



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DAS CIÊNCIAS – PPGEC
DOUTORADO

Ribbyson José de Farias Silva

TESE DE DOUTORADO

A produção de HQs para o Ensino de Física: desencadeando a construção de significados e processos autorregulatórios entre licenciandos/as em Física

Recife – PE

2024

RIBBYSON JOSÉ DE FARIAS SILVA

A produção de HQs para o Ensino de Física: desencadeando a construção de significados e processos autorregulatórios entre licenciandos/as em Física

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Doutorado em Ensino das Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ensino das Ciências e Matemática.

Linha de Pesquisa: Formação de professores e construção de práticas docentes no ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão.

Coorientadora: Kátia Calligaris Rodrigues.

Recife -PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586p

Silva, Ribbyson José de Farias

A produção de HQs para o ensino de física: desencadeando a construção de significados e processos autorregulatórios entre licenciandos/as em Física / Ribbyson José de Farias Silva. - 2024.
290 f. : il.

Orientadora: Ana Maria dos Anjos Carneiro Leao.

Coorientadora: Katia Calligaris Rodrigues.

Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Recife, 2024.

1. Autorregulação da Aprendizagem. 2. Biofísica da visão. 3. Ensino de Física. 4. Histórias em Quadrinhos. 5. Multimodalidade. I. Leao, Ana Maria dos Anjos Carneiro, orient. II. Rodrigues, Katia Calligaris, coorient. III. Título

CDD 507

RIBBYSON JOSÉ DE FARIAS SILVA

A produção de HQs para o Ensino de Física: desencadeando a construção de significados e processos autorregulatórios entre licenciandos/as em Física

Data de Aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora:

Examinadora (Presidente/Orientadora): **Profa. Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão**

Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências-PPGEC

Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

Examinadora Interna: **Prof. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral**

Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências-PPGEC

Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

Examinadora Interna: **Prof. Dra. Helaine Sivini Ferreira**

Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências-PPGEC

Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

Examinadora Externa: **Prof. Dra. Maria Teresa Lopes Ypiranga de Souza Dantas**

Núcleo de Design e Comunicação-NDCCA

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Examinador Externo: **Prof. Dr. Rafael Santos Aquino**

Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Salgueiro

Recife -PE

2024

Reafirmo a dedicação de mais uma etapa às pessoas que foram, sem dúvida, as mais importantes na minha vida, meu pai e minha mãe, ETERNOS/AS e AMADOS/AS: **Edileuza de Farias** (in memoriam) e **José Zeferino** (in memoriam) que sempre acreditaram em mim, o primeiro alicerce para minha construção enquanto ser humano. Obrigado por me escolherem, por mudarem as estatísticas de pessoas abandonadas. **Toda minha GRATIDÃO!**

AGRADECIMENTOS

Esse é um momento tão importante, tão sonhado e tão cheio de incertezas...

Tenho tantos/as a agradecer, pela forma que se dedicaram a mim, não somente por acreditarem que eu poderia chegar até aqui, mas por terem/estarem contribuído/contribuindo para que eu possa sempre caminhar com os pés no chão, sem saber se haverá um fim, mas consciente que seguir é preciso e com humanidade. Das diversas “imagens” que eu tenho, das diversas “imagens” que são construídas de mim por outras pessoas e das que ainda podem ser formadas, a conclusão desse trabalho reflete a imagem da minha preocupação com o processo educacional e com o Ensino de Ciências.

Quero agradecer, em especial...

A todas as forças superiores que me ajudaram na conclusão desse estudo, em especial ao meu Deus sublime e que sempre está comigo.

A Professora e orientadora Dra. Ana Maria dos Anjos Carneiro Leão que com todo seu cuidado e orientação me conduziu para que pudesse trilhar da melhor forma esse processo de formação! A minha Professora e Coorientadora, mais que especial que me acompanha desde a graduação, Dra. Kátia Calligaris Rodrigues, obrigado pela atenção, pelas contribuições em todos os momentos de discussão que tivemos juntos, fez um diferencial para minha formação profissional, PARA A MINHA VIDA PESSOAL.

A BANCA EXAMINADORA de qualificação e defesa da Tese: Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos, Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira, Prof. Dr. Rafael Aquino, Profa. Dra. Maria Teresa Lopes Ypiranga de Souza Dantas, Profa. Dra. Patrícia Macêdo. Obrigado pelo aceite! Uma banca que dispensamos muitos comentários, porque existe nela uma humanidade incrível.

A minha família, que nos momentos de minha ausência, aos quais foram dedicados aos meus estudos na universidade, sempre entenderam meus motivos de ausência e me apoiaram quando precisei. Em especial as minhas irmãs: Rosellys, Edillaine, Sandra e Joseane; as sobrinhas/o: Hanna, Júlia e João Victor, ao meu cunhando Marcelo; que mesmo sem ter a vivência do mundo acadêmico, sempre torcem por mim e reconhecem meu esforço.

A TURMA de Doutorado 2019 do PPGEC, pelas trocas e aprendizados, com quem compartilhei um pouco mais das minhas angustias, anseios e das idas e vindas de Gravatá/Recife-Recife/Gravatá. Ao meu amigo Gemilson que esteve sempre comigo durante esse processo e ainda permanece nas batalhas acadêmicas diárias, buscando e idealizando sonhos e oferecendo carona para Recife (vida de estudante!).

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e ao Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências (PPGEC), em especial, aos/as meus/minhas professores/as, que também fizeram parte desta caminhada e que tenho um carinho enorme: Profa. Dra. Edenia Maria Ribeiro do Amaral, Profa. Dra. Rita Paradedda Muhle, Profa. Dra. Helaine Sivini Ferreira, Profa. Dra. Janaina Couto, Profa. Dra. Carmen Roselaine de Oliveira Farias, Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto, Prof. Dr. Vladimir Andrade, Prof. Dr. Ricardo Ferreira das Neves, Profa. Dra. Ivoneide Mendes da Silva e a Profa. Dra. Ana Marinho. Embora atravessada pela pandemia, foi uma experiência formativa excepcional.

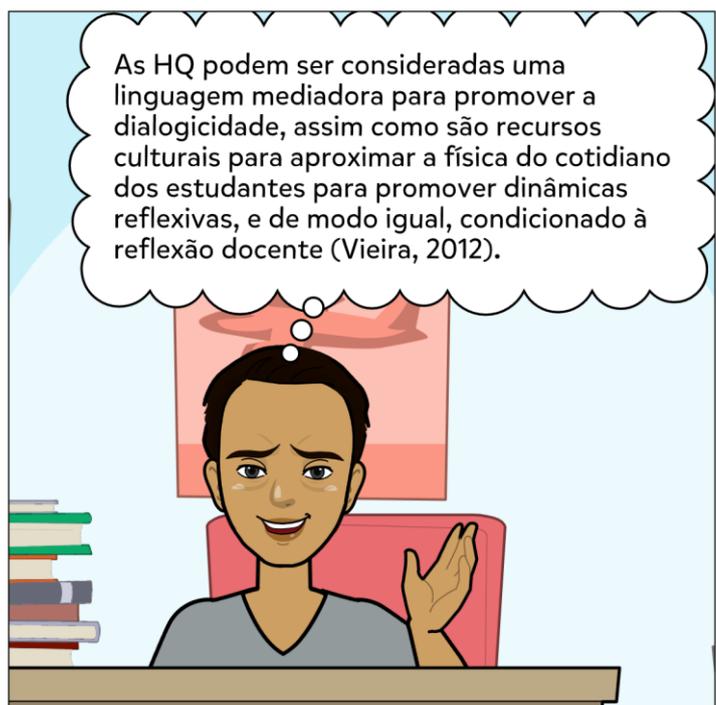
Aos Grupos de Pesquisa os quais faço parte: O Laboratório de Pesquisa em Ensino da Ciência (LAPEC) e o Grupo de Pesquisa em Educação, História e Cultura Científica (GPEHCC) que me acolheu com tanto carinho e contribui bastante para escrita desse trabalho.

Aos/as DISCENTES da UFPE que colaboraram com a pesquisa: vocês foram peças fundamentais na caminhada. Os agradecimentos também se estendem para Coordenação do Curso de Licenciatura em Física, na pessoa do Prof. Dr. João Eduardo Fernandes Ramos.

Aos/as docentes: Danilo Monteiro, Carla Oliveira, Carolina Vieira e Jefferson Costa; que participaram dos módulos para construção do *Corpus* deste trazendo conhecimento e reflexões importantes os estudantes em formação inicial,

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida, sem ela esse sonho poderia ter sido mais difícil ou um pouco adiado; e também as ajudas de custo por meio do Programa de Apoio à Pós-Graduação (PROAP), por intermédio da Pró-Reitoria de Pós-Graduação (PRPG) da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Só gratidão por estar vivo e aqui, construindo minha história atravessada por tantas outras!



RESUMO

No Brasil, o Ensino de Física é um campo importante de discussão devido sua abordagem tradicional que pouco favorece a aprendizagem de conhecimentos declarativos ou o desenvolvimento de processos autorregulatórios, necessários para aprendizagem das ciências. Precisamos, então, pensar e refletir sobre um processo de ensino e aprendizagem em Física, que envolva diferentes metodologias, linguagens, estratégias e recursos didáticos. As Histórias em Quadrinhos (HQs) possuem grande potencial para explorar diferentes áreas do conhecimento, inclusive a Física, devido à utilização de diferentes modos semióticos (imagens, texto etc.) para dar significados aos fenômenos. A Multimodalidade com o auxílio da Gramática do Design Visual (GDV) contribui para analisar ferramentas pedagógicas como essas. Nesse contexto, o presente trabalho procurou investigar se produzir HQs, que levem em consideração seus aspectos característicos e os elementos da GDV, pode contribuir para aprendizagem da Biofísica da Visão e desencadear processos autorregulatórios. Com isso, nosso objetivo geral foi investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física quanto a suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão e no tocante ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem. A pesquisa é de natureza interventiva (PNI) ou pesquisa de intervenção (Teixeira e Megid Neto, 2017). A construção dos dados ocorreu durante um curso de extensão em uma universidade pública brasileira, intitulado: “Histórias em quadrinhos e sua multimodalidade para o ensino de física”. Participaram dez licenciandos/as em física. Foram construídos três *corpora*. Para construção dos *corpora* I e III utilizamos questionário que foram analisados utilizando elementos da Análise de Conteúdo (Bardin, 2011) e no *corpus* II utilizamos as produções das HQs que foram analisadas utilizando a GDV (Kress e Van Leeuwen, 2006). Os resultados indicam que os/as estudantes reconhecem o potencial do uso de HQs em sala de aula. Consideram que estas ferramentas podem ser usadas em diversas propostas pedagógicas, instigando a criatividade e despertando o interesse pela física, apesar de acreditarem em alguns desafios/limites como a dificuldade em suas produções. Percebemos que é possível criar significados sobre a biofísica da visão, através dos elementos textuais e imagéticos que compuseram as HQs produzidas. Observamos ainda processos de Autorregulação da Aprendizagem, pois os estudantes buscaram sanar as dificuldades pesquisando o conteúdo além do que foi abordado no curso e criando novas estratégias e caminhos que afetaram o comportamento até finalizarem a produção de suas HQs.

Palavras-chaves: Autorregulação da Aprendizagem. Biofísica da visão. Ensino de Física. Histórias em Quadrinhos. Multimodalidade.

ABSTRACT

Physics Teaching becomes an important field of discussion due to its traditional approach that does little to favor the learning of declarative knowledge or the development of self-regulatory processes, necessary for learning science. Comics (Comics) have great potential to explore different areas of knowledge, including Physics, due to the use of different semiotic modes (images, text, etc.) to give meaning to phenomena. The multimodality with the help of Visual Design Grammar (GDV) contributes to analyzing pedagogical tools like these. In this context, the present work sought to investigate whether producing comics, which take into account their characteristic aspects of comics and the elements of GDV, can contribute to learning the Biophysics of Vision and trigger self-regulatory processes. With this, our general objective was to investigate the potential(s) of comics in the initial training of physics teachers in terms of their contributions to the production of meanings in teaching the Biophysics of vision and in terms of triggering self-regulatory learning processes. The research is interventional in nature (PNI) or intervention research (Teixeira and Megid Neto, 2017). The construction of the data took place during an extension course at a Brazilian public university, entitled: “Comic books and their multimodality for teaching physics”. Ten physics undergraduates participated. Three corpora were constructed. To construct corpora I and III, we used a questionnaire that was analyzed using elements of Content Analysis (Bardin, 2011) and in corpus II we used the productions of comics that were analyzed using GDV (Kress and Van Leeuwen, 2006). The results indicate that students recognize the need to use comics in the classroom. They consider that these tools can be used in different pedagogical proposals, instigating creativity and awakening interest in physics, despite believing in some challenges/limits such as the difficulty in their productions. We realized that it is possible to create meanings about the biophysics of vision, through the textual and image elements that made up the comics produced. We also observed processes of Self-Regulation of Learning, as students sought to resolve difficulties by researching content beyond what was covered in the course and creating new strategies and paths that affected behavior until they finished producing their comics.

Keywords: Self-regulation of Learning. Biophysics of vision. Teaching Physics. Comics. Multimodality.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos encontrados no ENPEC, EPEF, SNEF e CIIDC.....	70
Quadro 2: Periódicos/revistas consultados e quantidade de artigos encontrados	73
Quadro 3: Trabalhos encontrados no CBEF	73
Quadro 4: Teses e dissertações encontradas	75
Quadro 5: Distribuição quantitativa dos trabalhos nas categorias e por fonte de dados.....	83
Quadro 6: Metafunções da Linguística Sistêmico Funcional e as Metafunções correspondentes na Gramática do Design Visual	98
Quadro 7: Metafunções e suas subfunções na GDV	100
Quadro 8: Unidades elementares para a análise da relação com o texto principal	116
Quadro 9: Mitos e desmistificação sobre o uso da Imagem	117
Quadro 10: Princípios da autorregulação da aprendizagem.....	124
Quadro 11: Síntese da teoria de Albert Bandura.....	124
Quadro 12: Características das componentes que interferem na aprendizagem autorregulada	144
Quadro 13: Aspectos sobre a óptica dos filósofos da antiguidade.....	144
Quadro 14: Aspectos da natureza da luz na visão de pensadores da Idade Moderna	182
Quadro 15: Divisão dos módulos do Curso ministrado para construção dos dados da tese...180	
Quadro 16: Esboço dos Corpora I, II e III.....	182
Quadro 17: Descrição dos/as discentes participantes do estudo.....	182
Quadro 18: Experiência docente e o uso de HQs em sala de aula.....	182
Quadro 19: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 1).182	
Quadro 20: Experiência com a elaboração de HQs durante a trajetória escolar e acadêmica.202	
Quadro 21: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 2)..204	
Quadro 22: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 3).213	
Quadro 23: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q2 (parte 1).236	
Quadro 24: Ações desenvolvidas devido as necessidades durante a produção das HQs.....	249
Quadro 25: Estratégias utilizadas para produção da HQ	250
Quadro 26: Estratégias utilizadas para organização da HQ	251
Quadro 27: Estratégias que precisaram ser repensadas	252

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pintura Rupestre em Seridó, Rio Grande do Norte (RN)	30
Figura 2: Representação do conceito de histórias em quadrinhos a partir de Brandão.....	31
Figura 3: História do perfil das HQs entre 1910 e 2000	32
Figura 4: Tira que ilustra o capítulo 1 das Aventuras de Nhô Quim	34
Figura 5: Primeira Charge do Brasil: “A Campainha e o Cujo” (publicada em 1837, pelo autor Manuel de Araújo Porto Alegre)	35
Figura 6: Cartum produzido por Henfil, publicado no Jornal Pasquim (1970).....	35
Figura 7: Trecho do mangá Tagosaku to Mokube no Tokyo, obra de Rakuten Kitazawa (1902)	37
Figura 8: Panfleto da primeira publicação da obra O Tico-tico.....	38
Figura 9: Capa de Ficção nº.1 - outubro de 1965	39
Figura 10: Primeiro capítulo da primeira webcomic da Turma da Mônica, lançada em 01/04/2020.....	41
Figura 11: História do perfil das HQs entre 1910 e até 2000.....	43
Figura 12: Tirinha Monsieur Vieux Bois, de Rodolphe Töpffer.....	45
Figura 13: Max and Moritz (1865), de Wilhelm Busch.....	46
Figura 14: Personagens Asterix e Obelix.....	46
Figura 15: Linha do tempo da inserção das HQs no campo educacional	50
Figura 16: Exemplo de uma tira na categoria ilustrativa	54
Figura 17: Exemplo de uma tira na categoria explicativa	55
Figura 18: Exemplo de uma tira de categoria motivadora	55
Figura 19: Exemplo de uma tira de categoria instigadora.....	56
Figura 20: Resumo sobre os usos didáticos das HQs no EC	57
Figura 21: Estilos de Balões.....	61
Figura 22: Síntese dos principais elementos de imagem e texto na construção e leitura de HQs	64
Figura 23: Diacrônica de comparação entre todas as fontes de consultadas.....	77
Figura 24: Distribuição dos níveis de escolaridade onde foram aplicados os estudos encontrados.....	79
Figura 25: Distribuição das regiões brasileiras onde foram desenvolvidos os estudos encontrados.....	80

Figura 26: Distribuição quantitativa dos trabalhos por linhas temáticas de pesquisa	81
Figura 27: Tipos de sujeito que compõem um Texto Multimodal, segundo a GDV	97
Figura 28: Diagrama com as dimensões da Mefafunção Representacional	111
Figura 29: Tira 1 da turma da Mônica.....	112
Figura 30: Diagrama com as dimensões da Mefafunção Interativa	106
Figura 31: Tira do Garfield	1418
Figura 32: Diagrama com as dimensões da Mefafunção Composicional	110
Figura 33: Dimensões de uma Composição multimodal	152
Figura 34: Tira da turma da Mônica 2.....	154
Figura 35: Fases e subprocessos de autorregulação da aprendizagem.....	133
Figura 36: A espiral da evolução do conhecimento	156
Figura 37: Espectro da luz visível.....	160
Figura 38: Comprimento de onda e frequência do espectro de luz visível	152
Figura 39: Visualização do olho humano: estruturas externa e interna	161
Figura 40: Comparação entre o olho humano e a máquina fotográfica	155
Figura 41: Mudanças no poder óptico da lente humana durante a acomodação nas curvaturas do cristalino	163
Figura 42: Exemplo do fenômeno da refração	164
Figura 43: Decomposição ou dispersão da luz branca em um prisma e na superfície de vidro	164
Figura 44: Relação entre os índices de refração de acordo com a lei de Snell	165
Figura 45: Classificação da refração: regular ou difusa.....	166
Figura 46: Refração em uma lente cilíndrica	167
Figura 47: Tipos de lentes convergentes e divergentes.....	168
Figura 48: Comportamento óptico de feixe de luz em uma lente	169
Figura 49: Divergência e convergência em uma lente	173
Figura 50: Semelhança entre uma lente convergente e a lente cristalino.....	173
Figura 51: Representação do fenômeno da miopia e a lente utilizada para correção.	173
Figura 52: Representação do fenômeno da hipermetropia e a lente utilizada para correção.	173
Figura 53: Representação do fenômeno do astigmatismo e a lente utilizada para correção .	173
Figura 54: Matriz das tipologias para as Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI)	173
Figura 55: Legenda de codificação do Questionário 1 (parte 1)	173
Figura 56: Legenda de codificação do Questionário 1 (parte 2)	205

Figura 57: Legenda de codificação do Questionário 1 (parte 3).....	214
Figura 58: Tira D1 produzida por MM e PN	223
Figura 59: Tira D2 produzida por SM e BD	226
Figura 60: Tira D3 produzida por TE e BT.....	228
Figura 61: Tira D4 produzida por YW e MK.....	231
Figura 62: Tira D5 produzida por HF e TH	233
Figura 63: Legenda de codificação do Questionário 2 (parte 1).....	237

LISTA DE SIGLAS UTILIZADAS

- ABRAPEC** – Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
- ARA** – Autorregulação da Aprendizagem
- BDTD** – Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações
- BNCC** – Base Nacional Comum Curricular
- BND** – Biblioteca Nacional Digital
- CAA** – Centro Acadêmico do Agreste
- CAAE** – Certificado de Apresentação de Apreciação Ética
- CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CBEF** – Caderno Brasileiro de Ensino de Física
- CEDOC** – Centro de Documentação em Ensino de Ciências
- CIIDC** – Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias
- CNPq** – Centro Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
- DMA** – Dissertação de mestrado acadêmico
- DMP** – Dissertação de mestrado acadêmico
- ENPEC** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência
- EPEF** – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física
- ESERA** – Conference of the European Science Education Research Association
- FECLESC** – Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central
- FIOCRUZ** – Fundação Osvaldo Cruz
- FORMAR** – Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências
- GDV** – Gramática do Design Visual
- GDV** – Gramática Sistêmico Funcional
- HQs** – História em Quadrinhos
- IBILCE** – Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas
- IENCI** – Investigações em Ensino de Ciências
- IES** – Instituição de Ensino Superior
- IFMG** – Instituto Federal de Minas Gerais
- IFPE** – Instituto Federal de Pernambuco
- IFRJ** – Instituto Federal do Rio de Janeiro
- IFRN** – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
- IFUSP** – Instituto de Física da Universidade de São Paulo

IOC – Instituto Oswaldo Cruz
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
LI – Leitor Interativo
LFS – Linguística Sistêmico Funcional
MCTI – Ministério de Ciência e Tecnologia e Inovação
MEC – Ministério da Educação
MSP – Maurício de Sousa Produções
ONG – Organizações Não Governamentais
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PNBE – Programa Nacional Biblioteca nas Escolas
PNI – Pesquisas de Natureza Interventiva
PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica
PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
P – Produtor
PR – Participante Representativo
PROAP – Programa de Apoio à Pós-graduação
RBPEC – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física|
REEC – Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias
RN – Rio Grande do Norte
SBF – Sociedade Brasileira de Física
SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física
SS – Semiótica Social
TD – Tese de doutorado
TSC – Teoria Social Cognitiva
TMPS – Textos Multimodais Publicitários e Sanitários
UANE – Universidade Aberta do Nordeste
UECE – Universidade Estadual do Ceará
UEPA – Universidade Estadual do Pará
UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFABC – Universidade Federal do ABC
UFAL – Universidade Federal de Alagoas
UFBA – Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	20
CAPÍTULO 1: AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: HISTÓRIA, RECURSO DIDÁTICO E SUAS LINGUAGENS.....	29
<i>1. 1 Histórias em Quadrinhos: situando sua origem, história e inserção no campo educacional.....</i>	30
1. 1. 1 Aspectos históricos e temporais das HQs.....	42
1. 1. 2 Panorama das HQs na Europa.....	45
1. 1. 3 Panorama das HQs na América do Norte.....	47
1. 1. 4 Panorama das HQs no Brasil.....	48
1. 1. 5 Panorama das HQs no campo educacional.....	49
<i>1. 2 As histórias em quadrinhos como ferramentas didático-pedagógicas no ensino de ciências.....</i>	52
<i>1. 3 A linguagem dos Quadrinhos: construção de narrativas entre texto e imagem.....</i>	58
<i>1. 4 Tendências nas pesquisas sobre o Ensino de ciência/ física e as HQs.....</i>	65
1. 4. 1 Estudos encontrados em eventos, periódicos/revistas e dissertações e teses nacionais e internacionais.....	67
1. 4. 2 Análise conjunta dos trabalhos que relacionam as HQs e o Ensino de Física..	76
CAPÍTULO 2: A SEMIÓTICA SOCIAL: A MULTIMODALIDADE PRESENTE NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	88
<i>2. 1 Os estudos semióticos: a perspectiva da Semiótica Social.....</i>	89
<i>2. 2 A Gramática do design visual como um recurso teórico-metodológico para o ensino das ciências.....</i>	95
2. 2. 1 Metafunção Representacional: narrativa e conceitual.....	100
2. 2. 2 Metafunção Interativa: contato, distância social e atitude.....	106
2. 2. 3 Metafunção Composicional: valor informacional, enquadramento, saliência e modalidae.....	109
<i>2. 3 Relações entre o verbal e o imagético/imaginário para construção de significados nas Ciências.....</i>	115

CAPÍTULO 3: AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: CONCEITUAÇÃO, PRINCÍPIOS, FASES, PROCESSOS E SEU POTENCIAL DE APRENDIZAGEM.....	1 20
<i>3. 1 Conceituando e teorizando a Autorregulação da Aprendizagem.....</i>	<i>121</i>
<i>3. 1. 1 A Teoria Social Cognitiva e a autorregulação da aprendizagem.....</i>	<i>125</i>
<i>3. 2 Aprendizagem e a autorregulação da aprendizagem: fases e processos nos pressupostos do modelo de Barry Zimmerman.....</i>	<i>131</i>
<i>3. 3 Componentes/variáveis da Autorregulação e o Ensino de Física: aspectos motivacionais, metacognitivas e comportamentais.....</i>	<i>136</i>
<i>3. 3. 1 Componente motivacional.....</i>	<i>137</i>
<i>3. 3. 2 Componente cognitivo/metacognitivo.....</i>	<i>140</i>
<i>3. 3. 3 Componente Comportamental.....</i>	<i>143</i>
CAPÍTULO 4: A BIOFÍSICA DA VISÃO: LUZ VISÍVEL, ANATOMIA E FISILOGIA DO OLHO HUMANO, AMETROPIAS E AS LENTES CORRETIVAS.....	1 46
<i>4. 1 Alguns aspectos históricos sobre a óptica.....</i>	<i>147</i>
<i>4. 2 O espectro eletromagnético de luz visível e alguns princípios da óptica geométrica.....</i>	<i>151</i>
<i>4. 3 Anatomia e fisiologia do olho humano.....</i>	<i>153</i>
<i>4. 4 Processo da visão e formação da imagem no olho.....</i>	<i>158</i>
<i>4. 5 Ametropias e as lentes corretivas.....</i>	<i>162</i>
CAPÍTULO 5: PERCURSO METODOLÓGICO: ETAPAS DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS CORPORA.....	1 71
<i>5. 1 A pesquisa Qualitativa de natureza interventiva como práxis investigativa no ensino das ciências.....</i>	<i>172</i>
<i>5. 2 A definição de Corpora.....</i>	<i>174</i>
<i>5. 3 As etapas de constituição do Corpora.....</i>	<i>178</i>
<i>5. 3. 1 O lócus da pesquisa e os/as participantes.....</i>	<i>178</i>
<i>5. 4 Referenciais analíticos.....</i>	<i>182</i>
<i>5.5 A estrutura e aplicação de cada bloco de questionamentos.....</i>	<i>186</i>
CAPÍTULO 6: A PRODUÇÃO HQS E O ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS.....	1 88

6. 1 Os/as participantes do curso e sua relação com HQs.....	189
6. 2 Pensamentos e reflexões dos estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física.....	192
6. 2. 1 Quanto a atuação profissional e sua relação com HQs	192
6. 2. 2 Quanto a trajetória escolar/acadêmica e sua relação com as HQs.....	202
6. 3 Possibilidades e desafios/limites na produção/uso de HQs e o Ensino de Física.....	212
6. 4 construção de significados dos fenômenos da biofísica da visão utilizando a GDV: análise das produções dos/as estudantes.....	222
6. 4. 1 Análise da Tira produzida pela dupla 1: “A Super W”	222
6. 4. 2 Análise da Tira produzida pela dupla 2: “De olho no jogo”	225
6. 4. 3 Análise da Tira produzida pela dupla 3: “A visão nos planetas”	228
6. 4. 4 Análise da Tira produzida pela dupla 4: “Um dia no oftalmologista”	230
6. 4. 5 Análise da Tira produzida pela dupla 5: “De perto, nada!”	233
6. 5 Os processos autorregulatórios desencadeados na produção das HQs.....	235
6. 5. 1 Momento 1: Motivação dos/as estudantes.....	235
6. 5. 2 Momento 2: Monitoramento metacognitivo durante a produção das HQs.....	244
6. 5. 3 Momento 3: Autojulgamento/Autorreação comportamental no percurso da atividade.....	254
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	 262
 REFERÊNCIAS.....	 271
 APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO- HQS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA	 282
 APÊNDICE B- QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO- ESTRATÉGIAS DE AUTORREGULAÇÃO DA PROPOSTA DE PRODUÇÃO DAS HQS.....	 284
 APÊNDICE C- EMENTA DA DISCIPLINA HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DE FÍSICA	 287

INTRODUÇÃO



Estudos sobre o Ensino de Física no Brasil vêm crescendo a cada dia, pois são muitos os desafios e necessidades nas formas de aprender e ensinar a Física. Na maioria dos espaços educacionais, desde o ensino médio até a educação superior, esta componente curricular está pautada numa perspectiva tradicional, cartesiana e linear, com pouca (ou sem) uma articulação com o mundo que nos cerca. O Ensino de Física no ensino superior ainda é centrado no docente, na memorização de fórmulas a serem aplicadas na resolução de problemas conhecidos, onde os estudantes buscam apenas passar, sem uma reflexão mais ampla dos significados que seus fenômenos têm para e na sociedade contemporânea.

O modelo tradicional de ensino deve ser repensado porque dificulta um ensino reflexivo e com uma visão científica, pois não se problematiza, nem se questionam os fenômenos abordados. Estas questões apontam para a necessidade da inserção de novas estratégias de ensino e diferentes recursos didáticos. Os PCNs sugerem que a Física deve apresentar-se, portanto, como um conjunto de competências específicas que permitam perceber e lidar com os fenômenos naturais e tecnológicos, presentes tanto no cotidiano mais imediato quanto na compreensão do universo distante, a partir de princípios, leis e modelos por ela construídos. (PCN+, 2002). Ainda de acordo com esse documento faz-se necessário ensinar física levando em consideração o processo de ensino-aprendizagem, a metodologia, os enfoques, as estratégias, os procedimentos educacionais para o ensino da área, além dos recursos didáticos utilizados para construção de significados pelos estudantes. Ensinar e aprender física deve envolver processos e ferramentas que considerem a Física uma ciência que pode ser representada de diferentes maneiras. Como aponta Nascimento (2010), a Física deve estar relacionada com as vivências humanas cotidianas, “respeitando-se o meio onde está inserido, visando à formação do cidadão, com os conhecimentos necessários para o exercício de seu

senso crítico, o que faz de sua participação na sociedade mais efetiva, enquanto cidadão” (p. 14).

Nesse sentido, a utilização de Histórias em Quadrinhos (HQs), considerada a Nona Arte por muitos autores (Brandão, 2018; Eisner, 2010), na Educação tem ganhado cada vez mais espaço. Inicialmente os quadrinhos não eram vistos com “bons olhos” no ambiente escolar, por se acreditar que eles funcionariam só para divertir. Para Paiva (2016), as HQs vão além de entretenimento, se constituindo em “uma forma de linguagem, de comunicação que faz parte de nosso cotidiano e, portanto, presente nas relações educacionais” (p. 17). As HQs, inclusive, foram e ainda podem ser consideradas mecanismos de subversão denunciando os padrões da sociedade, da cultura, da política e da economia.

Este novo olhar para as HQs contribuiu para que algumas políticas incentivassem seu uso no espaço escolar nos diversos componentes curriculares. A LDB (Lei de Diretrizes e Base da Educação - 9.394/1996) defende a inclusão de diferentes linguagens no e para o ensino, a exemplo da textual, visual, audiovisual, gráfica, digital entre outras; os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais; 1997, 2000, 2002) introduziram o uso dos quadrinhos de forma pedagógica, podendo ser usada nas diversas componentes curriculares e a BNCC (Base Nacional Comum Curricular - 2018), que reforça e amplia a inclusão de diferentes linguagens no e para o ensino, como a verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), a corporal, a visual, a audiovisual, a gráfica, a digital entre outras. A BNCC (2018) propõe que “conhecimentos das linguagens: artística, matemática e científica, também sejam utilizadas para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo” (p. 9). Neste contexto, a BNCC (2018) também propõe ainda que devemos pensar em currículos que criem e coloquem em prática situações e procedimentos para motivar e engajar os alunos nas aprendizagens e que contextualizem os conteúdos dos componentes curriculares, possibilitando e identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, situando as aprendizagens a contextos (ou fenômenos) do cotidiano. Em Pernambuco, no PCN (2000) para o Ensino Médio na área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias, este recurso deve ser utilizado porque ajuda a difundir aspectos da realidade social, sobre temas sociopolíticos, econômicos e culturais. A partir das minhas experiências, em sala de aula, acrescento ainda que ajuda os discentes construírem conceitos estudados, em especial na Física.

Em 2006, o PNBE (Programa Nacional Biblioteca nas Escolas) criado em 1977 reconheceu que os quadrinhos devem estar mais presentes em sala de aula. No início foi indicado seu uso ao ensino fundamental como uma linguagem que representasse a transposição de obras literárias existentes. Em 2009, a proposta também abarcou o Ensino Médio, introduzindo HQs que discutissem temáticas e conceitos específicos, indo além das adaptações das produções de escritores da literatura. Já em 2021, seguindo as orientações do Novo Ensino Médio e as diretrizes da BNCC (2018), foram criados, pela Secretária de Educação do Estado de Pernambuco, diversos materiais de apoio à ação docente, sendo um deles intitulado: “Histórias em Quadrinhos e Cientirinhas”, que propõe ao docente, trabalhar com os estudantes as múltiplas linguagens e os multiletramentos¹.

Paiva (2016) e Vergueiro (2018) enfatizam que documentos como esses ajudaram na inserção das HQs como um instrumento da educação nas práticas pedagógicas formais no Brasil, “especialmente como ferramenta interdisciplinar e transversal e no que se refere ao ensino e aprendizagem das linguagens como um gênero linguístico” (Paiva, 2016, p. 57). Os fenômenos físicos podem ser representados de diferentes formas e com diversas linguagens (imagética, algébrica, gráfica, escrita...) e as HQs podem se utilizar destas linguagens para facilitar na compreensão do que é abordado. Para um bom aproveitamento do uso dos quadrinhos em qualquer sala de aula “o único limite é a criatividade do professor e sua capacidade e de bem utilizá-los para atingir os objetivos” (Barbosa *et al.*, 2018, p. 24). Esta proposição demonstra que futuros professores/as de física precisam além de uma apropriação deste gênero cultural, necessitam gostar, para que assim possam explorar fenômenos físicos de maneira a despertar a atenção, o senso crítico, a curiosidade e a criatividade dos discentes.

Nos cursos de Licenciatura, praticamente não existem disciplinas obrigatórias ou eletivas que abordem as histórias em quadrinhos ou pelo menos disciplinas que discutam outras formas de linguagem, que não seja a matemática, que possam representar e contribuir para construção de significados dos conceitos físicos, embora saibamos que as ciências da natureza se apresentam nas mais variadas formas de linguagem. Nas universidades públicas de Pernambuco, especificamente na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em seus vários Campi, existem vários cursos de licenciaturas nas diversas áreas das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia), porém o único curso que apresentava no Projeto Político do Curso, em 2021, início

¹ Rojo (2012) caracteriza o multiletramento como o desenvolvimento de capacidades sociocognitivas de leitura e escrita, que está associado à multiplicidade cultural e à multiplicidade semiótica de construção dos textos.

da produção desta tese², uma disciplina que aborda as HQs, foi o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, presencial, da UFRPE, com o título Histórias em Quadrinhos e Educação (Código: 05497).

Por ser oriundo de um curso de Licenciatura em Física e acreditar no poder da utilização de imagens associadas a textos escritos para um ensino de física que transcenda um ensino tradicional, seja no ensino fundamental, médio ou superior; eu me proponho a explorar o uso desta ferramenta neste componente curricular específico. Não estamos aqui tentando hierarquizar as diferentes linguagens para significação de conceitos físicos, mas despertar atenção para refletirmos sobre o uso das linguagens trazidas nos quadrinhos.

