpos, dizendo que, quando um corpo cai livremente, isto é, livre dos efeitos da resistência do ar, sua aceleração é constante. Essa aceleração é a mesma para todos os corpos que caem livremente, leves ou pesados, grandes ou pequenos. Conta-se que, para estudar a queda dos corpos, Galileu teria deixado cair objetos da torre de Pisa (**fig. 3.24**), na Itália. Na verdade, ele analisou a queda de corpos ao longo de planos inclinados, o que possibilitava o estudo de movimentos mais lentos que a queda vertical.

Veja no exemplo seguinte como estabelecer o sinal da aceleração escalar em um movimento vertical nas proximidades da superfície terrestre.



ROBERT HOETINK/ALAMY/GLOW IMAGES

Figura 3.24 Torre de Pisa, Itália, 2011. A cidade de Pisa atingiu seu apogeu nos séculos XII e XIII e foi um dos mais importantes centros comerciais e de navegação do Mediterrâneo.

Fonte: Torres et al, 2013

Além do experimento, também chamamos a atenção para um marco importante na apresentação histórica: o encontro de Galileu com a luneta, ilustrado na Figura106.

Nesse momento, destacamos a influência externa exercida por uma carta enviada por seu amigo Paolo Sarpi, na qual se relatava a existência de um aparato capaz de permitir a observação de objetos distantes.

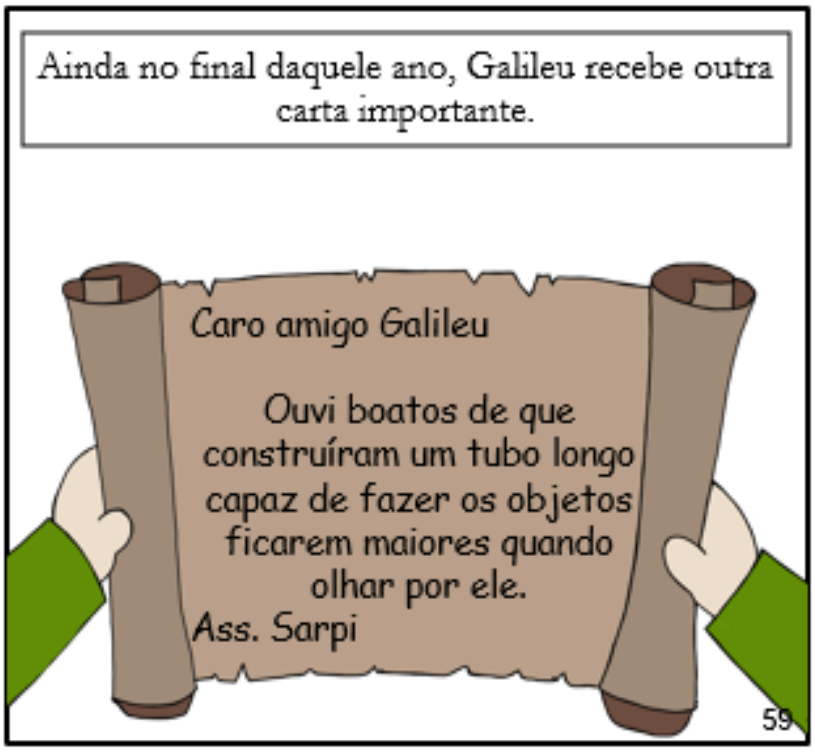
Embora Galileu não tenha sido seu inventor, é comum encontrar em livros didáticos a afirmação equivocada de que ele o foi. Diante disso, cabe ao professor esclarecer que, apesar de não ter criado a luneta, o encontro de Galileu com esse

aparato desempenhou um papel crucial no desenvolvimento da observação astronômica.

É importante também que se dê o devido crédito ao optometrista Hans Lippershey, a quem é atribuída a invenção do instrumento. No entanto, deve-se destacar que os primeiros modelos construídos por ele eram bastante rudimentares, especialmente quando comparados às versões posteriormente aperfeiçoadas por Galileu.

Este episódio figura como um dos acontecimentos mais significativos na trajetória de Galileu. Ressaltamos, ainda, que há divergências nos relatos históricos sobre esse episódio, com algumas fontes afirmando que o cientista adquiriu o instrumento na Holanda, enquanto outras mencionam Veneza como local da compra.

Figura 108: Carta recebida pelo cientista sobre um aparato na Holanda



Fonte: as autoras

Por conta disso, o professor precisa ter cautela ao abordar aspectos históricos durante a elaboração do roteiro, recorrendo a textos de fontes confiáveis, produzidos por historiadores da ciência. Portanto, embora Galileu Galilei não tenha inventado a luneta, suas contribuições foram fundamentais para a evolução científica.

Suas observações revolucionaram a compreensão do cosmo e lançaram as bases para a ciência moderna. O professor pode se valer desse argumento para

intervir no que Ausubel chama de “processamento essencial da pré-formação”, pois muitos estudantes chegam à sala de aula com a ideia equivocada de que Galileu foi o inventor do instrumento.

Com base nas imagens, as histórias em quadrinhos com enfoque biográfico podem ser utilizadas para atribuir um novo significado ao conteúdo para os estudantes. Um exemplo disso é a Figura 109, que evidencia que cientistas não são necessariamente pessoas com inteligência “superior” — ideia muitas vezes difundida pela mídia, que costuma reforçar estereótipos como o do cientista de jaleco, isolado em um laboratório.

Figura 109: discussão de uma visão contemporânea da ciência



Fonte: as autoras

Por conta disso, apresentamos nos quadrinhos o relato histórico do aprimoramento da luneta, no qual, por meio de um processo baseado em tentativa e erro, Galileu desmontou o aparato com o objetivo de compreender seu funcionamento e encontrar maneiras de aperfeiçoá-lo. Para isso, poliu diversas esferas de vidro, buscando obter lentes com superfícies lisas, além de cortá-las em diferentes formatos, criando lentes côncavas e convexas (figura 108).

Optamos por representar os seus discípulos e outros colaboradores de forma genérica, sem rostos com formato definido. Esta escolha ocorreu devido ao fato de que apesar de terem um papel fundamental na história, a sua participação não teria afetado o curso da vida de Galileu, como ocorre com os outros personagens que estão caracterizados, como por exemplo, Guidobaldo del Monte e seu irmão, o Cardeal Del Monte, ambos representados na figura 110.

Figura 110: Galileu pedindo para que seus discípulos cortassem e polissem as esferas de vidro



Fonte: as autoras

Nesse momento, o professor pode aproveitar a oportunidade para realizar um levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre lentes esféricas e formação de imagens, estabelecendo uma ponte entre o conteúdo histórico e os conceitos de óptica geométrica.

No quadro 9, apresentamos o que Ausubel (2003) denomina processamento generativo. A partir da leitura dos quadrinhos, os estudantes começam a organizar os novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva, o que representa um momento crucial de integração e reestruturação conceitual.

Esse processo está diretamente relacionado à reconciliação integradora, também proposta por Ausubel, a qual permite que os estudantes conectem novas informações ao conhecimento pré-existente, facilitando tanto a assimilação quanto a retenção do conteúdo.

Quadro: 9: descrição da integração das teorias em relação ao processamento generativo

		INTEGRAÇÃO TAS-TCAM	APLICAÇÃO DA TCAM-TAS NAS HQ'S
romoverooprocessamentogenerativo	**ultimídia**	Seguindo o princípio da multimídia, a apresentação de um material composto por imagens torna-se mais significativa do que o uso exclusivo de textos, pois favorece a construção de conexões entre as imagens e os conceitos a serem estudados. Essa associação visual-verbal contribui para uma melhor organização das informações na estrutura cognitiva do estudante. O princípio da pré-formação destaca a importância de selecionar ou elaborar materiais com o objetivo de introduzir novas ideias de forma estruturada, considerando os conhecimentos prévios dos estudantes. Isso significa apresentar, desde o início, termos e características relevantes dos conceitos, permitindo que os estudantes desenvolvam familiaridade com os conhecimentos disciplinares escolares à medida que avançam na leitura e no estudo.	A utilização de histórias em quadrinhos tem se mostrado um recurso didático eficaz, pois facilita a assimilação do conhecimento pelos estudantes em comparação ao uso exclusivo de textos. Isso se deve ao fato de que os quadrinhos permitem que o novo conteúdo seja ancorado aos conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos estudantes. A combinação de linguagem visual e textual favorece esse processo, uma vez que as imagens destacam elementos que poderiam passar despercebidos em um texto tradicional — como, por exemplo, as influências externas envolvidas na construção do fazer científico.
	ersonaliza ção	É essencial que o estudante esteja familiarizado com a linguagem e o vocabulário utilizados no material de estudo. Caso contrário, o conteúdo pode perder o sentido, pois será difícil compreendê-lo plenamente. A simples memorização do texto, sem relacioná-lo aos conhecimentos prévios do estudante, impede a construção de um aprendizado significativo.	As HQ's, enquanto ferramenta pedagógica, possibilitam que o professor utilize uma linguagem mais acessível e informal, sem comprometer a construção do conhecimento científico. Também contribuem para o estímulo à leitura ao promover a reflexão sobre os conhecimentos disciplinares escolares abordados de maneira contextualizada.
	magem	Conforme o princípio da imagem, a aprendizagem torna-se mais eficaz quando os estudantes são expostos à presença de um personagem que atua como narrador dos acontecimentos. Esse recurso favorece a explicitação de informações que, de outra forma, poderiam permanecer implícitas ou demandar explicações adicionais, funcionando, assim, como um mediador na construção e na atribuição de significados	O narrador pode ser utilizado como recurso didático para veicular mensagens que demandam complementação, atuando como suporte à aprendizagem ao introduzir um subsunçor por meio de repetições multicontextuais. Essa estratégia favorece a assimilação de novos conhecimentos, ao possibilitar que a informação seja reinterpretada em diferentes contextos e, assim, ancorada de forma mais sólida à estrutura cognitiva preexistente do estudante.

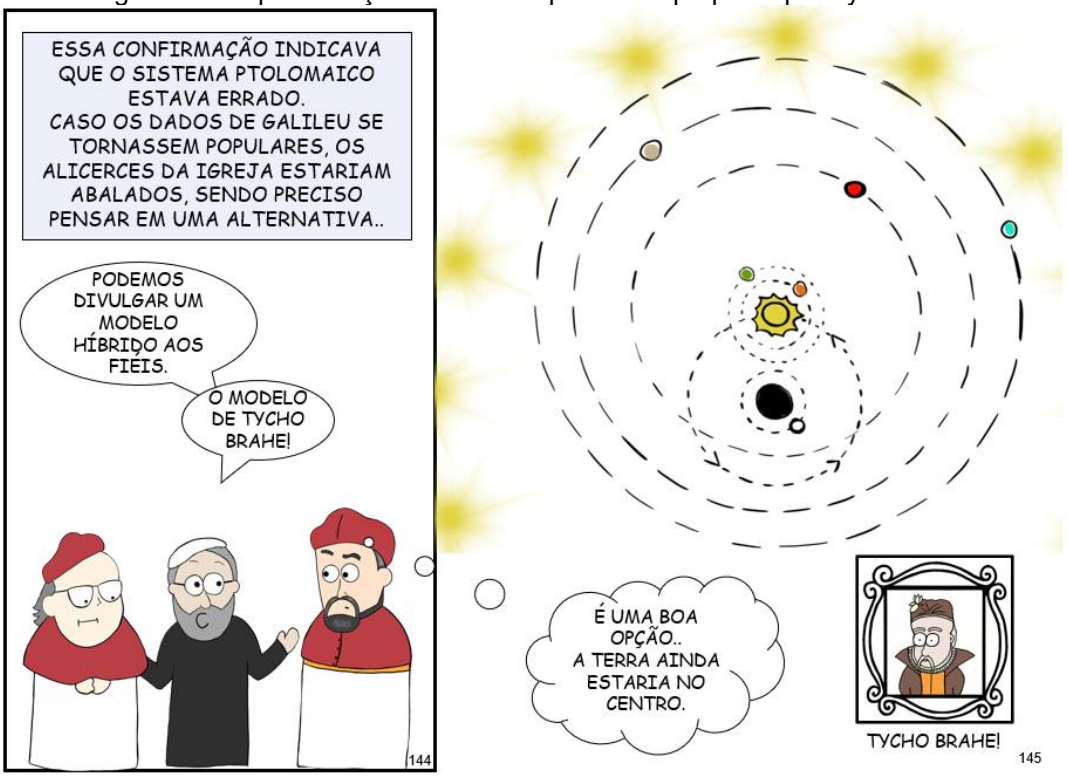
Fonte: as autoras

Trata-se de um mecanismo essencial para a promoção da aprendizagem significativa, por meio da qual os conceitos ensinados em aulas expositivas — como os de óptica, por exemplo — podem ser efetivamente internalizados.

No caso específico das lentes, pode-se destacar suas características ópticas, explicando por que Galileu utilizou lentes esféricas em sua luneta. Além disso, o ensino pode ser potencializado com a proposta de construção de uma luneta em sala de aula, transformando a experiência em uma atividade interdisciplinar e investigativa que une História da Ciência, Física e prática experimental.

Na Figura 111, observa-se na legenda uma referência ao sistema híbrido proposto pelo astrônomo Tycho Brahe. Tal modelo volta a ser abordado na vinheta 144, na qual representantes da Igreja Católica discutem esse sistema planetário. Com o intuito de promover a reconciliação integradora e auxiliar o estudante na retomada desse conceito, foi inserida, em sequência, uma representação visual do referido modelo. Visando evitar o processamento generativo excessivo, conforme estabelece o princípio da imagem, optou-se por complementar a ilustração com o retrato de Tycho Brahe, posicionado no canto inferior direito da composição, contribuindo assim para o reforço da associação entre o modelo planetário e seu proponente.

Figura 111: representação do sistema planetário proposto por Tycho Brahe

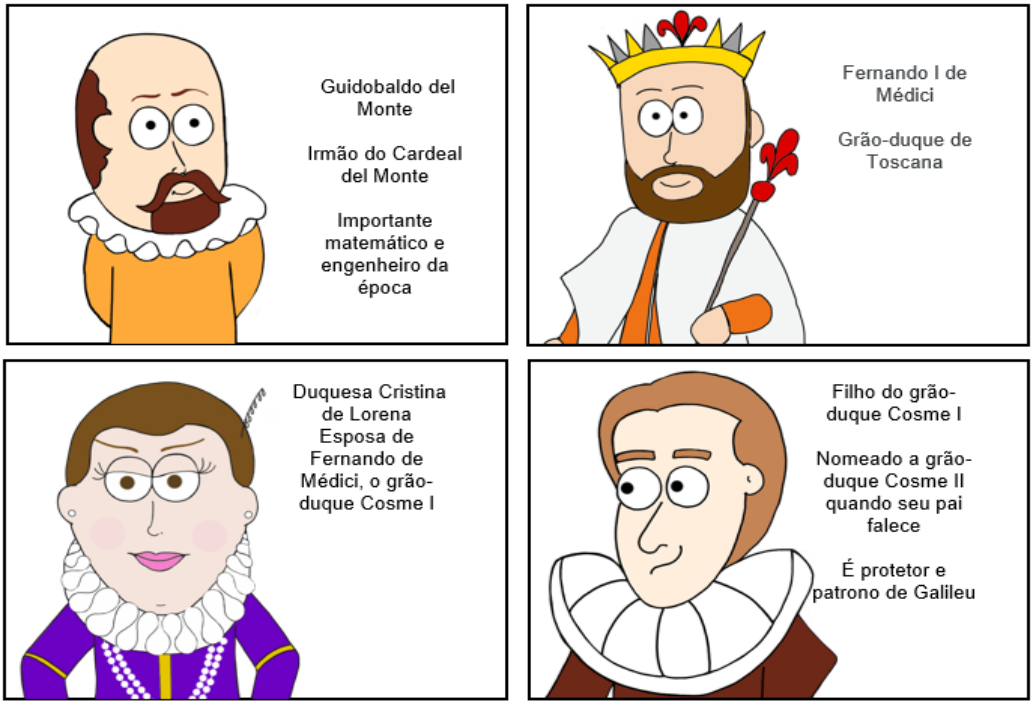


Fonte: as autoras

Neste momento, o professor pode promover uma comparação entre os três modelos planetários — o geocêntrico, o heliocêntrico e o híbrido — destacando suas principais diferenças, os contextos históricos em que foram propostos, bem como suas implicações científicas e ideológicas. O modelo híbrido, concebido por Tycho Brahe, pode ser apresentado como uma tentativa conciliatória entre o geocentrismo tradicional e as ideias heliocêntricas defendidas por Galileu Galilei.

No que se refere ao princípio da personalização, é fundamental que o professor, antes da mediação didática, verifique se os estudantes estão familiarizados com a linguagem das histórias em quadrinhos, bem como com os personagens que serão apresentados ao longo da narrativa. Tal familiaridade é essencial para que os Estudantes consigam atribuir significado aos elementos visuais e textuais, evitando rupturas na compreensão da sequência narrativa. Para isso, recomenda-se que o professor apresente previamente os personagens principais em quadrinhos específicos, acompanhados de uma breve contextualização de seu papel na história. Essa estratégia contribui para a construção de uma aprendizagem mais significativa, uma vez que promove a antecipação de informações relevantes e fortalece o engajamento cognitivo dos estudantes. Na figura a seguir, apresenta-se um exemplo dessa abordagem.

Figura 112: apresentação de personagens secundários



Fonte: as autoras

Dessa forma, a utilização de histórias em quadrinhos como recurso didático no ensino de ciências apresenta-se como uma estratégia pedagógica potencialmente eficiente, desde que seja planejada com intencionalidade e fundamentada em princípios teóricos consistentes. A personalização, a reconciliação integradora, o princípio da imagem e o uso de subsunçores multicontextuais são aspectos centrais que favorecem a aprendizagem significativa, conforme proposto por autores como David Ausubel e Richard Mayer.

No entanto, a mediação docente, nesse contexto, é indispensável, pois cabe ao professor diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes, apresentar os personagens e contextualizar os modelos científicos representados nas HQs, garantindo que o conteúdo seja compreendido de forma coerente, crítica e integrada.

6.3 O processo criativo na elaboração das Histórias em Quadrinhos

Após a revisão da literatura acerca da linguagem dos quadrinhos e a elaboração do roteiro com base em um texto histórico sobre a vida e a obra de Galileu Galilei, iniciou-se o processo criativo da produção visual, desenvolvido por meio de ilustrações autorais. Para tal, foram utilizados como recursos tecnológicos: um tablet gráfico, caneta digital e um aplicativo especializado em desenho. A metodologia criativa adotada seguiu os seis estágios propostos por McCloud (1995, p. 176), os quais compreendem: (1) a ideia ou propósito, (2) a forma, (3) o idioma, (4) a estrutura narrativa dos quadrinhos, (5) a habilidade técnica e (6) a superfície.

Dentre esses, os dois primeiros são considerados os mais determinantes, uma vez que é a partir deles que se delineiam os fundamentos conceituais da obra e a escolha estética da representação gráfica. Segundo McCloud (1995, p. 179), é nesse estágio inicial que o autor começa a explorar profundamente a forma artística, compreendendo suas possibilidades expressivas e definindo os caminhos visuais que melhor servirão à construção dos personagens, cenários e atmosferas narrativas.

Assim, buscamos inspiração em outros artistas[13] e estilos para desenvolver os personagens e cenários, enfrentando o desafio de aprender a desenhar especificamente para este trabalho de doutorado, após um período de aprimoramento durante o mestrado (Silva, 2018). Nesse estágio, nossa ideia era transformar o texto

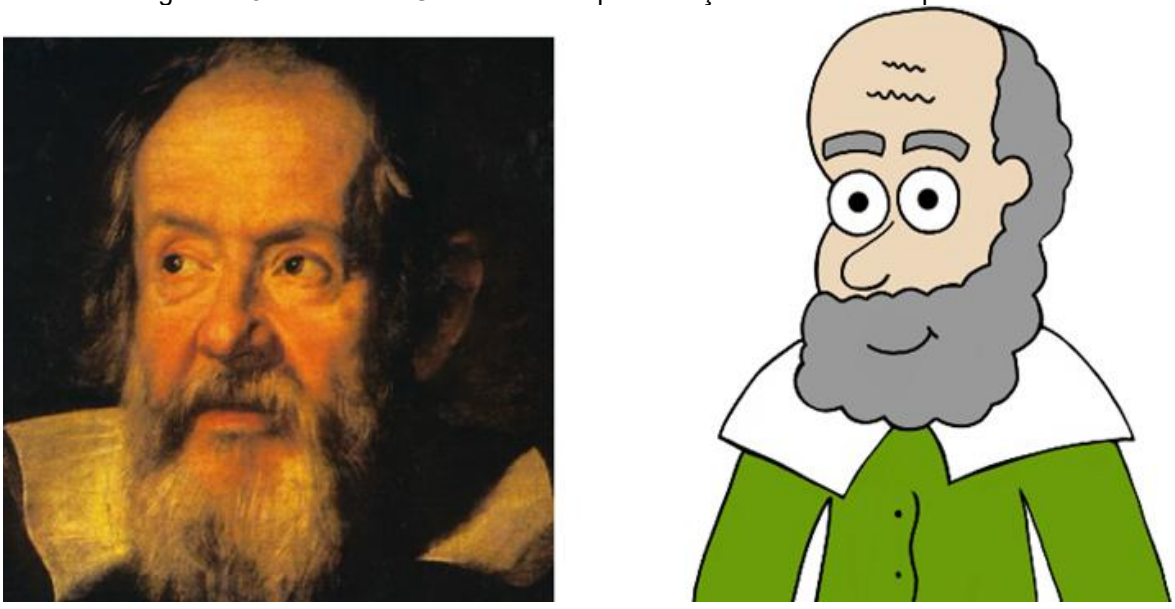
[13] Um destes artistas, foi o designer gráfico Carlos Ruas, conhecido pelas webcomics Um sábado qualquer, disponível em: https://www.umsabadoqualquer.com/.

histórico em quadrinhos, e a forma envolvia definir os traços dos personagens. Para alcançar esse objetivo, procuramos referências visuais na internet e adaptamos suas características ao estilo dos quadrinhos. Esse processo incluiu a criação de esboços iniciais e a experimentação com diferentes estilos artísticos até encontrar aquele que melhor se alinhava com o tema histórico e o formato dos quadrinhos.

Durante o processo de criação, buscou-se capturar a essência dos personagens e dos eventos históricos representados, ao mesmo tempo em que se ajustava o estilo gráfico de modo a torná-lo simultaneamente representativo e acessível ao público-alvo. A proposta estética foi cuidadosamente pensada para equilibrar a fidelidade histórica com a clareza comunicativa, assegurando que os elementos visuais empregados contribuíssem para a ambientação da narrativa no tempo e espaço adequados. Assim, foram incorporados recursos gráficos que remetessem ao contexto histórico de Galileu Galilei, sem comprometer a legibilidade e a eficácia da comunicação visual, aspectos essenciais para garantir a compreensão e o engajamento do leitor no processo de aprendizagem.

Na figura 113r, apresenta-se, à esquerda, um retrato histórico de Galileu Galilei, conforme registrado por Grego e Mannion (2010, p. 1) em seu livro, e, à direita, sua correspondente representação na linguagem dos quadrinhos.

Figura 113: Retrato de Galileu e sua representação na versão de quadrinhos



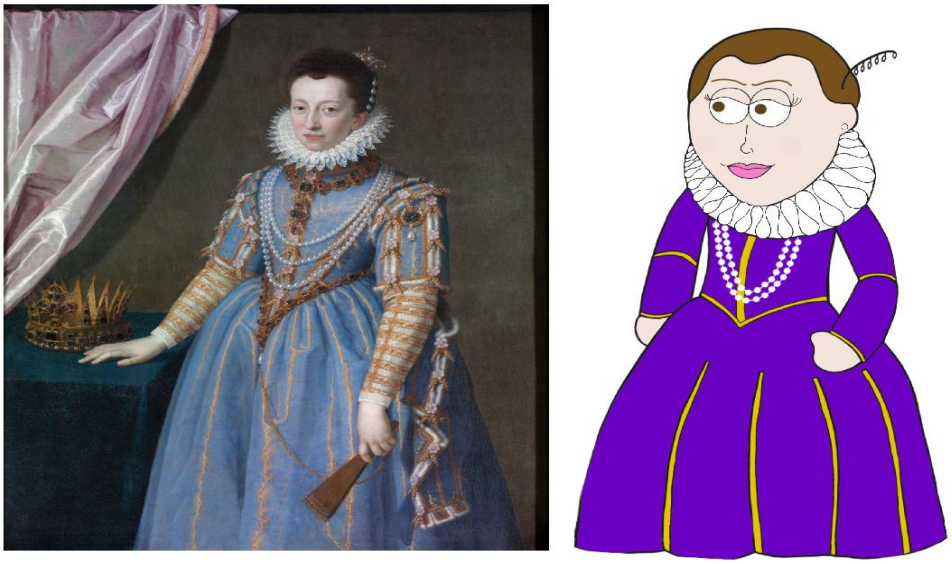
Fonte: Grego e Mannion (2010) e as autoras

Essa comparação ilustra o processo artístico visual adotado, no qual buscamos preservar a fidelidade histórica ao mesmo tempo em que se exploramos os recursos expressivos próprios da arte sequencial dos quadrinhos. A adaptação foi realizada de modo a manter elementos essenciais da iconografia de Galileu, figura 113, como vestimentas e características faciais, de forma que o leitor identificasse o personagem com clareza e facilidade.

Dessa forma, acreditamos que conseguimos criar uma representação estética envolvente, que contribui para a compreensão do conteúdo histórico por parte do público-alvo, especialmente em contextos educacionais.

Outros personagens historicamente relevantes também foram representados por meio do mesmo procedimento metodológico, a fim de assegurar coerência estética e rigor histórico ao material produzido. Um exemplo é a figura da duquesa Cristina de Lorena. Na imagem a seguir, apresenta-se, à esquerda, seu retrato oficial, pintado por Scipione Pulzone em 1590, e, à direita, sua adaptação para a linguagem dos quadrinhos, descrita na figura 114.

Figura 114: Retrato de Cristina de Lorena e sua representação na versão de quadrinhos



Fonte: Meisterdrucke, e, autoras

Em relação a Cristina de Lorena, destacamos o esforço em manter a semelhança na produção artística, diminuindo a quantidade de detalhes em suas vestimentas como uma forma de facilitar a produção dos desenhos, mas, ainda assim,

preservando de traços característicos da personagem — como vestimentas, postura e expressão —, ao mesmo tempo em que se adapta sua representação ao estilo gráfico adotado na narrativa

Quanto aos membros da Igreja Católica, como, também realizamos buscas de suas imagens em sites com enfoque teológico, como mostramos nas figuras 115 e 116, o que diz respeito à representação dos membros da Igreja Católica, como cardeais[14] e jesuítas[15], também foi adotado um procedimento de pesquisa iconográfica. Para tanto, foram consultadas fontes especializadas, incluindo acervos digitais e sites com ênfase em estudos teológicos e históricos, a fim de garantir uma representação visual condizente com os trajes, insígnias e características da época. As figuras 113 e 114, apresentadas a seguir, exemplificam esse processo, evidenciando a busca por fidelidade histórica aliada à adaptação gráfica necessária à linguagem dos quadrinhos.

Figura 115: Retrato do Cardeal Bellarmino e sua representação na versão de quadrinhos



Fonte: Á esquerda Comshalom, e, as autoras

Essa abordagem visa reforçar a autenticidade da narrativa, respeitando o contexto sociocultural e religioso em que os eventos ocorreram, além de contribuir

[14] São Roberto Belarmino. Disponível em: https://comshalom.org/sao-roberto-belarmino-rogai/. Acesso em julho de 2024.

[15] A companhia de Jesus. Disponível em: https://bibliot3ca.com/a-companhia-de-jesus/. Acesso em julho de 2024.

para a construção de um material didático visualmente informativo e pedagogicamente eficaz.

Figura 116: representação dos jesuítas e sua imagem



Fonte: Bibliot3ca e as autoras

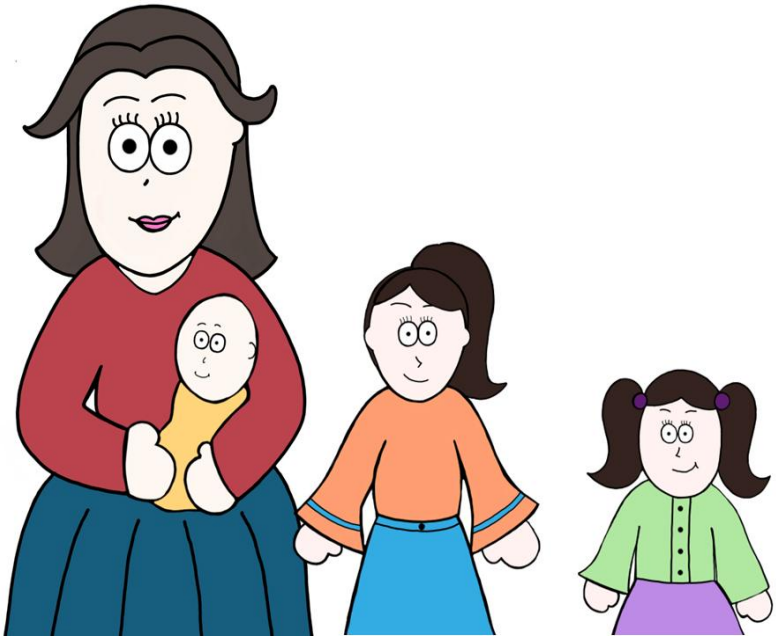
Considerando as limitações inerentes à linguagem gráfica dos quadrinhos, as representações visuais dos personagens históricos podem não alcançar o mesmo nível de fidelidade estética presente em retratos originais ou pinturas de época. Para minimizar possíveis dificuldades de identificação por parte dos leitores, optou-se por incluir, nas páginas iniciais da obra, vinhetas específicas contendo descrições breves dos personagens que compõem a narrativa. No caso de personagens secundários, como Estudantes e colaboradores de Galileu Galilei, suas representações foram concebidas a partir do processo criativo da autora, com base em indícios extraídos de obras historiográficas e artigos científicos consultados durante a elaboração do roteiro. Essa escolha visou evidenciar o caráter coletivo da produção do conhecimento científico, uma vez que diversas fontes mencionam a atuação de jovens pupilos junto ao cientista.

Tal decisão decorreu da inexistência de registros gráficos disponíveis em fontes digitais acessíveis. A composição visual da família de Galileu encontra-se representada na figura a seguir, evidenciando a dimensão humana e afetiva do cientista, aspecto considerado essencial na construção de uma narrativa histórica mais sensível e próxima da realidade dos estudantes da educação básica.

Desta forma, os personagens do círculo íntimo de Galileu, como sua companheira Marina Gamba e seus filhos — o bebê Vincenzo, a filha mais velha

Virginia (mais tarde conhecida como Maria Celeste) e a filha mais nova, Livia — também foram representados por meio de criações autorais. Esta representação está na figura 117.

Figura 117: desenho da família de Galileu Galilei



Fonte: as autoras

Após a definição da ideia central e da forma do desenho — conforme os dois primeiros estágios propostos por McCloud (1995), foram realizados estudos voltados à estruturação dos elementos formais dos quadrinhos, como os enquadramentos, os tipos de plano, a disposição dos diálogos e a variação dos tamanhos das vinhetas.

Inicialmente, delinearam-se as vinhetas, definindo-se a posição e o estilo dos balões de fala, bem como as legendas narrativas, para então proceder à inserção dos desenhos dos personagens e cenários.

Cada vinheta foi pensada conforme as indicações de McCloud quanto a intencionalidade de apresentação da mensagem visual, ou seja, elementos que precisavam ser mais explorados, ou ainda, que teriam mais evidência, estão em vinhetas maiores, com planos pensados de forma estratégica quanto a sua apresentação, como por exemplo, a vinheta 119, na figura 118.

Figura 118: anotações iniciais de Galileu Galilei



Fonte: as autoras

Na figura acima, como um todo, optamos por demonstrar as anotações iniciais de Galileu, tanto ao observar a lua, quanto ao observar o planeta Júpiter. Na vinheta 119, temos poucas anotações, nos quais, voltaram de maneira detalhada na imagem

Figura 119: momento em detalhamos as anotações de Galileu Galilei quanto as luas de Júpiter

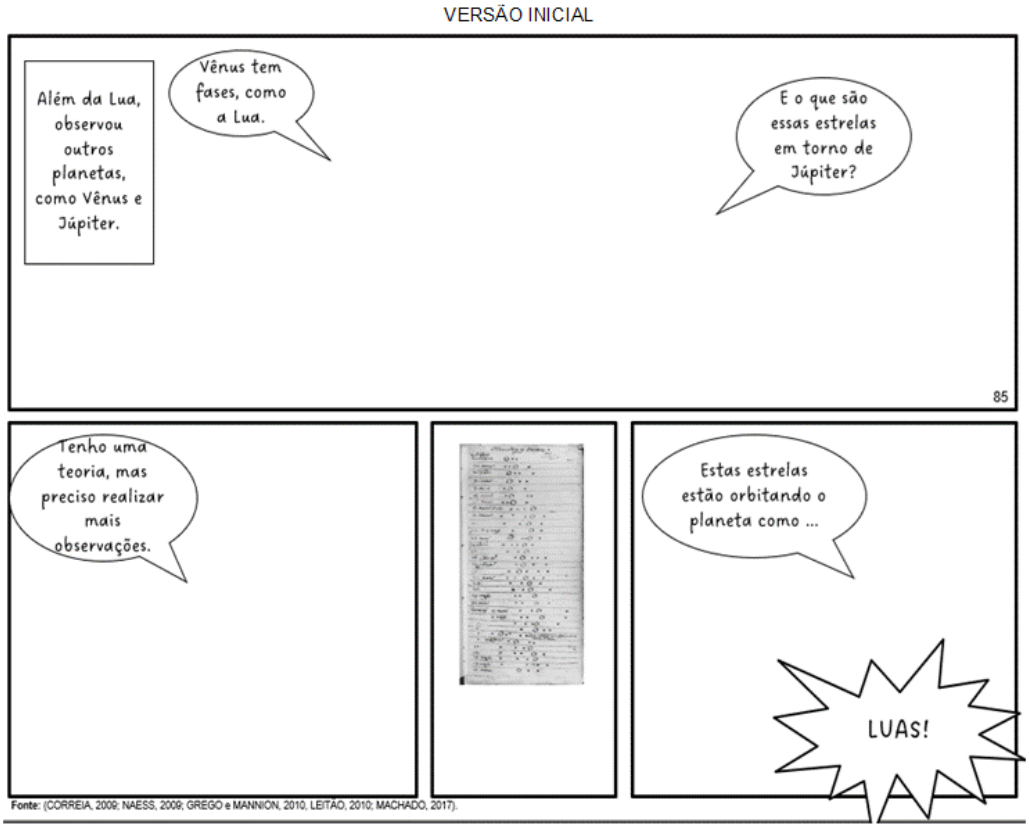


Fonte: as autoras

Essa etapa, em razão de sua complexidade e da intencionalidade em relação ao conteúdo a ser comunicado, revelou-se a mais extensa e trabalhosa de todo o processo de criação. Com frequência, as vinhetas eram concebidas inicialmente de uma determinada forma (como exemplificado na versão preliminar apresentada na figura 198), mas posteriormente reformuladas (figuras 120, no qual temos a versão final deste trecho da história) em função das demandas comunicativas do enredo e da necessidade de garantir a eficácia na transmissão da mensagem multimodal.

As alterações realizadas visaram, sobretudo, aprimorar relação entre os elementos visuais e textuais, assegurando que a integração entre linguagem verbal, não verbal e visual contribuísse para a construção do significado e para a promoção de uma aprendizagem significativa. A figura a seguir ilustra o desenvolvimento dessas vinhetas preliminares, nas quais foram utilizadas, como referências visuais e conceituais, colagens de trechos do texto histórico original e imagens obtidas em bancos digitais, com o intuito de manter coerência temática e rigor narrativo.

Figura 120: versão inicial das vinhetas

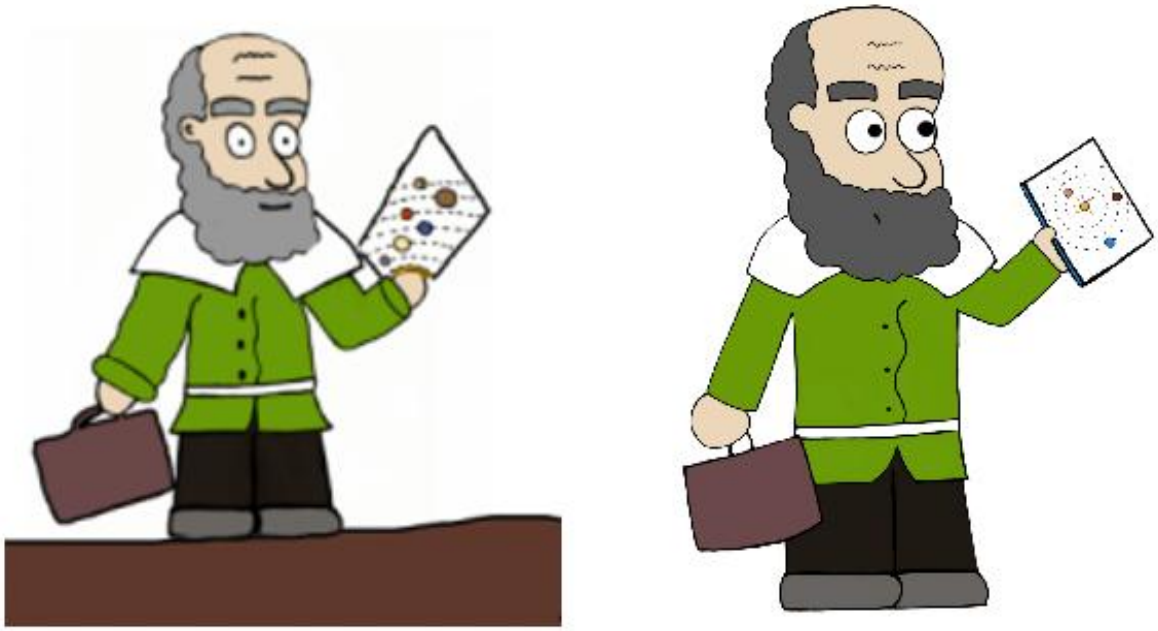


Fonte: as autoras

No que se refere à habilidade artística, chamamos a atenção do leitor quanto a um processo contínuo de aprimoramento ao longo do tempo, impulsionado tanto pela prática quanto por estudos na área da linguagem visual. Os primeiros esboços de personagens foram desenvolvidos ainda durante a elaboração do trabalho de mestrado, no ano de 2017, ocasião em que Galileu Galilei foi desenhado pela primeira vez.

Embora não fosse o personagem central à época — dado que o foco do trabalho recaía sobre a construção de um produto educacional voltado ao ensino da Teoria da Relatividade Restrita (Silva, 2018), utilizando a linguagem dos quadrinhos —, sua representação visual já indicava o início de uma trajetória criativa que seria posteriormente incentivada e expandida. A figura a seguir apresenta uma comparação entre a versão inicial de Galileu, concebida durante o mestrado, e a versão atual, demonstrando a evolução gráfica e estilística do traço da autora ao longo da construção das histórias em quadrinhos e, que ainda está em constante formação.

Figura 121: Representação de Galileu no mestrado versus no doutorado



Fonte: as autoras

Por fim, contemplamos o sexto e último estágio descrito por McCloud (1995), que se refere à materialização do roteiro da história em linguagem visual. Trata-se da etapa em que a narrativa concebida no plano mental do autor é transposta graficamente, seguindo o fluxo criativo que, nas palavras do próprio autor, 'segue da mente para a mão, pro papel, pro olho, pra mente' (McCloud, 1995, p. 201), no qual

fazemos referência entre o percurso criativo ao percurso da criação, e recepção pelo leitor. McCloud destaca que os quadrinhos imaginados pelo autor jamais serão percebidos de forma idêntica por outras pessoas, razão pela qual o roteiro assume papel central no processo de criação.

Quando elaborado com clareza, riqueza de detalhes e precisão informativa, o roteiro contribui significativamente para a fluidez da narrativa e para a efetividade comunicativa da arte sequencial, favorecendo sua recepção pelo público. Desta forma, buscamos um equilíbrio entre a quantidade de detalhes nas imagens, para que não sobrecarregasse em relação a quantidade textual nas legendas e balões de fala, e, por este motivo, as vinhetas demonstram em sua grande maioria, apenas os personagens.

Os quadrinhos, nesse sentido, oferecem um vasto repertório de possibilidades expressivas para roteiristas, ilustradores e pesquisadores-artistas, pois, como observa McCloud, o desejo de aprender está intrinsecamente associado à capacidade de ver. Tendo isso em vista, optou-se por utilizar um texto histórico como base para a construção do roteiro, de modo a garantir fidelidade aos fatos, promover uma abordagem crítica do conteúdo e, ao mesmo tempo, explorar os recursos narrativos e visuais próprios da linguagem dos quadrinhos.

No capítulo a seguir, temos o resultado do processo criativo alinhado aos referencias teóricos apresentamos nesta tese.

CAPÍTULO 7 - AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS

A seguir, apresenta-se o resultado da elaboração de um material potencialmente significativo, fundamentado nos pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa (Capítulo II), da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (Capítulo III) e na linguagem dos quadrinhos (Capítulo XX). As imagens foram produzidas digitalmente com o uso de um tablet, por meio do aplicativo Sketchbook, conforme detalhado no processo criativo descrito no capítulo anterior.

O personagem central da narrativa é Galileu Galilei, nascido em Pisa, em 1564, e falecido em Arcetri, em 1642. Sua escolha se justifica pelo fato de ser amplamente reconhecido como uma das figuras mais influentes na história da ciência, com presença recorrente nos livros didáticos de Física, especialmente em conhecimentos disciplinares escolares relativos à mecânica e à astronomia. Entretanto, muitas dessas representações escolares tendem a apresentar uma perspectiva empirista simplificada, conforme exemplificado na Figura 115 (ilustração de um livro didático de Física, apresentando o experimento na torre de Pisa), que desconsidera aspectos centrais da atuação de Galileu enquanto cientista, pensador e interlocutor de seu tempo.

Diante desse panorama, os quadrinhos elaborados têm como objetivo representar uma perspectiva contextualizada da ciência, incorporando seus pressupostos filosóficos, políticos, familiares, o contexto histórico e as influências religiosas características do período em questão. Alinhamo-nos à análise de Zylbersztajn (1988, p. 6), ao reconhecer Galileu como 'um cientista que não acreditava em observações que não tivessem sido verificadas teoricamente', enfatizando, assim, o papel central da teoria na constituição do conhecimento científico.