Na física, as HQs nos possibilitam criar narrativas com diversos temas que envolvam a Física Clássica, a Física Moderna e suas relações interdisciplinares. De acordo com Pena (2003), podemos utilizar os quadrinhos em diferentes momentos em sala de aula, seja para iniciar a discussão de um tema, induzir o diálogo, atrair, despertar, instigar a curiosidade para o conteúdo da disciplina e levantar os conhecimentos prévios dos alunos (p. 21). Isto se dá porque como ressaltam Oliveira e Caruso (2005), há uma combinação de textos e imagens que torna sua leitura rápida e dinâmica, além de ajudar na compreensão dos fenômenos estudados, reforçando seu caráter pedagógico.

Salientamos que as ferramentas que envolvam aspectos visuais devem ser bem planejadas e com uma intencionalidade pedagógica, para que estudantes estejam cientes que não são apenas para diversão. Quando falamos que a física é uma ciência que pode ser compreendida a partir do uso de imagens, analogias e textos, nos remetemos ao conjunto de signos que nos levam a identificá-la, percebê-la ou significarmos os conceitos que estudamos. Para Souza (2014) “aprender a ler textos verbais e/ou imagéticos é muito mais que decodificar signos” (p. 116). Por utilizar diferentes tipos de texto numa mesma narrativa podemos inferir que os quadrinhos são textos multimodais, pois há uma combinação de diversos modos semióticos, sobretudo o texto escrito e o texto imagético (Kress e Van Leeuwen, 2006). Ao explorarmos leis, teorias e conceitos na física podemos dizer que estas linguagens se complementam.

² Atualmente, o curso da Física-Licenciatura UFPE-CAA, também possui uma disciplina de HQs para o Ensino de Física, que foi fruto das discussões iniciais da proposta desta tese, em parceria com a coordenação do curso em 2020. A proposta foi lançada e aprovada no colegiado do referido curso.

A multimodalidade, ramo da Semiótica Social³ (SS), surge no contexto de estudar e analisar os textos multimodais, de modo que imagens e textos devem ter a mesma importância, para que assim haja um significante. Os produtores de textos multimodais escolhem os signos que os compõem com o interesse de representar de forma mais apropriada o que se deseja significar. Para Kress e Van Leeuwen (2006), o texto imagético é uma mensagem organizada e estruturada em si mesma, conectada ao texto verbal, mas de forma alguma dependente dele (p. 18). Os autores propõem assim a Gramática do Design Visual (GDV) como um aporte teórico para análise de Textos Multimodais, contribuindo assim para compreensão do seu significante e seus possíveis significados sociais. Podemos considerar então, a GDV como uma ótima ferramenta para analisar textos multimodais presentes nos diferentes locais de ensino-aprendizagem e recursos utilizados. Como propõem Santos e Pimenta (2014) “a organização estética dos diversos modos semióticos impregna e faz significar os textos contemporâneos” (p. 1).

Os estudos de Costa (2019) e Albuquerque (2018) demonstram que a GDV pode ser uma excelente ferramenta para contribuir com constructos teórico e metodológico no desenvolvimento de estudos na área de Ensino de Ciências, porque demonstram potencial para construção de significados a partir da análise de textos multimodais. Acreditamos que esse também pode ser um bom referencial analítico para dar significados aos fenômenos físicos explorados nas HQs. Apesar de percebermos esse potencial, quase não encontramos estudos que relacionem a física, o uso de HQs e a Multimodalidade, com a utilização da GDV.

Considerando os aspectos destacados, fica evidente a importância da inserção de diferentes gêneros textuais e linguagens na formação inicial de professores/as de física. Vieira (2018) realça que são vários os sentidos atribuídos por discentes da licenciatura em física sobre a produção e uso das HQs em sala de aula. Para a autora as atividades propostas com esse recurso didático podem contribuir para o engajamento, para a motivação da aprendizagem, além de aproximar a física do cotidiano dos estudantes, promovendo dinâmicas reflexivas das práticas realizadas. Ressalto que não basta produzir HQs levando em consideração os aspectos semióticos, pois o processo de produção e escolha de conhecer este gênero como recurso didático pedagógico, leva a todos envolvidos, um olhar mais atento, reflexivo e crítico, bem como estudo e dedicação, para tentar buscar os melhores caminhos para atingir o objetivo desejado. Isto nos leva a pensar sobre o processo de autorregulação da nossa aprendizagem,

³ “A Semiótica Social é uma maneira de como as pessoas usam os recursos semióticos para produzirem artefatos comunicativos e eventos para interpretá-los – que é uma forma de produção semiótica – no contexto de situações sociais e práticas específicas” (Van Leeuwen, 2005, p. 9).

porque nem sempre somos capazes de traçarmos estratégias para alcançar o conhecimento de forma significativa. A física, por exigir um alto grau de abstração, demanda que os estudantes além de construírem produtos que facilitem a aprendizagem e conheçam o conteúdo específico que deseja abordar, sejam capazes de criar estratégias, (re)pensar caminhos e autoavaliar-se antes, durante e depois do processo dessa produção.

A formação inicial de docentes é um dos momentos mais importantes para perceber e promover espaços para autorregulação da aprendizagem, porque exige pensar, repensar, avaliar e criar percursos para significar e criar significados aos conceitos físicos a partir das aulas que participa. Trabalhar com textos multimodais exige um cuidado ainda maior de autorregulação, pois imagens e textos embora se completem também trazem elementos de leitura diferentes.

No desenvolvimento de atividades de ensino e de aprendizagem que exijam ação, movimento, que despertem o interesse, o cuidado de “fiscalizar” suas próprias ações nas atividades, de buscar ajuda de algo ou alguém, podemos ajudar os estudantes em formação docente a autorregular-se, tornando-os mais ativos, motivados e esforçados. Assim como as atividades que necessitam da elaboração de roteiros, resumos e esquemas que ajudem a criar uma imagem mental do conteúdo e do que se deseja construir. É importante destacar que o trabalho com HQs pode despertar de forma singular, em cada pessoa, os motivos do engajamento, de suas formas de interpretar, interagir e aprender (Vieira, 2018).

Para Zimmerman (2000), a autorregulação é a competência de o indivíduo autogerir pensamentos, sentimentos e ações que são planejadas e ciclicamente adaptadas para a obtenção de metas e de objetivos pessoais. Nesse sentido, a Autorregulação da Aprendizagem (ARA) pode ser compreendida a partir da teoria sociocognitiva proposta por Bandura (Zimmerman, 1989), onde os discentes se constroem e são construídos por processos extrínsecos (relações sociais, culturais e ambientais) e fatores intrínsecos como a motivação, a cognição e a metacognição. Podemos dizer que a motivação é um mecanismo desencadeado pela metacognição, contribuindo para a promoção do desenvolvimento de competências intrínsecas dos docentes e discentes, potencializando o processo ensino aprendizagem (Beber, Silva e Bonfiglio, 2014). Para Grendene (2007), metacognição é a capacidade de um indivíduo refletir e considerar cuidadosamente os seus processos de pensamento, especialmente quanto à tentativa de reforçar as capacidades cognitivas.

Nesse sentido, dizemos que a ARA desenvolve nos aprendentes, envolvidos no processo autorregulatório, comportamentos que os levam a planejar melhor suas atividades, a monitorar-se durante a execução e avaliar o seu empenho e desempenho. A autorregulação pressupõe uma

conduta consciente, autorreflexiva e proativa do indivíduo (Zimmerman, 2013). Silva e Rodrigues (2020) apontam que para promover a ARA nos estudantes universitários tem-se buscado utilizar intervenções dos próprios pesquisadores em disciplinas e alguns questionários adaptados. Neste contexto, partimos da premissa que utilizar a produção de HQs para o ensino de física, mediada pelos elementos da GDV, pode provocar caminhos reflexivos e autorregulatórios.

Com isso, se faz necessário explorar este componente curricular, que por natureza é significado por diferentes tipos de linguagens, e de forma constante vem unindo duas ou mais linguagens para explorar conceitos, propondo recursos didáticos como as HQs que unem texto e imagem; porém pouco explorada na formação inicial destes docentes. Propostas como estas podem ajudar no engajamento dos estudantes, proporcionando-os uma autorregulação da aprendizagem que os auxiliarão em qualquer outra atividade, seja enquanto discente do curso de licenciatura ou como docente.

Cabe destacar, embora não haja um consenso, que como a Física caracteriza-se como uma área de conhecimento que estuda os fenômenos e as estruturas fundamentais da natureza, fundamentando o desenvolvimento de novas tecnologias nos últimos séculos e tem uma forte ligação com outros campos – especialmente, a química, a biologia e a matemática. Portanto, trazemos como temática específica a ser abordada nesta tese, a biofísica da visão, por ser ainda pouco explorada tanto na Educação Básica, bem como nos cursos de Licenciatura em Física, sendo trabalhada com maior frequência nos cursos de nível superior na área da saúde e da vida. Na formação inicial de docentes em física estudamos sobre os princípios da óptica geométrica, leis da reflexão, espelhos planos/espelhos esféricos, refração da luz e sobre lentes esféricas, mas não sobre a interrelação entre instrumentos ópticos e a óptica da visão (lupa, microscópio, luneta, máquina fotográfica, projetor, acomodação visual e defeitos da visão), assim como não associam esta área a aspectos históricos e sociofilosóficos. Essa articulação possibilitará aos futuros professores de física contextualizar e preparar uma aula com estes conceitos de forma mais atrativa imersa numa problemática social. As constantes mudanças no Ensino de Física, tanto no aspecto conceitual, quanto no aspecto didático-metodológico, fazem com que se torne importante e necessário a abordagem da biofísica da visão nos cursos de formação inicial de física.

Diante destas reflexões iniciais surge a questão central da nossa tese: *Qual(ais) o(s) potencial(ais) das HQ na formação inicial de professores de física, quanto a produção de*

significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV e ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem?

Juntamente a essa questão surgem outras questões subsidiárias: Quais as possibilidades e os limites do desenvolvimento de atividades envolvendo HQs na formação inicial de professores de Física? O que pensam os estudantes licenciandos em física sobre a produção de HQs para o ensino de física? Quais os significados sobre os fenômenos da biofísica são apresentados pelos licenciandos em Física, na produção das HQs, utilizando a GDV? Quais os efeitos da produção de HQs sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais na Autorregulação da Aprendizagem dos participantes da pesquisa?

Com isto, nosso **objetivo geral** é investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física quanto a suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV e no tocante ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem, apresentados por licenciandos/as em física.

Para responder nossos questionamentos delineamos quatro **objetivos específicos**:

- 1) identificar o que pensam os estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física;
- 2) analisar as possibilidades e os limites do desenvolvimento de atividades envolvendo HQs na experiência acadêmica e profissional de licenciandos em Física para construção de conceitos dos fenômenos físicos;
- 3) analisar os significados sobre os fenômenos da biofísica são apresentados pelos licenciandos em Física, na produção das HQs, utilizando a GDV; e
- 4) verificar o desencadeamento de processos autorregulatórios sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais apresentados pelos participantes da pesquisa considerando as fases prévia, de execução e de autorreflexão na produção de HQ.

O desenvolvimento desta tese é relevante tanto para os/as licenciandos em física, quanto para os docentes que atuam na área de ciências da natureza em qualquer esfera educacional e para o acadêmico de forma geral, pois oferece uma reflexão acerca da utilização de mais um recurso para enriquecer as aulas. Concomitantemente, contribui para uma reflexão das múltiplas linguagens que a ciência apresenta, o que pode ser uma via para favorecer a construção de significados de conceitos científicos e do melhor aproveitamento da aprendizagem no ambiente acadêmico/escolar. Isso nos direciona a pensar que estes estudantes podem apresentar uma aprendizagem de forma mais significativa e se sentirem motivados diante dos estudos.

Assim, no capítulo 1, apresentamos as Histórias em Quadrinhos situando sua história na Educação e no Ensino de Ciências, as características de suas linguagens e sua utilização como recurso didático. Para finalizar fizemos uma análise das tendências dos estudos que relacionam as Histórias em Quadrinhos e o Ensino de Ciências, dando uma visibilidade aos que abordam o Ensino de Física, em alguns eventos e revistas nacionais e internacionais, além das teses e dissertações desenvolvidas no âmbito das universidades brasileiras.

No capítulo 2, discorremos sobre a semiótica social a partir da perspectiva da Multimodalidade, apresentado suas principais ideias e os elementos que compõem a GDV.

Em seguida, no capítulo 3, traremos uma discussão sobre os elementos da autorregulação da aprendizagem focando nas dimensões da motivação, metacognição e comportamento que envolvem os procedimentos usados por um aluno para aprender um conteúdo ou para realizar uma atividade.

Posteriormente, no capítulo 4, abordaremos os conceitos relacionados a óptica, com um olhar para o contexto histórico e sociofilosófico, e também para a formação de imagem, os estudos das lentes, enfatizando a biofísica da visão, destacando-se a anatomia e fisiologia do olho humano e explicando o processo da visão, os defeitos da visão e a utilização da física para amenizá-los e/ou corrigi-los.

No capítulo 5, descreveremos o caminho metodológico seguido no processo da pesquisa, a construção do corpus, suas etapas e o referencial analítico adotado. No capítulo 6, apresentaremos a análise sobre o(s) potencial(ais) das HQs no ensino/aprendizagem de física apresentado(s) pelos discentes da licenciatura em física. Este capítulo foi dividido em três partes. Na primeira traçamos o perfil dos estudantes, analisando o que pensam sobre os limites e possibilidades do uso de HQs a partir de suas vivências e o que pensam sobre a produção deste gênero para ensino da física. Na segunda, destacamos nas produções de HQs realizadas pelos participantes da pesquisa, em formato de tiras, os significados atribuídos ao ensino da biofísica utilizando como ferramenta de organização a GDV. Na última e terceira etapa, buscamos traçar uma discussão sobre o desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem, visando verificar os efeitos da produção de HQs sobre a motivação, metacognição e o comportamento desses atores e atrizes sociais. Para finalizar, tecemos algumas reflexões finais sobre nosso estudo.

CAPÍTULO 1

AS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NO ENSINO DAS CIÊNCIAS: HISTÓRIA, RECURSO DIDÁTICO E SUAS LINGUAGENS



Nesse capítulo, refletimos sobre aspectos importantes das Histórias em Quadrinhos. No primeiro momento nos debruçamos em alguns pontos da história das HQs, desde o uso das imagens rupestres para sua comunicação e sobrevivência, a inserção do uso de textos multimodais, em especial a junção da imagem e do texto, enfatizando a sua inserção na Educação, especificamente no Ensino de Ciências/ Física. No segundo momento fazemos uma reflexão sobre as histórias em quadrinhos como ferramentas didático-pedagógicas no ensino de ciências. No terceiro momento, buscamos discutir sobre a linguagem dos quadrinhos como uma construção de narrativa que precisa levar em consideração os elementos que a compõe para construir sentidos de fenômenos da ciência, por exemplo. Os elementos como personagens, comportamentos, falas, cenários, as expressões faciais e corporais, pontuações, balões e onomatopeias; precisam ser “lidos” com bastante atenção. Para finalizar, fizemos uma análise de tendências das pesquisas e estudos que relacionam o Ensino de ciência/ física e as HQs em eventos e periódicos/revistas nacionais e internacionais, para conhecermos aspectos teórico-metodológicos que vêm sendo utilizados, e assim situarmos o caminho do nosso estudo.

1. 1 Histórias em Quadrinhos: situando sua origem, história e inserção no campo educacional

Para falarmos sobre o uso das HQs precisamos compreender como se deu sua origem e evolução a partir do uso da imagem como um meio de comunicação, ensinamentos, crítica, autopreservação, elevação ou destruição dos nossos primórdios (Cagnin, 2014), especialmente, sua inserção na Educação. Os homens pré-históricos para se comunicarem e expressarem suas vivências através das pinturas rupestres faziam o uso de imagens em sequência, criando uma narrativa, por exemplo, a caça foi uma das suas principais retrações. A pintura retratada na Figura 1 é um exemplo do uso de imagens em sequência que podemos encontrar na região do Seridó no RN, que demonstra uma cena de caça, com a utilização de armas, cestas e em grupo.

Figura 1: Pintura Rupestre em Seridó, Rio Grande do Norte (RN)



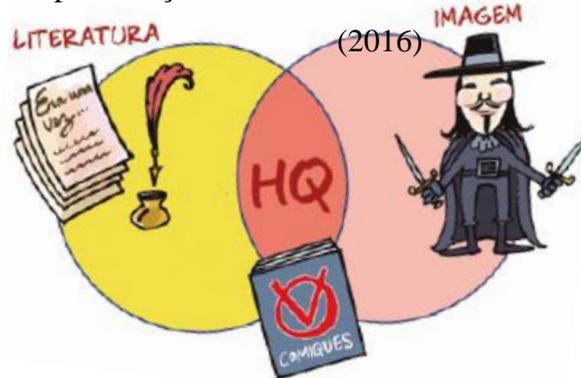
Fonte: <https://ensinarhistoriajoelza.com.br/pre-historia-parte-3-serido-e-inga/> (Acessado em 14/09/2020)

Feijó (1997) aponta que as narrativas por meio da arte sequencial estão presente desde a Antiguidade (nas tapeçarias, frisos, painéis pintados ou em alto-relevo, mosaicos, vitrais bem como na idade média, entre outras artes), e ganharam destaque na Idade Média, pois foi bastante utilizada na Igreja para retratar histórias de homens santos histórias religiosas. O autor enfatiza

que estas artes “não eram apenas decorativas, mas também, e principalmente, registravam acontecimentos ou reforçavam mitologias e crenças religiosas” (p. 14).

Estas proposições nos remetem a pensar no conceito e como nomear as histórias em quadrinhos, que de acordo com Castro (2021), foi algo que levou bastante tempo. Eisner (2010) se utiliza do termo Arte Sequencial para defini-las como uma forma artística e literária que lida com a disposição de figuras ou imagens e palavras para narrar uma história ou dramatizar uma ideia. McCloud (1995) complementa a ideia de Eisner para que os quadrinhos não sejam confundidos com uma mera ilustração e propõe que quadrinhos são como um conjunto de imagens organizadas propositalmente de maneira justaposta com um determinado objetivo, ou seja, são narrativas que além de transmitir informações, requerem uma resposta do leitor. Vale ressaltar que é possível encontrarmos HQs em uma única imagem, quando representa um movimento, narra um fato, conta uma história, uma passagem de tempo (Brandão, 2016). Mediante as contribuições de Eisner (2010) e McCloud (1995), Brandão (2016) chama atenção que as histórias em quadrinhos são formadas pelo cruzamento entre a literatura e a imagem (Figura 2):

Figura 2: Representação do conceito de histórias em quadrinhos a partir de Brandão



Fonte: Brandão (p. 7, 2016)

De acordo com o autor, nos quadrinhos não podemos separar texto e imagem, podem existir “quadrinhos mudos⁴ (sem palavras) (Figura 3), sem balões, onomatopeias ou recordatórios, mas não sem texto⁵ (p. 7)”.

⁴ A imagem da Figura 3 é um exemplo de HQ com quadrinhos mudos, foi produzida pelo quadrinista francês Christophe Chabouté, a obra original tem como título “Alone”. No Brasil, a obra foi traduzida pela editora Pipoca & Nanquim com o título de “Solitário”.

⁵ Brandão (2016) entende o texto como a história, a narrativa, o roteiro.

Figura 3: Exemplo de uma HQ sem palavras- Obra: “Alone” (p. 166), de Chabouté (2017)



Fonte: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/cultura-e-lazer/livros/noticia/2019/10/solitario-de-chaboute-e-uma-ode-a-imaginacao-ck1qr9zjs05wj01r2h0qdu4vl.html> (Acessado em: 07/03/2023)

Na imagem da Figura 3, embora vejamos que a obra não traz textos verbais, há muitos símbolos que ajudam na construção narrativa do autor. A obra conta a solidão de um homem, que vive em um farol sem contato com a humanidade. Os marinheiros são responsáveis pela entrega dos suprimentos. O personagem vive uma rotina de leitura, no qual lhe desperta a curiosidade de como seria o mundo fora do farol. De acordo com a matéria do GZH Livros de 2019, podemos citar como signos desta construção: O farol que é uma representação característica da solidão, as escadas em caracol sugerem tanto os labirintos da memória, ou os calabouços de uma prisão, e o mar alude ao mistério, entre outras simbologias.

Desta forma, podemos pensar na ideia de Vergueiro e Ramos (2018) que defendem que os quadrinhos não são literatura, por se constituírem a partir de uma linguagem própria. Não podemos comparar quadrinhos com gêneros diferentes, porque passa a ideia de uma “subliteratura ou uma literatura de qualidade inferior, justamente por se comparar linguagens incomparáveis” (Castro, 2021, p. 58). Para Ramos (2019), quadrinhos são quadrinhos, pois

apresentam características próprias e podem ser utilizados como recursos didáticos pedagógicos nas práticas de ensino.

Castro (2021) propõe ainda que as HQs são hipergêneros por ser um gênero pertencente a um sistema de gêneros, que possuem diversos/as: funções (entretenimento, reflexão, autobiográfica, educativa, informativa); tipos textuais (predominantemente narrativo, o que não exclui a presença de outros tipos); públicos-alvo (todos os tipos de público, do infantil ao adulto); suportes (revistas; jornais; livros; sites, embalagens de produtos etc.) e domínios discursivos (pertencente e em diálogo com o gênero: literário, jornalístico, cinematográfico, educacional, publicitário).

É inegável que hoje as histórias em quadrinhos se diversificaram e ganharam espaço na sociedade, mesmo que de forma lenta, nos jornais, na televisão e no rádio. Dependendo do seu lugar de origem podem ser chamadas de diversas maneiras, por exemplo: os mangás (Japão), os manhwas na Coreia, comic book, arte sequencial, historietas (Argentina), Gibis (Brasil), entre outras formas (Vergueiro, 2018c; Brandão, 2018). Como podemos perceber o avanço no desenvolvimento das Ciências da Comunicação, dos Estudos Culturais e das percepções de mundo, em diversos países, expandiram as publicações de quadrinhos, nos diferentes formatos e estilos (tiras, charges, cartuns, fanzines, revistas em quadrinhos, álbuns, graphic novels, fotonovela, mangás, webcomics entre outros).

As tiras, Figura 4, como vimos, ganhou popularização por meio dos jornais e permaneceu por um grande período, sobretudo no Brasil. É normal encontrarmos em formato horizontal, retangular e com uma divisão entre dois a cinco quadros, o autor apresenta uma pequena história fechada (com humor ou não) ou um capítulo de uma história maior serializada (Brandão, 2016; Ramos, 2018). Dependendo do local de publicação as tiras podem ser ampliadas. Existem vários formatos de tiras: tiras cômicas, tiras seriadas, tiras cômicas seriadas e as tiras livres.

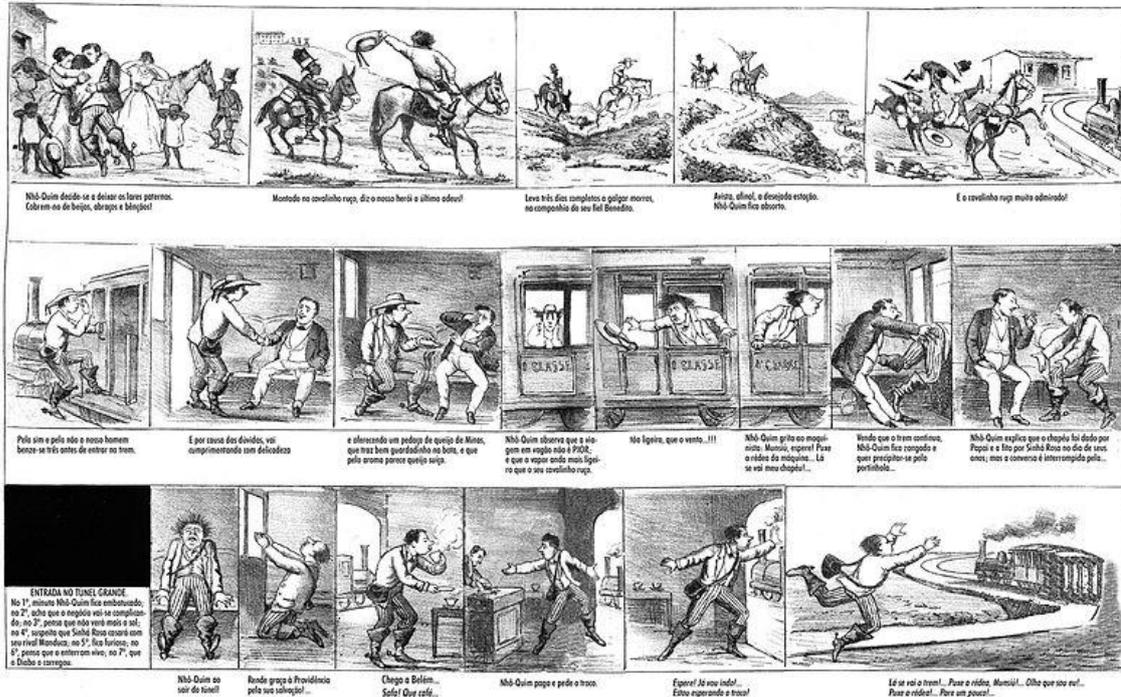
Figura 4: Tira que ilustra o capítulo 1 das Aventuras de Nhô Quim

**As Aventuras de "Nhô-Quim",
ou impressões de uma viagem à corte**
Ângelo Agostini (30 de janeiro de 1869 - Jornal Vida Fluminense)

História em muitos capítulos
(De Minas ao Rio de Janeiro)

Nhô-Quim, jovem de 20 anos, filho único de gente rica porém honrada, enamora-se de Sinhá Rosa, moça virtuosa, mas que... de louça nem um pires. O velho Quim, tendo só em vista a felicidade do pequeno, entende que mulher sem dinheiro é omeira; e por isso em lugar de mandar o filho plantar batatas (o que seria muito proveitoso na roça), resolve dar-lhe um passeio à Corte para distraí-lo.

Capítulo I



www.quadrinho.com

PS: O livro original é manuscrito. Este livro digitalizado pela minha filha.

Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7e/Nh%C3%B4_Quim.jpg (Acessado em 14/09/2020)

As aventuras de Nhô Quim podem ser classificadas como tiras seriadas ou de aventura, eram muito comuns em décadas passadas. Para Ramos (2018) a proposta era criar histórias em capítulos, apresentando ao leitor um episódio por dia (p. 89). O autor aponta que na prática, funcionava como uma novela de TV ou algum dos vários seriados norte-americanos exibidos atualmente, construindo assim uma narrativa mais longa com o propósito de prender a atenção de quem acompanhava a série.

Charges e cartuns (ou cartoons) podem ser considerados uma modalidade do “Humor Gráfico”, que defendem uma ideia e busca através da comicidade apresentar reflexões, sátiras ou críticas sociopolíticas, entre outros. Embora sejam parecidos alguns autores apresentam seus conceitos de forma diferente. Miani (2018) define charge, Figura 5, como uma representação humorística, com caricaturas e caráter político, com o propósito de denunciar, criticar e satirizar um fato ou personalidade específicos. Já os cartuns são definidos como narrativas que fazem “referência a fatos ou pessoas fictionais, sem ligação com a realidade imediata, portanto, atemporal e marcado por um humor universal” (Miani, 2018, p. 99).

Figura 5: Primeira Charge do Brasil: “A Campanha e o Cujo” (publicada em 1837, pelo autor Manuel de Araújo Porto Alegre)



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Manuel_de_Ara%C3%BAjo_PortoAlegre#/media/Ficheiro:1837_first_caricature_in_Brazil_-_Regency.png (Acessado em 14/09/2020)

A Figura 5 satiriza o jornalista Justiniano José da Rocha, que abandona a redação de “O cronista” em favor de um emprego no jornal Correio Oficial, onde foi acusado de receber propina. Observamos um homem em pé, com trajes elegantes, usando chapéu de penacho. Com uma mão toca sineta e, com a outra, oferece um saco de dinheiro a um indivíduo que se ajoelha, como um servo, enquanto outros indivíduos ao fundo, vão embora. A charge exige do leitor um conhecimento prévio do contexto social da época para que assim possa construir sentido a partir dela.

Vejamos o Cartum produzido por Henfil, Figura 6.

Figura 6: Cartum produzido por Henfil, publicado no Jornal Pasquim (1970)



Fonte: <http://jornalismojunior.com.br/70-anos-de-henfil-os-cartuns-como-forma-de-resistencia/> (Acessado em 14/09/2020)

Henfil, um dos mais famosos cartunistas brasileiros, viveu durante o período da ditadura militar, e suas obras sempre foram de resistência a sociedade opressora, à ditadura, na luta pela redemocratização do país e na campanha das Diretas Já. A graúna representada na Figura 6 foi uma de suas personagens que buscaram abordar temas relacionados aos problemas do nordeste, como a seca, a violência, o atraso, a desnutrição, a mortalidade infantil e o racismo. E esta Imagem através da conjugação do verbo poder, aponta que não devemos mais aceitar como verdade as relações hegemônicas de poder, baseadas numa sociedade branca e de classe média/alta, é preciso o reconhecimento da pluralidade social, cultural, política e econômica.

Os Mangás, de acordo com Luyten (2018), vem de palavras japonesas *man* (irreverente) e *gá* (desenho). Foi na coleção dos hokusai mangá que o termo mangá surgiu em 1814, trazendo caricaturas e ilustrações sobre a cultura japonesa. Assim, são quadrinhos de origem japonesa que trazem personagens, enredo e estilo de des⁶enhos próprios. Para Barbosa (2018) embora quem tenha usado a palavra mangá pela primeira vez tenha sido Katsushita Hokusai em 1815, foi Rakuten Kitazawa que trouxe nas suas obras características próprias e narrativas que traziam aspectos do cotidiano, valores culturais e sociais do povo japonês (Figura 7). Os mangás modernos trazem técnicas visuais do artista Ossamu Tezuka, que amplia suas histórias tratando não só da trajetória dos japoneses, como também de outros fatos do mundo.

⁶ Diretas Já foi o nome de um movimento político que ganhou força entre os anos de 1983 e 1984. Defendia a aprovação da Emenda Dante de Oliveira, que procurava garantir a realização de eleições presidenciais diretas em 1985. Foram realizadas campanhas em várias cidades brasileiras por meio de comícios em praças públicas, reunindo milhares de pessoas e culminou com a eleição de Tancredo Neves. (Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/direta-ja.htm>)

Figura 7: Trecho do mangá *Tagosaku to Mokube no Tokyo*, obra de Rakuten Kitazawa (1902)



Fonte: <http://revistacultural.ecosdeasia.com/el-primer-mangaka-profesional-la-figura-olvidada-de-rakuten-kitazawa/> (Acessado em 14/09/2020)

No período da obra *Tagosaku to Mokube no Tokyo* (Figura 7), o Japão vivia mudanças tecnológicas, sociais e econômicas, além da inserção de novas formas de entretenimento. Esta obra narra a história de dois camponeses em uma viagem de turismo em Tóquio, porém eles não sabem nada sobre a cultura moderna e comportam-se de forma inesperada. Vale apontar que Luyten (2018) propõe que podemos considerar que os mangás podem ser considerados como precursores do que hoje conhecemos como quadrinhos, uma vez “que maioria dos temas e estilos de produção é retirada de tradições artísticas e literárias desde o Período Heian (de 794 -1185) da história nipônica e das primeiras representações do imaginário de romances imperiais (p. 115)”. Na década de 90, houve a popularização dos mangás, os quadrinhos japoneses, em escala global. Os produtores apelam aos aspectos visuais, onde a imagem tem um valor maior do que o texto nas histórias, o que contribui para seu alcance mundialmente.

As revistas em quadrinhos, conhecida no Brasil como Gibis, apresentam uma ou mais histórias “fechadas”, isto é, que começam e terminam na própria edição, mas podem também ter continuidade nos próximos números (Santos, 2018, p. 130). Inicialmente estas revistas eram direcionadas ao público infante-juvenil, no Brasil, a primeira publicação a utilizar histórias em quadrinhos foi *O Tico-Tico* em 1905, Figura 8, produzida pelo jornalista Luís Bartolomeu de Souza e Silva em 1905.

Figura 8: Panfleto da primeira publicação da obra O Tico-tico



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/O_Tico-Tico (Acessado em 14/09/2020)

A obra de Bartolomeu tinha como personagem mais popular Chiquinho que apresentava características nacionais e apresentava-se como um garoto aristocrata que sempre aprontava as mais diversas confusões e traquinagens. A Biblioteca Nacional Digital (BND) possuía um acervo da Revista Tico-Tico que em suas edições também era possível observar passatempos, mapas educativos, literatura juvenil e informações sobre história, ciência, artes, geografia e civismo. De acordo com Santos (2018) na mesma época do aparecimento das histórias em quadrinhos, surgiram também os álbuns e as *graphic novels*, voltadas para o público adulto, no momento que eclodiu nos Estados Unidos, na década de 60, a revolução sexual, a emergência da Contracultura e os protestos contra a guerra do Vietnã.

Os fanzines, também chamadas de revistas alternativas, são revistas que publicam matérias e artigos teóricos acerca de assuntos variados, como música, ficção-científica, cinema, anarquia e história em quadrinhos (Andraus, 2018, p. 149). Geralmente criadas por fãs de alguma temática específica, inicialmente buscavam combater a cultura padronizada. Os fanzines além de poderem ser publicadas em redes oficiais de revistas livros entre outros, podem ter a autoedição e autopublicação. Edson Rontani foi o produtor do primeiro fanzine no Brasil intitulado o “Ficção” em 1965, que pode ser visto na Figura 9.

Figura 9: Capa de Ficção nº.1 - outubro de 1965



Fonte: <http://universohq.com/universo-paralelo/ha-50-anos-uma-breve-historia-do-primeiro-fanzine-brasileiro/>
(Acessado em 14/09/2020)

O Ficção divulgava e analisava as histórias em quadrinhos, visto que a desinformação sobre esse tipo de publicação, gerava o preconceito contra os quadrinhos e a precariedade dos processos de reprodução. Os fanzines por permitirem edições independentes demonstram de forma mais nítida seu caráter interdisciplinar que impulsiona a criatividade, a liberdade de expressão, favorecendo o protagonismo.