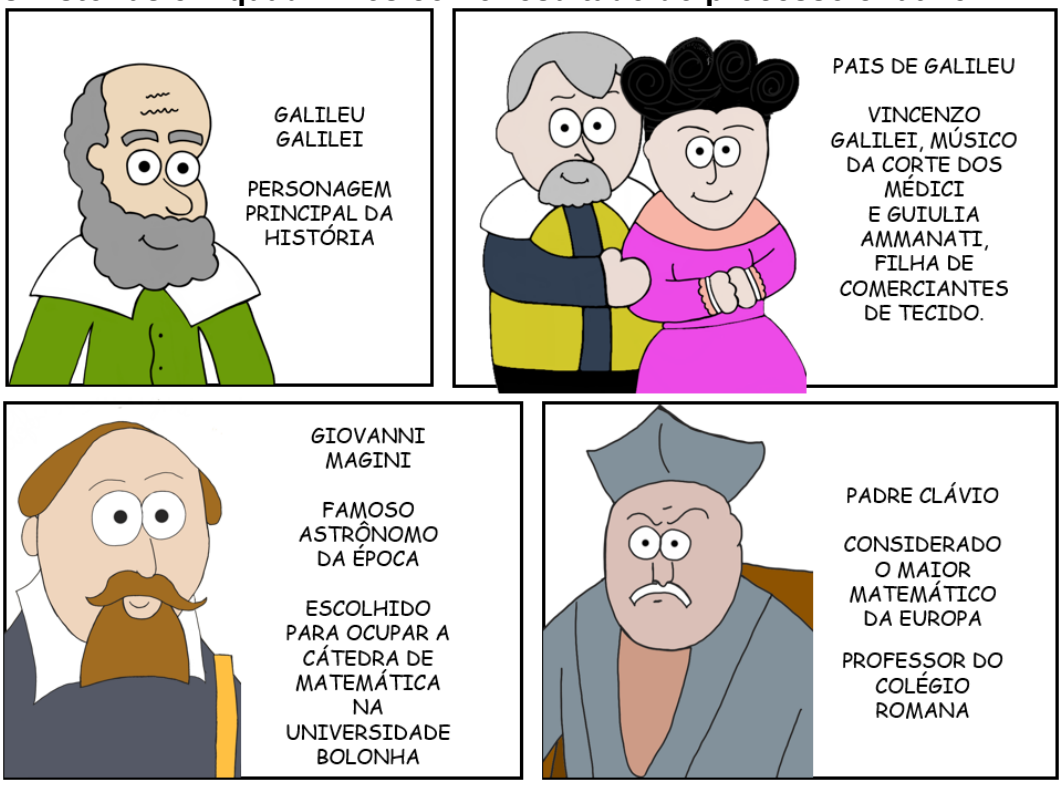
A história em quadrinhos tem início com a apresentação dos personagens, estratégia intencionalmente adotada com o propósito de evitar o processamento cognitivo estranho — conforme os princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia — e favorecer a compreensão da narrativa por parte do leitor. Nas vinhetas subsequentes, desenvolve-se a trajetória de Galileu de forma cronológica, evidenciando os dilemas, os avanços e os confrontos enfrentados ao longo de sua prática científica. Para representar a passagem do tempo, optou-se por retratar inicialmente o personagem em sua juventude, sem barba; à medida que envelhece,

introduz-se a barba em seu rosto, cuja tonalidade se torna progressivamente grisalha, marcando visualmente o avanço dos anos.

O material desenvolvido foi concebido para aplicação nas aulas de Física do Ensino Médio, atuando como um organizador avançado para a introdução de conhecimentos disciplinares escolares como a Gravitação Universal. No entanto, devido à sua abordagem interdisciplinar, também se mostra adequado para utilização por professores de Língua Portuguesa, no trabalho com gêneros textuais, bem como por docentes de História, no estudo do Renascimento e da evolução do pensamento científico. No contexto do ensino superior, recomenda-se sua inserção em disciplinas como Leitura e Produção de Texto e História da Ciência, especialmente em cursos de Licenciatura em Física.

No Capítulo 8, são apresentadas sugestões de aplicação pedagógica do material, bem como os resultados obtidos em experiências com turmas do Ensino Médio. Tais análises buscaram verificar os efeitos da proposta tanto na aprendizagem conceitual quanto no engajamento dos estudantes, contribuindo para a discussão sobre o potencial dos quadrinhos como recurso didático inovador no ensino de Ciências.

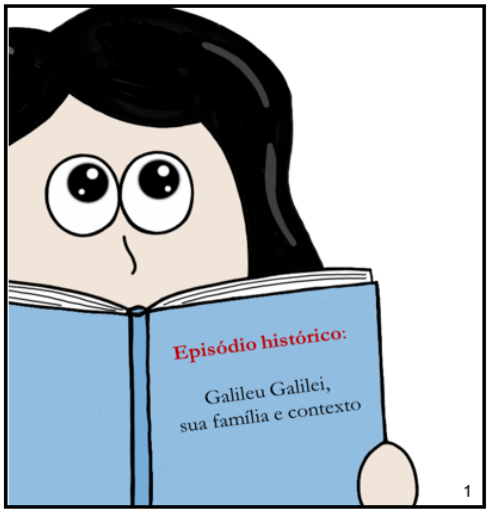
7.1 As histórias em quadrinhos como resultado do processo criativo




GUIDOBALDO DEL MONTE
IRMÃO DO CARDEAL DEL MONTE
IMPORTANTE MATEMÁTICO E ENGENHEIRO DA ÉPOCA
FERNANDO I DE MÉDICI
GRÃO-DUQUE DE TOSCANA
DUQUESA CRISTINA DE LORENA ESPOSA DE FERNANDO DE MÉDICI, O GRÃO-DUQUE COSME I
FILHO DO GRÃO-DUQUE COSME I
NOMEADO A GRÃO-DUQUE COSME II QUANDO SEU PAI FALECE
É PROTETOR E PATRONO DE GALILEU
SIMPATIZANTE DAS IDEIAS DE GALILEU
CARDEAL BARBERINI
MAIS TARDE, PAPA URBANO
PAPA PAULO V
CARDEAL ROBERTO BELLARMINO
MAIOR TEÓLOGO DA ÉPOCA DEDICAVA A SUA VIDA A COMBATER A HERESIA
CARDEAIS DA IGREJA CATÓLICA, TODOS CONTRA AS IDEIAS DE GALILEU ESTE ÚLTIMO, PADRE TOMMAZO, QUE ACUSA GALILEU DE HERESIA


REPRESENTANTES DA INQUISIÇÃO
PADRE BENEDETO CASTELLI
ORDEM DOS JESUÍTAS
Vênus
TEÓLOGOS CONTRÁRIOS AS IDEIAS DE GALILEU
PADRE ORAZIO
Galileu HEREGE
PADRE TOMAZZO
CARDEAL FRANCISCO DEL MONTE
CONHECIDO POR TER INTERESSE EM ARTES, MÚSICA E CIÊNCIA.
REPRESENTANTE NO COLÉGIO DE CARDEAIS DO GRÃO-DUQUE COSME I
PRÍNCIPE FREDERICO CESSI
MARINA GAMBA ESPOSA DE GALILEU
VINCENZO, VIRGÍNIA E LÍVIA FILHOS DE GALILEU E MARINA
COLABORARES E COADJUVANTES DA HISTÓRIA
SALVIATI, SAGREDO E SIMPLÍCIO.
LEONARDO DA VINCI

GALILEU GALILEI

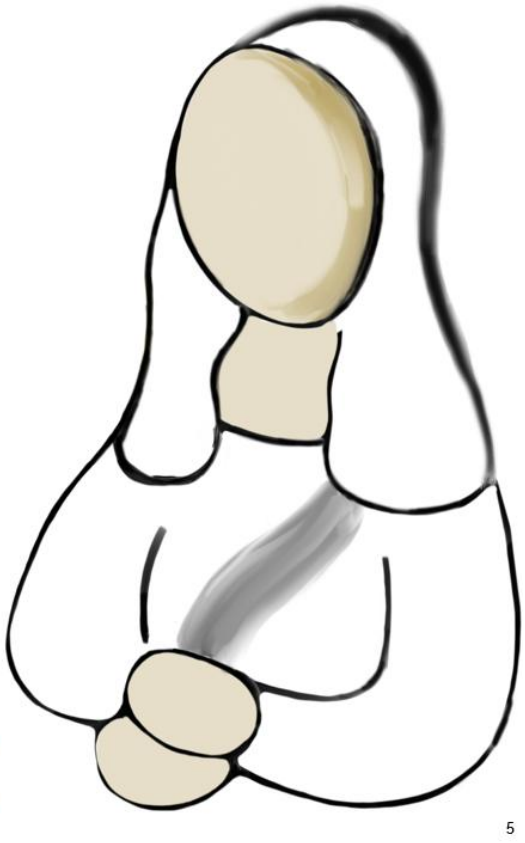




Fonte: (Bromberg, 2010).





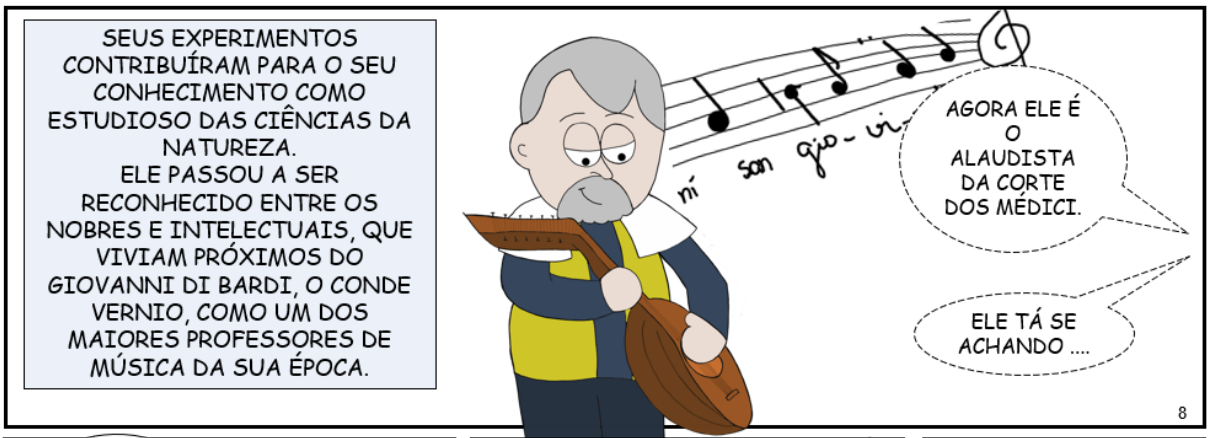


Fonte: (Bromberg, 2010).





Fonte: (Bromberg, 2010).

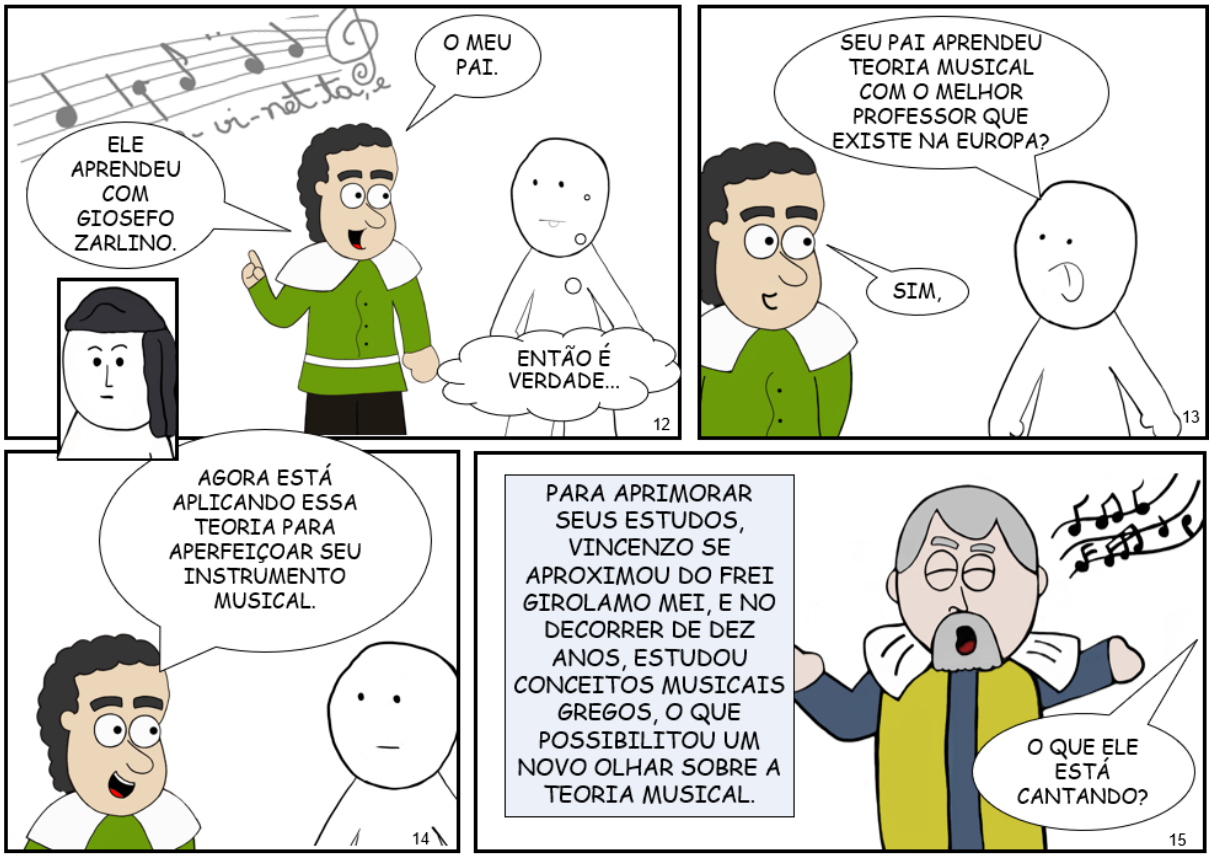




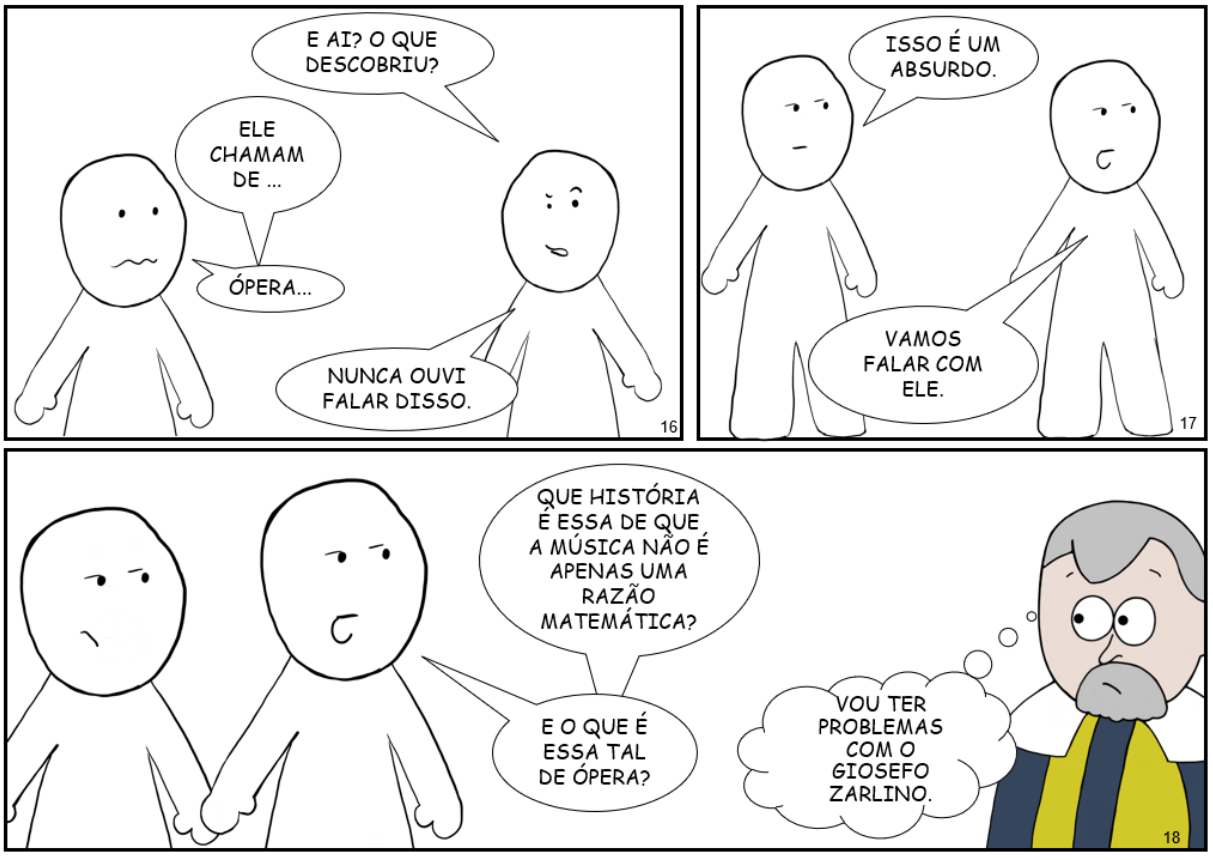




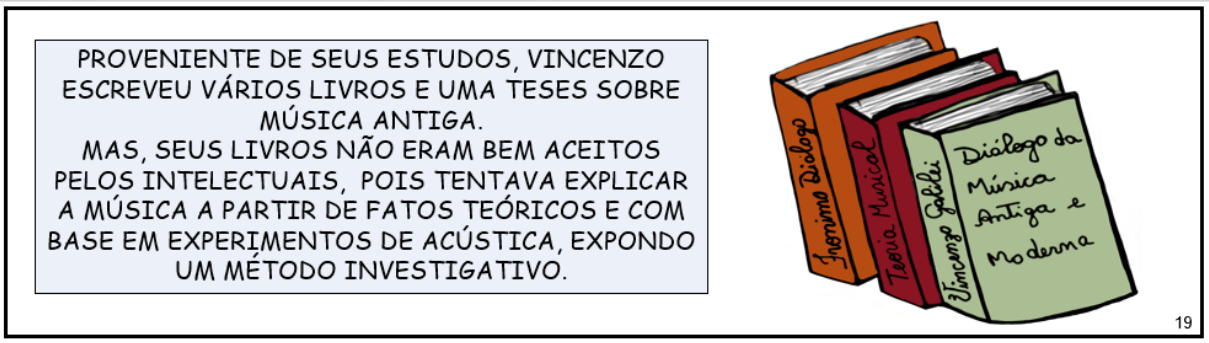
Fonte: (Bromberg, 2010).



Fonte: (Bromberg, 2010).



Fonte: (Bromberg, 2010).





Fonte: (BROMBERG, 2010).



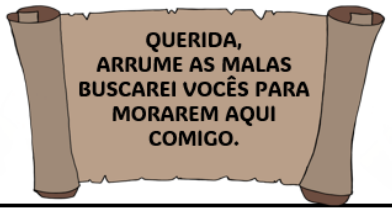
Fonte: (BROMBERG, 2010).

COMO MÚSICO, VINCENZO GANHAVA POUCO, E PRECISAVA TRABALHAR NOS NEGÓCIOS DA FAMÍLIA DE SUA ESPOSA.
NESTA ÉPOCA, POR CONTA DE SEU TALENTO MUSICAL COM O ALAÚDE E VIOLA DE GAMBA, VINCENZO TRABALHAVA PARA COSME I DE MÉDICI, ATÉ RECEBER UMA PROPOSTA.



25

EM 1574, COSME FALECE E VINCENZO BUSCA A SUA FAMÍLIA PARA MORAR EM FLORENÇA.



26

FORA DA CORTE, VINCENZO VOLTOU CUIDAR DA LOJA DE TECIDOS DA FAMÍLIA DE GIULIA.



27

POR CONTA DAS DIFICULDADES FINANCEIRAS, GALILEU É MATRICULADO NO MOSTEIRO DE SANTA MARIA, CONHECIDO POR TER UMA RÍGIDA EDUCAÇÃO ARISTOTÉLICA.



28

ELE FOI UM DISCÍPULO DEDICADO, MOSTRANDO INTERESSE EM ENTRAR PARA A ORDEM.
PORÉM, SEU PAI NÃO APOIOU A DECISÃO, POIS TERIA QUE CONTRIBUIR FINANCEIRAMENTE.
ENTÃO, GALILEU, AOS 10 ANOS, VOLTA PARA CASA.



29

EM CASA, GALILEU PASSOU A ESTUDAR LATIM, MÚSICA E DESENHO COM SEU PAI, FATO QUE PODE TER AGUÇADO O SEU LADO ARTÍSTICO.

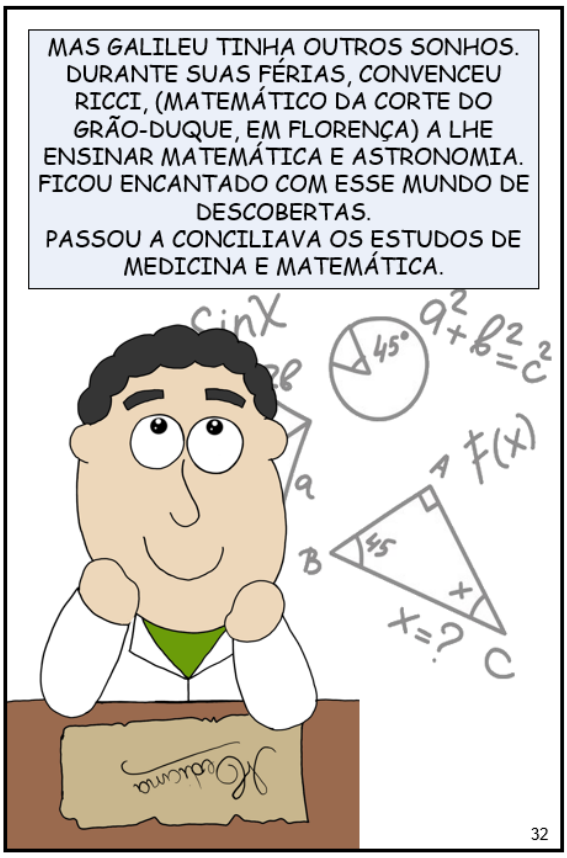


30

DEVIDO AS DIFICULDADES FINANCEIRAS, VINCENZO INCENTIVOU O FILHO A ESTUDAR MEDICINA.
EM 1581, GALILEU VAI PARA A FACULDADE DE ARTES DE PISA.



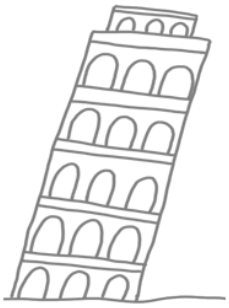
31



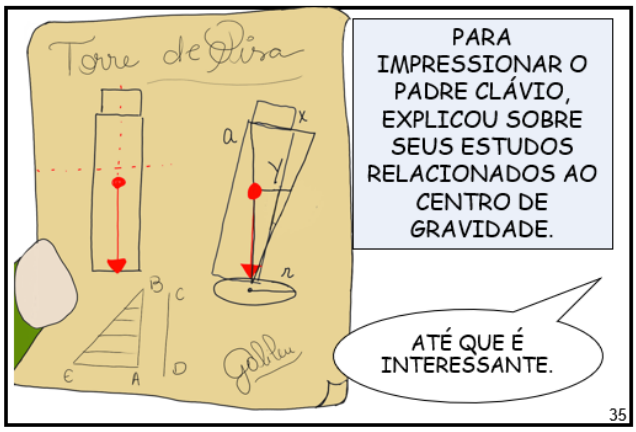


Fonte: (Naess, 2009; Guimarães, 2016).

O INÍCIO DE UMA CÁTEDRA











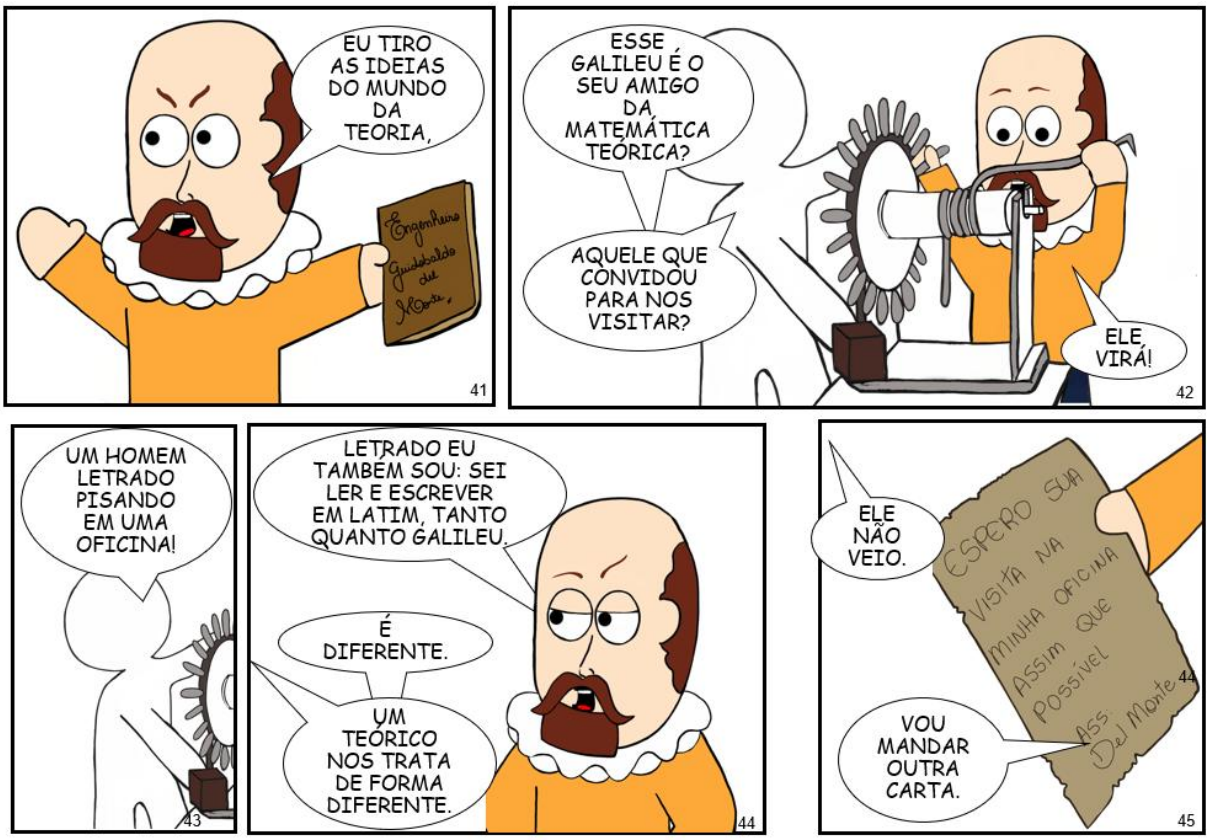


Fonte: (Silva, 2018).

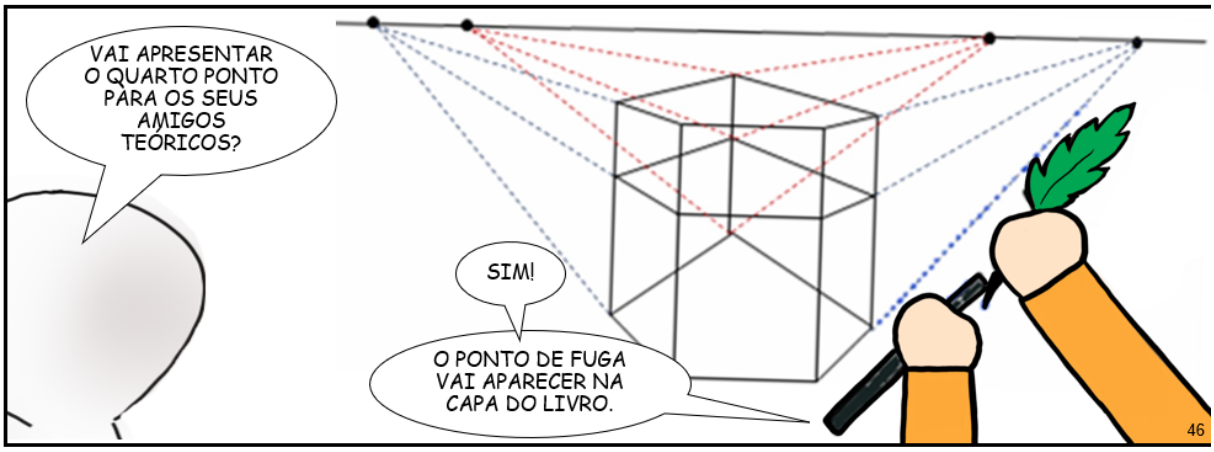




Fonte: (Silva, 2018).

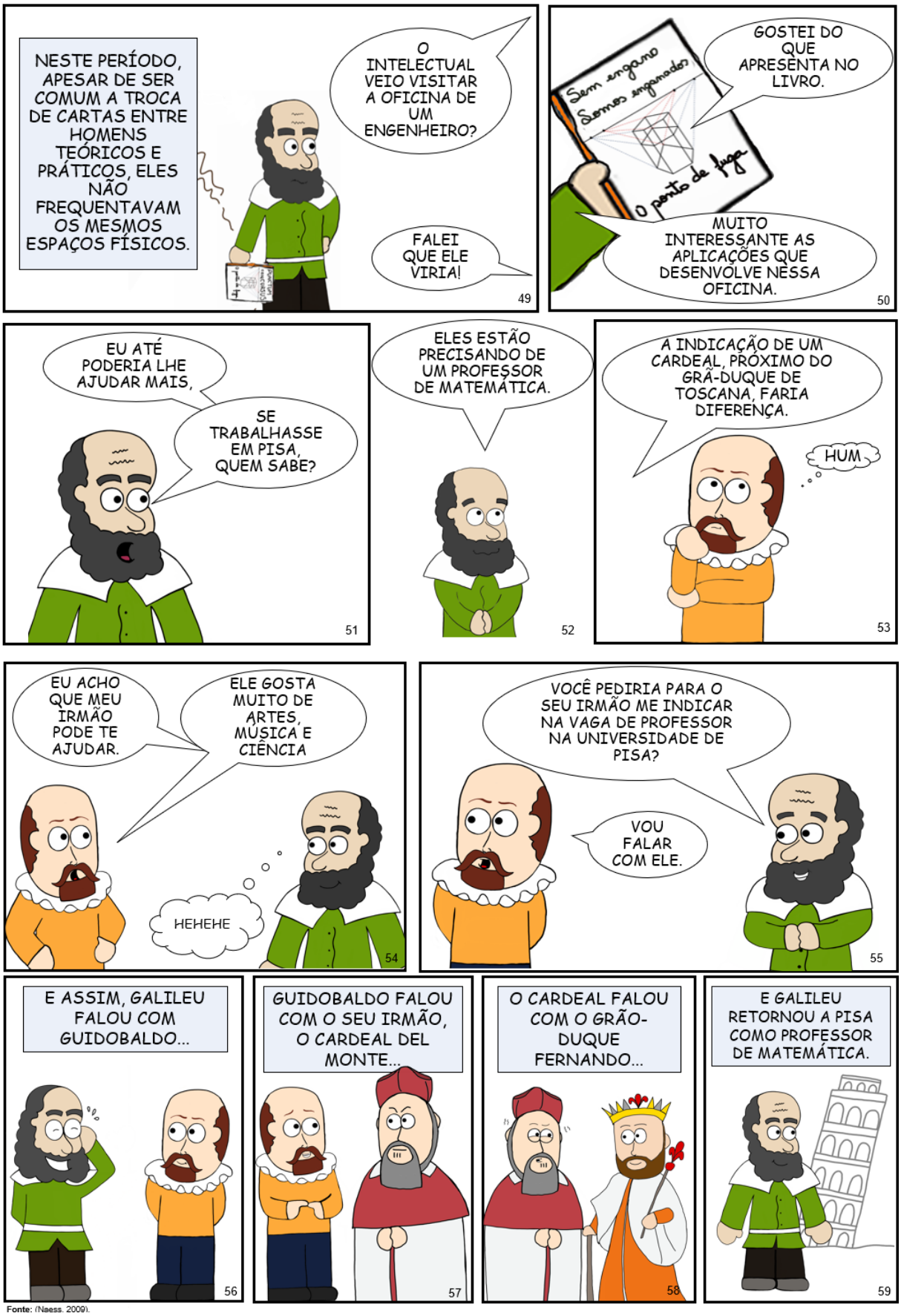


Fonte: (Andersen, 2013).

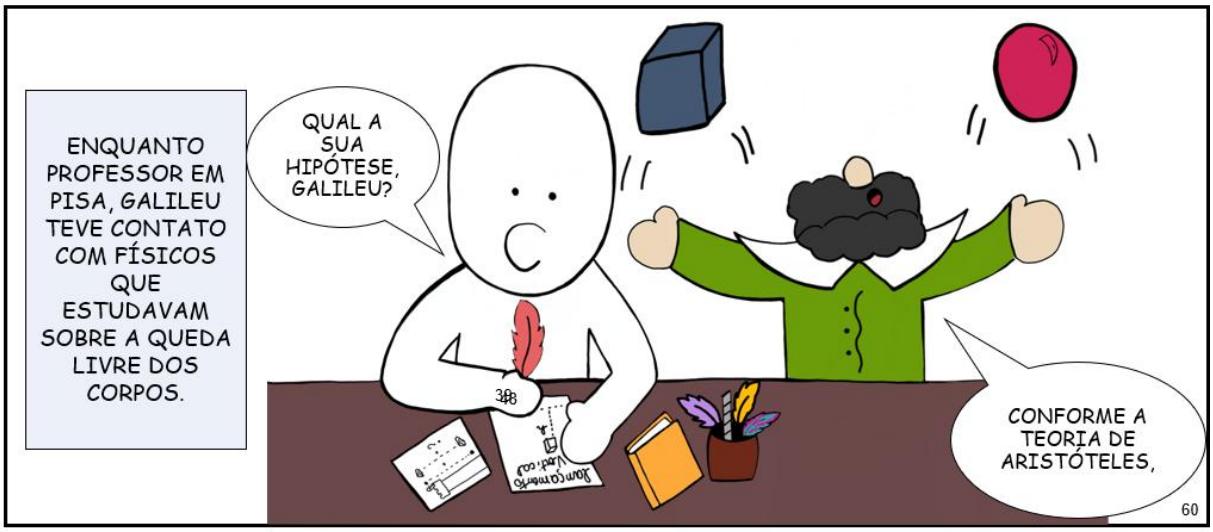




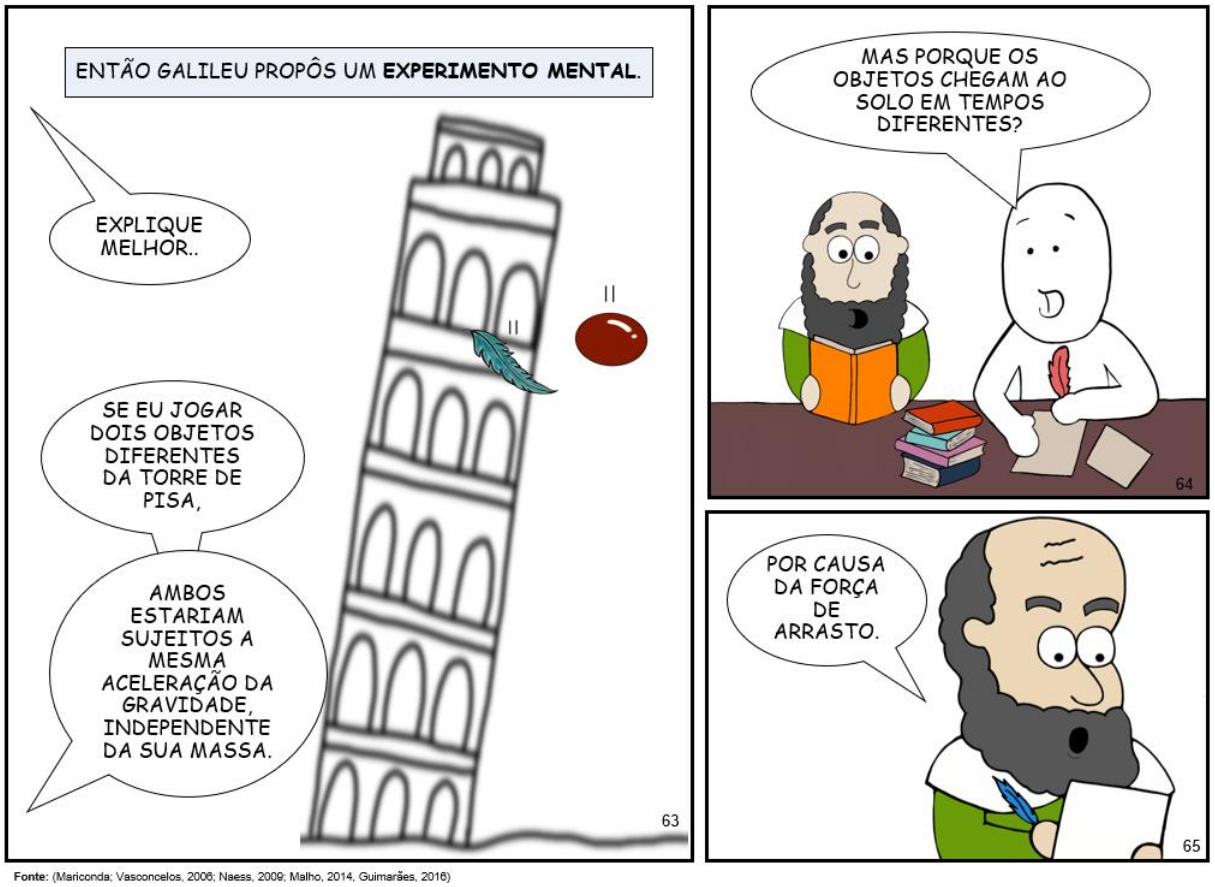
Fonte: (Andersen, 2013).



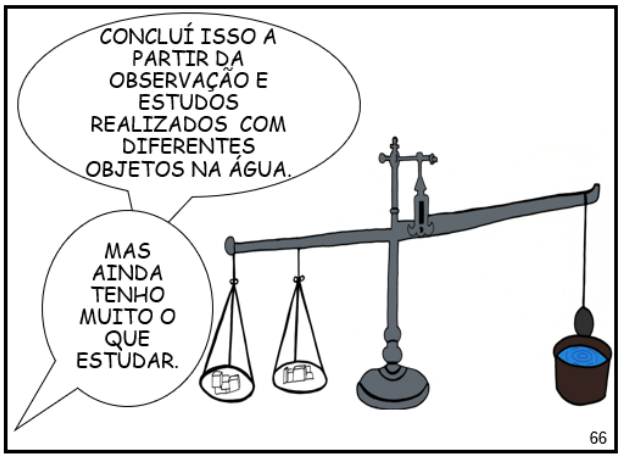
Fonte: (Naess, 2009).



Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014, Guimarães, 2016)



Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014, Guimarães, 2016)





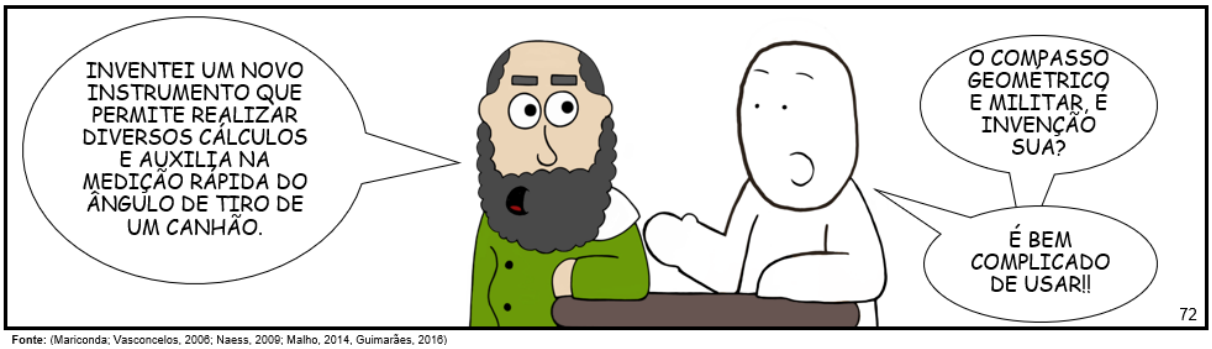




Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014, Guimarães, 2016)







Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014, Guimarães, 2016)



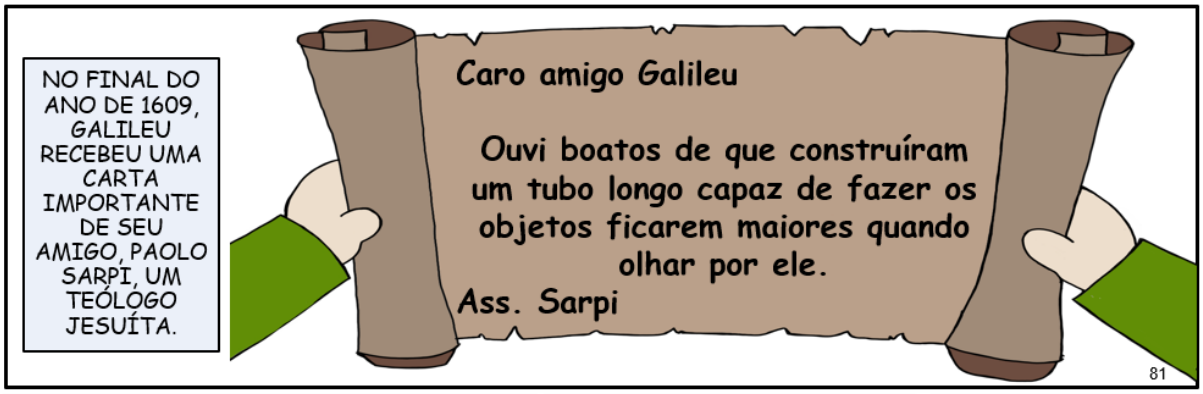


Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009; Malho, 2014, Guimarães, 2016)





Fonte: (NAESS, 2009).





Fonte: (Naess, 2009; Silva, 2018).