Apesar de uma indefinição, também têm sido muito exploradas no contexto digital algumas tipologias de quadrinhos dos quais Amoreira (2018) destaca as *webcomics*. O autor coloca que existe uma concordância entre os autores e artistas, por isso, consideram a *webcomic* como HQs que só estejam disponíveis na internet e não tenham versão impressa ou ou HQs digitalizadas sem incluir mais nenhum recurso além daqueles que uma revista material também tem, usufruindo da internet como canal de distribuição (Amoreira, 2018, p. 71). Para Cardoso e Domingos (2015) as *webcomics* ganharam mais popularidade pela inovação da linguagem dos quadrinhos, misturando arte sequencial com animação, áudio e vídeo, sendo chamadas HQtrônicas e HQs transmídias. Para Franco (2014), HQtrônicas são HQs hipermídias que apresentam a convergência de múltiplas mídias e possuem algumas características específicas agregando à linguagem tradicional dos quadrinhos, tais como: interatividade, animação,

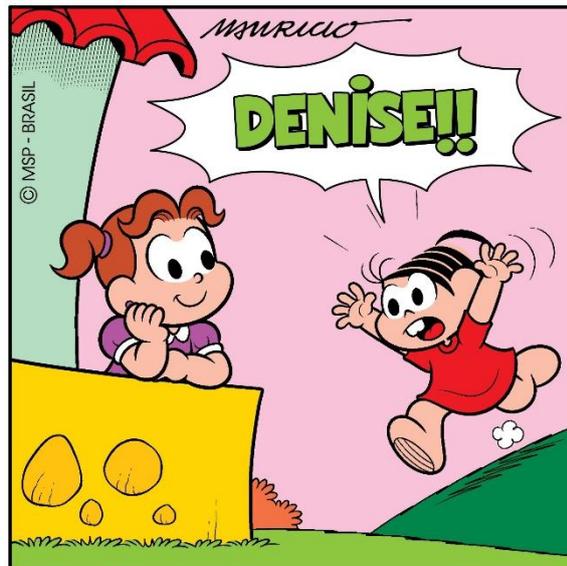
diagramação dinâmica, trilha sonora, efeitos sonoros, tela infinita e narrativa multilinear (Franco, 2014). Henry Jenkins contribuiu de forma significativa na perspectiva das narrativas transmídias (modos de narrar e tipos de histórias). A proposta transmídia está baseada na tríade: convergência dos meios de comunicação, cultura participativa e inteligência coletiva, o que permite a expansão da narrativa para outras plataformas para além da internet. Nesse sentido, HQs transmídias possuem uma narrativa que “se desenrola por meio de múltiplas plataformas de mídia, com cada novo texto contribuindo de maneira distinta e valiosa para o todo” (Jenkins, 2009, p. 138). Para Jenkins (2009), isto indica que são usados múltiplos meios de contar as diferentes histórias, ampliando suas possibilidades e seu público, influenciando e sendo influenciadas pelo ambiente midiático pelo qual transitam.

O universo cinematográfico, em especial os heróis e as heroínas das editoras⁷ *Marvel* e da *DC Comics*, são basilares pra manutenção das HQs até hoje. A *DC Comics* foi responsável pela criação dos personagens: Super-Homem, Mulher-Maravilha, Batman, Aquaman, Arqueiro-Verde, entre outros. A *Marvel*, por sua vez, criou: Capitão América, o Quarteto Fantástico, Homem-Aranha, Hulk, X-Men, Homem-de-Ferro, Pantera Negra, Thor, Tempestade entre outros.

Estes artefatos culturais são da Era Pós-industrial ou Sociedade do Conhecimento (de 1939, aproximadamente, até os dias atuais) que visam a descentralização dos meios de produção e distribuição; a diversidade de temas, gêneros, público e autoria; o compartilhamento e maior controle do lucro obtido (Amoreira, 2018). Vejamos o exemplo da Figura 10:

⁷ De acordo com Ramos (2008), a *Marvel* e a *DC Comics* são as duas maiores editoras mundiais de quadrinhos de super-heróis/heroínas, situadas nos Estados Unidos, utilizando-se de personagens ficcionais e altamente poderosos, originários da década de 30 do século XX. Elas se apropriam da luta “entre o bem e o mal”, levando em consideração “os acontecimentos históricos e os contemporâneos do mundo real, atribuindo às suas narrativas um caráter de realidade que alguns críticos podem ou insistem em ignorar” (p. 77).

Figura 10: Primeiro capítulo da primeira *webcomic* da Turma da Mônica, lançada em 01/04/2020.



Fonte: <https://twitter.com/TurmadaMonica/status/1245475058799214594/photo/1> (Acessado em 14/09/2020)

A Figura 10 mostra a primeira *webcomic* produzida pela Mauricio de Sousa Produções (MSP), com as personagens⁸ chamadas Denise e Mônica, pensada especialmente para as redes sociais (Instagram e Twitter- atualmente chamado de X). Santos (2007) chama atenção que as *webcomics* possuem sete características que são intrínsecas: 1) arquivamento e arquivos; 2) leitor (suporte); 3) distribuição; 4) negócios; 5) temáticas e identificações (humor, aventura e questões do cotidiano); 6) adaptações e 7) navegação (interface). Estas nuances demonstram seu caráter dinâmico, que o leitor pode acessar a qualquer momento seu material, que necessita de uma tela para leitura (computador, tablete etc) e podem estar disponíveis em websites pessoais, blogs, microblogs e redes sociais.

Percebemos uma variabilidade nas configurações do que se pode caracterizar como HQs. Não é só na busca pela definição do que é HQs que existem controvérsias, a busca para saber quando e onde surgiu a primeira história em quadrinhos, não há uma única resposta. Para García (2012), não há um consenso entre os pesquisadores da área e é comum serem citadas duas origens para as HQs uma versão europeia e outra norte-americana. O autor complementa essa ideia dizendo que a falta de consenso está associada a ênfase que se dá as HQs: 1) a origem europeia associa os quadrinhos como uma tradição cultural artística; e 2) quando a origem

⁸ A Denise foi criada por Rosana Munhoz, na década de 1980, personagem carismática e sarcástica; sempre espirituosa, cômica e divertida. A Mônica é uma personagem inspirada na segunda filha de Mauricio de Sousa, criada em 1963, e ganhou uma revista exclusiva em 1970. Esta é uma versão criança desastrada aos olhos infantis, mas divertida e otimista.

norte-americana costuma se enfatizar os quadrinhos como um produto de comunicação de massa. García (2012) coloca que uma visão não anula a outra, porém precisa-se ter cautela, para evitar consequências de acreditar que as HQs não possuem uma linguagem própria, ou permitir que o mercado editorial dite todas as regras para os quadrinistas e, em muitos casos, limitar a liberdade de criação deles. Devem haver novas formas de criação a qual o autor chama de paradoxal, o que significa que “a cultura de massas é a anticultura”. Devemos ter em mente que:

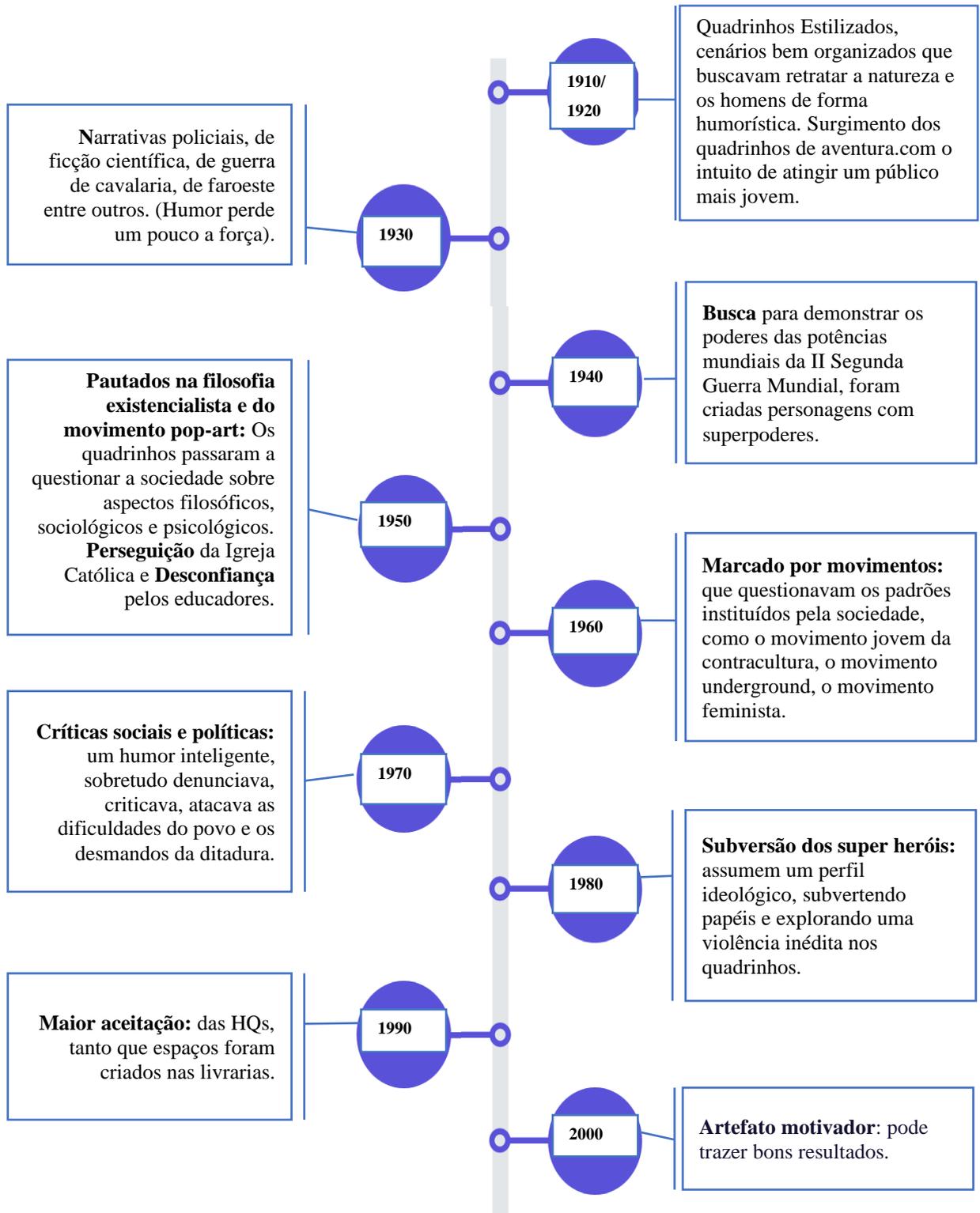
i) quadrinhos são arte, mas também um meio de comunicação de massa e, principalmente, um movimento de anticultura (movimento contrário à proposta de massificação das editoras); ii) quadrinhos não são literatura, mas sim uma arte com características próprias, que ora vai se influenciar da literatura, ora do cinema, ora da tv e dos jornais [...] (Castro, 2021, p. 60).

A partir dessa discussão, percebemos que aspectos históricos, culturais, sociais e econômicos contribuem para os conteúdos, maneiras e formas trazidas nas HQs. Dessa forma, nas subseções a seguir trataremos um recorte temporal da história dos quadrinhos com os acontecimentos mais relevantes, enfatizando sua origem na América do Norte, na Europa, no Brasil e sua inserção do campo da educação.

1. 1. 1 Aspectos históricos e temporais das HQs

Castro (2021), Xavier (2017) e García (2012) traçam a história das HQs desde a década de 1910 até os tempos atuais. Castro (2021) chama atenção que, até meados do século XX, houveram muitas mudanças devido ao “boom dos seriados cinematográficos de aventura, a Segunda Guerra Mundial, o pós-guerra e uma forte repressão aos quadrinhos” (p. 63). Estes acontecimentos reverberavam na criação dos quadrinhos. Em linhas gerais, podemos ver na Figura 11, alguns acontecimentos que fizeram as HQs se moldarem a cada época.

Figura 11: História do perfil das HQs entre 1910 e até 2000



Fonte: O autor a partir de Xavier (2017) e Castro (2021)

Xavier (2017) aponta que durante as duas primeiras décadas do século XX os quadrinhos eram estilizados, cenários bem organizados e buscavam retratar a natureza e os

homens de forma humorística. Na década de 1930, de acordo com García (2012) surgem as *comic books*, um caderninho grampeado, em geral em cores, com um número de páginas entre 32 e 64. Nesta época a comicidade vai perdendo a força e há um distanciamento da imprensa, o que possibilitou a autonomia dos quadrinhos. No final desta década que surgem as *action comics*, representadas pelos heróis da *DC comics* e da *Marvel*.

Um fato inusitado citado por Castro (2021) é que na década de 40 “os soldados norte-americanos são um dos principais compradores das histórias em quadrinhos de Super-Heróis, abrindo-se uma janela para se pensar em HQs para adultos” (p. 64). A autora destaca que após a II Segunda Guerra, houve uma intensificação ainda maior de repressão aos quadrinhos, para não causar delinquência juvenil, todavia é importante relatar que até o momento não houve comprovação dessa relação. Daí, entre 1953 e 1954, inicia mais uma regulação da indústria de quadrinhos a partir da criação do *comics code*, um código de censura de palavras e de conteúdo (García, 2012).

O início da segunda metade do século XX, década de 1960, foi marcado por movimentos que questionavam os padrões instituídos pela sociedade, como o movimento jovem da contracultura, o movimento *underground*, o movimento feminista entre outros. Segundo Castro (2021), as produções dessa época eram longas e trabalhosas, então, eram comuns obras de um único volume, além de serem mais caras, possuem semelhanças com as novelas gráficas de hoje em dia. Foi nesse momento que apareceu o personagem “Pererê” e a “Mafalda”. Os quadrinhos assumiram liberdade para abordarem temáticas consideradas “tabus” (XAVIER, 2017), por isso os temas acabaram se voltando para o sexo, as drogas e a violência.

É importante destacar que não existe uma linearidade quando pensamos a origem das HQs, levando em consideração os desenhos e representações do mundo antigo. Algumas matérias de jornais apontam a *Comics Cut* como a primeira revista com histórias desenhadas, criada por Alfred Harmsworth⁹, por isso o dia 17 de maio de 1890 pode ser considerado o dia do nascimento das HQs. Estas revistas continham mais textos que desenhos e seu conteúdo era satírico-humorístico.

Hoje, sabemos que as HQs ganharam espaço nos diferentes ambientes, devido ao seu potencial na comunicação, na representação e no ensino. Como menciona Castro (2021) existe uma busca dos quadrinistas por autonomia criativa, os direitos pelas publicações e o rompimento com a massificação causada pelas editoras. Assim, a autora realça que os aspectos

⁹ Também conhecido por Lord Northcliff, devido suas produções e ações, é visto como o editor jornalístico mais bem-sucedido da história da imprensa britânica e um dos fundadores do jornalismo popular moderno.

estéticos das histórias em quadrinhos foram se modificando, mesmo com o paradoxo de serem também “um meio de comunicação de massa, e isso culmina em uma indústria que permanece ditando muitas regras e buscando novos públicos” (Castro, 2021, p. 68).

1. 1. 2 Panorama das HQs na Europa

Na Europa, mais especificamente na França, Cagnin (2013) e Campos e Lomboglia (1989) apontam que as primeiras histórias em quadrinhos traziam a junção entre texto e imagem, através das técnicas de reprodução gráfica nos desenhos de humor (caricaturas) e os animais humanizados dos contos de fadas. Na maioria destas obras as legendas eram escritas na parte inferior, não tinham os balões. No livro História das Histórias em Quadrinhos Moya (1986) traz um panorama geral da origem dessas construções narrativas desde o início do século XIX. Töpffer, suíço, com a publicação de *Histoire de M. Vieux Bois* (1846) foi um dos pioneiros na combinação entre imagem em texto, Figura 12.

Figura 12: Tirinha Monsieur Vieux Bois, de Rodolphe Töpffer



Fonte: <http://blogdogutemberg.blogspot.com/2011/07/as-estampas-de-rudolph-topffer.html> (Acessado em 12/03/2023)

Nessa mesma perspectiva, autores como Wilhelm Busch, na Alemanha, com a publicação de *Max und Moritz*, Figura 13.

Figura 13: Max and Moritz (1865), de Wilhelm Busch



Fonte: <https://www.thegermanprofessor.com/max-und-moritz/> (Acessado em 12/03/2023)

Para Castro (2021), Wilhelm Busch teve um papel relevante para a criação dos *comics* nos EUA e nas obras de outros países, devido a repercussão de sua série sobre as duas crianças vivendo diversas aventuras e travessuras. Os quadrinhos de Busch tornaram-se um modelo a ser seguido.

Na França, logo após a II Guerra Mundial, em 1959, surgiram os personagens Asterix e Obelix¹⁰ (criado pelo roteirista René Goscinny e pelo cartunista Albert Uderzo), Figura 14. De acordo com os críticos da época, estes personagens denunciavam a invasão dos nazistas a áreas francesas, à ocupação ou faziam uma crítica à hegemonia dos Estados Unidos.

Figura 14: Personagens Asterix e Obelix



Fonte: <https://atomo.blogspot.com/2021/10/asterix.html> (Acessado em 12/03/2023)

¹⁰ Para Vergueiro (2017), Tico-Tico é importante porque foi uma das revistas voltadas para os quadrinhos de maior duração; além disso foi responsável por disseminar autores brasileiros.

Nos anos 70, as tradicionais revistas em quadrinhos passam a ser publicados em edições luxuosas, desta forma a Europa começa a ter outro olhar em sua produção e publicação, utilizando papéis com alta qualidade comparados aos das tradicionais revistas e jornais, ficando assim conhecida como “a grande manifestação artística do nosso século” (Campos e Lomboglia, 1989). “Essas histórias foram publicadas em volumes de capa dura, em cores, com papel de boa qualidade e vendidas a um preço altíssimo (...)” (Eisner, 2010, p. 8). Uma das publicações com destaque a este novo formato foi a de Eisner: *Um Contrato com Deus e outras Histórias* (1978), um romance que conseguiu ampliar de forma significativa o público leitor de quadrinhos, antes mais restrito às crianças e aos adolescentes do sexo masculino.

1. 1. 3 Panorama das HQs na América do Norte

A ideia de quadrinhos que temos hoje, muito é atribuída aos Estados Unidos, onde no final do século XIX, os empresários Joseph Pulitzer e William Randolph Hearst criaram narrativas com a utilização de figuras parecidas com as da Europa, buscando conquistar um público maior, sobretudo, os semianalfabetos e os imigrantes, que tinham dificuldades com o inglês. Nesse contexto, foi criada uma produção dominical destes materiais, o que proporcionou características próprias e autônomas dos quadrinhos, que inicialmente foram chamadas de *Comics* devido seu caráter humorístico. Nesta época, por volta de 1895 também nos Estados Unidos, foi criada por Richard Outcault a primeira história em quadrinhos colorida e com balões, com o título *Down Hogan’s Alley* que tem o personagem *The Yellow Kid*, por isso é traduzida e conhecida como *O menino amarelo*.

Após I Guerra Mundial duas correntes quadrinistas se destacam: a humorística e a Intelectual. Este foi um momento importante, pois foi criado um sindicato nos Estados Unidos, que além de ficarem responsáveis pela venda e destruição dos quadrinhos, também conduziam a ética destes, observando se havia ofensas aos leitores, palavras consideradas de baixo escalão, princípios imorais ou qualquer tipo de violência a pessoas, coisas ou animais. A década seguinte (1930), como menciona Xavier (2017), foi a “idade de ouro” dos quadrinhos, pois surgiram, baseadas no Neoclassicismo¹¹, as narrativas policiais, de ficção científica, de guerra de

¹¹ O Neoclassicismo foi um movimento artístico-cultural que surgiu na Europa no século XVIII, por volta de 1750, com características que marcaram as diversas manifestações artísticas. Foi um movimento influenciado pelo contexto do Iluminismo, da Revolução Francesa e da Revolução Industrial, marcada pela ascensão da arte e cultura greco-romana, que influenciou nas características de um herói. Nesta época, um herói era caracterizado por um sujeito histórico que luta por sua liberdade. Ou seja, o herói percebe a possibilidade de superação de uma condição estruturalmente limitadora da liberdade. Ele se reconhece como sujeito histórico e que pode mudar as condições objetivas na qual a história se desenvolve.

cavalaria, de faroeste entre outros, projetando a criação “Tarzan”, “Flash Gordon”, “Super-Homem” e o “Batman”.

Durante a década de 1940, com a Segunda Guerra Mundial e a entrada dos Estados Unidos nessa, para demonstrar os poderes dessa potência mundial foram criadas personagens com superpoderes: “Capitão Marvel”, “Capitão América”, “Mulher Maravilha” e o “The Spirit”. No contexto da década de 1950, os quadrinhos passaram a questionar a sociedade sobre aspectos filosóficos, sociológicos e psicológicos. Então, houve a criação dos “Peanuts” (“Turma do Charlie Brown”) pautado na filosofia existencialista e do movimento pop-art. Após ter perdido sua hegemonia as histórias cômicas nos jornais voltam a aparecer, enquanto que nas histórias em quadrinhos americanas predominavam a violência e o terror. Em decorrência destas publicações em excesso, a Igreja Católica iniciou uma perseguição as HQs, principalmente as de terror. Xavier (2017) relata que as HQs foram usadas pelos Estados Unidos da América (EUA), no período da Segunda Guerra Mundial (1939-1945), para o treinamento das tropas, e no governo de Mao Tse Tung na China Comunista (1950) para a formação ideológica da população.

Nos anos 80, os super heróis assumem um perfil ideológico, subvertendo papéis e explorando uma violência inédita nos quadrinhos. Frank Miller norte-americano, dá um tom de adultização em seu personagem e cria uma nova versão do Batman o “Cavaleiro das Trevas” (1985), que coloca o Batman em condições decadentes. Um destaque importante desta época foi a criação da primeira tira diária criada pelo desenhista Watterson¹² que lançou “Calvin e Haroldo”, que teve uma repercussão mundial. Bill Watterson tinha questões técnicas e editoriais bem pessoais, defendia espaços cada vez maiores para as tiras nos jornais dominicais, a não comercialização destas obras, e ainda a liberdade do cartunista nos formatos das tiras produzidas, para que não fossem mera reprodução padrão do formato da época.

1. 1. 4 Panorama das HQs no Brasil

Castro (2021) diz que no Brasil, ainda hoje, existe uma disputa por espaços na produção das HQs, principalmente contra os norte-americanos e os modelos do Japão, embora o mercado brasileiro siga as tendências do mercado norte-americano, apresenta características próprias.

¹² Vítor Nicolau (2009) que analisou as intenções de jornalistas e cartunistas nas tirinhas produzidas, incluindo “Calvin e Haroldo”. O autor realça que o objetivo destas produções é conseguir transmitir a mensagem de forma acessível e compreensível, através de metáforas, para compreenderem as críticas relacionadas ao cotidiano, retratando a singularidade do universo infantil.

De acordo com Moya (1986), os estudos de produção dos quadrinhos no Brasil tiveram início em 1869 com Angelo Agostini em sua obra *As aventuras do Nhô Quim*. Esta obra é considerada um marco com destaque nacional, por trazer desenhos com aspectos reais e envolvendo temas de aventura. Por sua importância, no dia 30 de janeiro é celebrado o Dia do Quadrinho Nacional, dia este que ocorreu sua publicação na revista *Vida Fluminense*. Depois desta publicação, o autor desenvolveu outras de grande prestígio, por exemplo: *As aventuras de Zé Caipora* (1883) na *Revista Ilustrada* e a revista *O tico-tico* (1905)¹³. Em 1939, foi criado no Brasil o Gibi, que até hoje conhecemos como sinônimo de histórias em quadrinhos. Estas obras foram consideradas um fenômeno comercial e artístico, pela sua forma fácil de comunicação.

Na década de 1970, no Brasil, Maurício de Sousa lançou a revista da “Mônica que ganhou destaque nacional e rendeu muitas vendas. Outro brasileiro que se destacou neste momento foi Henfil que direcionou suas produções ao público adulto, suas obras eram permeadas de críticas sociais e políticas e um humor inteligente, sobretudo denunciava as dificuldades do povo, criticava e atacava os desmandos da ditadura.

Na década de 80, Mutarelli com suas abordagens melancólicas e de caráter introspectivo ganham o cenário brasileiro, de modo que se tornou o primeiro artista a assinar um contrato para a produção de um álbum de HQs por ano. Nos anos 2000, foi intensificada no Brasil o consumo das *graphic novels*, contribuindo para o acesso e a massificação das histórias em quadrinhos como um produto da indústria cultural.

Castro (2021) aponta que a imprensa e a própria incorporação dos quadrinhos nos PCNs contribuíram para dar legitimidade das *graphic novels*. Vergueiro (2017) afirma esta ideia dizendo que a divulgação em meios alternativos, como a internet, tenha fortalecido ainda mais o espaço das HQs. Para Paiva (2017), o aumento do desenvolvimento do mercado brasileiro pode ser considerado um marco de extrema “importância para os estudos das HQs em relação à Educação, pois tem presença cada vez mais expressiva no cotidiano” (p. 59).

1. 1. 5 Panorama das HQs no campo educacional

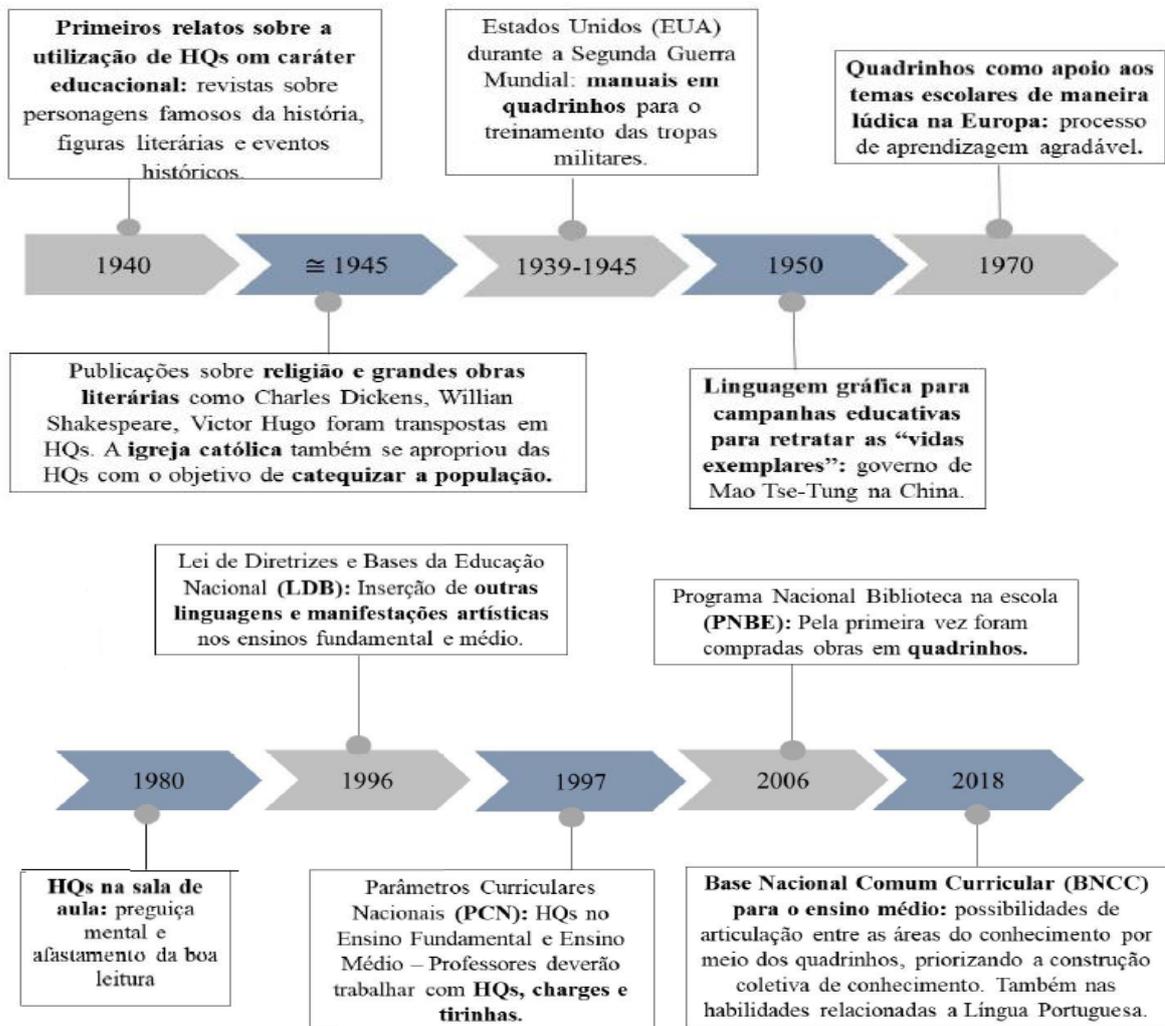
Durante algum tempo, de acordo com Vergueiro e Rama (2018), houve um movimento de desconfiança dos quadrinhos entre psicólogos e educadores, pois alertava-se contra os

¹³ Vergueiro (2017) que a obra *Tico-Tico* foi importante porque foi uma das revistas voltadas para os quadrinhos de maior duração e ajudou disseminar autores brasileiros.

pretensos malefícios que a leitura de histórias em quadrinhos poderia trazer aos adolescentes norte-americanos. Na década de 1990, já havia uma maior aceitação das HQs, tanto que espaços foram criados nas livrarias. Impresso ou virtual podemos dizer que os diferentes formatos e estilos explorados acima têm demonstrado sua relevância para serem inseridos na educação. Diversos autores (Luyten, 2018; Miani, 2018; Ramos, 2018; Vergueiro, 2018a, 2018c) salientam que os usos dessas ferramentas podem ocorrer desde a pré-escola ao ensino superior, pois além de serem uma mídia de penetração popular, de baixo custo, que podem ser produzidas pelos próprios estudantes, podem ser usadas pra transmitirem conceitos, modos de vida, visões de mundo e informações científicas.

No contexto educacional, Kundlatsch (2019) traz uma sistematização no formato de linha de tempo da longa trajetória das HQs, ressaltando alguns eventos que consideramos importantes, Figura 15.

Figura 15: Linha do tempo da inserção das HQs no campo educacional



No contexto educacional, na década de 1940, é possível perceber de forma discreta a utilização das HQs, nas revistas de personagens que se destacavam, nas figuras literárias e no próprio contexto da história. Em meados da década de 40, várias produções deste recurso se estenderam para abordar temas de cunho religioso, retratando personagens bíblicos e biografias de santos, tendo como objetivo a catequização da população e transmissão dos valores da igreja católica. De acordo Vergueiro (2018a), essa também foi uma época que ocorreram as adaptações de obras de literatura famosas para os quadrinhos, como por exemplo, os livros de Willian Shakespeare, Victor Hugo, Charles Dickens, entre outros.

As adaptações das obras literária para HQs podem ser consideradas um momento importante para demonstrar os benefícios pedagógicos das HQs para toda sociedade, inclusive a linguagem dos quadrinhos começou a ser usada pelas entidades governamentais para campanhas educativas. Assim, ainda que de forma lenta, temendo alguma resistência por parte dos pais e educadores, as HQs começaram a ser inseridas nos materiais didáticos para exemplificar algum conteúdo. Com o passar dos anos e o sucesso da sua inserção nos materiais didáticos, as editoras começaram a colocar mais HQs em suas produções, favorecendo uma maior penetração dessa linguagem nas escolas (Vergueiro, 2018a).

De acordo com Sales (2018),

Embora possam ainda existir pessoas que se deixem levar por ideias preconceituosas de que os quadrinhos, como sublitteratura e/ou arte menor, atrapalham o processo de aprendizado (ou mesmo afastam os alunos dele), existem estudiosos que cada vez mais incentivam o uso das HQs como recurso pedagógico (Sales, 2018, p. 23).

Nesse sentido, nos é demonstrado que as HQs têm ocupado vários ambientes e espaços de discussão, seja para promovê-las em espaços escolares e formativos, seja para estudar em diferentes perspectivas (Soares Neto, 2012). O autor diz ainda que este material também tem se constituído como objeto nas pesquisas educacionais, demandando maior aprofundamento pelos educadores, não apenas para analisarem ou criticarem, mas para reflexão do seu uso em sala de aula. Assim, encontram espaço nas pesquisas em ensino de ciências não só para aprendizagem de conhecimento científicos, mas também como divulgação científica.

Quando o professor percebe o potencial de uso e as características da linguagem dos quadrinhos, a disponibilidade de material e as peculiaridades de seus alunos e a sua ambiência escolar, com criatividade, poderá eleger a melhor forma de utilizá-los em sua prática pedagógica (Vergueiro, 2018a).

Desta forma, os elementos narrativos dos quadrinhos nos dão subsídios para utilizá-lo como recurso didático para discutir conteúdos específicos, seja nas aulas de física, seja nas de biologia e/ou química e/ou seja para trabalhar numa perspectiva interdisciplinar com temas como a biofísica.

1. 2 As histórias em quadrinhos como ferramentas didático-pedagógicas no ensino de ciências

Vergueiro (2018c) ao estudar o uso de HQs em salas de aula aponta que no início havia uma maior interação desta ferramenta com a história, a arte e a literatura, posteriormente, com adequações, foram utilizadas na: política, filosofia, psicologia e economia, além de terem sido usadas como apoio técnico no treinamento ou instrução de pessoal em funções especializadas, como soldados ou operários fabris (p. 9). Nesse contexto, as HQs começaram aparecer com frequência nos livros didáticos e serem dispersas nas diferentes componentes curriculares como a química, a física e a biologia. Luyten (1989) diz que quando bem utilizadas, podem servir de reforço à leitura, e constituem uma linguagem altamente dinâmica e fluida que ajudam na construção dos conhecimentos científicos.

Esta junção de textos, desenhos, imagens e cores despertam o interesse e facilitam a discussão dos conteúdos em sala de aula. Vergueiro (2018a) salienta que devido ao poder persuasivo dos quadrinhos podemos utilizá-los em diferentes momentos na sala de aula, seja para introduzir um tema, para aprofundar um conceito já apresentado, para gerar uma discussão a respeito de um assunto, para ilustrar uma ideia ou como uma forma lúdica de aprendizagem. O autor ainda chama atenção para alguns aspectos positivos da utilização das HQs para o ensino, como: a promoção de uma participação mais ativa dos estudantes durante as aulas; a interligação do texto à imagem ampliando a compreensão de conceitos; além disso favorecem a comunicação entre professor e aluno; o reforço para o hábito da leitura, enriquecendo o vocabulário dos estudantes e potencializando o desenvolvimento do pensamento crítico e imaginação. A ciência há muito tempo ganhou presença constante nas histórias em quadrinhos, através da ficção científica e nos super-heróis, porém existe uma preocupação didático-pedagógica, que é fazer o leitor entender conceitos científicos.

Na física, em específico, Souza (2018) realça que existem diversos exemplos HQs, como recurso multimodal para explorar fenômenos naturais, destacando alguns estudos que discutem a extrapolação dos poderes, dos conceitos científicos e/ou dos aparatos tecnológicos retratados nas obras de ficção científica ou de super-heróis (p. 39). O autor salienta ainda que

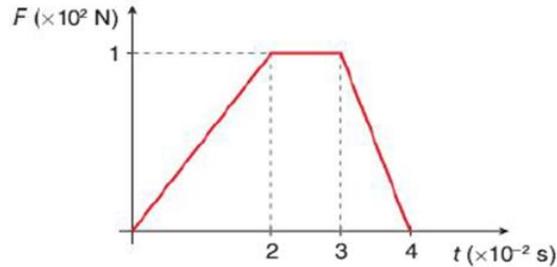
podemos encontrar os quadrinhos sendo usados como avaliação da aprendizagem em uma disciplina e/ou atividades em geral. Nos livros didáticos de física, que ainda é um dos recursos mais usados pelos docentes, é comum encontrarmos tiras com personagens comerciais da Turma da Mônica, Garfield, Mafalda, Calvin entre outros; além de tirinhas com personagens não comerciais. Vale salientar que um dos critérios de escolha do livro didático pelos avaliadores do PNLDEM (Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio) compete à como utilizam as imagens, para que não sejam utilizadas de forma errônea, descontextualizada ou desatualizada. A inserção dos quadrinhos nos livros didáticos foi um passo importante para a aceitação dessa linguagem no meio educacional (Pizarro, 2009).

Testoni e Abib (2003) ao se remeterem ao uso das HQs nos diferentes momentos do processo educacional, a partir de tiras feitas para livros didáticos, elaboram quatro categorias: ilustrativa, explicativa, motivadora e instigadora, cada uma com seu objetivo. Os autores afirmam que quando conhecemos qual destas categorias as HQs se encaixam, podemos planejar de forma mais otimizada uma estratégia didática que busque sua utilização. É preciso levar em consideração o momento, do processo de ensino/aprendizagem, que este quadrinho foi introduzido, e ter em mente que dependendo do momento, uma mesma HQ pode possuir classificações distintas. Souza (2018) utiliza estas categorias para analisar as tiras presentes nos livros didáticos de física do PNLDEM (2015).

A categoria ilustrativa é uma representação de forma gráfica de um fenômeno previamente estudado. Testoni (2004, 2010) diz que nos livros didáticos esta categoria está presente nas tiras utilizadas para exemplificar uma ideia ou simplesmente enfeitar um texto e/ou exercício, “muitas vezes apresentam uma faceta mais lúdica para o fenômeno e em alguns casos, o entendimento do texto ou exercício não é prejudicado na falta da tira” (Souza, 2018, p. 42). A Figura 16 exemplifica essa categoria:

Figura 16: Exemplo de uma tira na categoria ilustrativa

- R5** O gráfico abaixo representa a variação da força resultante com o tempo sobre o cãozinho de massa 5 kg durante o chute do gato Garfield. Supondo que a direção da força tenha se mantido constante, determine o impulso exercido sobre o cão.



Fonte: Martini et al. (2016, p. 253)

Ao analisar a imagem acima percebemos que pode ser categorizada como ilustrativa, pois a HQ não é necessária para resolução da questão. Todos os dados que devem ser utilizados estão no enunciando e na interpretação e compreensão do gráfico.

A categoria explicativa caracteriza-se pela explicação integral de um fenômeno físico, abordando-o na forma de Quadrinho. Para Souza (2018) são utilizadas para aprofundar um conceito já apresentado ou explicar um fenômeno físico, possuem uma informação muito importante expressa nelas, que a sua ausência impossibilita o entendimento do que está sendo tratado no texto ou é pedido no exercício (p. 43). Também podem aparecer nas sessões que apresentam o passo a passo de uma experimentação. Podemos ver um exemplo dessa categoria na Figura 17:

Figura 17: Exemplo de uma tira na categoria explicativa

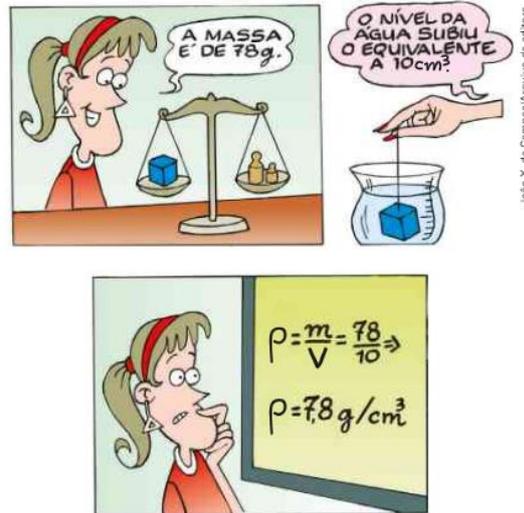


Figura 9.7. Experiência para determinar o valor da densidade ρ de um objeto.

Fonte: Máximo e Alvarenga (2016, p. 238)

A tirinha representada na Figura 17 traz uma sequência explicativa dos passos que precisamos para encontrarmos o valor da grandeza física: densidade absoluta ou massa específica¹⁴ de um corpo/objeto.

A categoria motivadora apresenta o fenômeno físico no enredo da HQ sem uma explicação prévia do mesmo. O leitor precisa conhecer os conceitos abordados, para entendê-las, assim o leitor terá que buscar aprender ou pesquisar o fenômeno científico retratado na tira, caso contrário perderá a “piada” (Souza, 2018, p. 43). Vejamos a Figura 18:

Figura 18: Exemplo de uma tira de categoria motivadora



Fonte: Pietrocola et al. (2016, p. 205)

¹⁴ Densidade absoluta ou massa específica de um corpo/objeto é a razão entre a massa e seu volume.

A Figura 18 pode ser considerada motivadora, neste livro, pois o questionamento feito na seção (“[...] o gato está argumentado corretamente?”) motiva o leitor a buscar compreender o que diz a primeira lei de Newton ou o princípio da inércia¹⁵.

Já a categoria instigadora caracteriza-se por apresentar uma proposição explícita, no decorrer do enredo, de uma situação/questão que faça o aluno pensar a respeito do assunto tratado. De acordo com Souza (2018), as tiras instigadoras, Figura 19, têm um questionamento mais amplo para ser discutido e podem ter essa função sozinhas, ou estar combinadas com outras questões, problemas e atividades abertas, promovendo uma discussão mais dinâmica e profunda.

Figura 19: Exemplo de uma tira de categoria instigadora

OUTRAS PALAVRAS

FAÇA NO CADERNO

NÃO ESCREVA NO LIVRO

Vetorto?



Alberto De Stefano

Organizando as ideias do texto

1. Suponha que você queira definir “vetorto” como ente matemático com os mesmos atributos dos vetores. Qual deles você teria dificuldade em caracterizar: o módulo, a direção ou o sentido? Justifique.
2. Feita a suposição acima, qual dessas condições não se aplica ao “vetorto”?
 - a) O módulo do vetor é o comprimento da linha que o representa, da origem à extremidade final.
 - b) Invertemos o sentido do vetor se trocarmos a origem e a extremidade final.
 - c) Quaisquer dois pontos do vetor determinam a sua direção.
3. Se o “vetorto” existisse de fato, qual dessas grandezas poderia ser mais bem representada por ele?
 - a) Aceleração instantânea em movimento retilíneo.
 - b) Velocidade tangencial instantânea.
 - c) Arco de circunferência orientado.

Professor, veja comentários nas Orientações Didáticas.

Fonte: Yamamoto e Fuke. (2016, p. 90)

Consideramos a tira acima como instigadora porque a mesma apresenta uma questão generalista sobre grandezas vetoriais¹⁶, a partir de um “vetor”, onde o estudante precisaria compreender suas principais características e como elas podem representar grandezas físicas

¹⁵ O princípio da inércia ou primeira lei de Newton considera que todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, a menos que nenhuma força externa aja sobre seu estado. Quando a resultante de das forças sobre o corpo é nula.

¹⁶ Grandezas vetoriais são as grandezas para as quais, além do valor numérico e da unidade de medida a elas atribuíveis, é necessário especificar direção e sentido se quisermos caracterizá-las apropriadamente.

(por exemplo, deslocamento, velocidade, aceleração). Com isso, há uma provocação entres os estudantes para que pensem como estes entes físicos podem ser percebidos no cotidiano.

Souza (2018) após analisar a coleção dos livros didáticos de física percebeu que na maioria das vezes as HQs têm o caráter ilustrativo, enquanto que as categorias motivadora, instigadora e explicativa desse tipo de texto aparecem timidamente, “verificando-se que esse uso das tirinhas por parte dos conteudistas de livros para a disciplina de Física ainda precisa ser melhor desenvolvido” (p. 54). A utilização de todo recurso pedagógico exige planejar, como e quais conteúdos serão trabalhados, fontes de pesquisas e finalidade em seu uso, isto exige que sejamos criteriosos na seleção análise e questionamento das HQs. A Figura 20 apresenta um breve resumo sobre os usos didáticos das HQs no Ensino de Física, que ode ocorrer com a Ciência de forma geral.

Figura 20: Resumo sobre os usos didáticos das HQs no EC



Fonte: O autor (2023) a partir de Souza (2018)

Wiegerová e Navrátilová (2017) no texto “*Let's Not Be Scared of Comics (Researching Possibilities of Using Conceptual Comics in Teaching Nature Study in Kindergarden)*” menciona que ao utilizarmos as HQs com intuito da aprendizagem de algum fenômeno da natureza devemos seguir os seguintes critérios: representação visual de ideias científicas, um mínimo de texto em forma dialógica com a imagem, apresentação equitativa entre visões sobre a situação e a perspectiva científica, ideias científicas aplicadas ao cotidiano com base na experiência dos envolvidos e não precisa conter apenas um conceito científico.

Nesse sentido, Vergueiro (2018c) afirma que as restrições contra as histórias em quadrinhos na escola ainda existem e a melhor forma de combatê-las é o conhecimento sobre a

sua linguagem e particularidades, a capacitação para aplicá-los corretamente e a busca de alternativas mais eficientes de aplicação, que permitam consonância entre quadrinhos e prática docente. Estas considerações nos propõem que é fundamental reconhecer os elementos que constituem a linguagem dos quadrinhos (balões, falas, sequência, ilustrações, as combinações entre texto e imagem etc.) para explorar suas possibilidades de textos com características específicas (Souza, 2018).

1.3 A linguagem dos Quadrinhos: construção de narrativas entre texto e imagem

A linguagem é algo essencial na sociedade, com ela conseguimos interagir, comunicar, transmitir informações, expressar ideias, manifestar culturas e sentimentos. Ela é fruto da sociedade, e todas as facetas dela são essenciais no processo de construção de conhecimento (Souza, 2018). A mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento se dá na e pela linguagem que fornece os conceitos.

A linguagem específica e narrativa criada dos quadrinhos que combinam textos e imagens é o que mais os tornam interessantes para os discentes, ajudando a promover motivação e interação, sobretudo quando pensamos em temas complexos e abstratos como os fenômenos físicos. Esta composição torna a linguagem dinâmica nos quadrinhos, contribuindo para ilustrar assuntos abordados pelo docente, “clarear a mente do aluno, reforçar conteúdos, estimular o pensamento crítico, além de poder ser usada como atividade criativa” (Brandão, 2018, p. 34). A simplicidade dos desenhos dos quadrinhos e as representações daquelas coisas mais corriqueiras de nossa experiência cotidiana são destinadas, certamente, a atingir todas as faixas de um repertório universal” (Cagnin, 2014, p. 65).

Vergueiro (2018b) chama atenção que “a imagem desenhada (visual, icônica) é o elemento básico das histórias em quadrinhos, porque ela se apresenta como uma sequência de quadros que trazem uma mensagem ao leitor, normalmente narrativa (ficcional ou real)” (Vergueiro, 2018b, p. 32). Nestas obras, a imagem fixa exige que o leitor exerça um caráter dinâmico, porque é no diálogo e pela complementação entre imagem e texto que os sentidos são produzidos nas HQs, dando movimento, voz e sons à história lida. Com relação aos textos presentes nas HQs, Cagnin (2014), utiliza Barthes, e menciona que o texto tem duas funções na narrativa gráfica: a de fixação (nos apresenta alguma justificativa do que vemos) e a de ligação (quando o texto complementar à imagem, ou seja, o desenho exerce a tarefa principal para

contar o enredo da narrativa). O autor afirma ainda que “toda imagem é polissêmica, pode ter vários sentidos, o que gera no leitor interrogação e angústia” (Cagnin, 2014, p. 138).

É necessário chamar atenção que existem os quadrinhos sem texto (apenas o título), os quais Cagnin (2014) define como histórias mudas. O autor nos diz que estas são “as verdadeiras e autênticas histórias em quadrinhos, uma vez que não se vale de outro código senão do icônico para contar uma história, dispensam totalmente o texto” (Cagnin, 2014, p. 34).

Como já mencionado na introdução, a ciência utiliza além de uma linguagem escrita e verbal, os gráficos, as tabelas, os esquemas entre outras, para sua compreensão, inclusive, sempre que possível, a linguagem visual para se fazer compreender. “A construção de significado na aula se produz através das palavras faladas, dos diagramas desenhados, das fórmulas escritas e dos experimentos realizados” (Márquez *et al.*, 2003, p. 372). Então, dizemos que os quadrinhos são hipergêneros ou um grande rótulo que agrega vários gêneros com características específicas (como as charges, os cartuns, as tirinhas etc) (Ramos, 2019). Com isso, Ramos (2019) e Brandão (2018) identificam algumas características gerais das histórias em quadrinhos: a) possuem linguagem autônoma e utilizam mecanismos próprios para representar os elementos narrativos; b) predomina o modo de organização narrativo, mas os outros modos também podem ser encontrados, tanto no texto verbal quanto no visual; c) a fala e o pensamento das personagens geralmente aparecem em balões, que simulam o discurso direto e a língua oral; d) normalmente giram em torno de um personagem, que pode ser fixo ou não, e que conduz a ação e e) são recheadas de metáforas visuais¹⁷.

A menor unidade narrativa de uma história em quadrinhos é a vinheta (ou quadrinho) (Vergueiro, 2018b; Cagnin, 2014). Para Vergueiro (2018b, p. 35), vinheta ou quadrinho “constitui a representação, por meio de uma imagem fixa, de um instante específico ou de uma sequência interligada de instantes, que são essenciais para a compreensão de uma determinada ação ou acontecimento”. O autor aponta que um mesmo quadrinho pode expressar vários momentos que, vistos em conjunto, dão a ideia de uma sensação específica. McCloud (2005) diz que existe um espaço entre dois quadrinhos chamado sarjeta, que é responsável por grande parte da magia e mistério que existem na essência dos quadrinhos. Pode ocorrer de seis formas diferentes essa transição de um quadro para outro passando pela sarjeta: Momento a momento,

¹⁷ Cagnin (2014) tal recurso pode ser motivado pela semelhança com o real (por exemplo, o signo icônico de uma imagem duplicada sugere tremor ou vibração etc.) ou motivado por expressões linguísticas (por exemplo, a imagem de estrelas na cabeça de um personagem vem da expressão “ver estrelas”, que pode significar dor causado por uma pancada violenta) (p.100).

ação a ação; sujeito a sujeito; cena a cena; aspecto a aspecto e *non sequitur* (sem sequência lógica) (McCloud, 2008).

Então, percebemos que para cada quadrinho dentro de uma história são vários os elementos que compõe a cena. Alguns dos principais elementos são: o balão, a onomatopeia, o tempo-espaço, a representação do movimento, a gestualidade e a legenda (Ramos, 2019; Campos e Lomboglia, 1989).

De acordo com Ramos (2019) são várias as definições de balão que o sintetiza como algo para expressar as falas dos personagens ou emissores ou a fala no discurso direto. Precisamos, então, ter cautela na definição, pois os balões são meios onde podem ser expressos/representados não só as falas, mas os pensamentos dos personagens nas narrativas das HQs. O balão, como recurso gráfico, geralmente “é indicado por um signo de contorno (linha que envolve o balão), que procura recriar um solilóquio (falar sozinho em voz alta), um monólogo (pensamento descrito em palavras) ou uma situação de interação” (Ramos, 2019, p. 33).

Os balões podem se apresentar de formas variadas, dependendo como o modo de falar e a emoção do personagem. Então, para entender a mensagem apresentada no balão devemos levar em conta a imagem e o texto (Souza, 2018). Brandão (2018) e Cagnin (2014) apresentam as diversas formas e momentos em que os balões (Figura 21) são usados, por exemplo: os de falas (diálogos normais), de pensamento, de sussurro (quando personagem fala baixo), de grito, o uníssono (dois ou mais personagens falando na mesma hora), o elétrico ou linhas quebradas (indica sons emitidos por aparelhos eletrônicos), de trêmulo (indica medo, pavor, susto), entre outros.

Figura 21: Estilos de balões



Fonte: <http://nerdseotomeuniverse.blogspot.com/2014/08/historias-em-quadrinhos-e-tirinhas.html>

Isso demonstra que não podemos ignorar as formas dos balões, porque ele também transmite uma mensagem desejado pelo autor. Cagnin (2014) ressalta que pode haver os balões duplos ou múltiplos, quando pertencem a um só personagem e são ligados por um estreito, indicando que a fala foi dividida por um breve silêncio e os balões intercalados, quando entre dois globos é intercalada a fala de outro personagem (p. 144). Percebemos que os balões possuem “cauda” que, comumente, aponta para boca do personagem, está pode ser chamada de apêndice ou rabicho. Cagnin (2014) afirma que o apêndice do balão é um índice, pois indica a pessoa que fala.

Um outro elemento importante das HQs são as onomatopeias, pois o seu caráter gráfico as torna bastante expressivas. Cagnin (2014) define onomatopeia como uma “palavra cuja pronúncia imita os sons e ruídos da coisa significada, como murmúrio, sussurro, cício, chiado, mugir, pum, reco-reco, tique-taque” (p. 155). O autor complementa sua fala afirmando que a onomatopeia tem duplo aspecto: o analógico, pelo formato e tamanho que tomam os desenhos, motivados pela qualidade, tipo e intensidade dos sons; e o linguístico, por empregar letras, palavras e criar outras (p. 156). Para McCloud (2008)

as onomatopeias dão a chance ao leitor de “ouvir com os olhos” e podem representar: o volume, por meio do tamanho, espessura, inclinação e pontos de exclamação; o

timbre, a qualidade do som, sua aspereza, ondulação, agudeza, imprecisão; a associação, quando os estilos e formas designam ou imitam a fonte do som; a interação gráfica, quando a forma, linha ou cor mesclam-se com a imagem (McCloud, 2008, p. 146-147).

Nessa perspectiva, as onomatopeias podem indicar expressões diferentes, dentro ou fora dos balões, sempre buscando se aproximar do som.

O tempo nos quadrinhos, geralmente, são percebidos a partir dos recursos utilizados pelo quadrinista para dar movimento aos personagens. De acordo com Ramos (2019) devemos ampliar esta ideia percebendo sua interferência no processo narrativo, em um ou vários quadrinhos relacionados de forma sequencial. O tempo “é percebido pela disposição dos balões e dos quadrinhos. Quanto maior o número de vinhetas para descrever uma mesma ação maior é a sensação e o prolongamento do tempo” (Ramos, 2019, p. 128). Cagnin (2014) propõe que o tempo pode aparecer de seis maneiras na linguagem dos quadrinhos: sequência de um antes e um depois, época histórica, astronômico, meteorológico, tempo de narração e tempo de leitura. O espaço é um elemento que caminha ao lado do tempo e de acordo com Ramos (2019) este espaço varia possibilitando a percepção de uma série de elementos como distância, proporção, volume, diferentes planos e ângulos possíveis. Para Ramos (2019) e Vergueiro (2018b) as vinhetas ilustram os diferentes planos possíveis nas HQs: plano panorâmico ou geral (engloba o cenário e os personagens); plano total ou conjunto (o personagem está mais próximo, reduzindo o ambiente); plano americano (mostra dos joelhos para cima); plano médio ou aproximado (da cintura para cima); primeiro plano (dos ombros para cima); plano detalhe, pormenor ou close-up (ênfatisam os detalhes do rosto ou objetos) e plano perspectiva (citado apenas por Cagnin (2014), que é a soma de diferentes planos). Vale ressaltar que estes planos podem ser vistos de diferentes ângulos: de visão médio (na altura dos olhos), de visão superior (de cima para baixo) ou de visão inferior (de baixo para cima).

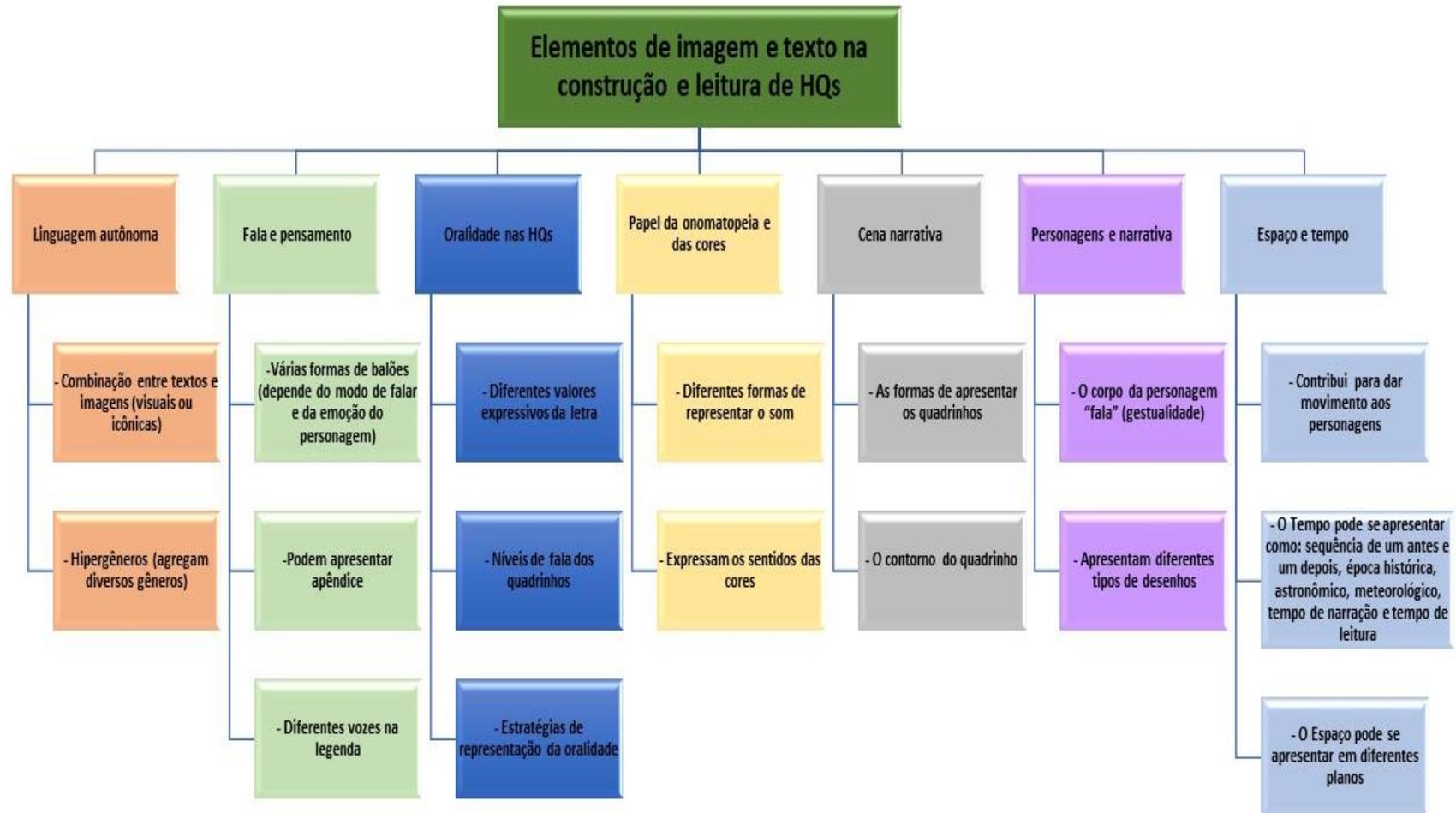
A ideia de movimentação nas ações narrativas pode ser percebida por intermédios dos personagens. Nos quadrinhos, em específico, as expressões faciais e as metáforas visuais se somam aos gestos e à postura do corpo, proporcionando a ideia de movimento. “A representação do movimento é um recurso utilizado para sugerir a velocidade (linhas retas, vestígios de estradas, colunas de pó), a trajetória dos objetos (linhas retas, curvas), tremor (imagem duplicada), espaço percorrido (pegadas) etc” (Xavier, 2017, p. 15).

A gestualidade através do corpo e fala, também é algo que merece destaque porque nos ajuda a identificar o estado de espírito dos personagens: preocupação, desespero, entusiasmo,

esforço excessivo entre outros. Estes aspectos estão relacionados com os diferentes modos de se comportar, de se vestir, de andar, de falar etc. (Xavier, 2017). Para Cagnin (2014) as expressões faciais podem ser representadas pelo movimento dos olhos, pálpebras, pupilas sobranceiras e da boca. McCloud (2008) e Ramos (2019) destacam que o corpo fala, além dos movimentos, o corpo pode expressar um estado de ânimo ou personalidade, assim a linguagem corporal pode dizer aos leitores quem os personagens são antes mesmo que eles falem, assim como as vestimentas que estes usam.

O último elemento que elencamos aqui para constituição da linguagem dos quadrinhos, e não menos importante, é legenda. Esta pode ocupar uma faixa num quadrinho ou até mesmo a vinheta inteira, em alguns casos podem estar dispostas em outros pontos, como na parte inferior do quadrinho (Ramos, 2019). O autor afirma que a legenda pode ser usada tanto por um narrador onisciente, quanto, em alguns casos, pelo narrador- personagem (personagem que se torna narrador em algum momento da trama), ao contar uma história, geralmente ao fazer menção a fatos passados (*flashback*). Na figura 22 podemos ver uma síntese dos principais elementos de imagem e texto na construção e leitura de HQs.

Figura 22: Síntese dos principais elementos de imagem e texto na construção e leitura de HQs



Fonte: O autor (2023)

Percebemos então que para desenvolver uma narrativa com as HQs, devemos fazermos as melhores escolhas “do momento, do enquadramento, das imagens, das palavras e do fluxo (McCloud, 2008)”. No Ensino de Ciências, Souza (2018) nos diz que, enquanto docentes, devemos estar atentos as atividades que trabalhem com mais de dois signos, pois como estamos tratando de uma interação entre duas linguagens, devemos respeitar o espaço entre cada um deles, para que a atividade tenha um fluxo mais claro e seja preenchido pela imaginação e a curiosidade. Corroborando com esta ideia, Eisner (2010) diz ainda que as histórias em quadrinhos apresentam uma sobreposição de palavra e imagem, e, assim, é preciso que o leitor exerça as suas habilidades interpretativas visuais e verbais.

Conforme o autor, as HQs possuem uma linguagem singular, onde fornece uma sequência temporal, enredos, ações e arte com objetivo principal de mediar a relação leitor-narrativa. Nesse sentido, as HQs podem ser inseridas no ensino das áreas científicas para problematização de conceitos e teorias, na mediação sujeito-conhecimento e na reconstrução das dinâmicas da cultura escolar (Testoni, 2004). Para enveredar em uma pesquisa que utilize HQs para explorar conceitos físicos precisamos explorar as tendências de estudos publicados em eventos, revistas, periódicos, teses e dissertações, como veremos na seção a seguir.

1. 4 Tendências nas pesquisas sobre o Ensino de ciência/ física e as HQs

Nessa seção, buscamos situar nosso estudo identificando as pesquisas envolvendo HQs e a finalidade do seu uso no contexto do Ensino de Ciências, em especial no Ensino de Física. Também almejamos situar os referenciais teóricos para justificar o aproveitamento das HQs na aprendizagem de conceitos científicos. As fontes utilizadas para esta revisão foram: I) três eventos nacionais importantes da área de Ensino de Ciências e Ensino de Física: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e dois internacionais: *Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias* (CIIDC) e *Conference of the European Science Education Research Association* (ESERA); II) cinco periódicos brasileiros: Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC), *Ciência & Educação*, *Investigações em Ensino de Ciências* (IENCI), *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* (CBEF) e *Revista Brasileira de Ensino de Física* (RBEF); e duas revistas internacionais: *Science Education* e a *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* (REEC), todas com política de acesso livre; e III) Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), Catálogo

de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A escolha desses eventos se deu pela importância que tem apresentado ao meio acadêmico, ao crescente número de trabalhos submetidos e apresentados. Quanto as revistas e periódicos todos estão classificados pela CAPES com *Qualis A*, isso demarca um status na comunidade científica, por se conferir com um excelente conceito, despertando assim um maior interesse de acesso pelos pares acadêmicos. Os bancos de Teses e Dissertações escolhidos são fontes relevantes que englobam as produções de um percentual significativo dos pesquisadores da área de Ensino de Ciências e Ensino de Física do Brasil.

O recorte temporal do nosso estudo se deu pelos últimos dez anos de cada evento: ENPEC (2011-2021), EPEF (2012-2022), SNEF (2011-2021), *Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias* (2011-2021) e ESERA (2007-2019). Todos os periódicos, revistas, dissertações e teses foram de 2012 até o último número/dezembro de 2022. Este tempo é um bom recorte para que possamos perceber como as pesquisas sobre HQs vêm sendo exploradas no Ensino de Ciências/Física, além de ser quatorze anos após os PCNs apoiarem o uso de HQs, charges e tiras nas diferentes modalidades de ensino e quatro anos após a BNCC reafirmar o uso de diferentes linguagens para o ensino/aprendizagem.

Inicialmente, para as pesquisas realizadas nos eventos utilizamos os descritores: “imagens”, “quadrinhos”, “HQ”, “tirinhas”, “história em quadrinhos”, “comics”, “cartoons”, “*historietas*”; porém isso dificultava identificar a linha temática a qual o estudo tinha sido realizado, devido a vasta quantidade de linhas temáticas dos eventos. Com isto, utilizamos por acessar cada ano de evento e olhar cada linha temática ou a programação completa dos trabalhos aprovados e publicados. O que possibilitou olhar os descritores que estivessem no título, resumo ou nas palavras-chave. Vale ressaltar que não diferenciei pôster e apresentação oral, logo aqui apresentado todos os trabalhos encontrados que trazem as histórias em quadrinhos como objeto. A busca nos periódicos/revistas aconteceu de forma semelhante, acessando todos os volumes a cada ano publicado. Não busquei por palavras, pois como as publicações ocorrem no máximo com 4 números por ano e com limite no número de material publicado, achei válido ter acesso a cada ano. Nos bancos de dissertações e teses foi feita uma articulação dos descritores citados anteriormente com: “Ensino de Ciência (s)”, “Ensino de Química”, “Ensino de Biologia”, “Ciência (s)”, “Química”, “Biologia”, especialmente o “Ensino de Física” e “Física”, tendo em vista as diferentes áreas do conhecimento englobadas no acervo. Para esse último restringimos a busca nas palavras-chave e títulos.

De acordo com Texeira, Silva e Anjos (2009) buscar tendências atuais sobre determinada área do conhecimento, ajudam a mapear, integrando obras dispersas, e discutir a produção acadêmica, analisando suas características. Este é um tipo de pesquisa de que se assemelha ao “estado da arte”, porque como mencionam Romanowski e Ens (2006) pesquisas deste tipo:

podem significar uma contribuição importante na constituição do campo teórico de uma área de conhecimento, pois procuram identificar os aportes significativos da construção da teoria e prática pedagógica, apontar as restrições sobre o campo em que se move a pesquisa, as suas lacunas de disseminação, identificar experiências inovadoras investigadas que apontem alternativas de solução para os problemas da prática e reconhecer as contribuições da pesquisa na constituição de propostas na área focalizada (Romanowski e Ens, 2006, p. 39).

Neste sentido, torna-se importante para construção desta tese, buscarmos conhecer e identificar os trabalhos que discutem as HQs no Ensino de Ciências, em especial, o Ensino de Física. Após este momento será realizada a análise dos trabalhos encontrados. A forma de análise será descrita no final da próxima subseção abaixo.

1. 4. 1 Estudos encontrados em eventos, periódicos/revistas e dissertações e teses nacionais e internacionais

Como mencionado anteriormente, os eventos selecionados para esta seção foram: ENPEC (2011-2021), EPEF (2012-2022), SNEF (2011-2021), CIIDC (2011-2021) e ESERA (2011-2021).

Um dos eventos que mais tem destaque nacional no Ensino de Ciências é o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências). Esse é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC), que teve sua primeira edição em 1997 e sua última edição em 2023. O mesmo reúne e favorece a interação entre os pesquisadores das áreas de Educação em Biologia, Física, Química e áreas correlatas, enfocadas isoladamente ou de maneira interdisciplinar, com a finalidade de discutir trabalhos de pesquisa recentes.

No âmbito internacional podemos destacar dois grandes eventos na área de Ensino de Ciências: a) *Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias*- o evento acontece a cada quatro anos, teve sua primeira edição em 1985 e sua última edição em 2021. A “*Revista Enseñanza de las Ciencias*” é a responsável pela execução do evento e b) A

“*Conference of the European Science Education Research Association (ESERA)*”, um evento bianual, criado em 1995 na “*European Conference on Research in Science Education*”. A última edição do evento aconteceu em 2023. Estes eventos tem visado ligações entre pesquisadores em educação científica e comunidades semelhantes em outras partes do mundo; aumentar o alcance, treinamento e a qualidade da pesquisa no ensino de ciências; fornecer colaboração na pesquisa em educação científica entre os países; representar os interesses profissionais dos pesquisadores em educação científica e investigação com um olhar para políticas e práticas da educação científica.

Na física, especificamente, os dois eventos nacionais em destaque são o EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física) e o SNEF (Simpósio Nacional de Ensino de Física). Os dois eventos acontecem bienalmente, sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira de Física (SBF) em parceria com órgãos como a CAPES e o CNPq. EPEF teve sua primeira edição em 1988 e sua última em 2022. Já o SNEF teve sua primeira edição em 1970 e sua última em 2023. Os dois eventos vêm acompanhado os processos de mudanças das pesquisas na área de ensino de física e tem explorados grupos de trabalho que contemplam: ensino, avaliação, currículo, linguagens, cultura, política entre outros. Vejamos a Tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de trabalhos encontrados nos ENPEC, EPEF, SNEF, CIIDC e ESERA

Ano do evento	ENPEC ¹⁸	ENPEC (Ensino de Física)	EPEF	SNEF ¹⁹	CIIDC	ESERA ²⁰
2011	6	2	-	1	-	0
2012	-	-	0	-	-	-
2013	8	4	-	4	0	1
2014	-	-	2	-	-	-
2015	12	2	-	6	-	1
2016	-	-	2	-	-	-
2017	10	4	-	6	3	0
2018	-	-	1	-	-	-
2019	7	0	-	5	-	0
2020	-	-	3	-	-	-
2021	11	0	-	4	1	0
2022	-	-	0	-	-	-
Total por evento	54	12	8	26	4	2
Total						96

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Nota: Os traços na Tabela 01 indicam que o evento não ocorreu naquele ano e o número zero corresponde a nenhum trabalho encontrado.

Ao todo encontramos 96 trabalhos, sendo 89 em eventos nacionais. Como podemos ver a partir da Tabela 1, nos dois eventos internacionais foram encontrados seis estudos. Dos estudos encontrados em eventos internacionais apenas um, encontrado no CIIDC (2017), foi direcionado a área de física e foi produzido por um autor brasileiro, o qual discutiremos posteriormente. Este resultado é um indicativo que ainda são tímidos os estudos no âmbito internacional que relacionam HQs e o Ensino de Física.

Inferese ainda da Tabela 1 que, neste recorte temporal, 47 estudos têm foco no ensino de Física. Tanto no EPEF quanto no SNEF os estudos sempre aparecem, porém o SNEF é o evento que contempla o maior número de trabalhos (26/47), com o máximo de 6 trabalhos nas edições dos eventos. O ENPEC foi o evento que apresentou a maior quantidade de trabalhos

¹⁸ O ENPEC será realizado de 02 a 06 de outubro de 2023, em Caldas Novas, Goiás.

¹⁹ O SNEF será realizado no período de 8 a 10 de julho de 2023, local não definido.

²⁰ Este ano (2023), a ESERA ocorrerá na Capadócia, Turquia, de 28 de agosto a 01 de setembro.

sobre HQs, podemos perceber que entre 2011 e 2015 houve um crescimento das publicações, de seis trabalhos para doze. Santos e Garcia (2017) ressaltam que embora o crescimento seja nítido, “os resultados demonstram que, ao longo dos anos de realização do evento, houve pouco interesse por parte da comunidade científica em realizar pesquisas em torno do uso dos quadrinhos para promover o aprendizado no Ensino de Ciências (p. 5)”. Em 2017 e 2019 houve uma pequena redução, tendo dez e sete trabalhos, respectivamente. Na penúltima edição do evento (2021) houve novamente um crescimento (11 estudos), comparado aos eventos dos anos anteriores. Este foi o segundo evento com maior contribuição envolvendo o Ensino de Física (12/54). No Quadro 1, temos os títulos dos trabalhos, o evento e o ano, dos estudos que envolvem Ensino de Física e HQs.