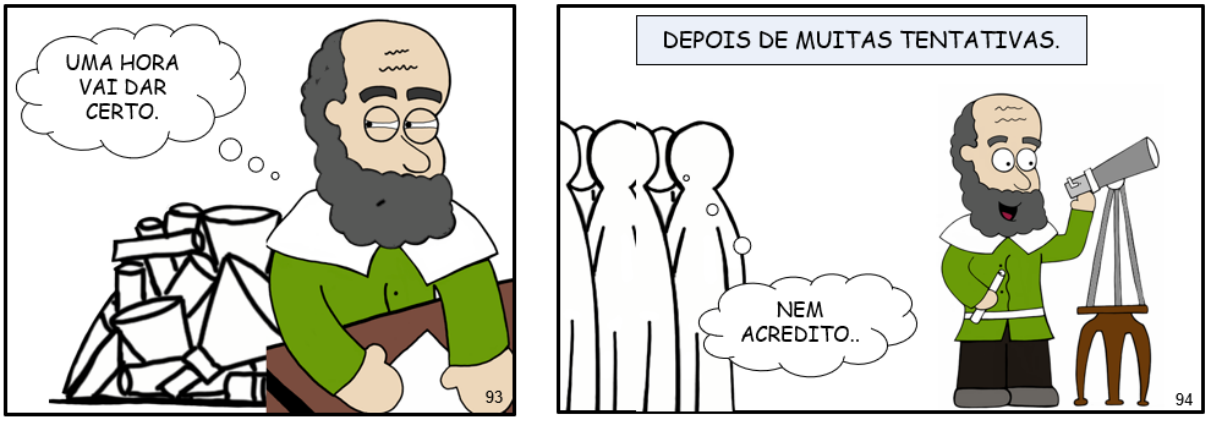




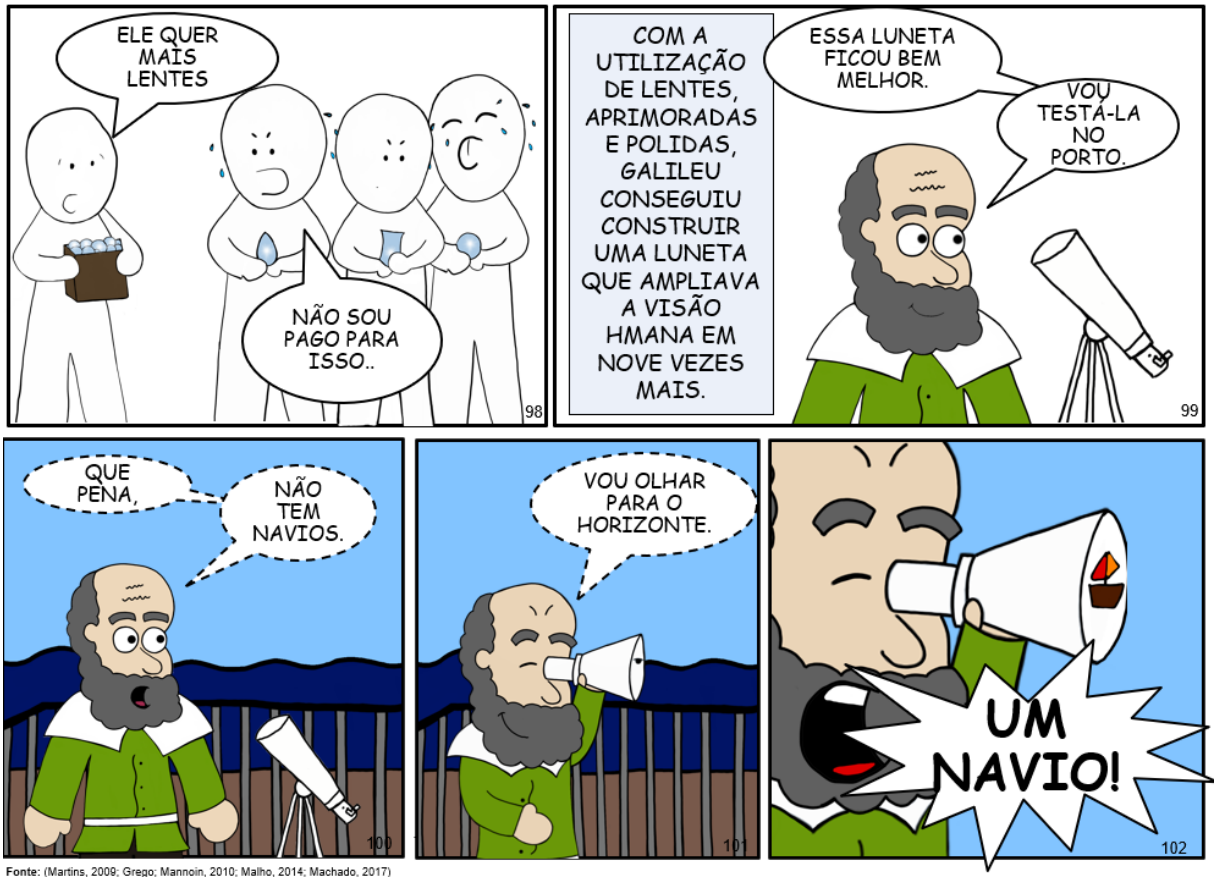




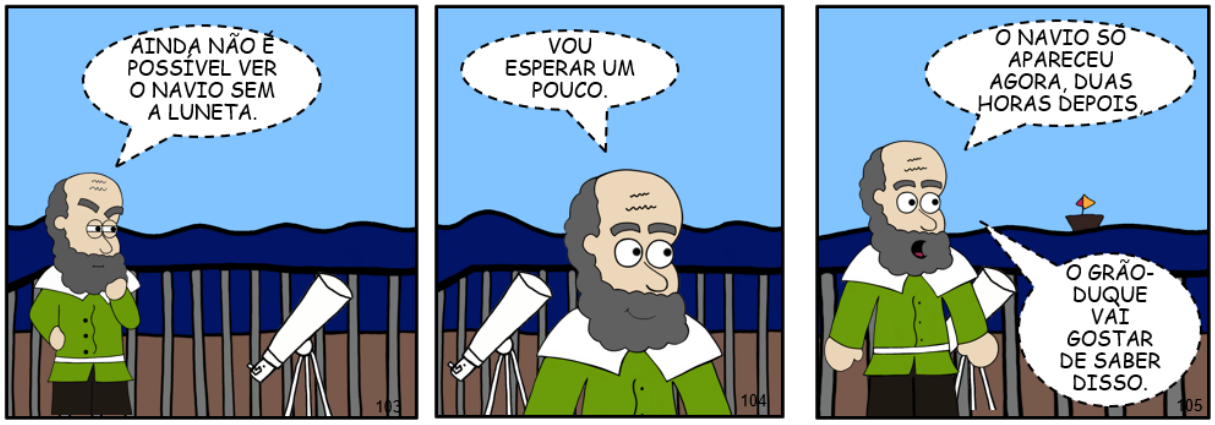
Fonte: (Martins, 2009; Grego; Mannoin, 2010; Malho, 2014; Machado, 2017)







Fonte: (Martins, 2009; Grego; Mannoin, 2010; Malho, 2014; Machado, 2017)





Fonte: (Martins, 2009; Grego; Mannoin, 2010; Malho, 2014; Machado, 2017)



Fonte: (Leitão, 2010).



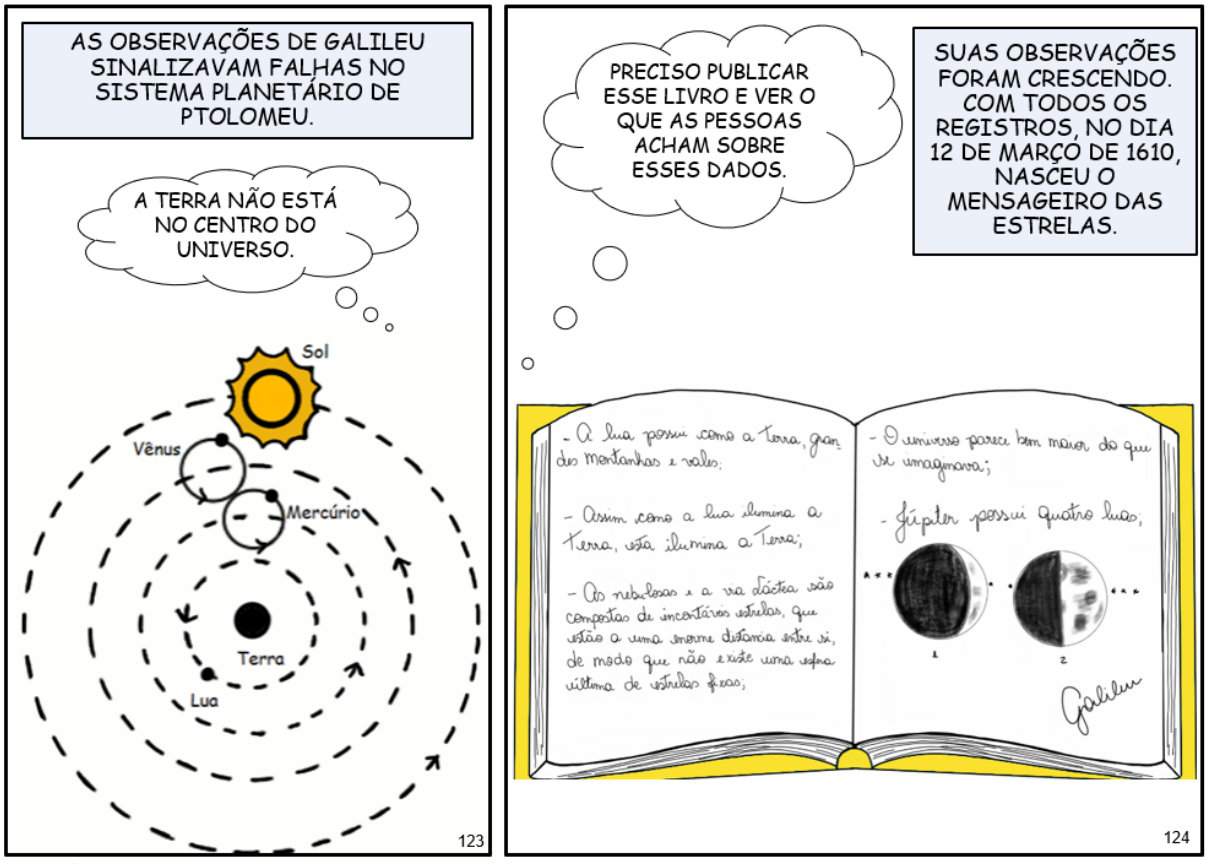
Fonte: (LEITÃO, 2010).



Fonte: (LEITÃO, 2010).



Fonte: (Correira, 2009; Naess, 2009; Grego; Mannoin, 2010, Leitão, 2010; Machado, 2017).



Fonte: (Leitão, 2010).





Fonte: (Leitão, 2010).

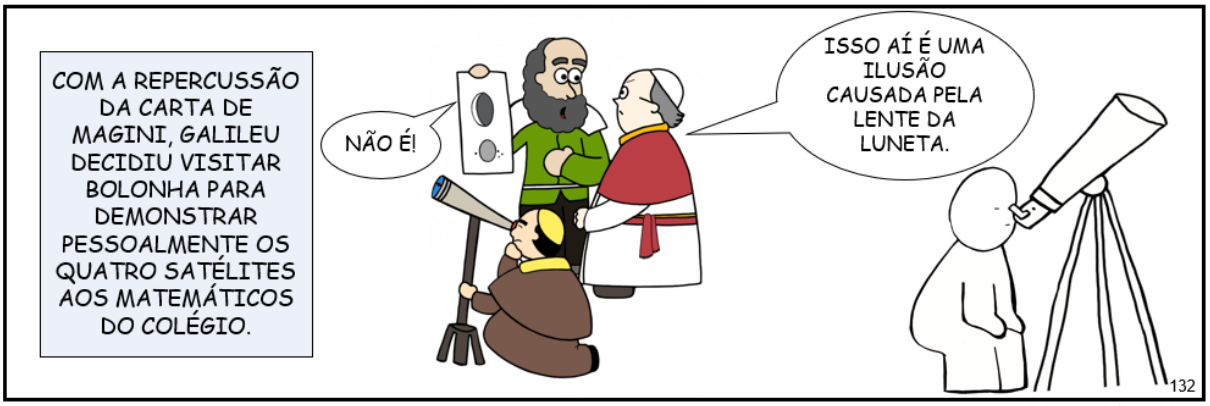










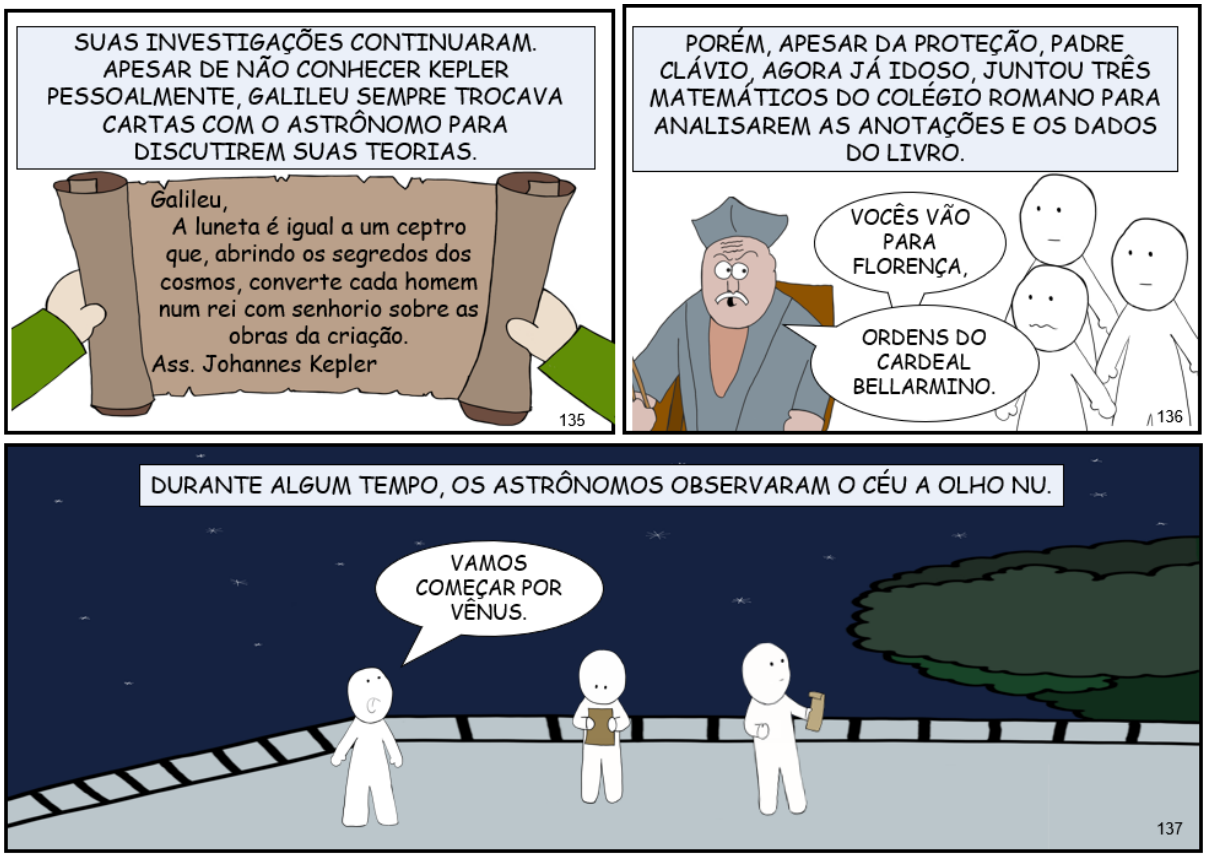


Fonte: (Naess, 2009).

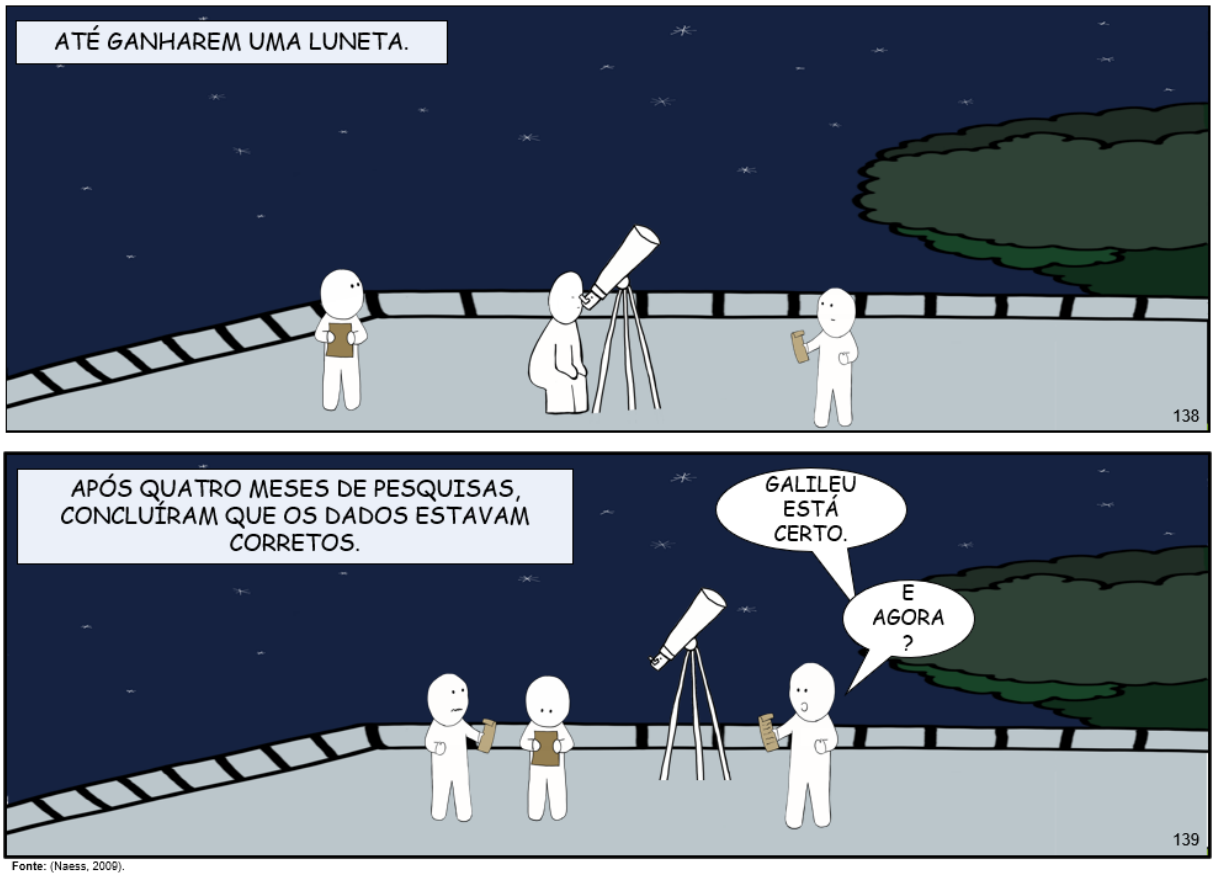




Fonte: (Naess, 2009).



Fonte: (Naess, 2009).



Fonte: (Naess, 2009).

COM A CONFIRMAÇÃO DAS OBSERVAÇÕES, PADRE CLÁVIO ENVIOU UMA CARTA À GALILEU, O PARABENIZANDO PELAS DESCOBERTAS.

Galileu,
Em verdade Vossa Senhoria merece todo louvou, uma vez que foi o primeiro a ter observado isto.
Ass. Padre Clávio.

140

O DETALHAMENTO DAS OBSERVAÇÕES PROVOCOU UMA INTENSA DISCUSSÃO ENTRE OS ASTRÔNOMOS DO COLÉGIO ROMANO E OS CARDEAIS.

ENTÃO..

NÃO SÃO ILUSÕES CAUSADAS PELAS LENTES?

141

ELES DISCORDAVAM DAS EVIDÊNCIAS A FAVOR DO SISTEMA COPERNICANO, POIS DEFENDIAM A TERRA COMO CENTRO DO UNIVERSO.
NO ENTANTO, NÃO PODIAM NEGAR AS EVIDÊNCIAS OBSERVADAS COM A LUNETA GALILEANA

TODOS CONFIRMARAM OS DADOS DE GALILEU

142

E AGORA?

O QUE VAMOS FAZER???

143

ESSA CONFIRMAÇÃO INDICAVA QUE O SISTEMA PTOLOMAICO ESTAVA ERRADO.
CASO OS DADOS DE GALILEU SE TORNASSEM POPULARES, OS ALICERCES DA IGREJA PODERIAM SER ABALADOS, SENDO PRECISO PENSAR EM UMA ALTERNATIVA..

PODEMOS DIVULGAR UM MODELO HÍBRIDO AOS FIÉIS.

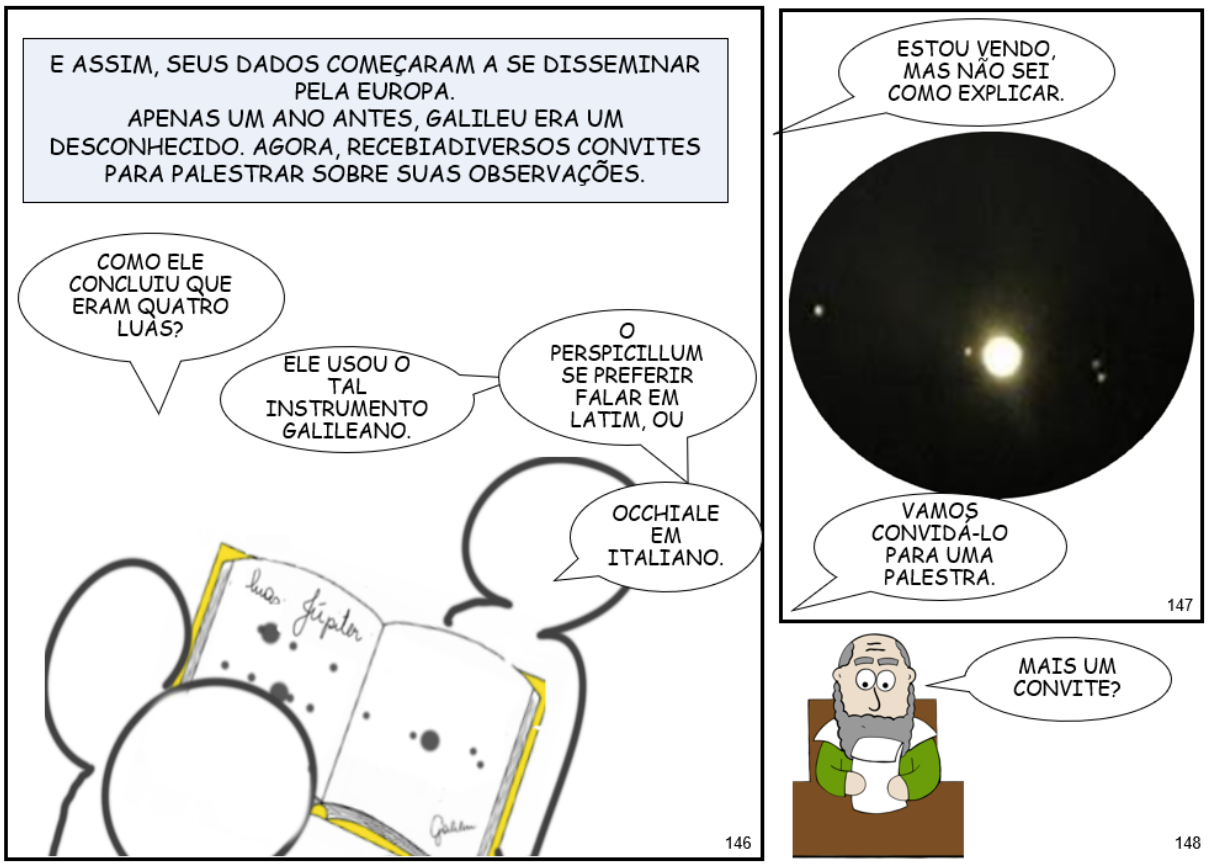
O MODELO DE TYCHO BRAHE!

144

É UMA BOA OPÇÃO..
A TERRA AINDA ESTARIA NO CENTRO.

TYCHO BRAHE!

145







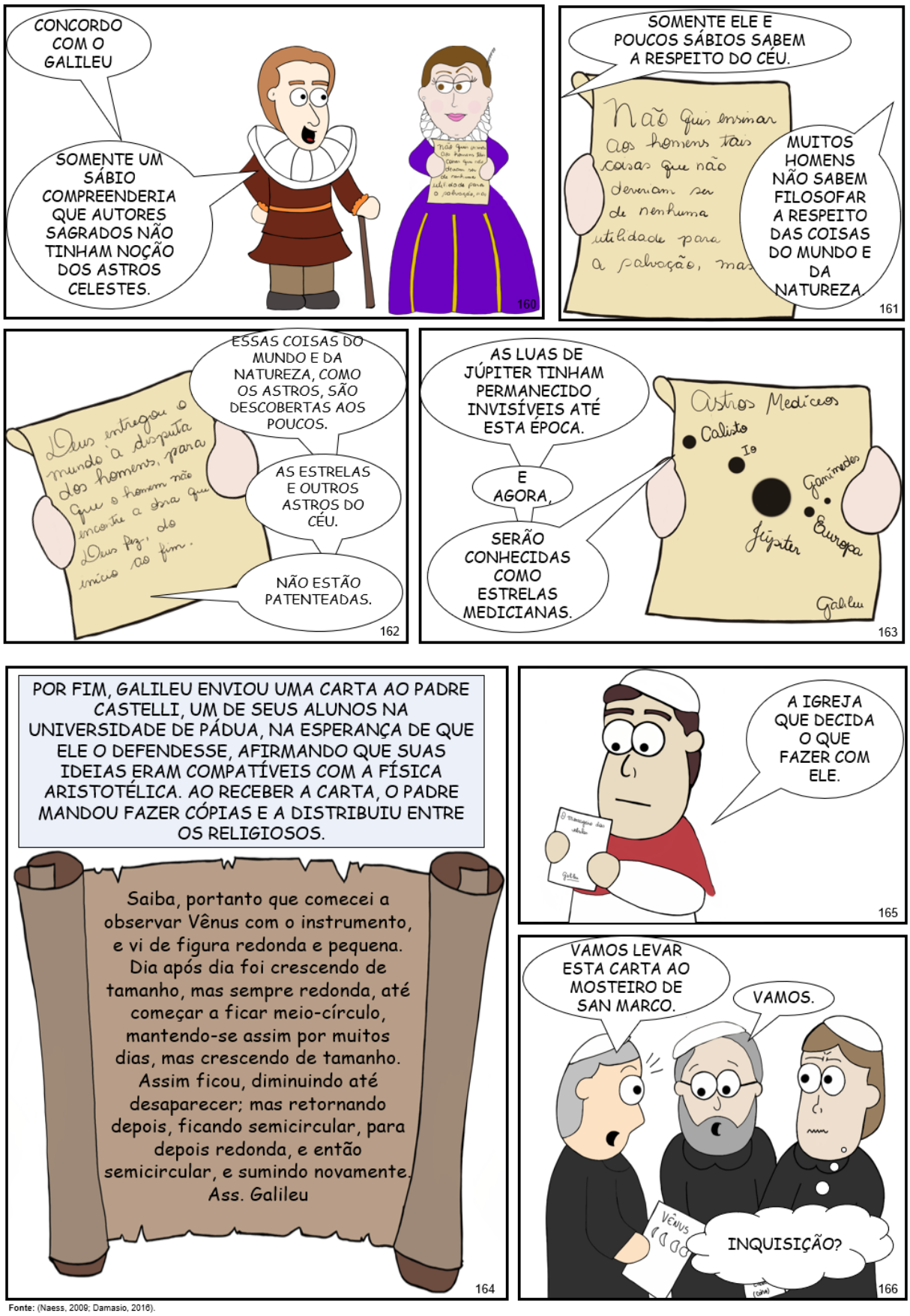
Fonte: (Naess, 2009).



Fonte: (Naess, 2009).



Fonte: (Naess, 2009; Sobel, 2000; Leitão, 2010; Malho, 2014)



Fonte: (Naess, 2009; Damasio, 2016).

O DESCONTENTAMENTO DA IGREJA CATÓLICA





Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009).













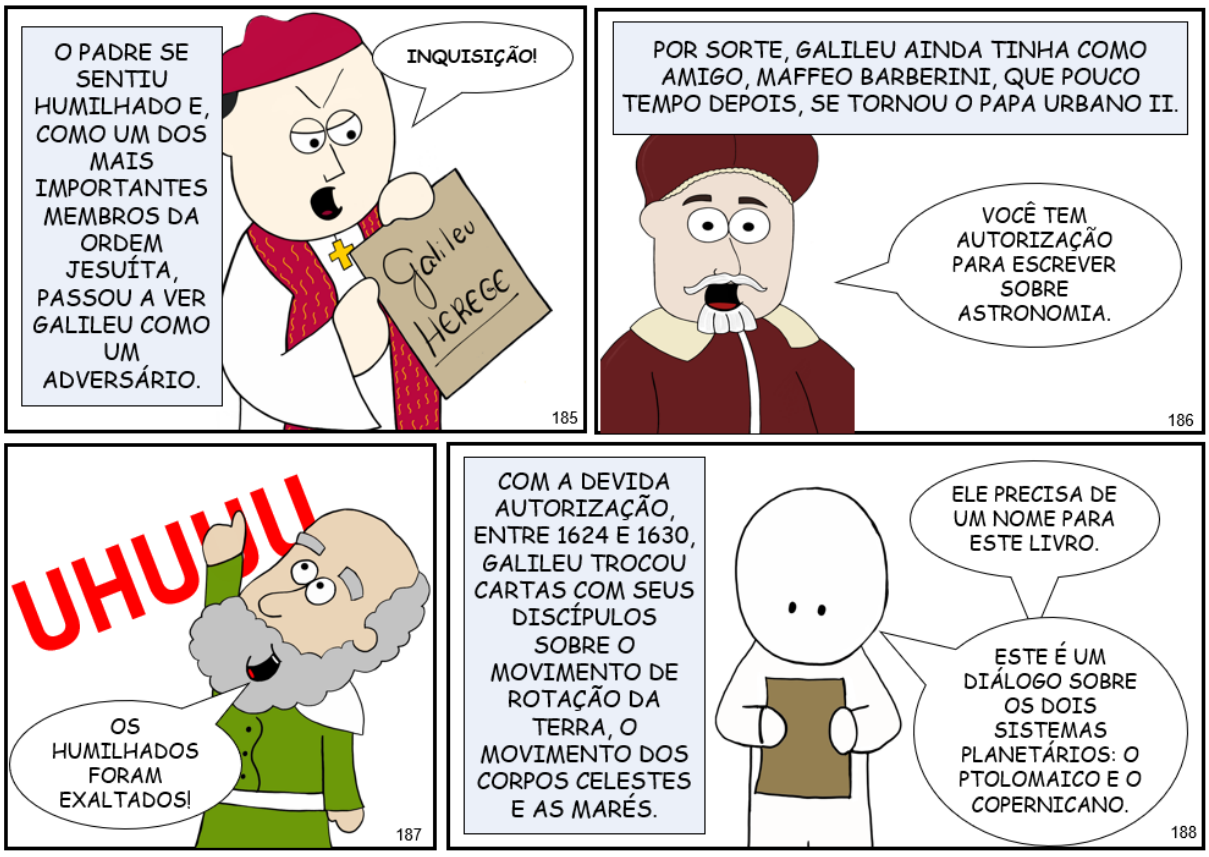
Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006; Naess, 2009).







Fonte: (Naess, 2009; Biardi; Santos; Rodrigues, 2012).





Fonte: (Sobel, 2000; Mariconda; Vasconcelos, 2006; Martins, 2009).

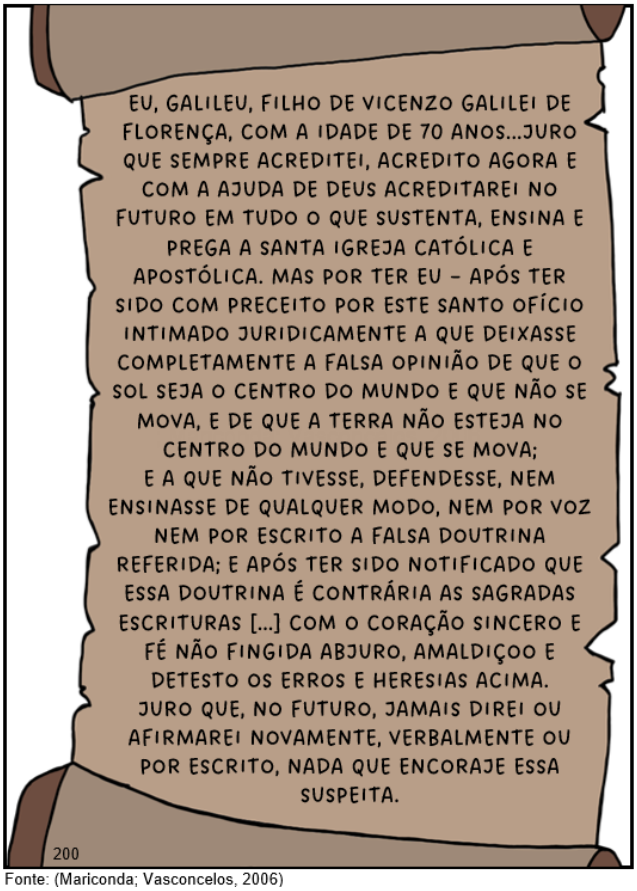














Fonte: (Mariconda; Vasconcelos, 2006)

No próximo capítulo, apresentamos algumas propostas de aplicações deste material multimodal, para turmas de Física, que podem ser empregadas tanto no ensino médio quanto no ensino superior.

CAPÍTULO 8 - APLICAÇÃO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS.

As possibilidades de utilização de materiais multimodais no contexto educacional são amplas e dependem da criatividade tanto do professor quanto do estudante/leitor, desde que estejam alinhadas à realidade e às condições da sala de aula.

Esses recursos contribuem para a promoção de aprendizagens significativas, favorecendo a integração de diferentes canais sensoriais e o engajamento ativo dos estudantes. A seguir, apresentam-se quatro propostas de atividades que podem ser implementadas em sala de aula, tanto no ensino médio quanto no ensino superior, destacando seu potencial de estimular a compreensão profunda e a aplicação prática dos conteúdos.

8.1 Leitura das histórias em quadrinhos em grupo.

A leitura de histórias em quadrinhos mobiliza simultaneamente os sentidos visual e auditivo. Durante esse processo, os estudantes exercitam sua criatividade ao imaginar as vozes dos personagens e relacioná-las às imagens presentes nas vinhetas, possibilitando a construção de significados a partir da articulação entre texto e imagem. Essa abordagem oferece uma experiência que transcende a simples decodificação textual, estimulando a imaginação, a sensibilidade estética e a compreensão crítica.

Nesse contexto, o professor pode disponibilizar uma história em quadrinhos por dupla ou realizar a leitura utilizando recursos tecnológicos, como notebooks, celulares ou projeções online, conduzindo a atividade de forma coletiva, na qual cada estudante lê um trecho da história.

Após a primeira leitura, recomenda-se que o professor promova uma conversa com os estudantes, abordando pontos específicos da narrativa, questionando sobre as vinhetas que mais chamaram atenção e esclarecendo possíveis dúvidas. Essa etapa não possui a intencionalidade de gerar uma nova atividade, mas funciona como um organizador avançado para futuras propostas pedagógicas.

Caso o professor deseje aprofundar a atividade, é possível ampliar a discussão, propondo questões direcionadas à análise coletiva do conteúdo lido. A seguir, apresenta-se um exemplo de proposta desta atividade:

- Proposta de aula: Leitura das histórias em quadrinhos:

- Objetivo geral: Compreender as contribuições realizadas por Galileu Galilei para a ciência, discutindo quais foram os impactos de suas observações científicas, os conflitos com a Igreja Católica e sua relevância para o pensamento científico.

Quadro 10: descrição da atividade proposta.

Etapas:	**Descrição:**
1. Leitura inicial	Atividade: Leitura individual ou em dupla das histórias em quadrinhos. Objetivo: Familiarizar os estudantes com a narrativa e os personagens.
2. Discussão inicial e organização das ideias	a) Qual vinheta chamou mais a sua atenção? b) O que você entendeu da história como um todo? (O professor registra no quadro as ideias principais trazidas pelos estudantes)
3. Discussão ampliada	Atividade: Discussão em grupo sobre as ideias apresentadas nas histórias em quadrinhos. Objetivo: Desenvolver a capacidade de interpretar fatos apresentados nas histórias. Perguntas norteadoras: a) Quais são os personagens primários e secundários da história? b) Quais são as influências dos personagens secundários para a vida e obra do personagem principal? c) Qual foi o ápice da história? d) Aconteceu algo que poderia ter alterado o curso da história? O que? e) O final foi esperado?
4. Discussão final	Atividade: finalizar a discussão ampliada. Objetivos: Realizar uma sistematização da atividade. Perguntas norteadoras: a) Quais conhecimentos científicos aparecem nas histórias em quadrinhos? b) Como a história em quadrinhos te ajudou no processo de aprendizagem?

Fonte: a autora

Além destas questões gerais, o professor pode direcionar para questões mais específicas, perguntando sobre os modelos planetários, a formação das imagens em lentes convergentes e divergentes, ou ainda, as características dos corpos celestes, como os planetas, cometas e satélites naturais, além, dos tipos de estrelas.

Esta proposta tem como base a seguinte habilidade: “(EM13LP27) Organizar situações de estudo e utilizar procedimentos e estratégias de leitura adequadas aos objetivos e à natureza do conhecimento em questão” (Brasil, 2018, p. 508).

O professor deve estar sempre que possível estimulando a observação dos estudantes para os fatos apresentados na história.

8.2 Reelaboração escrita do material multimodal

Esta proposta consiste na produção de uma atividade de escrita desenvolvida pelos estudantes, podendo ser aplicada logo após a primeira etapa, ou seja, a leitura dos quadrinhos.

Desta maneira, após a leitura dos quadrinhos, o professor apresenta aos estudantes as tipologias textuais, e, propõe, como atividade, a reescrita dos quadrinhos em forma de um dos textos. Esta proposta tem como base as seguintes habilidades indicadas pela BNCC:

> (EM13LP33) Produzir textos para a divulgação do conhecimento e de resultados de levantamentos e pesquisas – texto monográfico, ensaio, artigo de divulgação científica, verbete de enciclopédia (colaborativa ou não), infográfico (estático ou animado), relato de experimento, relatório, relatório multimidiático de campo, reportagem científica, podcast ou vlog científico, apresentações orais, seminários, comunicações em mesas redondas, mapas dinâmicos etc. –, considerando o contexto de produção e utilizando os conhecimentos sobre os gêneros de divulgação científica, de forma a engajar-se em processos significativos de socialização e divulgação do conhecimento (Brasil, 2018, p. 509). (EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações. (Brasil, 2018, p. 545)

As tipologias textuais trabalhadas podem ser:

Quadro 11: tipologias textuais trabalhas na aula de produção e leitura de texto.

Tipologia textual	Características
Narração	É caracterizada pela marcação temporal cronológica, predominando as ações e os acontecimentos, no qual um narrador apresenta a história, informa sobre o tempo em que se passa a história, o lugar, os personagens e suas características, para assim, situar o leitor da narrativa.
Argumentação	Consiste na existência de uma tese/ideia central, no qual são propostos novos dados que orientam o leitor a uma conclusão. Para isto, o autor propõe uma ideia, apresenta elementos baseados em fatos, podendo refutá-los, ou não, e, por fim, integra os argumentos, pode ser elaborado de forma parcial ou imparcial, levando o leitor a uma conclusão.
Exposição	Esta tipologia tem como objetivo apresentar dados ou informações, para apresentar ou explicar sobre um determinado assunto. Para isto, o tema é apresentado de uma objetiva e clara, no qual o autor realiza uma exposição minuciosa sobre o assunto, podendo utilizar de comparações para diferenciar os conceitos, sem o objetivo de convencer o leitor sobre algo, como feito na argumentação.
Injução	É utilizada quando se tem a necessidade de instruir, ordenar ou estabelecer leis e regras, e, por conta disto, muito utilizada em manuais de instrução, receitas, propagandas e campanhas eleitorais.

Fonte: a autora (adaptado de Travaglia (2012) e Costa e Ribeiro (2011)).

Nesta proposta, o professor de Ciências/Física pode trabalhar de maneira colaborativa com o professor de redação.

8.3 Reelaboração visual do material multimodal

Nesta proposta de atividade, o professor pode sugerir que os Estudantes reelaborem as histórias em quadrinhos por meio de uma outra abordagem multimodal, podendo ser: vídeo, tirinha, podcast, panfleto etc.

Esta proposta tem como base a seguinte habilidade:

> (EM13LP53) Criar obras autorias, em diferentes gêneros e mídias – mediante seleção e apropriação de recursos textuais e expressivos do repertório artístico – e,/ou produções derivadas (paródias, estilizações, fanfics, fanclips etc.) como forma de dialogar crítica e/ou subjetivamente com o texto literário (Brasil, 2018, p. 516).

Após a atividade, o resultado dos trabalhos pode ser compartilhado com toda a turma ou comunidade escolar, ficando a critério da turma/professor.

Desta forma, consideramos que o objeto de construir um organizador avançado foi alcançado, e, visando, com base no referencial teórico-metodológico proposto, construir outras histórias em quadrinhos com enfoque científico para ser divulgado e utilizado por outros professores da área.

8.4 Proposta de elaboração de Podcast

Nesta proposta, os estudantes irão simular uma entrevista com o cientista Galileu Galilei (interpretado por um dos estudantes) em formato de podcast. Este, consiste em uma entrevista no qual os participantes gravam sobre um tema, utilizando apenas o áudio (estilo programa de rádio), mas, com temas e perguntas específicas, e, disponibilizado na internet, onde as pessoas podem ouvir quando e onde quiserem. Os podcasts podem ser criados com episódios curtos (em série – ou divididos em temporadas), e, tem como diferenciar, curtas durações, com até 15 minutos por episódio.

A seguir, apresentamos uma proposta deste tipo de atividade:

- Proposta da aula: podcast científico:

- Objetivo geral: Explorar os aspectos da vida pessoal de Galileu Galilei a partir das HQ's, identificando suas influências particulares, religiosas, sociais, filosóficas, artísticas e religiosas, e, relacionando-as aos conhecimentos científicos da área de Física/Ciências.

Para a realização desta atividade, sugere-se que o programa siga o contexto histórico da época retratada. Embora sejam utilizados aparatos tecnológicos contemporâneos, como celular, microfone e recursos de edição, o entrevistador deve adotar uma postura compatível com o período em questão. Em outras palavras, o entrevistador precisa se comportar como alguém que possui conhecimento limitado sobre as contribuições do cientista e deseja aprofundar-se por meio da entrevista.

Essa abordagem contribui para a construção de um diálogo mais investigativo, aproximando os estudantes de uma perspectiva crítica e contextualizada da trajetória científica analisada. Além disso, promove o desenvolvimento de habilidades comunicativas, como a formulação de perguntas pertinentes, com base na leitura das histórias em quadrinhos, e a própria elaboração do roteiro, demandando uma leitura ativa em dupla. Também se destaca a importância da encenação durante a atividade, especialmente se o podcast for gravado de forma visual.

A seguir, apresenta-se uma proposta de roteiro que os estudantes podem utilizar como referência para detalhar a atividade.

Roteiro detalhado:

1º Episódio:

Temas abordados: infância, influências familiares e a vida acadêmica em Pisa.

Quadro 12: proposta de roteiro – início.

Introdução: (1-2 minutos) Apresentação do podcast	*Entrevistador:* Sejam bem-vindos a mais um episódio no podcast (inserir o nome do programa, por exemplo: Ciência filosófica). Eu sou a/o "nome fictício" e hoje iremos conversar com o cientista *Galileu Galilei:* Nesta entrevista, iremos discutir sobre a sua vida pessoal, acadêmica, e, vamos entender o que aconteceu entre Galileu e a Igreja Católica. Não percam, que o episódio de hoje está demais!
Desenvolvimento Contexto histórico e social:	*Entrevistador:* Para começar, vi aqui que você nasceu em Pisa, em 15 de fevereiro de 1564, em uma época em que o Renascimento

(3-5 minutos)	influenciava as questões artísticas, filosóficas e culturais. Com base nessa influência, nos conte um pouco, como foi a sua infância. *Galileu Galilei:* Isso mesmo, o Renascentismo teve uma influência muito grande na minha vida, por conta do meu pai que era músico ....
Contexto acadêmico: (3-5 minutos)	*Entrevistador:* Galileu, fiquei sabendo que você pediu alguns favores ao engenheiro Guidobaldo del Monte, pelo fato dele ser irmão do Cardeal del Monte, para que este, intercedesse ao Grão-duque Fernando de Médici, e assim, você conseguir a cátedra na Universidade de Pisa. São muitos favores, o que você tem a dizer sobre isso? *Galileu:* Isso é absurdo, se eu consegui a vaga, foi por mérito. Só tive uma ajudinha de nada ... (Neste momento, pode-se explanar mais sobre as contribuições acadêmicas e científicas realizadas pelo cientista).
Finalização: (1-2 minutos)	No momento final, o entrevistador pode fazer uma pergunta que seja relevante, e, que será respondida apenas no próximo episódio, por exemplo: *Entrevistador:* O que vocês acham? Galileu é ou não é o inventor da luneta? O que tem no livro "O mensageiro das estrelas" que passou a ser proibido pela Igreja Católica? Por que esse livro é tão polêmico? Iremos conversar sobre este aparato com o cientista no próximo episódio. Não percam.

Fonte: a autora

2º Episódio:

Temas abordados: a luneta e o livro "O mensageiro das estrelas".

Quadro 13: proposta de roteiro – 2ª parte.