Quadro 1: Trabalhos encontrados no ENPEC, EPEF, SNEF e CIIDC

Código	Título	Instituição ²¹	Evento/ano
T01	Um estudo sobre o potencial didático das histórias em quadrinhos de ficção científica para o Ensino de Física	IFUSP	VIII ENPEC 2011
T02	Um estudo sobre a utilização de Histórias em Quadrinhos criadas por alunos na superação das concepções espontâneas em mecânica	UFMS	VIII ENPEC 2011
T03	Conceitos científicos nas Histórias em Quadrinhos: possibilidades e desafios para um processo de textualização	UFSC	IX ENPEC 2013
T04	Histórias em Quadrinhos nas aulas de física: uma proposta de ensino baseada na enculturação científica	FEUSP	IX ENPEC 2013
T05	Reflexões sobre o uso de histórias em quadrinhos para promover o discurso na aula	IOC/ FIOCRUZ	IX ENPEC 2013
T06	Um estudo sobre o uso de história em quadrinhos em coleções didáticas de física	UNIFAL-MG	IX ENPEC 2013
T07	Física em Quadrinhos: Um quadro n'ô bar no FoliesBergère	IOC/ FIOCRUZ	X ENPEC 2015
T08	Gêneros e Funções das Histórias em Quadrinhos nos Livros Didáticos de Física – Das Décadas de 1980 a 2010	USP	X ENPEC 2015
T09	Física em quadrinhos: aproximar ou afastar?	IOC/ FIOCRUZ	XI ENPEC 2017
T10	Estudando ondas em quadrinhos	UFMS	XI ENPEC 2017
T11	O emprego de histórias em quadrinhos no ensino de física	UFMS	XI ENPEC 2017
T12	As Histórias em Quadrinhos no ensino de física: uma análise das produções acadêmicas	UFPR	XI ENPEC 2017

²¹ Delimitados a instituição dos autores/as principais das publicações para situar a região de origem do estudo.

T13	Análise discursiva de histórias em quadrinhos presentes em livros didáticos de física	UNESP/ IBILCE	XV EPEF 2014
T14	As Histórias em Quadrinhos como recurso para inserir a história e a filosofia da ciência na educação básica	UFRN	XV EPEF 2014
T15	Física em quadrinhos: posição da imagem em discussão	IOC/ FIOCRUZ	XVI EPEF 2016
T16	Nanociência e nanotecnologia em quadrinhos: uma abordagem para o ensino médio	FECLESC/ UECE	XVI EPEF 2016
T17	História em Quadrinhos como instrumento formativo e avaliativo da aprendizagem conceitual em eletrostática	UEPA	XVII EPEF 2018
T18	A linguagem dos quadrinhos e o ensino de física: uma produção de estudantes do ensino médio	UFSC	XVIII EPEF 2020
T19	Ensino de ciências e decolonialismo: história em quadrinhos e representatividade étnico-racial	IFRJ	XVIII EPEF 2020
T20	O uso de histórias em quadrinhos para abordagem dos conteúdos de física moderna	UNESP	XVIII EPEF 2020
T21	Uma análise sobre o potencial pedagógico do uso de Histórias em Quadrinhos de ficção científica no ensino de física	USP	XIX SNEF 2011
T22	Aprendendo física através de tirinhas	IFMG	XX SNEF 2013
T23	Usando quadrinhos para discutir ótica	IOC/ FIOCRUZ	XX SNEF 2013
T24	Histórias em Quadrinhos: da ficção científica para as aulas de física	USP	XX SNEF 2013
T25	O mundo pelas cobras: Verissimo e a tira humorística no ensino de física	USP	XX SNEF 2013
T26	Física em quadrinhos: o mistério da Medusa	IOC/ FIOCRUZ	XXI SNEF 2015
T27	Produção de Histórias em Quadrinho no ensino de física	UFOPA	XXI SNEF 2015
T28	História da Astronomia em Quadrinhos: potencialidades de articulação com o livro didático	UFRN	XXI SNEF 2015
T29	Atividades da disciplina de Divulgação Científica do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Itajubá	UNIFEI	XXI SNEF 2015
T30	As possibilidades do uso do humor na Divulgação Científica	USP	XXI SNEF 2015
T31	Um levantamento sobre temas de astronomia presentes em tiras em quadrinhos	Universidade Federal do ABC	XXI SNEF 2015
T32	Questões de gênero: dos quadrinhos de super-heróis para as aulas de física	USP	XXII SNEF 2017
T33	Proposta de um estudo dirigido para a inserção do Princípio da Equivalência	UNEB	XXII SNEF 2017

	no ensino médio com histórias em quadrinhos.		
T34	Ensino de Física com histórias em quadrinhos: o astronauta em magnetar	UNESP	XXII SNEF 2017
T35	Física em quadrinhos: o espelho inclinado	IOC/ FIOCRUZ	XXII SNEF 2017
T36	Homem-aranha versus dinâmica Newtoniana: uma proposta de ensino baseada em Histórias em Quadrinhos	UNIFESP	XXII SNEF 2017
T37	O uso das Histórias em Quadrinhos no Ensino de Física	UNIVASF	XXII SNEF 2017
T38	Física em Quadrinhos: promovendo uma utilização crítica dos quadrinhos	IOC/ FIOCRUZ	XXIII SNEF 2019
T39	O ensino de física térmica utilizando história em quadrinhos	Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães, Porto Seguro, BA	XXIII SNEF 2019
T40	Alcançando a predisposição dos estudantes nas aulas de Física através das histórias em quadrinhos	URCA	XXIII SNEF 2019
T41	Isso é mandinga? Feitiçaria? A coisa do David Coperfield? O Homem-Formiga no Ensino de Física	UNIFEI	XXIII SNEF 2019
T42	Neutrinos: uma abordagem na Educação básica utilizando história em quadrinhos	IFbaiano	XXIII SNEF 2019
T43	Elaboração de atividades inspiradas em Histórias em Quadrinhos sobre eletrostática para implementação no ensino remoto	UFLA	XXIV SNEF 2021
T44	As Histórias em Quadrinhos: uma ferramenta interdisciplinar para o Ensino de Física	UFSC	XXIV SNEF 2021
T45	A Textualização da Física nas Histórias em Quadrinhos: a webcomic Cientirinhas	UFSC	XXIV SNEF 2021
T46	Histórias em Quadrinhos e filmes uma proposta de ensino do PIBID	UFMG	XXIV SNEF 2021
T47	Histórias em Quadrinhos e Argumentações em Aulas de Física.	UNIFESP	10º CIIDC 2017

Fonte: Elaborada pelo autor, 2021.

Nota: Para nomear cada trabalho encontrado nos eventos utilizamos a letra T seguido de um número, exemplo: T01, T02, ..., TN. Iniciamos as nomeações pelos eventos nacionais e posteriormente os internacionais, sempre em ordem crescente de ano da publicação.

Nas revistas/periódicos nacionais e internacionais: RBPEC, IENCI, CBEF, RBEF, *Science Education* e na REEC, entre 2012-2022, após analisar ano a ano, volume por volume, número por número das edições, foram encontrados apenas sete estudos. Destes estudos, um foi encontrado nas revistas internacionais analisadas e seis nas revistas brasileiras. Conforme podemos perceber no Quadro 2, o CBEF é o periódico que mais teve trabalhos publicados (3), que também correspondem aos únicos que fazem menção a utilização da HQ no/para o Ensino de Física.

Quadro 2: Periódicos/revistas consultados e quantidade de artigos encontrados

Nome do periódico/revista	Volume (v.)/Número(n)/Ano	Quantidade de artigos
Caderno Brasileiro De Ensino De Física (CBEF)	v. 31/ n. 3/ 2014 v. 33/ n. 3/ 2016 v. 37/ n. 2/ 2020	3
Ciência & Educação	v. 20/ n. 1/ 2014 v. 27/ e21036/ 2021	2
Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)	v. 26/ n. 2 / 2021	1
Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)	-	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)	-	0
<i>Science Education</i>	-	0
<i>Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias</i> (REEC)	v. 16/ n. 1/ 2017	1
<i>Total</i>		7

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

O fato de não termos um grande número de trabalhos sobre HQs e o Ensino das Ciências/Física, nos periódicos analisados no referido período, demonstra que o campo tem muito a ser explorado nestes acervos, pois são fontes importantes para que pesquisadores/pesquisadoras conheçam diferentes metodologias e os diversos referências teóricas da temática abordada. Abaixo temos um Quadro 3, com o título dos trabalhos encontrados no CBEF, que servirão para a análise geral no final desta seção.

Quadro 3: Trabalhos encontrados no CBEF

Código	Título	Instituição ²²	Periódico/ Ano
A01	Usando física em quadrinhos para discutir a diferença entre inversão e reversão da imagem em um espelho plano	IOC/ FIOCRUZ	CBEF 2014
A02	Física em Ação através de Tirinhas e Histórias em Quadrinhos	UFRO	CBEF 2016
A03	Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio	IFPE- SERTÃO	CBEF 2020

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

²² Delimitados a instituição dos autores/as principais das publicações para situar a região de origem do estudo.

Além dos eventos, periódicos e revistas; um caminho importante para realizar uma esta análise de tendências é conhecer como as HQs e o Ensino de Ciências/Física vem sendo exploradas nas teses e dissertações publicadas. Assim, almejamos ter um panorama geral de publicações acadêmicas de Instituições de Ensino Superior (IES) do Brasil, a fim de inteirar-se a respeito das produções acadêmicas já publicadas, do que já tem sido feito e, também, quais os resultados que já foram obtidos em pesquisas sobre nosso objeto de pesquisa.

No final de 2022, consultamos dois bancos²³ de Teses e Dissertações: Catálogo CAPES e BDTD, para garantir maior acesso às Teses e Dissertações. Ao consultamos o Catálogo CAPES, percebemos que são diversas áreas do conhecimento que discutem sobre as HQs: linguagens, comunicação, ciências humanas, em especial a Educação. Porém, o formato do documento encontrado, no Catálogo CAPES, apresenta somente as referências que são encontradas, já no BDTD, é possível ter acesso ao documento após o resultado da busca. Foram encontrados trabalhos na área de Ensino de: Ciências, Geografia, História, Matemática, Biologia, Educação Física, Química e Física. Ao fazermos uma busca avançada Histórias em Quadrinhos, delimitando as publicações 2012 a 2022, História(s) em Quadrinhos/HQs e Ensino de Física foram encontrados 23 trabalhos (2 teses e 20 dissertações). Para finalizar, fizemos uma busca avançada no google com as seguintes palavras “tese sobre Ensino de Física e Quadrinhos/HQs/Cartuns/Tirinhas/Comics”, encontramos, assim, outras 6 pesquisas com nosso objeto. Totalizando 28 estudos (2 teses e 26 dissertações) (ver Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de teses e dissertações encontradas entre 2012 e 2022

Ano	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Quantidade	2	4	0	2	2	1	8	6	1	2	0
Total											28

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Nota: Foram encontradas: 2 teses de doutorado, 9 dissertações de mestrado acadêmico e 17 dissertações de mestrado profissional.

Codificamos e separamos os textos encontrados em dissertações de mestrado acadêmico (DMA), dissertações de mestrado profissional (DMP) e teses de doutorado (TD), seguido de um número que representa a quantidade de cada um, para que possamos ter uma organização. O Quadro 4 faz esta apresentação destacando o código, o título, a instituição e o ano de defesa.

²³ Algumas Teses e Dissertações foram encontradas nestes dois bancos de dados, destacamos as dissertações e teses encontradas entre os anos 2012-2022.

Quadro 4: Teses e dissertações encontradas

Código	Título	Instituição ²⁴	Ano
DMA01	A linguagem das Histórias em Quadrinhos e o ensino de física: limites e possibilidades para um processo de textualização de saberes	UFSC	2012
DMP01	O ensino de eletricidade no quarto ano do ensino fundamental	UNIFRA	2012
DMA02	Uma proposta para o ensino de nanociência e da nanotecnologia, nas aulas de física do ensino médio	USP	2013
DMA03	Limites e potencialidades do uso de tirinhas na significação de conceitos de física no ensino médio	UNIJUÍ	2013
DMA04	Física moderna: divulgação e acessibilidade no ensino médio através das histórias em quadrinhos	UFAL	2013
DMA05	Quarteto fantástico: ensino de física, histórias em quadrinhos, ficção científica e satisfação cultural	USP	2013
DMP02	Biofísica da visão e audição: uma abordagem multidisciplinar do ensino da física no ensino fundamental	UFRO	2015
DMP03	A importância do uso de cartuns como ferramentas auxiliares no ensino de conceitos de mecânica quântica no ensino médio	UNB	2015
TD01	O cômico e a física: o riso, a quebra de expectativa e o absurdo no ensino e na divulgação da física	USP	2016
DMP04	Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino de física na educação de jovens e adultos	UFSC	2016
DMA06	As engrenagens de Manhattan: utilizando Watchmen para o ensino de física com enfoque CTS	UTFPR	2017
DMP05	O Ensino de Física Térmica utilizando HQs	UESC	2018
DMA07	Histórias em quadrinhos produzidas por alunos de Ensino Médio: identificando sentidos e indicadores de alfabetização científica	UNIFEI	2018
DMP06	Construção e Utilização do Mangá para o Ensino de Magnetismo para a 3ª Série do Ensino Médio	UNB	2018
DMP07	Física com histórias em quadrinhos	UECE	2018
DMP08	Entrelaçamentos entre ciência e arte: ensino e aprendizagem de modelos atômicos via histórias em quadrinhos	UFGD	2018
DMP09	Dualidade onda-partícula: uma sequência didática para o ensino médio utilizando histórias em quadrinhos	UFRJ	2018
DMA08	Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de física: da curiosidade à elaboração de sentidos	USP	2018
TD02	Física em quadrinhos: uma metodologia de utilização de quadrinhos para o ensino de física	IOC/ FIOCRUZ	2018
DMP10	O lúdico no ensino de física: eletrostática via quadrinhos.	UFOP	2019
DMP11	Física em Quadrinhos: material de apoio ao professor utilizando Histórias em Quadrinhos no ensino	UFSCar	2019
DMP12	A teoria da relatividade restrita em uma sequência de ensino potencialmente significativa com o uso de histórias em quadrinhos	UFRGS	2019
DMP13	Elaboração de uma história em quadrinhos utilizando tópicos de Física para o ensino médio.	UFSCar	2019
DMP14	Física de partículas para o ensino médio em quadrinhos	UFPE	2019
DMP15	O uso do universo dos quadrinhos no ensino de mecânica com o auxílio do teatro	UFCE	2019
DMP16	Uso da história em quadrinho “ <i>uss freedom</i> ” para o ensino de física	UFERSA	2020
DMP17	Ensino sobre quedas: utilizando quadrinhos como ferramenta lúdica	UFJF	2021
DMA09	A utilização de histórias em quadrinhos para ensinar máquinas térmicas, com base nos três momentos pedagógicos	UTFPR	2021

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

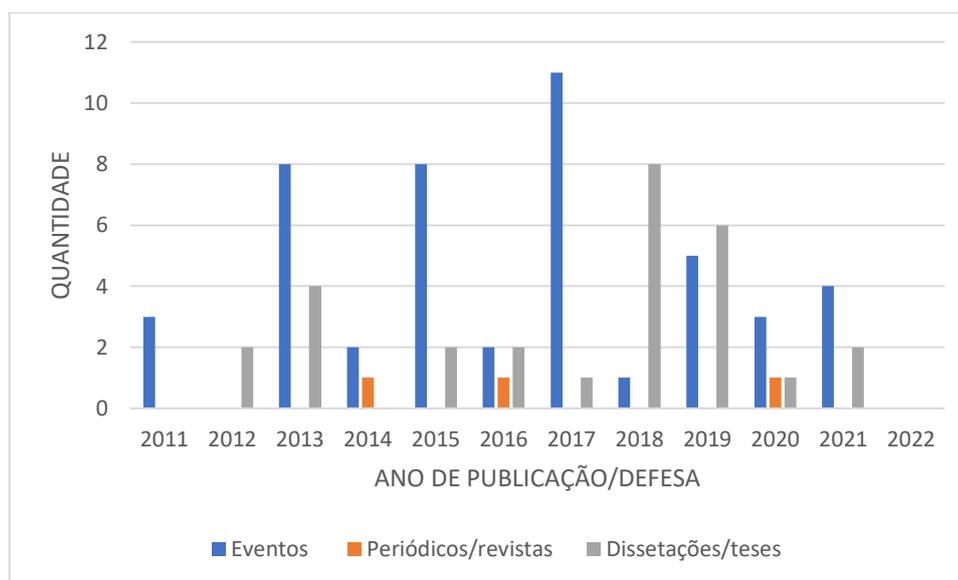
²⁴ Não mencionamos aqui os diferentes *Campus* das universidades, os quais os estudos foram produzidos.

Após esta busca dos estudos que relacionam HQs e Ensino de Física, faremos uma análise conjunta destes acervos. Num primeiro momento apresentamos uma análise quantitativa dos trabalhos encontrados nas fontes citadas. Depois buscamos realizar um aprofundamento nos estudos que se relacionam com o Ensino da Física: registrando, analisando e descrevendo as características e as relações com os diversos focos temáticos. Além disso, discutimos os aspectos teórico-metodológicos presentes nestes documentos citados.

Encontramos um total de 78 estudos que relacionam HQs e Ensino de Física. Para análise, nos baseamos nos seguintes descritores apresentados pelo Centro de Documentação em Ensino de Ciências (CEDOC), coordenado pelo Grupo FORMAR-Ciências (Estudos e Pesquisas em Formação de Professores da Área de Ciências): instituição; ano de publicação/defesa; grau acadêmico dos autores e autoras; nível escolar em que foi desenvolvido o estudo; foco temático/grupos de trabalhos. Iniciamos as buscas nos eventos da área de Ensino de Ciências e Física, seguido dos periódicos/revistas da área de Ensino de Ciências e Física; e por fim, nos bancos de Dissertações e Teses. Inicialmente foi realizada uma leitura dos resumos, e, quando necessária, do trabalho na íntegra.

1. 4. 2 Análise conjunta dos trabalhos que relacionam as HQs e o Ensino de Física

O Figura 23 mostra uma representação temporal das 78 publicações comparando os trabalhos a partir das fontes consultadas.

Figura 23: Diacrônica²⁵ de comparação entre todas as fontes de consultadas

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Ao analisarmos as tendências dos estudos que abordam as Histórias em quadrinhos e o Ensino de Física nos eventos percebemos que, entre os anos de 2013-2021, todas as edições houveram ao menos um trabalho publicado, tendo um total de 45 trabalhos publicados neste período. O grande número de publicações em eventos, normalmente, pode se dar porque são estudos que não tem uma estrutura mais complexa, como as solicitadas pelas revistas/periódicos, muitas vezes são relatos de experiências, propostas didáticas, pesquisas de estado arte, e em sua maioria produzidos por estudantes de graduação. Em 2011, encontramos 3 trabalhos e em 2022 não encontramos nenhum estudo publicado nos eventos. A partir da Figura 22, podemos perceber 2013, 2015 e 2017 os anos que mais tiveram trabalhos publicados. Vale mencionar que o SNEF e ENPEC ocorrem nos mesmos anos, e o CIIDC, quando ocorre, também ocorre em anos que acontecem estes eventos. Dentre os eventos destacados aqui o EPEF é o único que ocorre em um ano distinto. Com relação as teses e dissertações os anos de 2018 e 2019 tiveram um número expressivo em relação aos demais anos, 8 e 6, respectivamente. Quanto às publicações em periódicos e revistas ainda são silenciosas, o que demonstra que precisamos investir nas publicações nestes acervos. Entre os conteúdos ou temáticas referentes ao Ensino de física presentes nestes estudos destacam-se: ondas, eletrostática, óptica, física moderna e contemporânea, termodinâmica, além disso abordam HQs como elemento motivador

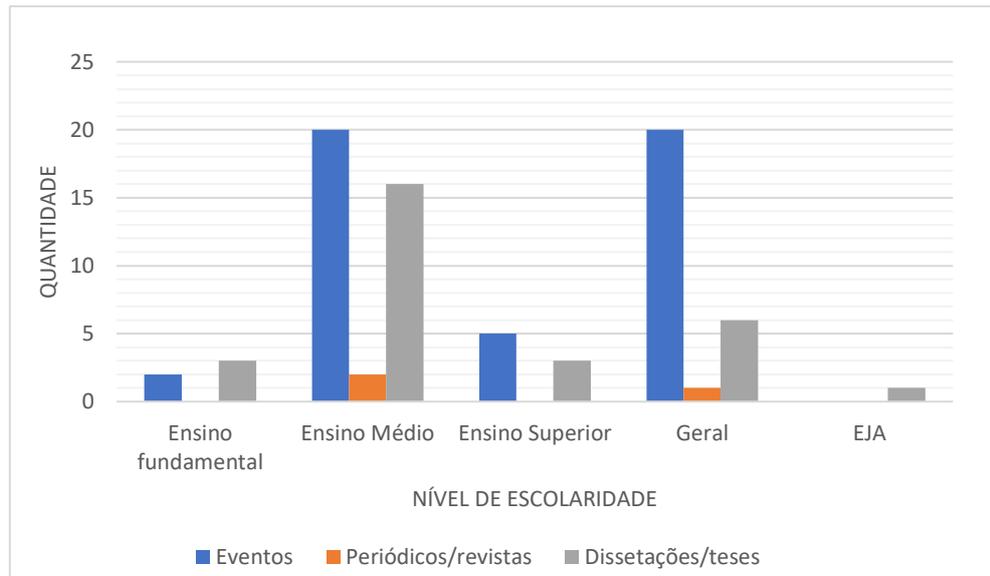
²⁵ O termo diacrônico significa que o estudo/análise aqui realizada visa perceber a evolução dos estudos sobre HQs e ensino de Física no decorrer do tempo.

ou como recurso didático nas aulas, na formação docente, nos livros didáticos, na divulgação científica, na história e filosofia da ciência, entre outros.

Na Figura 24, ao buscarmos classificar o nível de ensino onde se utilizou as HQs, nota-se que estes estudos em sua maioria (38/78) foram desenvolvidos no ensino médio, o que pode ter ligação com o grande número de trabalhos advindos de pesquisas realizadas no Mestrado Profissional, onde os docentes atuam nesta etapa de ensino e por estudantes que participavam de programas ligados a iniciação à docência e atuavam em salas de ensino médio. Podemos observar também que existe uma quantidade expressiva (32/78) que trazem uma abordagem de análise mais geral²⁶ direcionando os estudos nos livros didáticos e paradidáticos, em eventos, em revistas, periódicos e em sua utilização na formação de professores. As aplicações em estudos no ensino superior (8/78) e fundamental (5/78) são praticamente as mesmas. Chama a atenção que no Ensino Superior o objeto estudado vem sendo discutido, seja na relação entre o ensino e a aprendizagem dos graduandos, seja para abordá-lo como ferramenta didático-metodológica para o ensino. Na modalidade EJA foi possível encontrar 1 trabalho que utiliza esta ferramenta pedagógica em uma dissertação. Os estudos com um panorama mais geral e os desenvolvidos no ensino médio, em sua maioria, foram publicados em eventos. Nas produções de mestrado e doutorado se sobressaem estudos no ensino médio, assim como nos documentos dos periódicos/revistas.

²⁶ Categorizamos aqui como abordagem geral, as pesquisas que fazem levantamentos bibliográficos, análises de livros didáticos/paradidáticos, de HQs presentes em sites da internet o que não interfere no número da distribuição dos níveis de escolaridade.

Figura 24: Distribuição dos níveis de escolaridade²⁷ onde foram aplicados os estudos encontrados



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

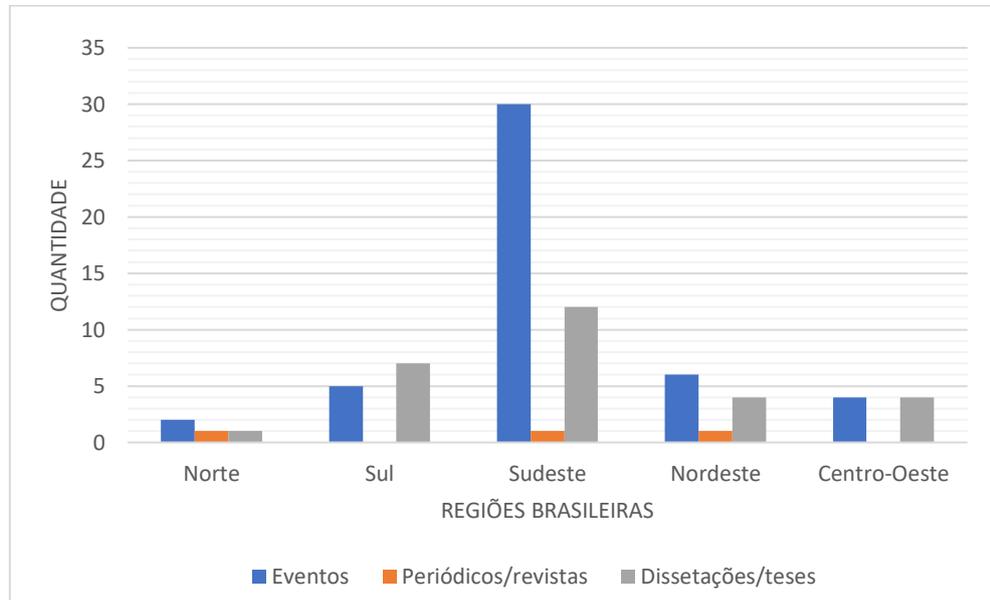
A partir do Figura 25 podemos inferir que apesar de todas as regiões explorarem a temática aqui abordada, existe um direcionamento de publicações com a utilização das HQs no Ensino de Física, principalmente para a região Sudeste (43/78). Da região Sudeste, foram publicados 30 em eventos, 1 em periódicos/revistas e 12 em dissertações e teses. Nos periódicos e revistas temos uma publicação em cada região: sudeste, nordeste e norte. A concentração de trabalhos na região Sudeste, pode estar associado ao fato de que existem grupos de pesquisas e pós-graduações consolidadas nas diferentes áreas de ensino ciências/física, bem como grupos/projetos que desenvolvem HQs para aprender conceitos físicos, em maior número nesta região, do que nas demais regiões do país.

O Física em Quadrinhos é um projeto criado por Eduardo Souza em 2012, na sua monografia apresentada na IOC/FIOCRUZ- Rio de Janeiro, que teve como objetivo promover discussões sobre temas da Física entre alunos e o professor através da utilização de histórias em quadrinhos ou tirinhas levando o/a estudante a pensar nos fenômenos físicos do cotidiano e a discutir sobre essas proposições com os colegas. O professor Francisco Caruso, professor e pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) no Rio de Janeiro, lança o projeto Tirinhas de Física em 2000. O principal objetivo era a necessidade de experimentar uma nova

²⁷ A tese nomeada TD01 foi desenvolvida por Ramos (2016) buscou realizar uma análise de intervenções pedagógicas em níveis de escolaridades diferentes. A investigação foi realizada em dois momentos distintos. O primeiro envolvendo estudantes do ensino superior, e no segundo com alunos do ensino fundamental II, no âmbito do projeto Banca da Ciência na Escola. Para construção dessa figura contamos os dois níveis.

linguagem no ensino da Física. Estas tirinhas abordam desde conceitos clássicos de Mecânica, Óptica e Calor, a questões de Física moderna, como antipartículas e expansão do universo.

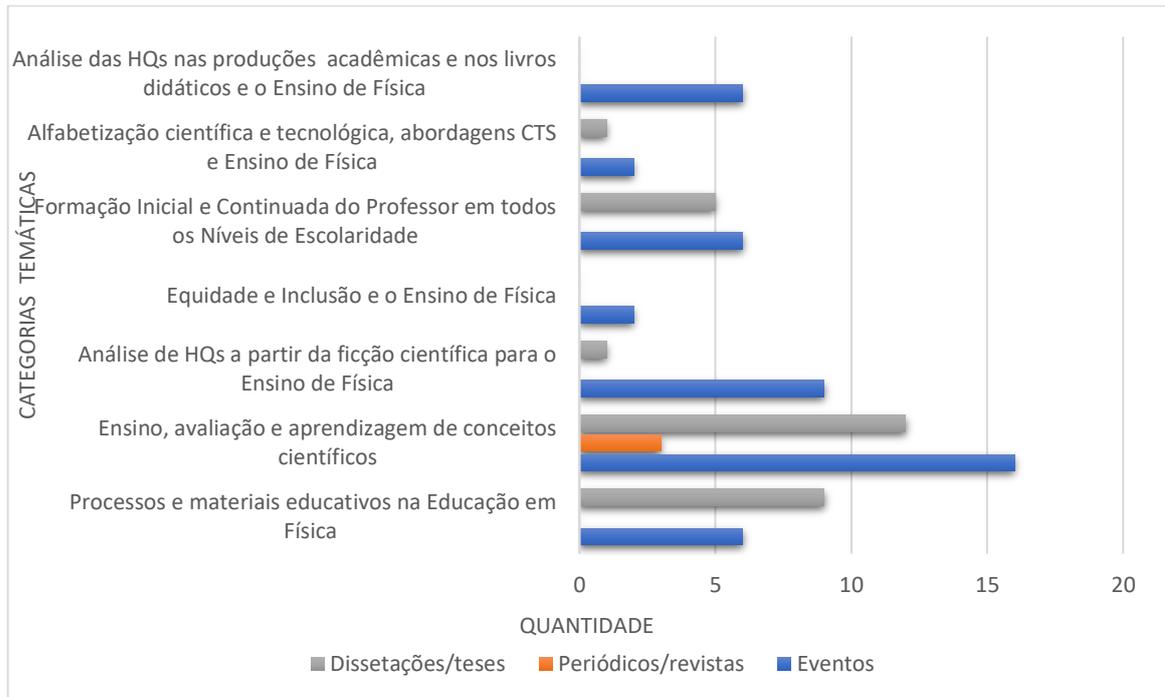
Figura 25: Distribuição das regiões brasileiras onde foram desenvolvidos os estudos encontrados



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Com o avanço e crescimento na área de Ensino das Ciências, os estudiosos têm diversificado bastante suas linhas temáticas de pesquisa. Após a leitura dos resumos de todos os trabalhos e o texto completo de alguns, realizamos uma análise temática, em que buscamos nos textos os núcleos de sentido referentes ao aproveitamento e contribuição das HQs no Ensino de Física, os quais delimitamos seis categorias: 1) Processos e materiais educativos na Educação em Física; 2) Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e Ensino de Física; 3) Ensino e aprendizagem de conceitos científicos; 4) Análise de HQs a partir da ficção científica para o Ensino de Física; 5) Equidade e Inclusão e o Ensino de Física, 6) Análise das HQs nas produções acadêmicas e nos livros didáticos e o Ensino de Física e 7) Formação Inicial e Continuada do Professor em todos os Níveis de Escolaridade, como podemos observar na Figura 26.

Figura 26: Distribuição quantitativa dos trabalhos por linhas temáticas de pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Observamos que a maior parte dos estudos versam sobre Ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos (31/78), observamos também que esta é a única linha temática abordada nos periódicos e revistas aqui analisados, e sobre os Processos e materiais educativos na Educação em Física (15/78). Esses estudos são pesquisas em diferentes níveis e modalidades ensino; ambientes de aprendizagem; metodologias ativas de aprendizagem; experimentação e ensino por investigação; aprendizagem colaborativa; abordagens e práticas de avaliação; indicadores de desempenho no ensino de Física e avaliação. experiências didáticas investigativas; dinâmicas em grupo; unidades, sequências didáticas; jogos e atividades lúdicas; atividades práticas; relações entre Arte e Ciência; estudos sobre recursos didáticos e mídias digitais. Os eventos contemplam todas as linhas temáticas abordadas. Entre as dissertações e teses existem estudos que são direcionados para Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e Ensino de Física (3/78), discutindo principalmente relações entre CTS/CTSA e a alfabetização/letramento científico e tecnológico. Nos eventos e dissertações/teses encontramos ainda análises de HQs a partir da ficção científica para o Ensino de Física (10/78), que focam na combinação de aspectos da física com personagens da ficção, como por exemplo os super-heróis, que são uma combinação poderosa para aprendizagem, pois despertam a participação e

o interesse dos estudantes, demonstrando a importância de discutir física, utilizando elementos de sua realidade cultural (Nascimento Junior, 2013; Nascimento Junior e Piassi, 2011, 2017).

Apenas nos eventos encontramos pesquisas que abordam: I) Análise das HQs nas produções acadêmicas e nos livros didáticos/paradidáticos (6/78) e II) Equidade e Inclusão e o Ensino de Física (2/78). A primeira destas categorias visa perceber as considerações filosóficas e epistemológicas sobre a natureza da pesquisa na área; referenciais teóricos, abordagens metodológicas e modalidades de pesquisa; Educação em Ciências como campo científico; prospecção e identificação de tendências e perspectivas teóricas e metodológicas na pesquisa em Educação em Ciências. A segunda discute as relações entre ensino de Física e temas como inclusão, gênero, relações étnico-raciais, religião e classe; educação do campo, indígena, quilombola e de outros grupos sociais específicos; políticas de ação afirmativa e direitos humanos.

A Formação inicial e continuada do professor em todos os níveis de escolaridade também foi uma temática abordada nos estudos encontrados nos eventos/dissertações/teses (11/78). Esta linha temática abarca as pesquisas sobre a formação inicial e continuada de professores; análise de programas e políticas de formação docente; iniciação à docência; estágio supervisionado; avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino; desenvolvimento profissional. Os trabalhos encontrados aqui com esta temática têm focado, principalmente, na avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino e no desenvolvimento profissional que envolvam o uso de HQs em sala de aula para contextualizar, promover a argumentação e a textualização dos conteúdos específicos.

Estas ocorrências podem estar associadas às necessidades de explorar conteúdo das ciências vistos como abstrato, sem uma ligação a algo concreto, ou sem relacionar a parte dos conteúdos com o todo do conhecimento a que se refere. Além disso, as HQs podem trabalhar com diferentes formas de linguagem (verbal e não verbal) com isto é possível promover, através da interação com o público alvo e do objetivo do estudo, a argumentação, que facilita a aprendizagem, instiga o senso crítico e contribui para desconstruir aspectos sociais da/ciência. É importante ressaltar que nosso objeto de estudo também vem ganhando espaço na formação de professores de ciências, isso se dá pela necessidade de um repensar das práticas pedagógicas em sala de aula, porém na física não conseguimos identificar. Na Tabela 3, verificamos um panorama resumido da distribuição quantitativa dos trabalhos nas categorias, especificando o que contempla cada uma delas, e por fontes de dados.

Tabela 3: Distribuição quantitativa dos trabalhos nas categorias e por fonte de dados

Categorias	Quantidade de trabalhos encontrados			
	Eventos	Periódicos/ revistas	Bancos de Teses e Dissertações	Total
Processos e materiais educativos na Educação em Física	6	0	9	15
Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e Ensino de Física	1	0	2	3
Ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos	16	3	12	31
Análise de HQs a partir da ficção científica para o Ensino de Física	9	0	1	10
Equidade e Inclusão e o Ensino de Física	2	0	0	2
Análise das HQs nas produções acadêmicas e nos livros didáticos e o Ensino de Física	6	0	0	6
Formação Inicial e Continuada do Professor em todos os Níveis de Escolaridade	6	0	5	11
Total	47	3	28	78

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Agora, faremos uma análise qualitativa dos estudos, inicialmente no Quadro 5 faremos a distribuição dos trabalhos encontrados, através de seus códigos, e suas diferentes linhas temáticas aos quais os mesmos foram categorizados, por fontes de dados.

Quadro 5: Distribuição quantitativa dos trabalhos nas categorias e por fonte de dados

Categorias	Quantidade de trabalhos encontrados		
	Eventos	Periódicos/revistas	Bancos de Teses e Dissertações
Processos e materiais educativos na Educação em Física	T02, T14, T18, T29, T33, T43	-----	DMA02, DMA04, DMA07, TD01, DMP10, DMP11, DMP13, DMP14, DMP15
Alfabetização científica e tecnológica, abordagens CTS e Ensino de Física	T04	-----	DMA06, DMA07
Ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos	T07, T10, T11, T15, T16, T17, T20, T22, T23, T27, T35, T37, T39, T40, T42, T44	A01, A02 e A03	DMP01, DMP02, DMP03, DMP05, DMP04, DMA06, DMP07, DMP08, DMP12, DMP16, DMP17, DMA09
Análise de HQs a partir da ficção científica para o Ensino de Física	T01, T21, T24, T26, T28, T30, T34, T36, T41	-----	DMA05
Equidade e Inclusão e o Ensino de Física	T19, T32	-----	-----
Análise das HQs nas produções acadêmicas e nos livros didáticos e o Ensino de Física	T02, T08, T26, T29, T30, T33	-----	-----
Formação Inicial e Continuada do Professor em todos os Níveis de Escolaridade	T03, T05, T09, T25, T38, T45	-----	DMA01, DMA03, DMP09, DMA08, TD02

Fonte: Elaborada pelo autor, 2023.

Como nosso foco nessa tese foi investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física, no tocante a aprendizagem e suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV, apresentados por licenciandos/as em física; focaremos nossa análise qualitativa nos estudos de duas linhas temáticas: 1) Formação Inicial e Continuada do Professor em todos os Níveis de Escolaridade e 2) Ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos. Buscamos identificar a área da física abordada e classificar como as HQs foram utilizadas, além das metodologias abordadas.

Quanto a temática 1, os estudos abordam sobretudo a avaliação de modelos e práticas docentes para os diferentes níveis e modalidades de ensino, ou seja, buscam avaliar como as HQs contribuem para desenvolver um pensamento crítico sobre o Ensino de Física e como utiliza-las para fortalecer a construção de significados dos fenômenos físicos. Os estudos T03, T25, T45 e DMA01 exploram o processo de textualização da física utilizando as HQs. O T03 acreditamos que seja uma obra vinda da dissertação (DMA01), pois foram produzidos pelos mesmos autores. Estes buscaram, em linhas gerais, dar enfoque a uma HQ que apresenta uma proposta de textualização de conceitos de Física, voltada ao tema Eletricidade. Partindo da ideia que a HQ é uma linguagem e assim é preciso entender o seu funcionamento junto a ciência. Os autores constataram que, na medida em que a linguagem dos quadrinhos se propõe a tratar de assuntos da ciência, devemos levar em consideração o funcionamento de suas estruturas, para que seja possível ampliar as possibilidades de compreensão não somente dos conceitos científicos, mas também da ciência e de sua dinâmica. O T25 e T45 são textos que podemos dizer também que analisaram a textualização da física nos quadrinhos. T45, especificamente, observou a presença do humor e sua relação com a ciência na tira As Cobras de Luis Fernando Verissimo, e apontou que existem diferentes formas de se utilizar a ciência no humor, tais como pano de fundo para outros temas como a política. O T25 ao analisar a textualização da física nas *webcomic* científicas, publicadas na internet, apontou que este pode se constituir como um material alternativo aos professores/as de física, favorecendo a inserção de determinados tópicos da física na educação básica.

As dissertações DMA03 e DMA08 discutem os limites, potencialidades e a curiosidades das/pelas HQs na formação inicial de professores/as de física no tocante a construção de significados de conceitos físicos e a elaboração de sentidos. O autor do texto DM03 realça que são inúmeras as potencialidades de uso dessa ferramenta no ensino: 1) pode contribuir para os processos de significação conceitual por uma linguagem cognitiva que associa imagem e texto e 2) na forma de interação dialógica entre sujeitos acostumados com elementos da linguagem

imagética, contribuindo para o desenvolvimento intelectual dos estudantes. Porém, chama atenção que precisamos ter vigilância quanto aos cuidados ao usar as Tirinhas em sala de aula, no que se refere à formação com evolução dos significados conceituais e à formação de obstáculos epistemológicos aos aprendizados das ciências. É necessário estar atento aos atravessamentos entre conhecimentos cotidianos e científicos, permitindo, assim, os processos de construção do conhecimento escolar. A DMA08 por sua vez destaca que são vários sentidos apresentados pelos licenciandos/as em física para as histórias em quadrinhos, por exemplo: sua interpretação enquanto linguagem mediadora para engajar estudantes em discussões científicas; meio para dar centralidade às ações dos estudantes; estratégia de ruptura com a rotina escolar; recurso cultural condicionado ao contexto histórico-cultural; a ação crítica e criativa dos docentes e a arte de contestação e reflexão (VIEIRA, 2018).

Os trabalhos T05, T09 e T38 discutem a utilização do supracitado hipergênero se esse pode ou não promover o discurso em sala de aula, como utilizá-lo de forma crítica e se devemos aproximar ou afastar das aulas de física. O T05 propõe que o uso de tirinhas, associadas a perguntas ajudam no desenvolvimento de atividades investigativas e a argumentação na sala de aula que contribuem no desenvolvimento crítico do aluno e a busca de soluções para os problemas do dia a dia. Já o T38, que está associado a TD02 por ser do mesmo autor, teve como um dos seus objetivos mostrar como os professores podem usar as histórias em quadrinhos explorando o potencial crítico e conscientizador no ensino de física, percebeu-se que mesmo os professores/as participantes do estudo não estarem habituados a elaborar atividades críticas e que levem os alunos a refletir sobre o problema, eles podem desenvolver esse hábito e elaborar atividades cada vez mais interativas. No T09, os autores defendem a aproximação das HQs em sala, pois pode gerar discussões e debates profundos com o fenômeno físico e que ajudam a promover a construção de conhecimento. A DMP09 apresenta as HQs como proposta para ser utilizada em uma sequência didática para tratar de alguns tópicos de física quântica no ensino médio. A autora desta dissertação chega à consideração que o uso de materiais alternativos pode se mostrar satisfatório no sentido de apresentar tópicos de física considerados mais complexos, tornando o ensino de física mais atrativo e prazeroso.

Quando falamos da linha Ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos, percebemos que a construção das HQs nos diferentes níveis de escolaridade abordou diferentes conteúdos e temas com conceitos científicos: medidas e grandezas (T44), mecânica (T47, A02, DMP04, DMP16, DMP17); termodinâmica (T39, DMP05, DMA09); física moderna (T11, T20, DMP12); física quântica (A03, DMP03); ondas (T10), óptica (T07, T15, T23, T35, A01,

DMP02); física nuclear (T42); física de partículas (DMP07, DMP08); nanociência (T16); eletricidade (T17, T22, T27, DMP01); magnetismo (T37); Cosmologia (T40). É importante destacar que alguns estudos abordaram mais de uma temática física. Também vale chamar atenção que o estudo realizado por Nascimento (2015), a DMP02, foi o único estudo que relacionou as HQs com a Biofísica, tanto da visão quanto da audição. Foi desenvolvido no 8º ano do ensino fundamental. O principal objetivo deste estudo foi compreender que a Física é uma ciência aplicada a outras ciências; que, além de procurar explicar fenômenos puramente naturais como os mecanismos da visão e audição, também usa desses conhecimentos adquiridos para a melhoria da qualidade de vida.

Quanto ao uso das HQs nos trabalhos selecionados percebemos que destacam-se: HQ como elemento motivador na aula (T07, T11, T22, T37, T40); HQ para aprofundar um conceito ou um tema (T10, DMA02); HQ para ilustração de um conceito (T15, T27, T35, T42, DMP07, DMP16); HQ para introduzir um tema ou conceito (T16, T17, T20, T39, T44, A03, DMP01, DMP02, DMP03, DMP04, DMP05, DMA09); HQ para gerar uma discussão em sala (T23, T47, DMP08, A01, A02) e HQ como proposta lúdica (DMP17). No nosso estudo utilizamos as HQs como ferramentas produzidas por licenciandos/as em física para ilustrar um conceito.

No tocante a metodologia, categorizamos conforme Kundlatsch (2019) em estudos que: 1) os alunos do Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação de Jovens e Adultos e Ensino Superior constroem as HQs para apropriação conceitual por parte desses sujeitos (T16, T17, T20, T22, T27, T37, T39, T40, T44, DMP04); 2) produção de HQs por pesquisadores e aplicações com estudantes de diferentes níveis de escolaridade para aprendizagem de conceitos (T10, T15, T44, A02, DMP01, DMP05, DMP07, DMP08) e 3) apresentação de HQs e propostas de ensino a partir delas (T07, T11, T23, T35, T42, A01, A03, DMP02, DMP12, DMP16, DMP17, DMA03, DMA09).

Para Kundlatsch (2019), as publicações que focam no ensino, avaliação e aprendizagem de conceitos científicos trazem contribuições que são bem semelhantes,

[...] todas reforçando possibilidades de ensino e aprendizagem a partir das HQs. Os autores apontam que a utilização de HQs pode proporcionar a compreensão, apropriação e ressignificação dos conceitos científicos pelos alunos, oportunizar discussões sobre temas do cotidiano dos estudantes e as relações envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), identificar concepções alternativas, fomentar o processo argumentativo dos alunos, desenvolver competências e habilidades, viabilizar a alfabetização científica, promover a divulgação da Ciência, e tantas outras

contribuições, todas ancoradas nos aspectos lúdicos e motivacionais que as HQs podem suscitar (Kundlatsch, 2019, p. 68).

Conforme os aspectos abordados nessa seção, a construção dessa tese está pautada principalmente na linha de investigação sobre o uso de HQs na formação de professores/as de física, não apenas como recurso possível para usar na formação inicial, mas também com um olhar de como a produção destes hipergêneros podem contribuir para o processo autorregulatório destes estudantes, propósito este que não foi observado em nenhuma dos estudos analisados. Além disso, pensando as HQs como recursos que contribuem para significação de fenômenos físicos, não basta conhecer a sua forma estrutural, sua linguagem própria, é necessário estar atentos aos signos que estão disponíveis nesta construção. Nesse sentido, a semiótica auxilia no processo de construção de significado que as HQs apresentam a partir da leitura dos elementos que as compõem. A leitura de um quadrinho nos aproxima de vários elementos semióticos. Assim, nos aportaremos na Semiótica Social (SS) que apresenta a GDV como uma gramática que ajuda na leitura de textos multimodais como as HQs. Embora percebamos que estudos com nosso objeto de pesquisa ter sido bastante explorado, não conseguimos encontrar, na física, um estudo que explore uma análise semiótica utilizando as funções e subseções da GDV. Assim, no próximo capítulo, abordaremos a Semiótica Social, a partir da Multimodalidade e sua GDV, com o olhar para os aspectos representacionais, interativos e composicionais, que auxiliam na construção de sentidos dos fenômenos da natureza.

CAPÍTULO 2

SEMIÓTICA SOCIAL: A MULTIMODALIDADE PRESENTE NO ENSINO DE CIÊNCIAS



Iniciaremos este capítulo com uma síntese das três escolas teóricas que contribuíram de forma efetiva para os estudos linguísticos e para o desenvolvimento da semiótica. Além disso, buscamos delinear os pressupostos teóricos que cooperaram para o surgimento da Semiótica Social fundamentada pela Linguística Crítica, inicialmente, com as contribuições de Michael Halliday (1978) inseridos na Linguística Sistêmico Funcional (LSF). Posteriormente, destacamos a ampliação da LSF para uma ideia de Semiótica Social da comunicação visual elaborada por Kress e van Leeuwen, que transcende o texto meramente escrito, e propõe uma nova paisagem semiótica, salientando o fenômeno da multimodalidade.

No segundo tópico apresentamos a Gramática do Design Visual (GDV), desdobramento da multimodalidade proposta por Kress e van Leeuwen (2006), como um recurso teórico-metodológico para o ensino das ciências. As metafunções correspondentes a GDV serão destrinchadas buscando elucidar os elementos que compõe o texto multimodal e como podemos utilizá-las para analisar a construção de sentidos de fenômenos físicos, por exemplo, presente em histórias em quadrinhos.

Para finalizar, discutiremos alguns estudos que abordam as relações entre o verbal e o imagético para a aprendizagem de conceitos das ciências, o que se torna importante para esta tese devido as HQs utilizarem como base para sua produção estes dois modos linguísticos para comunicar, informar e construir conceitos.

2.1 Os estudos semióticos: a perspectiva da Semiótica Social

Os estudos da Semiótica datam desde à filosofia antiga grega com os filósofos Platão e Aristóteles. Na época Medieval pensadores como Agostinho, Descartes, Bacon, Hispano, Fonseca e João de São Tomás obtiveram destaque nos estudos semióticos; na modernidade, filósofos como Locke, Hume, Kant, Hegel e Hobbes também se debruçaram sobre ideias da filosofia da linguagem. De forma geral, estes estudiosos buscavam refletir sobre o signo e os processos de significação. Para Albuquerque (2018) as principais diferenças entre estes estudiosos, quanto a Semiótica, são: 1) a composição estrutural do signo (diádico ou triádico)²⁸; 2) a consideração da existência de apenas signos verbais ou a existência também de signos não-verbais e 3) a materialização do signo (se exige a representação ou não de algo concreto). Apenas no início do século XX, com os estudos realizados pelos linguistas, que a Semiótica começa a adquirir autonomia e iniciou sua constituição como campo científico. Nesta época, surgiram três vertentes que se utilizaram das ideias dos estudos linguísticos tentando fazer uma adaptação aos modos não-verbais da comunicação.

Na primeira metade do século XX, surge a primeira vertente da semiótica conhecida como a Escola de Genebra, baseada na semiótica estruturalista de Saussure, focando nos estudos em moda, fotografia, cinema e música. As abordagens destas temáticas foram tomadas por pensadores estruturalista²⁹ como: Hjelmslev, Barthes e Greimas; por outro lado, com um viés para as ciências humanas destacaram-se autores considerados pós-estruturalistas³⁰ como: Lévi-Strauss (antropologia estrutural), Lacan (psicanálise), Foucault (história das ideias) e Jacques Derrida (filosofia).

De forma quase simultânea, surge a segunda vertente que foi a semiótica funcionalista com a Escola de Praga, onde os estudos linguísticos dos Formalistas Russos serviram de suporte para o desenvolvimento de trabalhos no campo da arte. Roman Jakobson foi um dos autores mais influentes nessa vertente, contribuindo significativamente para o avanço da semiótica durante o século XX. Por este motivo seus estudos são considerados como um clássico da semiótica. Embora as vertentes estruturalista e funcionalista tenham proporcionado um novo olhar para o estudo da semiótica, nelas existia uma ênfase nos signos da linguagem verbal para

²⁸ Saussure, por exemplo, adota uma visão do signo como díade que envolve um significante e um significado; já Charles Peirce adota uma visão de signo como tríade: o signo (que representa algo para alguém), o objeto e o interpretante (significado).

²⁹ De acordo com Carvalho (2012), “os autores estruturalistas defendem a independência e a hegemonia do significante em relação ao significado” (p. 13).

³⁰ Os pós-estruturalistas concebem o significante e o significado como inseparáveis, admitindo, assim, a pluralidade de sentidos de um texto ou evento semiótico (Carvalho, 2012, p. 14).

aprendizagem, tornando outras formas de linguagens incipientes. Para Carvalho (2012) os semioticistas russos não conseguiram se projetar tanto como os da vertente saussureana, possivelmente, devido à “falta de uma sistematização teórica e de um arcabouço científico precisamente semiótico” (p. 13). Apesar que de acordo com a autora as pesquisas realizadas pela Escola de Praga “tenham resultado em um conjunto significativo de contributos centrados na problematização dos signos na sua relação com a vida social, voltada especialmente para os signos linguísticos e poéticos” (Carvalho, 2012, p.13).

Para suprir a necessidade do reconhecimento e a importância dos diferentes modos semióticos na construção de significados, surge a terceira vertente: a Semiótica Social. Esta vertente emergiu na Austrália, na segunda metade do século XX, fundamentada nos pressupostos estabelecidos pela Linguística Crítica, a partir da abordagem proposta pela Linguística Sistêmico-Funcional. Esta abordagem visou estabelecer um método de análise adequado que levava em consideração como os recursos semióticos não-verbais podem comunicar e representar, além dos recursos meramente verbais.

O termo³¹ Semiótica Social (SS) foi utilizado inicialmente nos primeiros estudos publicados por Michael Halliday (1978) (linguista britânico) inseridos na Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) e em sua definição para gramática aponta que essa “vai além de regras formais de correção, podemos então compreendê-la como um meio de representar padrões da experiência, que possibilita aos seres humanos construir uma imagem mental da realidade, a fim de dar sentido à experiências” (Halliday, 1994, p. 101). A LSF, para Halliday (1978, 1994) é um constructo teórico que propõe uma análise da linguagem segundo a função que exerce e nos significados que produz nas interações sociais, levando em consideração tanto o contexto situacional quanto o cultural em que essas interações ocorrem. Para Novellino (2011) esta é uma teoria comprometida com o significado realizado na sociedade.

Halliday ao se engajar sobre as questões sociais, considerou a linguagem um sistema utilizado pelos indivíduos para elaborar significados na sociedade. Para Halliday e Hasan (1989), a linguagem pode ser tratada como um sistema (como um recurso) ou pode ser abordada enquanto instituição (como a interação entre a estrutura social e o processo social). A sociosemiótica engloba estas duas abordagens possibilitando o entendimento da linguagem como sendo “um conjunto de sistemas semióticos, de sistemas de significados, interligados” (Halliday e Hasan, 1989, p. 4).

³¹ Para Gualberto (2016), dois livros são precursores no uso do termo SS, o primeiro de Halliday (1978): *Language as Social Semiotic: The Social Interpretation of Language and Meaning* e o segundo de Hodge e Kress (1979): *Language as Ideology*.

As proposições hallidayana possibilitam caminhos para a “elaboração de investigações multimodais ao oferecer uma plataforma de apoio a estudos e elaborações de metodologias que envolvem os diversos recursos semióticos elaborados na sociedade” (NOVELLINO, 2011, p.48). Em sua LSF, Halliday (1994), classifica três categorias funcionais da linguagem descritas como metafunções³² que são: a ideacional (responsável pela maneira como o ser humano experimenta, constrói e se relaciona com o mundo tanto físico quanto mental, descrevendo eventos, os estados das coisas e o mundo interior), interpessoal (que reflete o modo como os indivíduos interagem, se relacionam e negociam seus papéis sociais, podendo assim expressar sua posição de ver o mundo e influenciando comportamentos) e textual (responsável pela construção e organização interna do discurso, integrando os significados ideacional e interpessoal de maneira a trazer coesão e coerência ao texto elaborado por cada indivíduo durante uma interação). De forma geral, as propriedades das metafunções representam a experiência humana em suas formas de significar o texto como um todo significativo (Halliday, 1994).

Para Halliday (1994) a elaboração da LSF como teoria de linguagem vinculada ao significado produzido nos diferentes contextos sociais permitiu o desenvolvimento de uma gramática funcional e semântica para o estudo da linguagem verbal denominada Gramática Sistemática Funcional (GSF). A concepção de Gramática proposta por Halliday (1978, 1994), mesmo buscando transcender as normas da língua escrita e falada levando em consideração as variações linguísticas sociais e culturais, está direcionada à linguagem verbal, ao que está escrito no texto.

Outros autores considerados percussores da SS são Bob Hodge (linguista australiano) e Gunther Kress (linguista britânico) que, em 1979, enfatizam a existência de uma conexão entre a estrutura linguística e a estrutura social, de modo que os grupos sociais e suas relações sociais influenciam como os atores da sociedade (falantes e produtores de textos) se comportam em meio ao linguístico e o não-linguístico. Hodge e Kress (1988) retomam as discussões no que concerne aos direcionamentos teóricos para a ênfase dada à linguagem em outros sistemas semióticos visando o processo construção de sentidos, a partir da comunicação e do estudo da semiose humana. De acordo com Gualberto (2016), a SS:

³² A descrição das metafunções (ideacional, interpessoal e textual) da LSF foram apresentadas a partir de Novellino (2011, p. 51), que também salienta que estas metafunções se realizam simultaneamente nos contextos em que ocorrem e permitem observar como cada indivíduo constrói seus significados durante a interação e como se dá a relação do indivíduo com os outros indivíduos e com o mundo que o rodeia (p.51).

É uma abordagem que investiga várias características inerentes à construção de sentido, colocando, no mesmo nível de importância, qualquer que seja o modo de comunicação (fala, escrita, imagem e outros) bem como os recursos semióticos (gestos, tom de voz, cores, texturas, tamanhos, entre outros) presentes na materialização do texto (Gualberto, 2016, p. 54).

Nesse sentido, Albuquerque (2018) realça que a Semiótica Social é uma abordagem teórica e prática do processo de representação, que está preocupada com as funções sociais estabelecidas através da linguagem. Neste contexto, para autora o signo representa e comunica, possui um significado e um significante estabelecido por um sujeito que está situado num contexto, ou seja, os significados (re)produzidos através da linguagem não são neutros, possuem influência do contexto cultural e social em que estão inseridos.

Podemos perceber, como aponta van Leeuwen (2005), que a SS é um campo teórico não puro e nem autossuficiente, com ações interdisciplinares, uma vez que se utiliza de métodos e conceitos de outras áreas de conhecimento e outras abordagens semióticas. A escolha pela abordagem da Semiótica Social numa investigação pressupõe que não há respostas prontas, porém nos direciona a formular perguntas e maneiras de buscar respostas. Estas ideias pressupõem que o signo é construído na ação social.

Os autores Kress (2010) e Kress e van Leeuwen (2006) relatam que uma das diferenças da SS para outras abordagens semióticas é que se defende a produção de signo (*sign making*) e não de uso do signo (*sign use*), uma vez que “a motivação do sujeito está relacionada com o processo de produção de signos em conjunto com a sua inserção social e histórica, no reconhecimento das convenções existentes” (Albuquerque, 2018, p. 32), dependente do contexto representacional e comunicacional.

Conforme Hodge e Kress (1988) os sentidos atribuídos no processo semiótico são sempre negociados, portanto os significados produzidos a partir dos textos podem não corresponder ao esperado pelos seus autores. É notório, então, que o produtor do texto e seu leitor realizam estas transformações, as quais são chamadas por Bezemer e Kress (2015) de trabalho semiótico, ou seja, ao criar uma mensagem há uma interação do produtor com diversos recursos (estratégias que o produtor utiliza na concretização do texto, fundamentais para a construção de sentido) e modos semióticos (a escrita, os gestos, as imagens).

Estes estudos tiveram como desdobramentos a preocupação de olhar para imagens como elementos semióticos que também são capazes de produzir significados e sentidos a partir da interação social e do contexto que estejamos inseridos. Kress e van Leeuwen (2006), em seu

livro: *Reading Images: the Grammar of Visual Design*, ampliam as proposições apresentadas por Michael Halliday para os signos linguísticos verbais e incluíram a essa vertente teórica o olhar para os dispositivos visuais, pensados como signos não verbais aplicados a diferentes modos de comunicação.

A partir dessa concepção, podemos ampliar nossa reflexão e compreender textos e práticas semióticas como sendo as muitas formas de materialização do discurso por meio dos mais variados signos, sejam eles verbais ou visuais. Esses muitos modos de representação do pensamento resultam no que chamamos de multimodalidade. Van Leeuwen (2011) concebe multimodalidade como um "uso integrado de diferentes recursos comunicativos, tais como linguagem (texto verbal), imagem, sons e música em textos multimodais e eventos comunicativos" (p. 668).

Assim, a semiótica social multimodal amplia a análise do signo verbal no processo de comunicação e passa a reconhecer, também, os múltiplos dispositivos visuais que perpassam um texto. Dessa forma, os estudos que se ocupam da multimodalidade preocupam-se com as particularidades de cada modo semiótico, as várias possibilidades de combinações dos dispositivos semióticos, bem como com as influências dos contextos sociais em que o discurso é produzido. Bezemer e Kress (2015) nos mostram que a perspectiva multimodal, discutindo a SS, tem sido utilizada como método de análise em diferentes áreas do conhecimento, como medicina, artes plásticas, recursos humanos, educação e meios de comunicação. Nesse sentido, o conceito de multimodalidade, dentro da perspectiva da sociosemiótica, tem ganhado espaço em diferentes áreas do conhecimento, incluindo as ciências da natureza (por exemplo: Albuquerque, 2018; Costa, 2019; Rodrigues e Mortimer (2021)), e foi sistematizado, especialmente, a partir dos estudos de Kress e van Leeuwen (2006).

Albuquerque (2018), Costa (2019) e Rodrigues e Mortimer (2021) utilizam-se da multimodalidade a partir dos constructos da GDV para explorar temáticas ou conteúdos específicos que envolvem as ciências da natureza e da saúde, com intuito de analisar como os autores de propagandas, docentes e discentes empregam diferentes modos de comunicação na elaboração de textos multimodais. Para atingir os objetivos almejados é preciso olhar para o que está sendo apresentado nos textos: o contexto, personagens, vestimentas, cores, ângulos, entre outros elementos; e como estes estão entrelaçados com os objetos de conhecimento das ciências.

A tese de Albuquerque (2018) teve como objetivo analisar como os conhecimentos sobre a Multimodalidade inseridos na formação inicial de professores podem contribuir para a

leitura e a construção de textos multimodais para o ensino sobre respiração pulmonar humana. Com os resultados a autora ressaltou que há indícios que a implementação dos conhecimentos da Multimodalidade na leitura, na avaliação e na produção de textos multimodais ajuda na ampliação da capacidade de representação e comunicação dos participantes envolvidos através do uso integrado de diferentes modos de linguagem e possibilita a construção de material didático para o ensino de conceitos biológicos, integrando os ambientes e outros sistemas orgânicos.

Já o estudo realizado por Costa (2019) teve como objetivo investigar e analisar a campanha “#MosquitoNão” e seu processo de construção de sentido por Licenciandos em Ciências Biológicas a partir de uma formação sobre a GDV. Foi possível perceber, pelo autor, que ainda existe uma concepção de leitura restrita à linguagem verbal, porém a proposta de conhecer os contributos da GDV possibilitou que alguns estudantes percebessem os materiais de campanha como mediadores de conhecimentos biológicos que precisam ser ampliados, além disso chamou a atenção dos/das licenciandos/as para criarem o hábito de analisarem previamente textos multimodais.

Rodrigues e Mortimer (2021) fizeram uma análise das imagens em HQs com temas de Química, produzidas por estudantes de Ensino Médio em duplas, perceberam que ainda é comum o uso de estruturas narrativas representando processos verbais (o uso de balões com a linguagem escrita), porém aparecem algumas estruturas conceituais a partir das imagens. Para os autores isto indica que existe uma variedade representacional que se aproxima mais de uma linguagem visual científica.

Isso nos leva a pensar que ao pedirmos para estudantes produzirem ou lerem textos multimodais, é necessário que eles tenham atenção nos modos de representações científicas, das composições visuais e dos processos interacionais em suas HQs para melhor aproveitar sua natureza multimodal. Devendo, ainda, levar em consideração que toda produção é imersa em um contexto que é histórico, cultural, social, político e econômico. Para isto, é preciso que haja mais incentivo aos estudantes na apropriação deste conhecimento.

Como pretendemos neste estudo analisar os significados sobre um fenômeno físico através da produção de HQs, e sendo as HQs um recurso pedagógico multimodal, abordaremos a seguir alguns pressupostos da multimodalidade. De forma especial, a GDV que servirá como referencial teórico e analítico.

2. 2 A Gramática do design visual (GDV) como um recurso teórico-metodológico para o ensino das ciências

Para falarmos sobre a GDV precisamos traçar um paralelo com a GSF, pois foi a partir da elaboração teórica de Halliday apresentada na LSF que se deu o desenvolvimento da GSF como uma metodologia de análise da linguagem verbal escrita e oral, deixando à margem outros modos de comunicar e representar. Estas referências teóricas contribuíram para o desenvolvimento de uma metodologia de análise que compreendesse os diferentes modos e recursos semióticos, tais como as imagens e textos juntos: a Gramática do Design Visual (GDV). Essa comparação reforça a necessidade de termos referenciais teóricos-metodológicos que ajudem nas interpretações que são manifestadas nas múltiplas linguagens que compõe o Ensino de Ciências, como aponta Santos e Pimenta (2014) é o “paralelismo e a intersemiose dos modos semióticos verbais e visuais são evidenciados na construção de significados que tecem o texto” (p. 296).

Kress e van Leeuwen (2006) embora corroborem com a ideia de uma gramática dita formal, de modo simultâneo defendem uma gramática que leve em conta práticas sociais e culturais, fazem uma adaptação da teoria de Halliday para analisar recursos verbo-visuais, ou seja textos multimodais. Assim, a combinação entre seus elementos sintáticos, suas partes, constroem um significado. Através desta adaptação surge a Gramática do Design Visual na tentativa de explorar o uso da linguagem como forma de interação. Os autores salientam que o “texto visual não é uma linguagem “universal e transparente” e pode ser considerado uma mensagem organizada e estruturada em si mesma, interligando-se ao texto verbal, mas de forma alguma dependente dele” (p. 18). Esta “gramática visual busca descrever a forma em que elementos representados (pessoas, lugares e coisas) se combinam em “enunciados” visuais de maior ou menor complexidade e extensão” (Kress e Van Leeuwen, 2006, p.1). Para Jewitt (2009) necessitamos compreender como o significado é produzido e interpretado nos diferentes modos utilizados para a comunicação

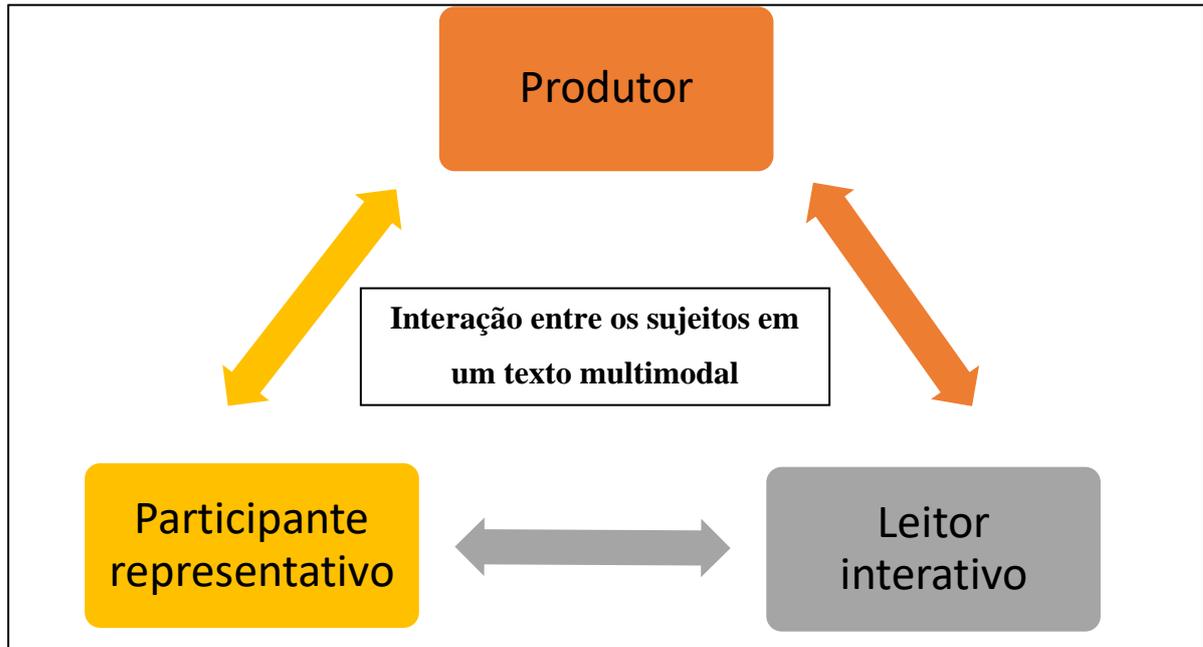
As ciências da natureza, de forma geral, utilizam-se da inserção de diferentes modos e recursos semióticos para expressarem seus conceitos. A física ensinada na escola, por exemplo, é abstrata e complexa ao mesmo tempo, por isso pode utilizar de recursos como as HQs para comunicar e representar seus fenômenos que, por sua vez, trazem no texto verbal uma variedade tipográfica de cores, tipos, estilo, tamanho da fonte e a própria organização textual. Por outro lado, as HQs trazem a imagem estática na qual podemos observar as relações entre as partes da

imagem e seu todo. Assim, como aponta Albuquerque (2018), a GDV pode auxiliar na leitura e na produção de textos multimodais, potencializando a utilização de recursos semióticos e didáticos como este, no ensino e na área da Educação em Ciências.

De forma geral, vale ressaltar que os produtores de história em quadrinhos, sejam autores/as autônomos, pesquisadores/as ou editoras, inclusive para o ensino das ciências, têm um papel importante e devem ter o devido cuidado em sua produção, pois além de ajudar na compreensão dos fenômenos/conceitos, podem contribuir também para uma visão distorcida e hegemônica de ciência. A leitura dos quadrinhos pode até ser uma prática comum entre docentes e discentes, mas não é comum que sua produção aconteça em disciplinas como a física, seja na formação inicial, seja na educação básica. Se pretendemos que nossos estudantes construam significados dos conceitos específicos, então, se faz necessário o uso do repertório signico que eles façam parte e que está no universo simbólico do campo da ciência.

De acordo com Kress e Van Leeuwen (2006) um texto multimodal compreende três tipos de sujeitos (ver Figura 27): produtor (P), participante representativo (PR) e leitor interativo (LI). O sujeito reprodutor envolve as estratégias, a construção do texto, o encadeamento de argumentos utilizados. No caso das tirinhas utilizadas na física, depende do conteúdo que será abordado e como será apresentado. Os participantes representativos são as representações dos atores no texto, cuja função é a interação. Por fim, o leitor interativo que é aquele que recebe a mensagem, interpreta, interage e constrói o seu sentido. Pensar no ensino de física, requer uma atenção ao leitor interativo, pois como a física envolve diferentes signos e linguagens nos fenômenos, é preciso um letramento visual, para que durante a abordagem dos conceitos ou temas seja construído um conhecimento que faça sentido para estudantes.

Figura 27: Tipos de sujeito que compõem um Texto Multimodal, segundo a GDV



Fonte: elaborado pelo autor (2020)

A Figura 27, nos mostra que para os signos de um texto multimodal trazerem mais significados, deve haver uma interação³³ constante entre estes três sujeitos. Por exemplo, ao serem produzidas HQs, onde o textual e o verbal não concorrem, mas se completam; em aulas, os produtores criam suas narrativas para abordagem de algum conceito ou temática, a maneira de organização, interação e representação dos personagens contribuem para a discutir a polissemia dos signos presentes na obra.

Estes processos de interação desencadearam na gramática de Kress e Van Leeuwen (2006) que utilizam das metafunções da LSF de Halliday (1994) - ideacional, interpessoal e textual; passando a ser nomeadas respectivamente de representacional, interativa e composicional (ver Quadro 6):

³³ Ressaltamos que nem sempre a interação em o P e o LI ocorre.

Quadro 6: Metafunções da Linguística Sistêmico Funcional e as Metafunções correspondentes na Gramática do Design Visual

Linguística Sistêmico Funcional	Gramática do Design Visual
Ideacional: Centrada no propósito de representar significativamente o que está acontecendo no mundo real.	Representacional: Representação do mundo que podem ser realizados a partir de estruturas visuais, seja um conceito ou um processo cuida somente das diversas relações entre os elementos/participantes representados.
Interpessoal: Relação entre os participantes em interação como também da relação destes com os sentidos construídos na representação de suas funções sociais.	Interativa: Estruturas visuais responsáveis pela relação entre os participantes, estabelecem a natureza da relação entre quem vê e o que está sendo visto.
Textual: Fornece recursos para o acesso à construção de sentidos internos, na esfera do texto em si, e externos, nos domínios do contexto, de sua relação com o mundo.	Composicional: Estruturas visuais responsáveis pelo formato do texto e pela disposição dos elementos, estabelecendo um valor à informação que pode interferir no processo de construção particular de sentidos.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Lovato (2010).