Introdução: (1-3 minutos) Retomada do último episódio	*Entrevistador:* Voltamos com o segundo episódio do podcast (inserir o nome do programa), no qual, estamos conversando com o cientista Galileu Galilei. No episódio passado, falamos sobre a sua infância, família, influências culturais e religiosas, suas contribuições acadêmicas na Universidade de Pisa. Mas, o que realmente queremos saber é:

	Você é o inventor da luneta? *Galileu:* Não, eu não inventei a luneta, mas a aprimorei. Um amigo me enviou uma carta contando sobre a luneta, e, fiz uma viajem até Holanda, no qual comprei um aparato. Retornando para a casa, a desmontei na tentativa de melhorá-la.
Desenvolvimento (5 – 8 minutos) Observações e resultados	*Entrevistador:* Nos conte como você fez isso? Como foi esse processo de aprimoramento. (Neste momento, o entrevistador e Galileu podem discorrer mais sobre a luneta e suas observações). *Entrevistador:* Então é possível observar objetos a longas distâncias? Mas o quão distante? *Galileu:* Eu olhei para a Lua. Percebi que ela possui crateras e montanhas, e não é lisa e perfeita como imaginávamos. (O entrevistador pode demonstrar surpresa com esta fala, não acreditando no que o cientista relata). *Entrevistador:* Mas não tem como, a Lua é perfeita. O que mais você viu? Será que estas observações são corretas? *Galileu:* Também observei as fases de Vênus e as Luas de Júpiter. *Entrevistador:* Fases de Vênus? Luas de Jupiter? Como assim? (Realizar a explicação detalhada destas observações, relatando que pelo fato de terem muitos dados, precisou anotar tudo, o que resultou em seu livro).
Finalização: (1 – 2 minutos)	*Entrevistador:* Agora entendi o porquê da Igreja Católica ter proibido o livro. Você está indo contra as Sagradas Escrituras. E a Igreja Católica, não vai fazer nada? Você não vai para a fogueira? *Galileu:* Tive muitos problemas com a Igreja Católica, eles não aceitarem as minhas ideias. Me acusaram de heresia e me mandaram para a Inquisição. *Entrevistador:*

	O tribunal da Santa Inquisição? Será que o nosso cientista irá para a fogueira? O que vocês acham que acontecerá? Iremos conversar sobre essa desavença entre Galileu Galilei e a Igreja Católica no próximo episódio. Não percam esta parte final, que está incrível.

Fonte: a autora

3º episódio

Tema abordado: o desenrolar da história.

Quadro 14: proposta do roteiro - final.

Introdução: (1-3 minutos)	*Entrevistador:* Retomamos com o nosso último episódio do podcast (inserir o nome do programa), entrevistando o cientista Galileu Galilei. No episódio 1, falamos sobre a sua infância e influências culturais, familiares e religiosas, e, suas contribuições acadêmicas. NO episódio 2, sobre o aperfeiçoamento da luneta e seu livro "O Mensageiro das estrelas". Finalizamos o episódio falando sobre a Inquisição. O que será que aconteceu? Sabemos que Galileu foi indicado para ser julgado pelo Tribunal da Santa Inquisição. Mas, por sorte, ele tinha alguns simpatizantes na Igreja, como o Cardeal Bellarmino. O que você tem a falar sobre isso, Galileu?
Desenvolvimento (5-8 minutos) O julgamento do cientista	Galileu: O cardeal Bellarmino foi um bom amigo, ele apoiava as ciências e as artes, mas, não tinha muito o que fazer. Os outros membros da Igreja Católica estavam destinados a me perseguir. (Nesta segunda parte, realizar a discussão do descontentamento e do julgamento de Galileu).
Finalização: (1-2 minutos)	Entrevistador: Galileu Galei só não foi condena a fogueiro, e sim a prisão perpétua em sua residência devido as suas parcerias e influências com o Senado, o Grão-duque, e alguns membros da Igreja Católica. Caso contrário, seu destino teria sido outro. (Realizar o fechamento da entrevista, no qual, pode finalizar com Galileu agradecendo a oportunidade de divulgar as suas ideias e contribuições científicas.

Fonte: a autora

Esta proposta de podcast histórico, dividida em três episódios sobre a vida e a obra de Galileu Galilei, oferece uma oportunidade criativa e significativa de promover

a interdisciplinaridade entre História, Ciências e Linguagens. Ao elaborar o roteiro para a narrativa, considerando a dramatização e a abordagem de cada etapa, com base na pesquisa nas histórias em quadrinhos, a atividade amplia o repertório cultural dos estudantes e contribui para uma aprendizagem mais ativa, crítica e contextualizada.

Além de favorecer o engajamento dos estudantes com a figura histórica de Galileu, o exercício de simular entrevistas permite que eles compreendam a ciência como um processo humano, sujeito a conflitos, rupturas e influências externas. Dessa forma, a atividade não apenas reforça os conhecimentos disciplinares previstos no currículo escolar, mas também valoriza a formação integral dos sujeitos, ao alinhar as competências gerais da BNCC às práticas educativas e à proposta deste trabalho. A utilização de atividades com abordagem multimodal — neste caso, auditiva — torna as aulas de Física mais significativas e conectadas à realidade dos estudantes, como exemplificado pelo podcast.

Além destas propostas, indicamos como outras atividades a serem desenvolvidas:

- Peças teatrais: os estudantes elaboram um teatro, nos quais, podem visualizar com mais facilidades as vestimentas e culturas da época, realizando a dramatização visual, nos quais podem focar no julgamento de Galileu com base em argumentos científicos, políticos e religiosos.
- Gamificação: os estudantes podem criar pequenos folders no Canva e espalhar QR Codes pela escolha sobre a vida e obra do cientista, instigando a curiosidade dos mais colegas, além de inserir pequenos desafios (experimentos de Galileu; descrever as leis do movimento; observar a lua etc.) a serem cumpridos, com um vencedor e uma premiação final.

O fato é que, as atividades a serem desenvolvidas empregando histórias em quadrinhos tem como limite a própria criatividade do professor/estudante, uma vez que a sua potencialidade é gigantesca. Diante deste potencial observado, é importante destacamos que a sua utilização e emprego é extremamente versátil, se justificando pelo caráter multimodal e narrativo das HQs, que permite a integração das diferentes linguagens — textual, visual e simbólica — de forma significativa, facilitando a compreensão de conceitos complexos e promovendo múltiplas formas de engajamento com o conteúdo, e, principalmente, possibilitando a realização de

atividades interdisciplinares, nos quais, professores de outras disciplinas podem contribuir no desenvolvimento de projetos, resultando em uma melhora na participação e aprendizagem.

Deste modo, as HQs possibilitam o desenvolvimento de propostas didáticas que vão desde a leitura crítica e contextualizada de biografias científicas até a criação autoral de narrativas pelos próprios estudantes, envolvendo-os como protagonistas do processo de aprendizagem, no qual, o professor pode empregar diferentes propostas de metodologias ativas, oferecendo inúmeras oportunidades do professor de romper com as aulas tradicionais, centradas na exposição oral e no uso exclusivo do quadro negro e material didático, diversificando as aulas, e, podendo despertar o interesse dos estudantes para estudarem outros temas com a mesma proposta.

Assim, reafirmamos o papel das histórias em quadrinhos como uma ferramenta pedagógica rica e potente, que pode vir a transformar a sala de aula em um espaço mais dinâmico, reflexivo e criativo — ampliando os horizontes do ensino de Ciências e contribuindo para uma formação mais crítica, humanizada e conectada à realidade dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos processos analisados, ressalta-se que a aprendizagem é um fenômeno complexo, intimamente relacionado às particularidades cognitivas de cada indivíduo. Por essa razão, a elaboração de materiais instrucionais multimodais exige não apenas criatividade e domínio técnico, mas também um sólido embasamento teórico acerca dos mecanismos envolvidos na construção do conhecimento.

Embora o uso de histórias em quadrinhos (HQs) na educação tenha ganhado espaço nos últimos anos, sua implementação ainda enfrenta desafios significativos. Entre eles, destacam-se a escassez de materiais didáticos adequados, a ausência de propostas curriculares que promovam o uso significativo desse recurso e a resistência por parte de professores e estudantes. Soma-se a isso a forma como a história da ciência é frequentemente apresentada nos livros didáticos: de maneira simplificada, por meio de pequenas biografias que retratam os cientistas como gênios isolados, desconsiderando os processos criativos e as influências sociais, políticas e culturais que marcaram suas descobertas (Silva et al., 2019).

Diante desse cenário, o presente projeto de doutorado surgiu a partir da necessidade de investigar estratégias para o desenvolvimento de materiais didáticos multimodais que integrem a abordagem histórico-contextual. A questão central que orienta a pesquisa é: Como elaborar um material didático multimodal, que explore a vida e obra de Galileu Galilei e seu legado para a ciência moderna, de maneira significativa para a aprendizagem dos estudantes? Essa investigação busca não apenas oferecer recursos pedagógicos inovadores, mas também promover uma compreensão mais crítica e contextualizada da ciência como atividade humana, inserida em um determinado tempo e espaço social.

Para a construção de um referencial que possibilitasse a elaboração de uma HQ pedagógica, efetuou-se a integração da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (Mayer, 2007) e da Teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel, 2000) com a linguagem dos quadrinhos (Rama & Vergueiro, 2012; McCloud, 2005). Apresenta-se essa integração como uma proposta de referencial teórico-metodológico para a construção autoral de HQs pedagógicas.

Para validar seu potencial, iniciou-se a elaboração de uma HQ pedagógica sobre a vida e obra de Galileu Galilei, contemplando algumas de suas contribuições para o desenvolvimento da ciência moderna. Os primeiros resultados dessa iniciativa

foram publicados em três periódicos da área de ensino: LATIN-AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS EDUCATION (“Galileu Galilei e a visualização dos corpos celestes: discussões em uma representação interdisciplinar”); REVISTA INTERDISCIPLINAR DO PENSAMENTO CIENTÍFICO (“A construção do conhecimento científico a partir da linguagem de quadrinhos”); e REVISTA DE EDUCAÇÃO DO IDEAU (“O texto e o contexto de uma abordagem histórico-contextual”).

A HQ pedagógica sobre a vida e obra de Galileu Galilei foi construída como forma de exemplificar o emprego da proposta teórico-metodológica na produção de material didático autoral, atuando como organizador avançado e promovendo a contextualização histórica dos conceitos científicos. Mantém o potencial motivacional indicado nas pesquisas da área de ensino, estimulando o engajamento dos estudantes por meio de uma abordagem mais visual, narrativa e interativa, além de favorecer a aprendizagem de conhecimentos sobre a Natureza da Ciência.

Considera-se que os resultados desta pesquisa de doutorado fornecem, aos professores e licenciandos, “[...] oportunidades para a reflexão crítica sobre as diferentes linguagens” utilizadas na construção de histórias em quadrinhos, integrando textos e imagens “[...] e seus processos de construção, disseminação e uso, incorporando-os ao processo pedagógico, com a intenção de possibilitar o desenvolvimento da criticidade e da criatividade” (Brasil, 2024, p.5). Trata-se de um dos aspectos destacados nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior de Profissionais do Magistério da Educação Escolar Básica, documento que busca aproximar os objetivos da formação inicial daqueles apresentados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A proposta apresentada oferece elementos teóricos para promover o desenvolvimento autoral, por parte de professores e licenciandos, de materiais didáticos diversificados que integrem linguagem verbal e visual, com o objetivo de:

> [...] contextualizar os conhecimentos disciplinares escolares dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (Brasil, 2018, p. 16).

A proposta teórica apresentada como elemento central desta pesquisa de doutorado foi empregada na construção de uma HQ pedagógica autoral, um material didático inovador que apresenta uma abordagem histórico-contextual, integrando

linguagem verbal e visual e promovendo a reconciliação integrativa e a consolidação do conhecimento disciplinar em História da Ciência. A construção da HQ buscou evitar visões distorcidas e internalistas da ciência (Martins, 2005), frequentemente presentes em textos de divulgação científica, nos quais os cientistas são retratados como gênios solitários que realizam descobertas ao acaso, desconsiderando influências políticas, familiares e religiosas.

Contudo, para que essa proposta seja efetivamente incorporada ao cotidiano escolar, torna-se necessário investir na formação docente. Muitos professores ainda não se sentem preparados para elaborar textos históricos, criar roteiros para HQs ou explorar recursos multimídia com intencionalidade pedagógica. Nesse sentido, destaca-se a importância de incluir essas práticas tanto na formação inicial quanto na formação continuada dos docentes, fortalecendo a autonomia pedagógica e incentivando a produção e o compartilhamento de materiais inovadores.

Diante dos resultados obtidos e dos caminhos abertos por esta pesquisa, propõe-se como desdobramento futuro a continuidade da produção de HQs com temáticas relacionadas à História da Ciência, ampliando o repertório de personagens e contextos científicos abordados. Pretende-se disponibilizar essas HQs em plataformas online de acesso livre, com o objetivo de oferecer suporte a outros professores e facilitar a inserção desse recurso no planejamento pedagógico. Além disso, planeja-se criar um espaço virtual colaborativo, no qual docentes possam não apenas acessar os materiais, mas também compartilhar as atividades desenvolvidas com seus estudantes, trocando experiências, sugestões e estratégias de aplicação.

Esse tipo de rede colaborativa entre educadores pode fomentar uma cultura de inovação pedagógica, fortalecer o uso de recursos multimodais em diferentes contextos e contribuir para a construção coletiva de materiais mais próximos da realidade escolar. Acredita-se que, ao democratizar o acesso a esse tipo de produção didática, será possível impactar positivamente a forma como a ciência é ensinada, aproximando os estudantes da construção histórica do conhecimento e estimulando seu protagonismo no processo de aprendizagem.

Por fim, reforça-se a importância de novas pesquisas voltadas à avaliação do impacto das HQs e de outros recursos multimodais no ensino de Ciências, especialmente no que se refere à motivação dos estudantes, à retenção de conceitos e à capacidade de estabelecer conexões significativas entre teoria e prática. Tais

investigações são essenciais para consolidar e ampliar as contribuições desta proposta, promovendo um ensino mais significativo, inclusivo e alinhado aos desafios contemporâneos da educação científica.

REFERÊNCIAS

_____. Ministério da Educação e Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Matriz de Referência para o ENEM 2009. Brasília, Distrito Federal, 2009a. 26p.

_____. Estudo introdutório. In: Galilei, G. *Sidereus nuncius: o mensageiro das estrelas*. Tradução, estudo e notas H. Leitão. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010 [1610]. p. 19-136.

_____. **Sidereus Nuncius**: o mensageiro das estrelas. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010

ALBERGARIA, Danilo. O legado de Galileu para a ciência moderna. **ComCiência**, n. 112, p. 0-0, 2009.

AMARAL, Ricardo Ribeiro do; BASTOS, Heloisa Flora Brasil Nóbrega. O Roleplaying Game na sala de aula: uma maneira de desenvolver atividades diferentes simultaneamente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 103-122, 2011.

ANDERSEN, K. (2013). **Guidobaldo: O Pai da Teoria Matemática da Perspectiva**. In: Guidobaldo del Monte (1545–1607): Teoria e Prática das Disciplinas Matemáticas de Urbino à Europa . Berlim: Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften.

AUSUBEL, D. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos:** Uma Perspectiva Cognitiva. Tradução Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. Título original: The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Tradução: Lígia Teopisto, 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana. 2003, 242 p.

AVELINO, L. C; ERROBIDART, N. C. G. O emprego de histórias em quadrinhos como material didático para o ensino de ciências: The story of work in Comics as educational material for Science teaching. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, v. 13, n. 39, 2023.

BAIARDI, A.; DOS SANTOS, A.; RODRIGUES, W. Processos cavilosos, sentença vingativa e abjura humilhante: o caso Galileu. **Cadernos de História da Ciência**, v. 8, n. 2, 2012.

BARBOSA, Roberto Gonçalves; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Vygotsky: um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 1, p. 953-983, 2018.

BRASIL. (2018). Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio. Brasília: MEC. Disponível em:http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpontent/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em junho de 2024.

BINATTO, Luciane da Silva. Análise das reflexões de futuros professores de biologia em discussões fundamentadas pelo enfoque CTS. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2017.

BOITO, Maiza C. M.; SILVA, T. M. Jogo MINECRAFT como aliado no processo de ensino e aprendizagem da Geometria Espacial. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e9739109033, 2020.

BOMBAL GORDÓN, F**.** Galileo Galilei: un hombre contra la oscuridad. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España)*, v. 107, n. 1-2, p. 55–78, 2014. XVI. Programa de Promoción de la Cultura Científica y Tecnológica.

BONFIN, Cleber Lopes; GUIMARÃES, Maria Elenir. O professor e suas ações educativas no processo de alfabetização científica e tecnológica no ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 119-140, 2018.

BROIE, D. M. M.; SANTINI FILHO, O.; PASSOS, C. R. de L. Caracterizando Questões de Química em Processos Avaliativos de Larga Escala: Uma Análise Comparativa. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2017.

BROLLO, A. **Galileu Galilei: carta à Senhora Cristina de Lorena, Grã-duquesa de Toscana**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em História da ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2006.

BROMBERG, C. **A música como ciência na obra quinhentista de Vincenzo Galilei**. 2009. 125 f. Tese (Doutorado em História da Ciência) - Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 2009.

BROMBERG, C. De Galilei pai a Galilei filho. **CIÊNCIA HOJE**, v. 46, n. 274. 2010

BRUNER, J. *Atos de significação*. 2. ed. Trad. Sandra Costa. São Paulo: Artmed, 2002.

CALHEIRO, L. B.; ERROBIDART, N. C. G; ARAUJO, M. E. M. A sustentabilidade e a prática interdisciplinar na educação básica a partir de uma unidade de ensino potencialmente significativa. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 31, p. 141-149, 2019.

CALHEIRO, L. B; ERROBIDART, N. C. G; MOREIRA, M. A. A relação teoria e prática na formação inicial de professores: um olhar sobre a utilização da Teoria da Aprendizagem Significativa no planejamento de ensino. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, v. 12, n. 36, 2021.

CAMPANINI, Maria Alice; DOUKAY, Luciana M. Contribuições das Histórias em Quadrinhos para abordar questões ambientais na educação básica. **Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 6, n. 3, p. 446-465, 2016.

CAROLINO L. M. **Geo-Heliocentric Controversies. The Jesuits, Tycho Brahe, and the Confessionalisation of Science in Seventeenth-Century Lisbon** Venezia:Edizioni Ca' Foscari - Venice University Press 2023 Disponível em: https://edizionicafoscari.unive.it/media/pdf/books/978-886-969-662-6/978-886-969-662-6_F51f6DD.pdf#page=39.18

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; SILVEIRA, M. Uma proposta de ensino de divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência e Sociedade**, v. 8, p. 1-9, 2002.

CARUSO, F.; SILVEIRA, M. Quadrinhos como uma proposta de releitura de saberes. **Encontro de Literatura infantil e Juvenil-Leitura e Críticas**, v. 5, p. 1-15, 2008.

CARVALHO, A. Multimédia: um conceito em evolução. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 15, n. 1, p. 245-268, 2002.

CLANDININ, D. J.; CONNELLY, F. M. *Narrative inquiry*: experience and story in qualitative research. San Francisco: Jossey-Bass, 2000.

COMPIANI, M. Verbal e visual, análise e síntese no ensino de ciências–um olhar geológico como ciência histórica. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2015.

COSTA, F. **O uso de imagens e palavras com base na teoria da carga cognitiva: elaboração de material de apoio para o professor**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

COSTA, A.; RIBEIRO, Adriano. Gêneros e tipos textuais: afinal de contas, do que se trata? **Revista Prolíngua**, v. 6, n. 1, 2011.

CORRÊA, Ana Carolina L. A utilização de uma história em quadrinhos como estratégia de ensino sobre o uso racional de medicamentos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 9, n. 3, p. 1-13, 2016.

CORRÊA, Evandro A.; VELLOSO, Vera Maria. LAMLEC: a dimensão lúdica no Ensino de Ciências. **Revista da SBEnBio**, n. 9, p. 1-14, 2016.

CORREIA, N. E Agora Eu Sou Galileu Com o Celestia. 2009. Disponível em: http://cientistacurioso.pbworks.com/f/E_agora_eu_sou_Galileu_com_o_Celestia.pdf. Acesso em 11 de novembro de 2022.

CORTEZ, D. G.; DEL PINO, J. C. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Licenciatura em Ciências da Natureza e o Enfoque CTS. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2018.

CRESWELL, J. W.; CRESWELL, J. D. **Projeto de Pesquisa.** 5ª Porto Alegre: Penso, 2021.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. P. **Pesquisa de Métodos Mistos**. 2ª ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

DANTON, G. O roteiro nas histórias em quadrinhos. **João Pessoa: Marca de Fantasia**, 2010.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. Q. A defesa do Copernicanismo teve papel central nas condenações de Galileu. **A Física na Escola**, v. 14, n. 2, p. 14-26, 2016.

DA SILVA, Alisson L. Astronomia e elaboração de história em quadrinhos: uma proposta para o ensino de Ciências. **Revista Internacional de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 4, p. 556-574, 2021.

DA SILVA BARCELLOS, L.; COELHO, L. C. Formação continuada de professores do ensino fundamental e a alfabetização científica: estado do conhecimento de 1992 a 2020. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2022.

DA SILVA BARROS, Lucas et al. Microbiologia em quadrinhos: análise do conteúdo bacteriologia nos livros didáticos como ponto de partida para a produção de histórias em quadrinho. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 147-158, 2022.

DA SILVA ESTEVÃO, Leandro C.; DA COSTA, Fabiana R. História em quadrinhos: estratégia para o processo ensino-aprendizagem do tema “lixo eletrônico”. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2016.

DA SILVA, Leandro Londero. Educação para o Trânsito em Aulas de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 2, 2009.

DARSKI-SILVA, Bianca. TEM CIENTISTA NO INTERIOR DO AMAZONAS: CIÊNCIA NA HISTÓRIA EM QUADRINHOS. **Revista Areté | Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 20, n. 34, p. e23021, jul. 2023.

DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

DE CARVALHO, A. C. Como Dizer do Brilho? Entre Sentidos Científicos e do Hip-hop para Ensinar Ciências. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2022.

DE CARVALHO PIASSI, Luís Paulo. De Émile Zola a José Saramago: interfaces didáticas entre as ciências naturais e a literatura universal. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2015.

DE REZENDE FILHO, Luiz Augusto C.; PEREIRA, Marcus Vinicius; VAIRO, Alexandre Cunha. Recursos Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos

brasileiros de Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 183-204, 2011.

DE SOUZA, Claudia Teresa Vieira; NATAL, Sonia; ROZEMBERG, Brani. COMUNICAÇÃO SOBRE PREVENÇÃO DA TUBERCULOSE: PERSPECTIVAS DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE E PACIENTES EM DUAS UNIDADES ASSISTENCIAIS DA FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, 2005.

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed. da UFSC, p. 125-150, 2001.

DE JESUS, D. L. S. Entre a lógica e a retórica: axiomatizações da geometria euclidiana nos séculos XVI e XVII. 2023. Tese (Doutorado em Filosofia) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2023.