Com o Quadro 6, podemos perceber que as duas teorias da linguagem se aproximam e são aplicáveis para a diferentes modos semióticos, levando em consideração o potencial e as formas específicas de cada modo. Nesse sentido, os autores da Gramática do Design Visual desenvolvem categorias para explorar textos multimodais. Tanto a Função Ideacional como a Representacional são responsáveis pela maneira como apresentamos, construímos e nos relaciona com o mundo, seja o real ou mental, podendo descrever eventos, as qualidades das coisas e o mundo interior. Nos materiais didáticos de física, por exemplo, é comum a representação de fenômenos através de imagens, mas que não condizem com que ocorre na prática, são apenas modelos criados para simplificar a construção de significados.

A Função Intepessoal tendo como correspondente a Interativa que reflete o modo como os indivíduos interagem, se relacionam e negociam sentidos nos seus papéis sociais. Estas expressam suas visões sobre as coisas que os cercam e influenciam o comportamento. Por exemplo, na GDV, os participantes representativos são produzidos com intencionalidade, quem compõe a mensagem possui objetivos; e o leitor interativo, construirá relações de sentido, seja no âmbito político, social, cultural e econômico, quanto na construção de sentidos de um conceito físico. Uma HQ produzida pode ser utilizada para explorar diferentes conteúdos, porém dependendo do contexto ou conteúdo abordado; ou do capítulo de um livro que esteja inserida, o produtor tem uma intenção específica.

Por fim, subsidiada pela Metafunção Textual, a Função Composicional desempenha um importante papel na organização da mensagem produzida, por meio de uma combinação de elementos que se baseiam em vários modos semióticos para a construção sentidos. Para Kress e van Leeuwen (2006) seu principal intuito é destacar o modo como os elementos visuais se

apresentam na imagem. Para os autores a composição do todo, une a relação entre os elementos representacionais e interativos, para relatar um ao outro como estão interligados num todo significativo. Para leitura de um texto multimodal são permitidos caminhos diversos e muitas decisões precisam ser tomadas por meio dos significados composicionais (BALBINO e ARAÚJO, 2017). O que difere, por exemplo, da leitura verbal (texto escrito) que necessita estabelecer uma ordem de leitura, no geral, como menciona Balbino e Araújo (2017) seguem uma ordem linear da esquerda para direita e de cima para baixo. Ao fazer a comparação entre a GDV e a GSF, Costa (2019) percebeu suas similaridades e aponta que:

Com isso, a GDV soma-se a uma compreensão de linguagem para além de estruturas fixas. A GDV evidencia o papel das relações e significados sociais nos processos de construção de sentido de Textos Multimodais, reforçando a pressuposição de que a linguagem é fluida e dinâmica, adequando-se ao contexto social. Mas, para além disso, a GDV soma-se a uma nova compreensão de linguagem, leitura e discurso, uma vez que engloba e abraça o conceito de Multimodalidade em todas as suas funções (Costa, 2019, p. 69).

Nesse sentido, a GDV pode contribuir para o processo formativo do sujeito para leitura e utilização de Textos Multimodais, adequando-os aos objetivos específicos de uma aula e criando relações antes ausentes, servindo para superar a memória visual de professores e, por consequência, a relação automática com signos visuais, fortalecendo também as relações de ensino-aprendizagem de conceitos nas ciências (Albuquerque, 2018; Costa, 2019; Costa e Carneiro Leão, 2020).

Percebemos, então, que a Gramática Kress e Van Leeuwen (2006) traz consigo as nuances da Multimodalidade pressupondo a ideia de uma linguagem não fixa, construída com base nas relações e significados sociais presentes nos processos de construção de sentido. De acordo com os autores “as estruturas linguísticas, as estruturas visuais, apontam para interpretações particulares das formas de experiência de interação social e os significados pertencem a cultura” (p. 22). As pessoas em geral fazem uso dos recursos modais disponíveis para a produção de significado em contextos específicos (Jewitt, 2009). Com isso, precisamos explorar as metafunções e subfunções da GDV que servem para analisar os signos visuais, não só pela sua significação em si, mas como estas estão articuladas com o campo social, cultural e político do que desejamos abordar. As Metafunções da Gramática do Design Visual apresentam-se com as subfunções e subdivisões mostradas no Quadro 7:

Quadro 7: Metafunções e suas subfunções na GDV

Metafunções	Subfunções
Representacional	Narrativa
	Conceitual
Interativa	Contato
	Distância Social
	Atitude
Composicional	Valor Informacional
	Enquadramento
	Saliência
	Modalidade

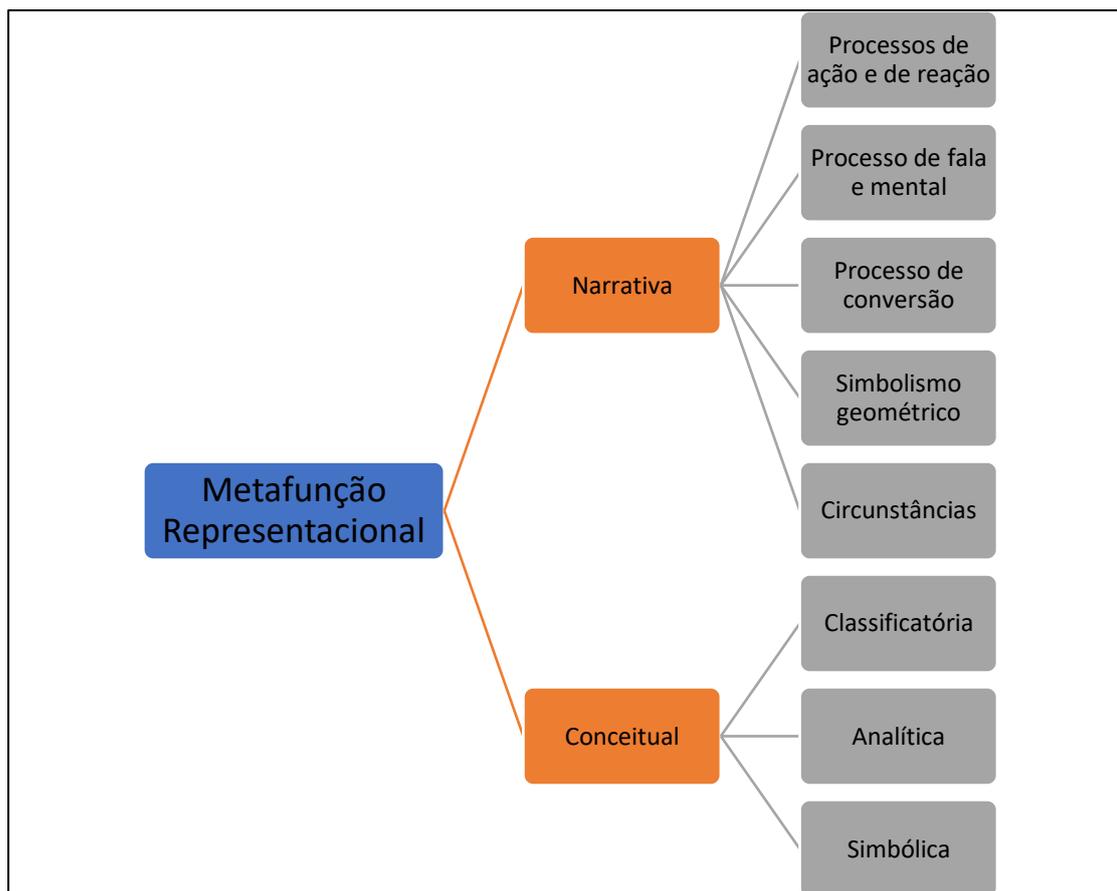
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Kress e van Leeuwen (2006).

Após apresentarmos de forma sucinta as metafunções e subfunções da GDV, no próximo subtópico traremos alguns exemplos de HQs encontradas em livros didáticos de física, buscando aprofundar a relação entre estas produções com as ideias da Semiótica Social e a GDV. Podemos destacar que buscaremos utilizar esta corrente teórica-metodológica não para apresentar superioridade da ciência ou qualquer outra dimensão da sociedade, uma vez que nossa abordagem busca interpretar como as relações intersemióticas, ou seja, como os diferentes modos semióticos (fala, escrita, imagens, imagens em movimentos, som, *layout* entre outros.) são configurados em contextos específicos e que padrões são utilizados e acabam construindo significados socialmente reconhecidos.

2. 2. 1 Metafunção Representacional: narrativa e conceitual

A Metafunção Representacional tem como objetivo expressar a experiência e a habilidade dos participantes (representados e interativos) interpretarem o mundo, considerando a representação dos seres, lugares e coisas no processo de interação, que ocorrem por meio de dois processos principais: as estruturas narrativas e as estruturas conceituais (como podemos ver no Quadro 7). Estas subfunções se subdividem, a Metafunção Representacional Narrativa abarca os processos de ação e de reação, o processo de fala e mental, o processo de conversão e o simbolismo geométrico, já a Metafunção Representacional Conceitual pode ser classificatória, analítica e simbólica, conforme observamos na Figura 28).

Figura 28: Diagrama com as dimensões da Mefafunção Representacional



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Kress e van Leeuwen (2006) e Albuquerque (2018).

Segundo Kress e Van Leeuwen (2006) a estrutura narrativa, por envolver processos de: ação (um processo que possui um início e um fim), reação (com a representação de um humano), verbal e mental (balões de fala comumente usados nas HQs, tirinhas, charges entre outros gêneros.), conversão (setas indicando um ciclo), simbolismo geométrico (vetor pontilhado) e circunstâncias (primeiro e segundo plano da imagem); representa os participantes em movimento. Ou seja, é “quando os participantes estão conectados por um vetor, eles estão representados como se estivessem fazendo algo um com o outro ou para o outro” (Kress e Van Leeuwen, 2006, p. 59). Percebemos, então, que existe uma dinâmica entre os participantes que pode ser representada através de linhas e vetores, um traço imaginário que dá a ideia de ação/movimento que inclui um autor e uma meta (Lovato, 2010). Albuquerque (2018) realça que “estes vetores, por sua vez, indicam o ator da ação (participante que exerce a ação) e meta (participante a que ou a quem a ação é realizada (p. 62)). Estes vetores podem ser explícitos ou implícitos. Os explícitos ocorrem quando as setas indicam uma sequência de ações na imagem,

já os implícitos indicam a sequência de ações e processos que ocorrem na imagem, assim como ordenam sua leitura, através de numerações e/ou letras.

Para demonstrarmos como podemos utilizar os elementos analíticos aqui destacados, apresentamos na Figura 29 a HQ encontrada no Capítulo 3 do livro de Guimarães (2016), uma das obras de física do PNL D 2016. Com o título *Movimentos em uma dimensão*, aparecem na HQ o Cebolinha e o Cascão, personagens criados pelo autor Maurício de Souza. O primeiro personagem foi criado em 1960 e ganhou este apelido devido ao seu cabelo espetado, inspirado em um amigo pessoal do autor. Cebolinha representa uma criança considerada astuta, desastrada, teimosa, e por outro lado leal e simpática, que possui dislalia e troca o R por L. Já o Cascão é uma criança que gosta de futebol, brincadeiras de rua, colecionar bugigangas e acervo de gibis e figurinhas. Inspirado na infância do autor, o personagem apresenta como característica marcante o fato de não gostar de tomar banho (por isso seu cabelo parece um borrão, e suas roupas e rosto têm marcas de sujeira), mas também é amigável, carinhoso, criativo, que não se importa com a aparência e é considerada uma criança pobre. Cebolinha e Cascão podem ser considerados como bons amigos nas obras publicadas.

Por se encontrar no capítulo citado, acreditamos que o objetivo³⁴ da tira, além de trazer elementos que compõe as HQs, é auxiliar o leitor a construir significados sobre Movimento, trajetória e repouso. A pergunta localizada na parte direita/inferior: “Cascão está parado ou em movimento?”, ajuda a nortear esta discussão. Para dizermos se um corpo está parado ou não, temos que determinar um referencial quando ele muda de posição no decorrer do tempo. Caso, durante um determinado intervalo de tempo, a sua posição permanece inalterada, ele está em repouso para esse referencial (Guimarães *et al.*, 2016). Como o autor chama atenção: “a localização de um móvel não permite dizer se ele está ou não em movimento”. Vejamos a Figura 29:

³⁴ Apesar de destacarmos este como principal objetivo da tira, devido estarmos em busca de que elementos são trazidos na imagem para dar significados aos fenômenos físicos, sabemos que o produtor pode ter pensado nas discussões que ela poderia gerar em sala de aula, como por exemplo: um outro objetivo pode ser mostrar que se você é esperto você consegue burlar leis, ou questionar a ideia que saber ciência lhe torna "superior" por conseguir fazer coisas que outras pessoas que não sabem, não vão fazer etc. Como pontua Vergueiro (2018), o desenvolvimento de HQs também envolve desenvolver a criticidade dos leitores.

Figura 29: Tira 1 da turma da Mônica

Fonte: Guimarães *et al.* (2016, p. 49)

Nota-se que os vetores específicos da metafunção representacional são representados a partir dos Participantes Representativos (PR) (Cebolinha e Cascão). Em relação a postura dos corpos dos personagens existe um vetor de ação e um de reação (nos Quadros 1A e 3A), uma vez que a ação do Cascão ao andar de skate naquele local e avistar o Cebolinha, instigou o Cebolinha a questionar sobre aquela postura, num lugar que seria proibido, direcionando seu olhar para o Cascão. De acordo com Kress e van Leeuwen (2006) este vetor na linha dos olhos que conecta dois participantes: um reagente (ativo) e um fenômeno (passivo), chamamos de bidirecional. No Quadro 2A com apenas um PR, existe um vetor na sua ocupação que chamamos unidirecional, este vetor emana originalmente dos olhos de um participante reagente, mas não aponta para outro participante. A construção de significado na física pode ser atribuída aos seus recursos verbais (nos balões e na legenda), não-verbais (a imagem) e as demais semioses. Os processos verbais resultam no diálogo entre os personagens. Nas HQs não são comuns processos narrativos de conversão, pois estes se caracterizam por um processo em que um mesmo participante age como ator e como meta. Este tipo de processo “é especialmente comum nas representações de eventos naturais; por exemplo, diagramas de cadeia alimentar ou representações diagramáticas do ciclo hidrológico” (Kress e Van Leeuwen, 2006, p. 69), ou na física o ciclo de produção de energia elétrica. Visualizando as circunstâncias da Tira 1 (Figura 29), na primeira cena não está evidente ou não conseguimos inferir que conteúdo/conceito físico pretende-se abordar. Na segunda cena continuamos sem conseguir uma inferência direta, mas o Cebolinha chama atenção para o comprimento de regras naquele local. No entanto, no terceiro quadrinho, surge, com a fala, a atitude, a expressão do Cascão e o plano da imagem, a demonstração da relação de/para construção de significados entre as regras impostas naquele local e o conceito, por exemplo de referencial e/ou movimento. Embora os processos de fala,

mental e os gestos não fazerem parte de um mesmo modo semiótico, eles se completam para trazerem significados.

A representação estática presente nas composições visuais são as estruturas conceituais que buscam expressar na imagem a essência da informação, descrever características, identidades e valores dos participantes. Não são necessários os vetores. Estas estruturas podem ser classificadas como processos conceituais classificatórios (classes), analíticos (estruturas) e simbólicos (significados). Não há na Tira 1 da Figura 29, elementos classificatórios e analíticos, pois na subfunção conceitual classificatória os participantes se apresentam de forma relativamente simétrica, destacando suas características em comum, que os definem como pertencentes a uma determinada categoria, que pode ser explícita ou implícita. Ou seja, os participantes são relacionados entre si a partir de um tipo de conexão, uma taxonomia, e assim, haverá os subordinados e os superordenados. Na classificação, há duas características principais que são o emprego de diagramas de classe e a simetria entre os participantes representados (Albuquerque, 2018). Os diagramas de árvores representam bem esta função. Os processos analíticos representam os elementos na imagem em uma relação parte/todo, que depende do objetivo do produtor.

A subfunção representacional simbólica está presente quando um valor extra é acrescentado entre os elementos de uma imagem, que não são intrínsecos a ela. Costa (2019) nos diz que “uma imagem que possui esta função apresenta participantes representativos que são um símbolo de algo/alguma coisa para o leitor interativo, ou que possui atributos simbólicos que levam o leitor interativo a fazer associações” (p. 77). Quando fazemos inferências em textos multimodais, os atributos simbólicos e os portadores são os principais responsáveis, sobretudo na leitura de textos visuais. Biasi-Rodrigues e Nobre (2010) realçam que é comum, em casos de textos multimodais, fazermos inferências para construirmos sentidos, assim recorremos “as pistas verbais e, em casos de textos estritamente visuais, é preciso uma categoria visual que permita ao espectador realizar inferências a fim de atingir a compreensão da imagem. Isto acontece porque os signos são atravessados pela cultura, assim, a interpretação simbólica está intimamente associada ao repertório sógnico do interpretante. Kress e van Leeuwen (2006) salientam que estes atributos simbólicos são: a) destacados na imagem (por meio de margens iluminadas, aumento no tamanho, dentre outros); b) podem ser “apontados” de alguma forma; c) comumente “estão convencionalmente associados a valores simbólicos”; e d) “parecem estar fora do lugar, de alguma forma” (p. 105). Ou seja, a interpretação simbólica vai estar

intrinsecamente associada à carga sígnica trazida pelo signo visual e à cultura na qual ele se encontra imerso.

Como poderemos ver a seguir, nas HQs os processos narrativos conceituais classificatórios e analíticos dificilmente aparecem, já o processo conceitual simbólico é, então, o mais comum nesta composição multimodal. No primeiro caso, na classificação, a relação dos participantes entre si é feita a partir de um tipo de conexão, uma taxonomia, havendo assim os subordinados e os superordinados. Esquemas, diagramas e mapas em formato de árvores são características comuns nas imagens que tratam da classificação, principalmente na biologia, além da simetria que existe entre os participantes representados.

A classificação proposta não é natural, é sempre um arranjo criado, com uma intenção específica. Na Educação em Ciências as taxonomias são elaboradas para facilitar a compreensão do conteúdo. Estas classificações são temporárias, sendo revistas a partir de novas descobertas científicas (Albuquerque, 2018, p. 66).

No segundo caso, no processo conceitual analítico, de acordo com Novellino (2011), Albuquerque (2018) e Costa (2019), as imagens são compostas por participantes que mantêm uma relação do tipo parte-todo, em que “o todo” é o portador e os seus atributos possessivos serão as partes. Este processo embora encontramos com maior facilidade na biologia, por exemplo quando estudamos os sistemas responsáveis pelo funcionamento do corpo humano, há sempre um corpo humano com linhas indicando o nome de cada órgão, ou seja, apresentam as partes do sistema estudado, mas não indicam as suas funções. Em livros de física também podemos encontrar, um dos exemplos é quando falamos em geradores elétricos, muitas vezes encontramos um gerador elétrico aberto com linhas indicando quais as partes que os constituem internamente. No terceiro processo, o conceitual simbólico, se observarmos, na Figura 29, como aponta Kress e van Leeuwen (2006) a construção de sentido se dá a partir da análise do que cada participante representativo significa ou é. Para Costa (2019), “uma imagem que possui esta função apresenta participantes representativos que são um símbolo de algo/alguma coisa para o leitor interativo, ou que possui atributos simbólicos que levam o leitor interativo a fazer associações” (p. 77).

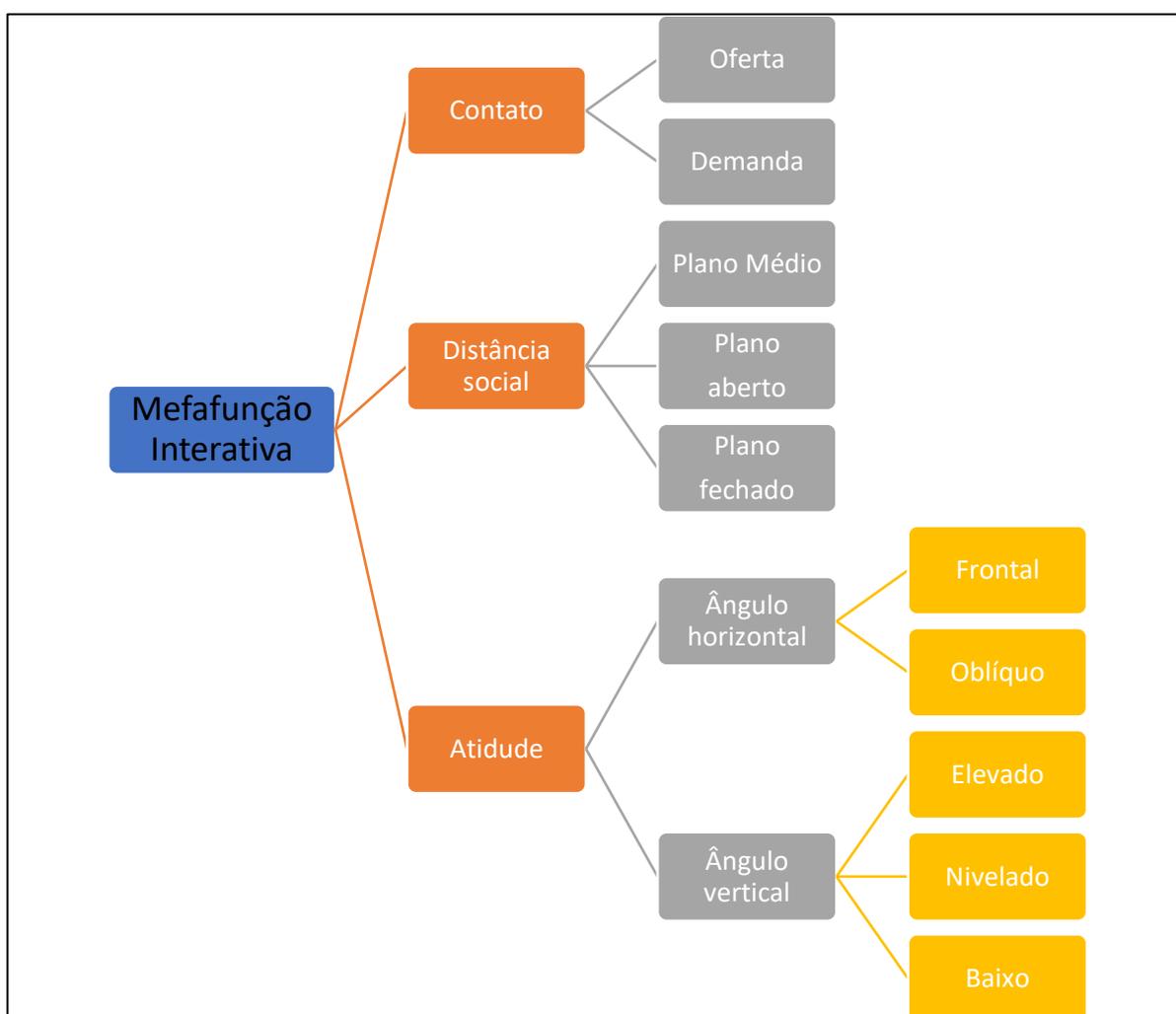
De forma geral, podemos dizer que os balões, as expressões, as imagens, os vetores, as cores e o texto verbal formam um todo que amplia a compreensão sobre o que se quer comunicar e a mensagem possa ser compreendida. Albuquerque (2018) destaca que os signos empregados são próprios de cada linguagem, no caso, funcionam para criar o sentido de

sequência/consequência ou continuidade. No nosso caso, o produtor da HQ pode escolher destacar uma função em especial, de acordo com o seu interesse na construção de significados. Por outro lado, como propõe Albuquerque (2018), as convenções já estabelecidas na comunicação existente, para produção de HQs no Ensino de Física, dentro de um grupo, provocam/demandam um perfil de representação para o que se quer comunicar.

2. 2. 2 Metafunção Interativa: contato, distância social e atitude

A Metafunção de interação estabelece uma relação entre o participante representado e o participante interativo. Busca-se descobrir como a imagem se coloca para seu observador – de forma imponente, convidativa, distante, superior, formal, pessoal, entre outras (GUALBERTO, 2016, p. 67). A Figura 30 demonstra quais as relações podemos estabelecer nesta metafunção.

Figura 30: Diagrama com as dimensões da Metafunção Interativa



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Kress e van Leeuwen (2006) e Albuquerque (2018).

Como podemos ver na Figura 30, na Metafunção Interativa podemos encontrar como estas relações podem acontecer: Contato (olhar, apontamento ou outras ações em que o participante representado na imagem age diretamente ao leitor interativo/observador, que olha a imagem do lado de fora), Distância Social (pela visualização do participante representado como estando próximo ou distante do participante interativo) e a Atitude (está relacionado com o ângulo de representação do participante representado, pode ser horizontal ou vertical). De forma geral, “dependendo do ângulo utilizado, do enquadramento da imagem e da existência “da linha do olhar”, as funções serão estabelecidas e os significados serão construídos” (Albuquerque, 2018).

O processo de Interação por “Contato” ocorre, segundo Kress e Van Leeuwen (2006), com base nas ideias de oferta e demanda. Quando o participante representativo, ao se dirigir diretamente para o leitor interativo, almeja atenção, podemos dizer que um vetor é criado, estabelecendo um contato, que constitui uma relação de demanda (Costa, 2019). O autor ainda chama atenção que quando o leitor interativo é ignorado na construção do vetor, a relação construída seria de oferta, cabendo ao espectador apenas a contemplação, pois nada lhe é exigido e não houve um gesto direcionado a ele.

Kress e van Leeuwen (2006) propõem que a modalidade de interação “Distância social”, refere-se aos planos das imagens e podem ser de três tipos diferentes: 1) plano médio (com os participantes representativos sendo mostrados, em geral, na linha da cintura), 2) plano aberto (no qual aparecem os participantes representativos de corpo inteiro mais o ambiente em que se inserem, estabelecendo distância) e 3) plano fechado (havendo um *close up* nos participantes representativos, em geral na linha dos ombros, que pode propor proximidade e intimidade). Ou seja, “de planos da imagem do mais focado ao mais ampliado, o que sugere, comparativamente, desde a proximidade até o distanciamento do participante representado, com o participante interativo” (Albuquerque, 2018, p. 70).

A “Atitude” é outra dimensão da metafunção interacional que é dividida em ângulo horizontal (frontal ou oblíquo) e ângulo vertical (elevado, nivelado ou baixo), ou seja, são alguns posicionamentos dos personagens presentes na imagem. Um ângulo frontal traz maior envolvimento do leitor interativo e participante representado, enquanto um ângulo oblíquo traz maior afastamento por parte do observador da imagem. Por outro lado, um ângulo nivelado na linha dos olhos é percebido como uma maior igualdade entre os participantes. Um ângulo elevado confere um maior poder ao participante interativo, enquanto um ângulo baixo confere mais poder ao participante representado.

Para explorarmos os elementos analíticos aqui destacados, apresentamos na Figura 31 mais uma HQ encontrada em outra obra de física do PNL D 2016, encontrada no tópico “Explorando o assunto”, Capítulo 8: Newton e suas leis. Os personagens representativos são criações de Jim Davis: Jon Arbuckle (um personagem humano, que não se veste muito bem e geralmente cai nos truques do seu gato (o Garfield), perdendo muitas vezes a paciência com este) e o Garfield (um gato de cor alaranjado com algumas listras preta, protagonista, que tem comportamentos humanos). Garfield pode ser considerado um personagem preguiçoso, guloso, viciado em café, televisão e sarcástico. O seu prato favorito é lasanha, odeia segunda-feira, passas, dietas e caçar ratos, contudo tem um bom coração e charmoso. Esta é uma sátira sobre a relação entre os seres humanos e seus animais de estimação. Nesta obra o gato assume uma postura de dono da casa. O Garfield não pode falar, mas ele converte a falação em pensamentos. Sua comunicação com outros animais pode ser em conexão telepática e com os humanos através das suas expressões, por isso podemos ver as diferenças nos balões da Figura 31. Sua cor está muita associada a seus hábitos cotidianos.

Acima da Tira da Figura 31 tinha a seguinte questão: “Garfield alega que está conduzindo um experimento científico de acordo com a primeira lei de Newton. Do ponto de vista da Física, o gato está argumentando corretamente?”. A tira de Garfield busca³⁵ construir significados sobre o princípio da inércia ou a primeira lei de Newton que diz: “todo corpo em seu estado de repouso ou em movimento uniforme em linha reta, tende permanecer em seu estado, a menos que forças externas ajam sobre ele”. Ou como diz Pietrocola et al. (2016) “quando a resultante das forças sobre o corpo é nula, o objeto preserva sua situação do movimento uniforme ou repouso” (p. 204).

Figura 31: Tira do Garfield



Figura 8.7: O gato Garfield explora a dinâmica newtoniana nessa tira.

Fonte: Pietrocola et al. (2016, p. 205)

³⁵ Mais uma vez precisamos realçar que o produtor pode ter pensado em outras discussões que ela poderia gerar em sala de aula, como por exemplo: Será que quem conhece a ciência pode ficar dormindo, porque não precisa trabalhar ou realizar alguma atividade? É esperto suficiente. Existe uma visão de superioridade da ciência?

A Figura 31 não convida o participante interativo a interagir diretamente com os participantes representados (Garfield e Jon Arbuckle). Como podemos perceber os participantes representados não olham diretamente para o observador, pois estão concentrados em um diálogo entre eles, sendo, portanto, uma imagem de oferta. Podemos inferir que possui um plano médio devido ao Jon Arbuckle ser mostrado na linha da cintura. É possível notar ainda que tanto Garfield e Jon Arbuckle estão na mesma posição que o leitor, no mesmo ângulo de visão, frente a frente, alinhados.

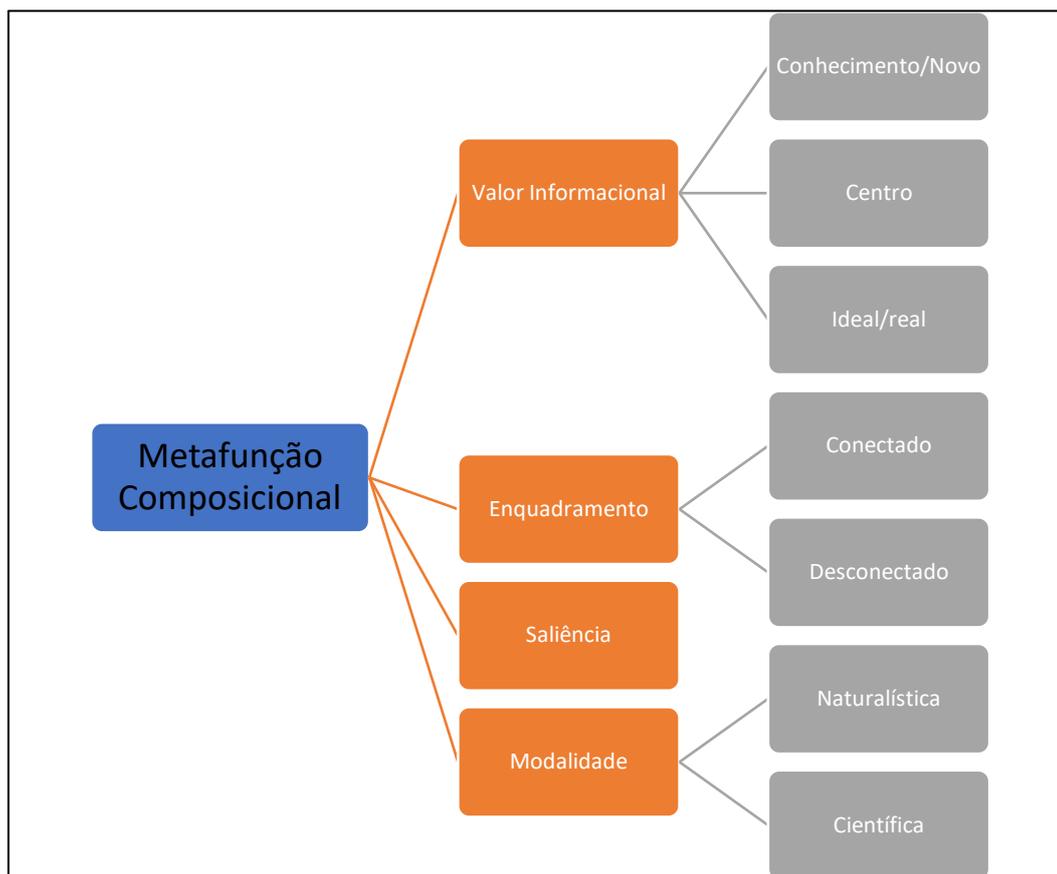
Nesse sentido, evidenciamos que as falas nos balões são relevantes para compreendermos o fenômeno físico que o produtor do mesmo quis abordar. Nesse hipergênero multimodal, a Tira do Garfield, podemos dizer que o gato apresenta um contexto pertinente para trazer significado ao fenômeno estudado, ao afirmar que um corpo tende a ficar em repouso. Porém, devemos considerar que ele usa esse argumento para não realizar atividades e justificar sua preguiça.

Novellino (2011) e Costa (2019) realçam que para haver uma construção de sentido, é preciso que as funções interajam a fim de formar um todo significante, tornando a função composicional indispensável.

2. 2. 3 Composicional: valor informacional, enquadramento, saliência e modalidade

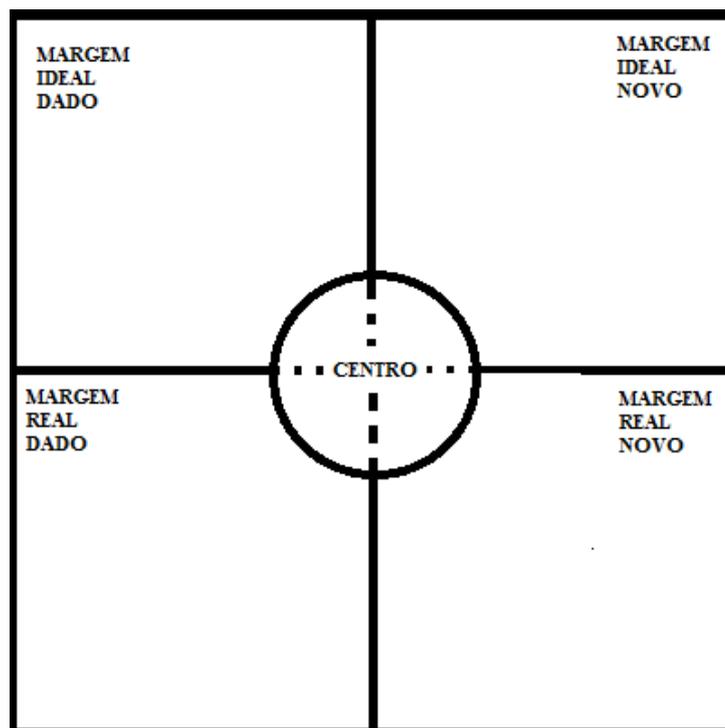
A Metafunção Composicional da Gramática do Design Visual proposta por Kress e van Leeuwen (2006), tem o intuito de destacar o modo como os elementos visuais se apresentam na imagem. Para os autores, a composição do todo une a relação entre os elementos representacionais e interativos, para relatar um ao outro como estão interligados num todo significativo. Para leitura de um texto multimodal são permitidos caminhos diversos e muitas decisões precisam ser tomadas por meio dos significados composicionais (Balbino e Araújo, 2017). Os significados dos elementos de uma composição são dados mediante a interrelação de quatro aspectos: Valor Informacional, Enquadramento, Saliência e a Modalidade (Figura 32).

Figura 32: Diagrama com as dimensões da Metafunção Composicional



Fonte: Elaborado pelo autor adaptado de Kress e van Leeuwen (2006) e Albuquerque (2018).