DE TOLEDO, C.; RUCKSTADTER, F. Estrutura e organização das Constituições dos jesuítas (1539-1540). **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 24, p. 103-113, 2002.

DINIZ, Leonardo D.; OLIVEIRA, Cássio R. A. O uso de textos de divulgação científica em atividades didáticas: uma revisão. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 13, n. 2, p. 1297-1309, 2018.

DI PIERO, I. A. S. **Ratio Studiorum, Educação e Ciência nos séculos XVI e XVII: matemática nos colégios e na vida**. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação). Piracicaba: Faculdade de Ciências Humanas da Universidade Metodista de Piracicaba.

DOS SANTOS, Cristiane M.; PEREIRA, Vinícius C. G. Histórias em quadrinhos como recurso pedagógico. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 30, n. 1, p. 165-177, jan./jun. 2013.

DOS SANTOS, Luciane R. O uso do objeto de aprendizagem HagáQuê na produção de histórias em quadrinhos de estudantes surdos. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Matemática**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2023.

DRAKE, S. *Galileo: a very short introduction*. New York, NY: Oxford University Press Inc, 2001.

EISNER, W. **Quadrinhos e arte seqüencial**. São Paulo. Martins Fontes, 1995.

EIRAS, L. G.; MENEZES, F. A.; FLÔR, Cristhiane C. Brinquedos e Brincadeiras na Educação em Ciências: Um Olhar para a Literatura da Área no Período de 1997 a 2017. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2018.

ÉVORA, F. A descoberta do telescópio: fruto de um raciocínio dedutivo? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, p. 30-48, 1989.

FARIA, S. A. et al. "A ciência que a gente vê no cinema": uma intervenção escolar sobre o papel da ciência no cotidiano. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2015.

FERNANDES, A. M. T. Mauricio de Sousa: construção de personagens de ficção x construção de personagens de não-ficção. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 1-19, 2017.

FIORESI, Claudia Almeida; CUNHA, Marcia Borin da. A leitura de textos de divulgação científica e a produção de histórias em quadrinhos. **Areté Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 12, n. 26, p. 01 - 15, jan. 2020.

FIORESI, Claudia Almeida; DE OLIVEIRA GOMES, Jean Francisco. Ciência e quadrinhos: algumas relações possíveis. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 18, n. 40, p. 52-67, 2022.

FLÔR, Cristhiane Cunha; CASSIANI, Suzani. O que dizem os estudos da linguagem na educação científica?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 67-86, 2011.

FORATO, T. A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz, 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

FORATO, T. C; PIETROCOLA, M; MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FORTUNA, D. B. S. Ensino de ciências em quadrinhos e fanzines: abordagens sobre dengue, zika e chikungunya em criações de discentes do ensino superior. **Revista Cajueiro: Ciência da Informação e Cultura da Leitura**, *[S. l.]*, v. 2, n. 1, p. 239–285, 2020.

FRANÇA, R. R. A perspectiva didática das metáforas visuais em quadrinhos: um recurso tecnológico na saúde. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 128-140, 2021.

GIACOMINI, L.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos como organizadores de um processo formativo: algumas reflexões. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2015.

GIL-PEREZ et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, p. 125-153, 2001.

GOMES, C. et al. MOVIMENTOS ANTIVACINA: dilema social e contrapontos da história. **Cadernos de Estudos Culturais**, v. 2, n. 26, p. 29-45, 2021.

GOMES, G. C.; PEDROSO, C. L. Metodologias de ensino em Educação Ambiental no Ensino Fundamental: uma revisão sistemática. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 1-14, 2022.

GOMES, M. DAS G. et al. Confecção de histórias em quadrinhos na melhoria do aprendizado de Química no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 28-38, 5 jul. 2017.

GOMES, N.; SILVA, D.; BARBORSA, V. **Isto é um trabalho para os quadrinhos**: reflexões por trás dos balões. 1ª edição. Rio de Janeiro: Dialogarts, 2020.

GONÇALVES. E. Uma análise das tirinhas de Calvin e Haroldo. *In:* Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática., n 20, 2016, Curitiba. **Anais XX EBRAPEM.** Curitiba: UFPR, 2016, p. 1-10.

GUARNIERI, G. História e filosofia da ciência na educação básica: reflexões a partir da Base Nacional Comum Curricular. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 115-127, 2021.

GUIMARÃES, M. **Classicismo na ciência e na arte: sobre as ideias estéticas de Galileu**. 2016. 52 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Filosofia_ - Instituto de Filosofia, Artes e Cultura - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

GREGO, P.; MANNION, D. **Galileo and 400 years of telescopic astronomy**. New York, NY, USA: Springer, 2010.

HENRIQUES, J. M.; FERREIRA, L. R.; SILVEIRA, G. S. O uso de tecnologias educacionais: percepções dos alunos das turmas de segundo ano do curso técnico em meio ambiente do IFES campus Ibatiba. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 161-174, 2023.

HOPSTEIN, G. Quino. Disponível em: https://sites.usp.br/portalatinoamericano/espanol-quino. **Portal contemporâneo da América Latina e Caribe**. Acesso em 10 de dezembro de 2024.

JORGE, G. C.; PEDUZZI, L. O. Q. Uma história em quadrinhos sobre Arteciência na formação de docentes e cientistas em Física. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 175-188, 2022.

KAMEL, C.; DE LA ROCQUE, L. As histórias em quadrinhos como linguagem fomentadora de reflexões–uma análise de coleções de livros didáticos de ciências naturais do ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6, n. 3, 2006.

KAWAMOTO, E.; CAMPOS, J. B. Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino do corpo humano em anos iniciais do Ensino Fundamental. **Anais do II Congresso Nacional de Educação**, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2014.

KEMPER, A.; ZIMMERMANN, E. Textos populares de divulgação científica como ferramenta didático-pedagógica: o caso da evolução biológica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 3, 2010.

KLEIN, M. R.; BARIN, C. S. Histórias em quadrinhos como elemento de flexibilização do ensino de química. **Revista Eletrônica de Pesquisa em Educação em Ciências e Humanidades**, v. 10, n. 2, p. 43-58, 2019.

KOYRÉ, A. Estudos de história do pensamento científico/Alexandre Koyré; tradução e revisão técnica de Márcio Ramalho. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária; Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1982.

KUNDLATSCH, A.; SILVEIRA, C. A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do Ensino Médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 5, p. 36 - 55, 18 dez. 2018.

KULITZ, L. B. MAURÍCIO DE SOUSA E A NATUREZA DO RECONHECIMENTO ARTÍSTICO. **Sociologia & Antropologia**, v. 14, p. 1-32, 2024.

LEITA, D.; CORTELA, J. M.; GATTI, R. As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: o caso do lítio. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2021.

LEMOS, S. R. A pesquisa na pós-graduação stricto sensu acerca do uso de Hqs no ensino de ciências: uma revisão sistemática de literatura. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 189-202, 2023.

LIMA NETO, R; SOUSA, L. **Evolução da contextualização das questões de Física no ENEM e seu impacto na atitude dos professores do ensino médio**. 2023. 7 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal Rural do Semiárido, 2023.

LORENZETTI, L.; DA SILVA, M. L.; BUENO, A. A pesquisa em ensino de química e sua relação com a prática docente. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 19, n. 3, p. 949-974, 2019.

MACHADO, Y. A. M. **Diálogo e conhecimento no Ensino de Física**: contribuições a partir das epistemologias de Paulo Freire e Galileu Galilei. 2017. 233 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

MALHO, Levi António. A anatomia dos céus: sobre o" Mensageiro das Estrelas" de Galileu. **Filosofia. Revista da Faculdade de Letras da Universidade do Porto**, v. 13, n. 1, 2014.

MALTA, P. B.; DORVILLÉ, L. F. N. R.; NASCIMENTO, M. M. Alfabetização científica e enfoque cts na visão de licenciandos em ciências biológicas: uma análise de grupo focal. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2020.

MARICONDA, P. R. O diálogo de Galileu e a condenação. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 77-160, 2000.

MARICONDA, P. R. Galileu e a revolução científica do século XVII. **Cadernos de Ciências Humanas**, v. 9, n. 16, p. 267-292, 2006.

MARICONDA, P. R; VASCONCELOS, J. Galileu e a nova física. São Paulo: Odysseus Editora, 2006.

MARIN, M. C. Ciberidentidades nos anos finais do ensino fundamental público: relações nos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 14, p. e500996, 2020.

MARTINS, P. Galileu e o telescópio. “Qual Carreira Devo Escolher?”-Uma Reflexão Sobre o Lugar dos Cursos de Matemática na Escolha, p. 18, 2009.

MATTHEWS, M. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, p. 164-214, 1995.

MAYER, R..; GALLINI, Joan K. When is an illustration worth ten thousand words?. **Journal of educational psychology**, v. 82, n. 4, p. 715, 1990.

MAYER, R. Multimedia learning: Are we asking the right questions?. **Educational psychologist**, v. 32, n. 1, p. 1-19, 1997.

MAYER, R. MORENO, R. A cognitive theory of multimedia learning: Implications for design principles. **Journal of educational psychology**, v. 91, n. 2, p. 358-368, 1998.

MAYER, R.; HEISER, J.; LONN, S. Cognitive constraints on multimedia learning: When presenting more material results in less understanding. **Journal of educational psychology**, v. 93, n. 1, p. 187, 2001.

MAYER, R. MORENO, R. Aids to computer-based multimedia learning. **Learning and instruction**, v. 12, n. 1, p. 107-119, 2002.

MAYER, R. et al. A personalization effect in multimedia learning: Students learn better when words are in conversational style rather than formal style. **Journal of educational psychology**, v. 96, n. 2, p. 389, 2004.

MAYER, R. Introduction to multimedia learning. **The Cambridge handbook of multimedia learning**, v. 2, n. 1, p. 24, 2005.

MAYER, R. E.; MORENO, R. A Cognitive Theory of Multimedia Learning: Implications for Design Principles. University of California, Santa Barbara, 2007

MAYER, R. E. Multimedia learning. 2. ed. New York: Cambridge Press, 2009.

MCCOMAS, W. F.; ALMAZROA, H.; CLOUGH, M. P. The nature of science in science education: an introduction. Science & Education, Dordrecht, v. 7, n. 6, p. 511-532, 1998.

McCLOUD, S. Desvendando os quadrinhos. Makron Books, 1995.

McCLOUD, S. **Desenhando Quadrinhos:** os segredos das narrativas de quadrinhos, mangás e graphic novels. Makron Books, 2008.

MORAES, M.; FROTA, P. Calculando com Galileu: os desafios da ciência nova. **Revista Educação Especial**, p. 65-81, 2000.

MOREIRA, J. A. G. Paolo Sarpi, “o servita” Herege ou santo?. **Revista Eclesiástica Brasileira**, *[S. l.]*, v. 75, n. 299, p. 637–657, 2015.

MORI, Rafael Cava; DA SILVA CURVELO, Antonio Aprigio. O grau de participação requerido dos estudantes em atividades experimentais de Química: Uma análise dos livros de Ciências aprovados no PNLD/2007. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 65-86, 2013.

MOTA, Geovânia Pereira dos Reis; GONTIJO, Gabriela Belini; DE OLIVEIRA, Jane Raquel Silva. A Revista “Pesquisa FAPESP” como Recurso para Abordagem da Sociologia da Ciência. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 953-983, 2017.

MOURA, B. O que é natureza da ciência e qual a sua relação com a História e Filosofia da Ciência. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, p. 32-46, 2014.

NAESS, A. Galileu Galilei: um revolucionário e seu tempo. Trad. George Schlesinger. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.

NASCIMENTO, I.S. Da marginalidade à sala de aula: o fanzine como artefato cultural, educativo e pedagógico. p. 121- 133. In: MUNIZ, C.R. (Org.). Fanzines: autoria, subjetividade e invenção de si. Editora UFC, 2010. 139 p.

NEIRES, G. D.; GEHLEN, S. T. Investigação temática na formação de professores: indicativos da pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2018.

NIEZER, M.; FRASSON, P.; PILLATTI, L. Caracterização dos Produtos Desenvolvidos por um Programa de Mestrado Profissional da Área de Ensino de Ciências e Tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2015.

NOGUEIRA, C. As teorias de aprendizagem e suas implicações no ensino de Matemática. Acta Scientiarum, Human and Social Sciences. 2007.

NUNES RIBEIRO, J.; NOBRES-SILVA, D. Construção e aplicação de um objeto virtual de aprendizagem (OVA) para o ensino de química: abordagem da temática sabão. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 1, p. 302-317, 2020.

OLIVEIRA, Carloney Alves de. Tecendo os fios textuais na produção e utilização das histórias em quadrinhos (hq) no ensino de matemática na formação do pedagogo. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 8, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, L. C. et al. Educação e controle da esquistossomose em Sumidouro (RJ, Brasil): avaliação de um jogo no contexto escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 3, 2008.

OLIVEIRA, S. R. A arte fotonovela como estratégia didática no ensino de biologia: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 25-40, 2022.

OSTERMANN, F. CAVALCANTI, CJ de H. Teorias de aprendizagem. **Porto Alegre: Evangraf**, p. 32, 2011.

PAIVA, V. L. A pesquisa narrativa: uma introdução. **Revista brasileira de linguística aplicada**, v. 8, p. 261-266, 2008.

PALCHA, Leandro Siqueira; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura. Discursos sobre leitura e Ensino de Evolução na Formação de Professores de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 1, p. 125-149, 2014.

PATROCÍNIO, G.; SILVEIRA, I. O recurso da tecnologia (GoAnimate) e a aprendizagem de conceitos matemáticos no Ciclo II. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 3, p. 339-347, 1 out. 2012.

PENEREIRO, J. C. Galileo e a defesa da cosmologia copernicana: a sua visão do universo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. . 26, n. 1, p. 173-198, 2009.

PEREIRA, M. F.; DA SILVA COSTA, M. A. Histórias em quadrinhos e o ensino de biologia: o caso Níquel Náusea no ensino da teoria evolutiva. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 184-198, 2015.

PEREIRA, M. T. T.; FONTOURA, C. L. A. Discutindo as Histórias em Quadrinhos enquanto recurso didático em Ciências. **Revista Thema**, v. 13, n. 2, p. 24-38, 2016.

PEREIRA, M. F.; FONTOURA, C. L. A. Percepções de docentes do ensino fundamental: analisando uma intervenção de formação continuada em um contexto lúdico. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 57-72, 2021.

PIASSI, Luís Paulo. A perspectiva sociocultural da física nos romances de ficção científica de Arthur Clarke. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 205-226, 2011.

PRADO, L. A. G. **Matemática, física e música no Renascimento: uma abordagem histórico-epistemológica para um ensino interdisciplinar**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

QUEIROZ, D. G. **O processo de entabulação para alaúde de peças vocais no século XVI: Vincenzo Galilei e a relação entre entabulação e contraponto vocal.** 2016. 116 f., il. Dissertação (Mestrado em Música)—Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

RAMA, A.; VERGUEIRO, W. **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**: São Paulo: Editora Contexto, 2012.

RAMOS, Paulo. **A leitura dos quadrinhos**. São Paulo: Contexto, 2010.

RENN, J. and D, Peter (2017). Bibliography. In: *Guidobaldo del Monte's Mechanicorum Liber*. Berlin: Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften.10.34663/9783945561256-05.

REGO, E. P. B.; DE SOUSA, J. F. Imagens em materiais didáticos impressos para o ensino de Física num curso de Licenciatura semipresencial. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, p. 183-199, 2010.

REIS, E. S.; TINOCA, L. A avaliação do impacto do projeto "We Act" nas percepções dos alunos acerca das suas competências de ação sociopolítica. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2018.

ROBLES-PIÑEROS, J.; BAPTISTA, G. A.; COSTA NETO, F. Uso de desenhos como ferramenta para investigação das concepções de estudantes agricultores sobre a relação inseto-planta e diálogo intercultural. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 1, p. 353-375, 2018.

ROCHA, A. P. Análise do potencial didático do livro de ficção científica no ensino de ciências. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 101-114, 2017.

RODRIGUES, Erika Dias; DE MELO, Cynthia Germoglio Farias. Metodologias ativas no ensino remoto de Embriologia e Histologia: um relato de experiência. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 6, p. 1-18, 2021.

ROSA, G. S.; PAZUCH, M. Contribuições ao Design Instrucional e à Cyberformação por meio do feedback de estudantes sobre HQs matemáticas interativas. **Educação e Pesquisa**, v. 40, n. 4, p. 953-969, 2014.

ROSA, I. C.; DARROZ, L. M.; MINOSSO, C. L. Alfabetização científica e ensino de ciências nos anos iniciais: concepções e ações dos professores. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2019.

RYZY, J. V.; CRISOSTIMO, S. R. B. Um jogo didático como proposta de intervenção pedagógica na abordagem sobre o mosquito Aedes aegypti. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 237-252, 2020.

RUDOLPH, M. Cognitive theory of multimedia learning. **Journal of Online Higher Education**, v. 1, n. 2, p. 1-10, 2017.

SANTOS, M. A visão de mundo de Nicolau Copérnico, Galileu Galilei e Johannes Kepler. In: Gênios da Ciência. 1 Ed. UNIMESP - Centro Universitário Metropolitano de São Paulo. 2006

SANTOS, V. J. D. R. M**. A utilização da linguagem dos quadrinhos no ensino de ciências da natureza na educação básica**. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Porto Alegre - RS. 2019.

SANTOS JÚNIOR, J. L.; SILVA JÚNIOR, W. L.; COSTA, D. B. Construção e validação de tecnologia educativa no formato de história em quadrinhos na área de imunizações: instrumento de autocuidado e de estímulo à vacinação infantil. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 41-56, 2021.

SANTOS, R. L. F.; DE JESUS, V. M.; JUNIOR, M. R. A. Um Perfil Métrico do 'Ensino de Ciências' em Artigos da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2001–2020). **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 15-28, 2022.

SANTOS, R. L. F. dos. As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2023.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Escrita e desenho: análise de registros elaborados por alunos do ensino fundamental em aulas de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 2, 2010.

Shea W. R. Guidobaldo del Monte: Galileo's Patron, Mentor and Friend (2013) In: Antonio Becchi, Domenico Bertoloni Meli and Enrico Gamba (eds.): *Guidobaldo del Monte (1545–1607): Theory and Practice of the Mathematical Disciplines from Urbinoto Europe* Online version at http://edition-open-access.de/proceedings/4/

SILVA, R. S. R. da. Narrativas Multimodais: a imagem dos matemáticos em performances matemáticas digitais. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 28, n. 49, p. 950-973, 2014.

SILVA, A. G. **Uma discussão histórico-epistemológica da teoria da relatividade em tirinhas**. 2018. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS. Campo Grande - MS. 2018.

SILVA, A. G.; ERROBIDART, N. C. G. . Galileu Galilei e a visualização dos corpos celestes: discussões em uma representação interdisciplinar. LATIN - AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS EDUCATION, v. 16, p. 1311-1311-15, 2022.

SILVA, A. G.; ERROBIDART, N. C. G. . A construção do conhecimento científico a partir de linguagem de quadrinhos. Revista Interdisciplinar do Pensamento Científico, v. 1, p. 72-82, 2022.

SILVA, A. G.; ERROBIDART, N. C. G. . O texto e o contexto de uma abordagem histórica contextual**. REI. REVISTA DE EDUCAÇÃO DO IDEAU**, v. 4, p. 1, 2024.

SILVA, A. G.; ERROBIDART, N. C. G. ; ALVES, D. C. B ; QUEIRÓS, W. P. . Análise da história da Teoria da Relatividade Restrita em livros didáticos do terceiro ano do ensino médio indicados no PNLEM 2015/2017. **LATIN - AMERICAN JOURNAL OF PHYSICS EDUCATION**, v. 13, p. 4305-1, 2019.

SILVA, J. C. **Galileu Galilei: un occhiale cavato dalle più recondite speculazioni di prospettiva**. 2018. 83 f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) - Universidade Federal de São Paulo, Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Guarulhos - SP. 2018.

SILVA, R. **Evidências de aprendizagem de conhecimentos disciplinares escolares por meio de animações desenvolvidas com base em uma teoria cognitiva**. 2020. 152 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2020.

SILVEIRA, F. A filosofia da ciência e o ensino de ciências. **Em aberto**, v. 11, n. 55, 1992

SOBEL, D. A filha de Galileu: um relato biográfico de ciência, fé e amor. Companhia das Letras, 2000.

SOARES, I. M.; DA COSTA GARCEZ, K. Um estudo do estado da arte sobre a utilização do lúdico em ensino de química. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 29-40, 2017.

SOUZA, E. H. **Construção de histórias em quadrinhos: possibilidades para professores de matemática em formação.** 2015. 146 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências e Educação Matemática) _ Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

SOUZA, R. P. de; DE OLIVEIRA, S. A.; SILVA, T. E. da. Rede social Instagram e a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia: análise de imagens com conteúdos químicos de perfil educacional. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 2, p. 103-118, 2023.

TAKARADA, L. C.; AIRES, J. A. "Como o pH afeta a qualidade do solo?": a utilização de uma oficina experimental problematizadora para a análise dos três momentos pedagógicos. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2020.TRAVAGLIA, L. Aspectos da pesquisa sobre tipologia textual. **Revista de Estudos da Linguagem**, v. 20, n. 2, p. 361-387, 2012.

TELES, A. S.; CORRÊA, I. C. S. Livro-brinquedo de plantas medicinais: uma proposta de ensino de ciências e alfabetização–língua portuguesa com turma de 1º ano do ensino fundamental. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 119-130, 2019.

TORRES, C.; FERRERAR0, N.; SOARES, P. A. Física, ciência e tecnologia, Vol. 3. (Moderna, São Paulo, 2013).

VIEIRA JÚNIOR, R.; DE ALMEIDA, R. A teoria da evolução em quadrinhos: uma análise da revista “Saiba Mais Sobre Charles Darwin”. **Revista Prática de Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 1-14, 2021.

ZANETIC, João. Qual o papel da ciência na formação básica? Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, SBF, 1991.

ZANETIC, João. Física e Arte: uma ponte entre duas culturas. **Pro-posições**, v. 17, n. 1, p. 39-57, 2006.

ZYLBERSZTAJN, A. Galileu, um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, p. 36-48, 1988.