A primeira divisão intitulada “Valor da Informação” está relacionada com a localização dos elementos (do personagem/participante interativo, textos, objetos, balões, que são conectados uns aos outros e ao leitor interativo), nas várias extensões da imagem, que chamamos aqui de subdivisões: esquerda e direita, parte superior e parte inferior, centro e margem. Na demarcação horizontal é dada a relação entre algo conhecido (dado) e o novo. No lado esquerdo, geralmente, o significado é dado, se o leitor tiver familiaridade com o conteúdo. Na linha vertical pode ocorrer a relação ideal/real, onde na parte superior, aparece a sugestão, promessa de algo ideal, um desejo, um sonho, um objetivo, ou seja, algo almejado, buscado, desejado ou que deveria ser. Na parte inferior as informações estão ligadas a algo que está acontecendo, ao real. A terceira subdivisão são as relações que se estabelecem entre o centro e as margens. Podemos dizer que o centro é o núcleo que nos dá uma informação importante desejada pelo produtor em sua construção imagética que se relaciona com os demais elementos situados nas margens. Podemos perceber essas considerações a partir da Figura 33:

Figura 33: Dimensões de uma Composição multimodal

Fonte: Kress e van Leeuwen (2006, p. 197)

Entretanto, vale enfatizar que em alguns textos não existe uma simetria perfeita entre as dimensões, como mostrada na Figura 33. A flexibilização destas depende do objetivo proposto pelos seus produtores, estas são apenas demarcações consideradas ideais na organização da informação. Portanto, podemos ter numa produção, por exemplo, o centro, deslocado mais para a direita ou para a esquerda, mais para cima ou mais para baixo, o que não desconfigura o status ou posicionamento das informações (Silva e Souza, 2019).

O Enquadramento ou Estruturação, chamado de moldura, corresponde ao elo entre os elementos presentes no texto multimodal que dão os significados. Silva e Souza (2019) apontam que “as conexões ou desconexões estão associadas entre os elementos da composição, contribuindo para que sejam vistos como unidades isoladas ou não” (p. 168). Segundo Kress e Van Leeuwen (2006), esta subcategoria se refere a “presença ou ausência de dispositivos de conexão (realizados por elementos que criam linhas divisórias ou por linhas divisórias ou por linhas de quadros reais), desconecta ou conecta elementos da imagem” (p. 177). Sobre esta ideia Balbino e Araújo (2017) nos diz:

Se há conexão entre os elementos significativos na imagem, ausência de linhas divisórias, a estruturação é fraca e pode representar um sentido de identidade de grupo.

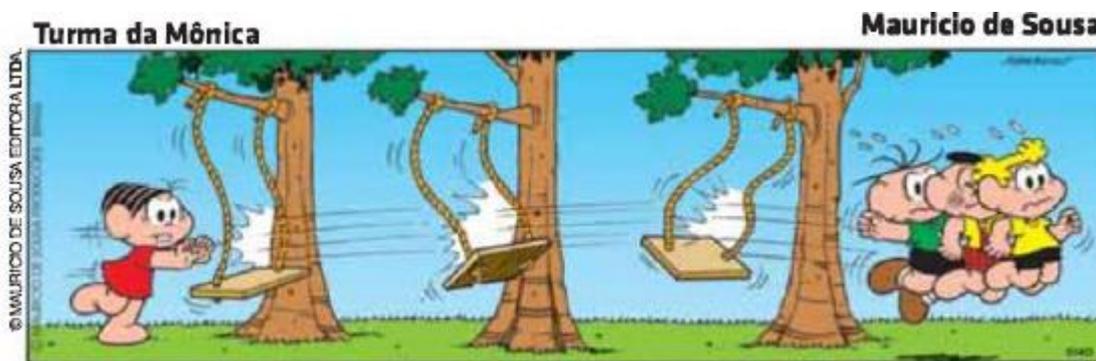
Em contrapartida, se houver desconexão entre os elementos, presença de linhas divisórias, a estruturação é forte e pode representar individualidade (Balbino e Araújo, 2017, p. 9).

Nesse sentido, quanto mais os elementos da composição espacial estão conectados, mais eles são apresentados como uma única unidade de informação (Kress e Van Leeuwen, 2006).

A saliência está interligada a maneira como o produtor torna os elementos da produção multimodal mais atraentes: tamanho, posicionamento em primeiro plano ou plano de fundo, contrastes das cores, diferenças de nitidez entre outros ajustes. Para Balbino e Araújo (2017), a saliência “pode atribuir um maior ou menor destaque em determinados elementos para a construção de uma hierarquia de informação” (p. 8). A saliência tem um papel importante nos recursos como as tirinhas.

Por último, nós temos a subcategoria da Modalidade que está relacionada com a realidade transmitida pela imagem dentro de uma perspectiva, da saturação das cores, da nitidez e que pode ser naturalística ou científica. A modalidade naturalística é quando há consonância entre as representações imagéticas, ou seja, em desenhos que representam objetos/ações reais e a imagem a olho nu. Já na modalidade científica as representações possuem um grau de congruência reduzida com os objetos que representam, o que possibilita uma observação diferenciada à visualizável a olho nu. Analisando a Figura 34 conseguimos identificar os elementos da metafunção composicional.

Figura 34: Tira da turma da Mônica 2



Fonte: Martini, Spinelli e Sant'anna (2016, p. 251)

Esta tira da Mônica (Figura 34) está no Capítulo 6 do livro de Martini *et al.* (2016) (Princípio de conservação da quantidade de movimento), no tópico 3, que fala sobre o fenômeno do Impulso. Nela, além de Cebolinha e Cascão, personagens já apresentados, outros dois

personagens de Mauricio de Sousa aparecem: a Mônica (a personagem mais conhecida do autor, em nível nacional e até pelo mundo. É uma criança considerada de personalidade forte, sensível, postura de líder, divertida, otimista, cômica, apaixonante e desastrada aos olhos infantis) e o Xaveco (considerado um dos personagens mais engraçados, atrapalhados, ingênuos. Podemos dizer também que é criativo (devido sua mente fértil), sagaz e encara tudo com bom humor).

Como podemos ver a Figura 34 é composta por um quadro apenas e possui marcas narrativas, sem a presença de textos, que expressam um antes e depois e uma ação. A tira nos leva a crer que os personagens o Cebolinha, o Cascão e o Xaveco, estavam sentados nos balanços apresentados, respectivamente, da esquerda para direita. A força aplicada pela Mônica ao empurrar o Cebolinha (a imagem nos leva a esta conclusão) é suficiente para impulsionar os três amigos.

Martini *et al.* (2016) apontam que comumente percebemos que ao impulsionarmos objetos através da aplicação de uma força, estes ganham movimento, assim como, um saque no vôlei, um ginasta saltando do chão em suas apresentações, o chute na bola de futebol. Dizemos, então, que o impulso de uma força resultante, exercido sobre um corpo durante um determinado intervalo de tempo, é igual a variação da quantidade de movimento desse corpo nesse intervalo de tempo. Além disso pode ser entendido como a mudança da quantidade de movimento de um corpo, por isso, podemos defini-lo como a diferença entre as quantidades de movimento final e inicial de um corpo. As impressões do discurso presentes nesta tira nos leva a perceber como as funções comunicativas visuais: Valor da informação, estruturação, saliência e modalidade, podem contribuir para a construção de sentido do fenômeno abordado.

O valor da informação que é predominantemente estabelecido pela linha horizontal. Se traçarmos um vetor da esquerda para direita na Figura 34, a partir da ação da Mônica, localizada na esquerda, que dá um empurrão no Cebolinha, podemos dizer que o dado foi a força aplicada ao Cebolinha e o novo foi o arremesso dos três amigos. Outra informação é o par centro/margem, no qual encontramos no centro um balanço “em movimento”, compondo uma leitura visual que só é possível acontecer o arremesso, margem da direita, como consequência da margem da esquerda. Dentro do par ideal/real, podemos olhar para expressão facial da Mônica, cara de quem ficou surpresa com o arremesso dos três personagens, mostrando assim

que seria ideal³⁶ que ela conhecesse que ao aumentarmos o tempo de contato do empurrão, diminuiria assim, a força exercida sobre o Cebolinha, conseqüentemente, teria evitado o inesperado, um movimento que leva ao choque entre os três personagens. Quanto ao ideal/real, o que deveria ser, o ideal seria que Mônica tivesse conhecimentos prévios sobre as grandezas físicas envolvidas na sua ação, para que assim evitasse o incidente ocorrido com seus três amigos, porém sabemos que são crianças e possivelmente só as suas experiências poderiam dar subsídios para saber o que poderia ocorrer.

Com relação ao enquadramento, percebemos que não existem linhas divisórias dos participantes representativos: entre si, com relação aos demais elementos (árvore, balanço, nuvens entre outros) que compõe a imagem, nem entre esses próprios componentes. Com base na Gramática do Design Visual, podemos destacar que a saliência das manchas brancas provocadas, supostamente, pelo movimento dos balanços, acaba se desconectando, portanto, temos um enquadramento fraco. Para Silva e Souza (2019) ao destacarmos um elemento do texto visual, temos menos enquadramento. As autoras afirmam que esta desconexão é importante para dar sentido ao que foi almejado pelo produtor. Por outro lado, percebemos também que seus elementos seguem um fluxo contínuo, o que caracteriza estruturação fraca.

Observando a saliência, com relação as cores, não existe uma saturação de cor em detrimento de outra, são cores naturais que completam a paisagem. Contudo, podemos perceber a Saliência dos balanços em movimentos bruscos, através de uma mancha de cor branca logo atrás de cada balanço a partir da ação da imagem. Também percebemos a presença de linhas não lineares pretas, atrás das personagens e dos balanços, o que nos dá a ideia da aplicação de uma grande força.

Quando falamos de Ensino de Ciências, um outro fator importante a ser analisado é a Modalidade. Nesta Tira da turma da Mônica 2 (Figura 34), encontramos elementos de Modalidade Naturalística pois é possível observar que os desenhos contidos coincidem com as capacidades de observação humana a olho nu, bem como da Modalidade Científica uma vez que não conseguimos ver a força, o tempo de aplicação da força, o impulso. A relação de semiose desta imagem que ajuda a construir o sentido do fenômeno abordado, está no desenho

³⁶ Mesmo tentando buscar os significados sobre o fenômeno destacado no capítulo do livro, cabe chamar atenção que o professor pode trazer alguns questionamentos para estudantes: É possível que crianças conheçam a física? Que experiências vivenciadas por crianças da idade dos personagens da Turma da Mônica nos ajudam a pensar sobre a ideia de impulso? Teria a Mônica ganhado superpoderes e com isso conseguiu arremessar os três amigos? Existe uma força mínima para que a Mônica tivesse empurrado sem faze-los cair? Outra surpresa poderia ser o fato de mesmo empurrado de leve, eles ainda foram arremessados, por quê? Saber a física para evitar o acontecido pode gerar a ideia de superioridade da ciência?

como um todo, do dado ao novo, nas expressões faciais dos personagens representados e nas “expressões” de movimentos nos balanços.

Nas HQs para o ensino de física, por exemplo, são as relações destas metafunções da GDV que, a partir de suas categorias e subcategorias interligam os elementos constituintes do texto multimodal, contribuem para as diferentes construções de sentidos dos fenômenos estudados. Assim, como almejamos contribuir para leitura e produção de textos multimodais, por meio das HQs, junto a estudantes da licenciatura em física sobre a biofísica da visão, se faz necessária a discussão sobre como se dá a relação entre as múltiplas linguagens, em especial a verbal e a visual, pois essa “pode ocorrer de diferentes tipos de textos verbais que compõe um texto multimodal” (ALBUQUERQUE, 2018, p. 75).

2. 3 Relações entre o verbal e o imagético/imaginário para construção de significados nas Ciências

O percurso escolar durante a Educação Infantil enfatiza bastante o uso de imagens no processo de ensino e aprendizagem, em especial, no ensino de ciências. À medida que o nível escolar vai aumentando o uso de imagens vai se tornando cada vez mais escasso, dando uma maior ênfase nos aspectos verbais. Por outro lado, percebemos que tem aumentado o número de avaliações que utilizam recursos multimodais com textos e imagens para explorar conceitos científicos, além de ser algo recorrente em materiais didáticos. Reconhecendo a importância dessa relação propomos aqui explorar quais e como o texto escrito pode estar relacionado com a imagem no processo de construção de significado.

Pereira e Terrazan (2011) ao investigarem a multimodalidade em textos de popularização científica, uma das estratégias metodológicas foi perceber se nas imagens presentes neste gênero textual haviam legendas e se estas se sobrepunham ou acrescentavam informação à linguagem visual. Os autores inicialmente consideraram o texto formado pela imagem e sua legenda como texto periférico, depois o texto periférico em relação ao corpo do texto (esta denominação refere-se ao texto verbal, excluindo-se a legenda, título, subtítulo e fonte). Ao final das análises perceberam que:

[...] as imagens tem possibilitado a visualização de conceitos, fenômenos, eventos, elementos e/ou seres não familiares aos alunos, cumprindo, assim, duas funções básicas: a de aproximar o leitor dos conhecimentos científicos expressos verbalmente

e a de ilustrar a explicação científica dada por meio da linguagem verbal (Pereira e Terrazan, 2011, p. 1).

É conhecendo esta importância que a seleção dos livros didáticos para o ensino médio, inclusive o de física, tem considerado a utilização das imagens e sua relação com o texto verbal.

Por outro lado, um estudo recente, realizado por Rosa, Biazus e Darroz (2020), publicado na Caderno Brasileiro de Ensino de Física, buscou-se investigar a respeito das imagens presentes nos livros didáticos de Física do ensino médio aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018. As etapas de análise utilizadas pelos autores estavam ancoradas no estudo de Perales e Jiménez (2002), e uma delas foi a relação da imagem com o texto principal focando nas unidades elementares com o texto principal e nas etiquetas verbais.

Nesta etapa buscou-se investigar se o texto narrativo ou argumentativo utilizado pelos autores do LD apresenta relação com os recursos visuais. Para Rosa, Biazus e Darroz (2020), “as informações contidas nas imagens muitas vezes são descontínuas e, por si só, não expressam o completo significado quando separadas do texto, o que torna necessária uma dupla codificação” (p. 35). Os autores trazem as seguintes unidades elementares de Perales e Jiménez (2002), Quadro 8:

Quadro 8: Unidades elementares para a análise da relação com o texto principal

Unidade	Definição
Conotativa	O texto descreve os conteúdos sem mencionar sua correspondência com os elementos incluídos na ilustração. Supostamente, estas relações são óbvias e o leitor pode fazê-las.
Denotativa	O texto estabelece a correspondência entre os elementos contidos na ilustração e os conteúdos representados.
Sinóptica	O texto descreve a correspondência entre os elementos da ilustração e os conteúdos representados. Além disso, estabelece as condições nas quais as relações entre os elementos inclusos na ilustração representam as relações entre os conteúdos, de modo que a imagem e o texto formam uma unidade indivisível.

Fonte: Perales e Jiménez (2002, p. 377).

Outra categoria de análise usada por Rosa, Biazus e Darroz (2020) foram as etiquetas verbais, que de acordo com Perales e Jiménez (2002) referem-se aos textos presentes nas ilustrações, que auxiliam em sua interpretação. Para as autoras, embora essa categoria tenha aparências com as unidades elementares de análise anterior, “o fato de o texto estar na própria ilustração ou ser externo a ela permite distinguir uma ilustração autossuficiente de uma dependente do texto não ilustrado” (p. 36). As unidades elementares dessa categoria são: sem etiqueta (a ilustração não contém nenhum texto), nominativa (contém letras ou palavras que

identificam alguns elementos da ilustração) e relacionável (textos que descrevem as relações entre os elementos da ilustração). Ao fim do estudo Rosa, Biazus e Darroz (2020) perceberam que há pouca ou não existe a relação entre o texto e as imagens, assim como a relação entre as etiquetas que acompanham as imagens com o texto. Os autores ressaltam que “essa falta de relação acaba por vezes fazendo com que a imagem não contribua de forma significativa para a compreensão do conceito” (p. 47).

O embate entre as relações de texto e imagem no texto multimodal nos leva a pensar nas dificuldades para leitura de um texto multimodal. Sabemos que para aprendizagem de qualquer conceito nas ciências a imagem não é suficiente, nem tão pouco será substituída pela linguagem verbal. Para Albuquerque (2018), o uso de imagens possui limitações e potencialidades, por isso, são consideradas adequadas para representar alguns conceitos e outros não, mas ressalva que “seu potencial para o ensino está cada vez mais exigido e é urgente qualificar o seu emprego nas situações de ensino e aprendizagem” (p. 78). Nesse sentido a autora aponta dois mitos e dois processos de desmitificação sobre o uso da imagem e sua relação com o texto, apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Mitos e desmistificação sobre o uso da Imagem

Mito	Desmistificação
“As imagens são mais adequadas para comunicar conhecimentos aos sujeitos de menor idade ou de menor conhecimento”	A adequação das imagens depende do diálogo que esta mantém com o texto e como será empregada em sala de aula, e não diretamente da idade dos estudantes.
“As imagens são transparentes e ‘autoevidentes’ quer dizer, mais simples que as palavras”	As imagens, tanto como as palavras, necessitam de interpretação e de uma leitura atenciosa, não são transparentes de sentido

Fonte: Elaborado por Albuquerque (2018) a partir de Fanaro e Otera (2007)

Quando pensamos nesses processos de desmistificação e nas HQs, verificamos que para que seja construído o significado em um texto multimodal, existem vários signos que o compõe e devem ser levados em consideração. Para Albuquerque (2018), Costa (2019) e Costa e Carneiro Leão (2020) as pesquisas tem demonstrado que são imprescindíveis destacar a importância da linguagem imagética e verbal no desenvolvimento de significados no Ensino das Ciências e discutem que é preciso investir na formação para a leitura de textos multimodais.

Parafraseando Santos (2011), os signos escolhidos para compor um texto com diferentes linguagens possuem interesses específicos e com isso o produtor busca representar um significado “escolhido através de uma análise lógica relacionada a um contexto social (p. 2)”. As HQs para o Ensino de Física possuem um conjunto específico de signos que só fazem sentido

numa mensagem se ambos professores e estudantes compartilharem seus significados. O processo de elaboração de uma mensagem/conteúdo é complexo e envolve aspectos da história psicológico, social e cultural de seus produtores, por isso os signos são motivados associando significantes e significados não arbitrário (Kress e Van Leeuwen, 2006). Contudo, precisamos compreender que estes trazem representações dos fenômenos e não os fenômenos em si.

Costa (2019) destaca que o processo de ensino e aprendizagem que utiliza um recurso multimodal entrelaça um ciclo que envolve um emissor (professores e/ou estudantes), a mensagem (conteúdo a ser discutido) e um receptor (professores e/ou estudantes), e que o processo de mediação semiótica nas interações discursivas em sala de aula se dá pelas linguagens entre professor/estudante e estudante/estudante.

Ao elaborar uma mensagem, o emissor faz uma representação de algo a partir do seu interesse no objeto. Esse interesse é a fonte da seleção dos critérios a partir dos quais o objeto é percebido, sendo esses aspectos os considerados como adequados para sua representação em um dado contexto. Por sua vez, o sujeito-receptor também seleciona os aspectos da mensagem que serão interpretados. Ele sai, então, de uma posição apenas receptiva para ser um reproduzidor social do discurso, o que também está diretamente relacionado à sua vivência e a sua experiência social (Santos, 2011, p.2).

Assim ao fazer uso de recursos que utilizem imagens e textos verbais, o professor deve buscar mediar as ações pedagógicas de modo que os estudantes consigam compreender o significado dos elementos de sua composição e estes desenvolvam habilidades de interagir com a produção, fazendo conexões com o seu próprio cotidiano. Para Alves (2020), o docente deve também auxiliar o desenvolvimento das habilidades críticas dos alunos para que possam construir seus próprios juízos de valor ou, minimamente, se tornarem conscientes do poder da influência dos eventos políticos, sociais e culturais dos quais o grupo compartilha, bem como da grande mídia, como a TV e a Internet.

Não é suficiente compreender a linguagem das HQs com um olhar apenas para imagem, pois existe uma linguagem própria destes recursos que precisa de um olhar sobre os aspectos verbais e não verbais. Por isso utilizaremos a SS e a GDV com o objetivo de analisar HQs produzidas pelos estudantes da licenciatura em física sobre aspectos da biofísica da visão, pois como já mencionado quando utilizamos,

[...] esse campo teórico enfatiza que o processo de produção de significado, mais do que o significado enquanto núcleo em si mesmo, se torna o foco das análises, pois

interessa investigar **o que, com qual modo e como** o significado foi processado, pois todos esses níveis contribuem para sua articulação e interpretação (Santos e Pimenta, 2014, p. 304).

Logo podemos perceber que nessa proposta teórica-metodológica os recursos que compõe a criação das narrativas das HQs e os possíveis significados por elas gerados, utilizam-se de diferentes artifícios de textos, que envolvem em suas composições, posicionamentos, cores, ênfases, tamanhos, legendas, balões, enquadramentos, entre outros. Complementando essa ideia, Jewitt (2012) chama atenção que não somente a linguagem escrita ou falada produz significados. Isso fica evidente nas HQs, quando os personagens representativos apresentam uma série de modos significativos como gestos, postura, olhar, imagem, entre outros, além de produzir, distribuir e reproduzir uma série de modos representativos, interacionais e comunicacionais. Assim, “os significados sociais são construídos por meio de uma série de formas, textos e práticas semióticas de todos os períodos da história da sociedade humana” (Hodge e Kress, 1988, p. 261).

Visando a produção de HQs, enfatizando como os elementos que as compõem se relacionam para sua produção, reconhecer que a análise e produção de um texto multimodal a partir da GDV para construção de significados é algo complexo; requer a participação ativa dos estudantes, podendo assim desenvolver a autorregulação do seu próprio processo de aprendizagem. Assim, a elaboração desta ferramenta didática e pedagógica deve considerar os aspectos cognitivos, metacognitivos e comportamentais durante a execução de uma atividade proposta., pois acreditamos que exige do estudante a criação de estratégias, de organização, do conhecimento específico e para própria criação das HQs, além de ajudar o desenvolvimento de uma compreensão crítica e autônoma sobre a ciência e os aspectos históricos, sociais, culturais e filosóficos que os atravessam. Assim, no próximo capítulo discorreremos sobre a Autorregulação da Aprendizagem, campo de estudo da Teoria Social da Aprendizagem.

CAPÍTULO 3

AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: CONCEITUAÇÃO, PRINCÍPIOS, FASES, PROCESSOS E SEU POTENCIAL DE APRENDIZAGEM



Este capítulo será dividido em três subseções. Na primeira vamos conceituar e teorizar a autorregulação da aprendizagem (ARA), buscando destacar seus princípios. Ainda nesta seção, discorreremos sobre a teoria implícita no ‘construto’ da autorregulação da aprendizagem, a qual nos baseou: a Teoria Social Cognitivista proposta por Bandura (1977); realçando sua relevância no entendimento do processo da aprendizagem autorregulada.

No segundo momento, buscamos discutir sobre a aprendizagem e a autorregulação da aprendizagem, apresentado as fases e processos nos pressupostos do modelo de Barry Zimmerman (2013). Nesse sentido, apresentamos as etapas que envolvem a autorregulação: análise prévia (seleção de estratégias e estabelecimento de objetivos que pretende alcançar); execução (fase do monitoramento e do autocontrole durante a realização da tarefa) e autorreflexão (etapa de avaliação).

Na terceira subseção realçamos as componentes/variáveis/dimensões da Autorregulação e o ensino de Física, focando nos aspectos motivacionais, metacognitivos e comportamentais. Realçamos, também, a importância dos docentes/mediadores de atividades estimularem a aprendizagem autorregulada, proporcionando aos aprendizes estratégias que contribuam para sua autonomia.

3.1 Conceituando e teorizando a Autorregulação da Aprendizagem

Estudos recentes (Boruchovitch e Gomes, 2019; Frison e Boruchovitch, 2020; Ganda e Boruchovitch, 2018; Avila, Frison e Veiga Simão, 2016; Ganda, 2016) têm apontado que uma das principais preocupações e meta do campo educacional, hoje, é a de promover uma aprendizagem autorregulada.

O processo de construção da autorregulação da aprendizagem se dá pela capacidade que as pessoas que aprendem têm de desviar dos obstáculos que suscitam ou que são inerentes a realização de alguma atividade, desenvolvendo outras estratégias e caminhos para alcançar seu objetivo. Para Boruchovitch e Gomes (2019); Frison e Boruchovitch (2020) e outros autores, a autorregulação da aprendizagem é, pois, um processo pelo qual os indivíduos monitoram e dirigem sua própria aprendizagem de forma ativa, intencional, autônoma e efetiva. Frison e Veiga Simão (2016) e Veiga Simão (2004) propõe que a aprendizagem esteja fundamentada na reflexão consciente do significado dos problemas que surgem, promovendo a decisão das ações numa espécie de diálogo consigo mesmo.

Zimmerman (2013, 2000) defende que a autorregulação pressupõe uma conduta consciente, autorreflexiva e proativa do indivíduo. Ou seja, para o autor, é na interação com o contexto e, intencionalmente, orientados para a realização dos objetivos, utilizando estratégias cognitivas, metacognitivas, motivacionais e contextuais, que são desencadeados os reflexos de pensamentos, ações e sentimentos criados pelos próprios aprendentes. Assim, o “estudante autorregulado tem comportamentos, crenças pessoais, emoções, orientações motivacionais e formas de relacionamento interpessoal que favorecem um aprendizado de maior qualidade, ou seja, com maior domínio do conteúdo e rendimento acadêmico” (Ganda e Boruchovitch, 2018, p. 72).

Então, podemos inferir que a ARA está associada às experiências vividas cotidianamente e as identidades dos sujeitos. Nas ciências, quando os conteúdos ou as atividades não fazem sentido para os estudantes, isto pode acarretar uma maior dificuldade ou desânimo na execução de uma atividade, enfraquecendo os processos autorregulatórios. Por outro lado, discutir conteúdos e promover atividades que estejam alinhadas com o cotidiano, estabelecer objetivos claros, pode ser uma boa estratégia para promoção da ARA. Ou seja, para que “a ação seja autorregulada, necessita-se de um objetivo a ser atingido, de um motivo que provoque a ação, sustentando-a até atingir a meta desejada” (Frison, 2006, p. 54).

De acordo com Frison (2006), quando discutimos sobre a ARA, precisamos ponderar e considerar aspectos que a relacionam como “campo de saber e de prática educativa, formas metodológicas e organizativas dos processos e modos de ação, característicos da construção humana” (p. 55). A autora propõe que precisamos desconstruir a ideia da ARA como um campo meramente técnico, metodológico ou de aplicação de saberes, para não reduzirmos e simplificarmos a construção do conhecimento necessária aos sujeitos em formação e aos que atuam na formação dos indivíduos nos diversos espaços educacionais. É interessante que o conhecimento do educador seja “pensado juntamente com o do aprendiz como um sistema integrado de informações internalizadas sobre o assunto a ser tratado, sobre o sujeito da aprendizagem e a estratégia pedagógica a ser trabalhada” (Frison, 2006, p. 56).

Frente as questões aqui apontadas, precisamos discutir sobre a ideia de regulação em paralelo a autorregulação como potenciais para aprendizagem. Como define Frison (2006), a regulação pode ser considerada como:

um sistema auto-organizado que dirige e estimula a ação para alcançar a meta pretendida pelo próprio sujeito ou sugerida por alguém que tenha participação no processo (educador/pedagogo) e que envolve, necessariamente, cognições/metacognições, emoções e motivações (Frison, 2006, p. 62).

Esta concepção (re)constrói o que era entendido como aprendizagem baseada na recepção e na acumulação dos conhecimentos, onde os sujeitos que aprendem são considerados passivos, receptores, objeto, depositário de conhecimentos e tarefas. Porém, estes sujeitos possuem a capacidade de se expressarem e serem multiplicadores destes conhecimentos. Neste contexto, a aprendizagem vai além das condições cognitivas apresentadas pelas pessoas, está atrelada a fatores motivacionais, que contribuem para nortear seus comportamentos, sentimentos e pensamentos acerca das metas que deseja atingir. Para Frison (2006), estas mudanças paradigmáticas, nos encaminham para “a necessidade de investir no aprofundamento das questões relacionadas aos processos de ensino e de aprendizagem e à aprendizagem autorregulada das pessoas em geral” (p. 28). Quando um professor busca estimular a regulação dos estudantes, adequa as propostas de trabalho, recursos, ações e planejamento, às necessidades dos mesmos, para possibilitar um maior desenvolvimento dos processos de aprendizagens. A autorregulação é incitada mediante essas formas de aproximar o conhecimento dos aprendizes.

Para Perrenoud (1999), existem dois tipos de regulação: a direta e a indireta. A regulação direta está associada à atividade do sujeito, caracterizando-se como uma intervenção no seu

funcionamento intelectual. Já a regulação indireta, diz respeito as ações sobre as condições de aprendizagem, motivação, participação, ambiente, envolvimento com o trabalho, organização da atividade e da situação didática. Contudo, existem desafios no que concerne à regulação eficaz das aprendizagens como: 1) ênfase que a maioria dos sistemas educativos reserva à lógica pura e simples do repasse de informações em detrimento da lógica da aprendizagem; 2) dificuldade que se tem para compreender como se processam as aprendizagens dos sujeitos, os mecanismos de elaboração do raciocínio, da compreensão, da memorização; 3) as rupturas ou descontinuidades nos processos de regulações que, embora bem iniciadas, ficam inacabadas e 4) a tendência a dar prioridade à regulação da tarefa em vez de regular a aprendizagem como processo (Perrenoud, 1999).

Frison (2006) aponta que para não haver ameaças a concepção de regulação da aprendizagem, é preciso ter clareza entre a diferença de aprendizagem e de atividades a serem realizadas. Realizar uma atividade proposta não é algo que garante a aprendizagem, pois esta é acessada conforme as orientações recebidas e sobretudo pelo engajamento com a proposta. Assim, Perrenoud (1999) suscita que regular as aprendizagens significa contribuir com o desafio cognitivo e com todos os processos suscetíveis, fortalecendo esquemas ou saberes. Para o autor, toda regulação é, em última instância, autorregulação, englobando assim a noção de metacognição. Podemos considerar, então, que toda ação educativa pode estimular o autodesenvolvimento, a autorregulação, a autoaprendizagem, porém é necessário que os discentes e docentes tracem juntos o percurso para atingir o objetivo final (Frison, 2006). A autora frisa que “a regulação só pode ser autorregulação se houver adesão à tese que nenhuma intervenção externa age se não for percebida, interpretada, assimilada pelo sujeito (p. 58)”.

A regulação dos processos de aprendizagem pode surgir da interação entre os sujeitos e dos diferentes ambientes educativos (dimensão contextual), ou da atividade metacognitiva do próprio indivíduo (dimensão cognitiva), ou quando este toma consciência de seus erros e acertos, ou de sua maneira de confrontar-se com os obstáculos (dimensão motivacional) (Frison, 2006, p. 59).

A fala acima nos remete ao que autora realça que não é suficiente propor projetos considerados inovadores ou visar para a criatividade dos aprendizes, para que eles se mobilizem e assumam a própria aprendizagem. Precisamos compreender que os saberes também estão dispostos no plano subjetivo cognitivo/metacognitivo expresso pelo desejo de aprender, não se apenas no plano didático. Neste contexto, a noção de aprendizagem autorregulada abarca as ações, os comportamentos, as significações, as experiências, os valores, as emoções e os sentimentos dos aprendentes. De forma geral, está abordagem da aprendizagem se torna

interessante pois proporciona o nosso próprio gerenciamento de recursos para o alcance de um objetivo, nos permitindo perceber o que sabemos e o que ainda precisamos aprender, organizar, planejar e desenvolver estratégias de aprendizagem.

Frison (2006) ao aprofundar à atuação dos pedagogos, frente a implementação de estratégias que estimulem a autorregulação da aprendizagem de seus estudantes de forma contínua, destaca alguns princípios trazidos por Veiga Simão (2004, 2006): consciência, intencionalidade, sensibilidade ao contexto, controle e regulação de atividades. Embora direcionados aos pedagogos, sabemos que todos os docentes também assumem o compromisso com os diferentes modos de aprendizagens de seus aprendizes. O Quadro 10 descreve um pouco destes princípios:

Quadro 10: Princípios da autorregulação da aprendizagem

Princípios	Descrição
Consciência	Percepção imediata mais ou menos clara realizada pelo sujeito daquilo que passa nele mesmo ou fora dele.
Intencionalidade	Escolha que as pessoas fazem, principalmente, relacionadas aos objetivos e metas pessoais ou de trabalho, definidas também em função das aprendizagens necessárias ou emergentes.
Sensibilidade ao contexto	Capacidade de sentir, de ser afetado por algo, receber, através dos sentidos, impressões causadas por objetos externos
Controle	Refere-se a ter clareza, intenção e sensibilidade de quais os fatores que podem promover a realização da autorregulação da aprendizagem.
Regulação das atividades	Visa criar, construir e implementar, ajustando estratégias de ensino para que o desenvolvimento das aprendizagens se direcione intencionalmente.

Fonte: Frison (2006, p. 63)

Os princípios acima destacados por Frison (2006) são descritos para atuação do pedagogo em diferentes espaços não-escolares, contudo é possível inferir que sua utilização é viável também em espaços escolares e acadêmicos. Isto porque o docente precisa estar aberto a ensinar e aprender, criando ações que para serem autorreguladas necessitam de um objetivo a ser atingido, de um motivo que provoque a ação, sustentando até atingir a eficácia desejada.

Veiga Simão (2006) aponta alguns elementos que caracterizam estudantes autorregulados, que discutiremos com mais detalhes no subtópico 3. 3: 1) criam estratégias cognitivas (por exemplo: repetição, elaboração, organização); 2) criam estratégias metacognitivas (por exemplo: planificar, controlar e dirigir); 3) apresentam um conjunto de crenças motivacionais e emocionais adaptativas; 4) controlam o tempo e o esforço que vão

utilizar nas tarefas e sabem criar e estruturar ambientes favoráveis à aprendizagem; 5) mostram intenção nas atividades escolares/acadêmicas, na medida em que o contexto lhes permita e 6) mobilizam uma série de estratégias orientadas a evitar as distrações externas e internas.

Com isso, podemos destacar que percebemos a autorregulação nos estudantes da educação básica ou em formação docente, por exemplo, quando buscam: 1) elaborar, planejar, organizar, sistematizar e compreender tarefas que ajudem no desenvolvimento da aprendizagem; 2) controlar e modificar propostas, ajustando-as às necessidades e às orientações; 3) se esforçar, organizar o tempo, escolher um ambiente que considere “confortável” e procurar ajuda (nos professores, nos colegas) quando encontram dificuldades.

Como veremos a seguir, aqui, nos aprofundaremos na Teoria Social Cognitiva (TSC), pois nos aponta possibilidades de compreensão e verificação dos mecanismos cognitivos subjetivos que interferem na execução de atividades propostas por um docente para seus estudantes.

3. 1. 1 A Teoria Social Cognitiva e a autorregulação da aprendizagem

Algumas correntes psicológicas³⁷ da aprendizagem nos permitem refletir sobre o processo de autorregulação da aprendizagem, uma vez que estas acreditam que os indivíduos aprendem continuamente. Estas teorias contribuem para entender a natureza do ser humano, de suas necessidades e de suas interrelações com a aprendizagem. Neste contexto, a ARA surge pela hibridação de diferentes pensadores que propõe sujeitos autônomos, estratégicos e motivados a aprender. Entre as diversas teorias psicológicas, a TSC tem sido uma das mais abordadas quanto à sua contribuição para o constructo da autorregulação, pois acredita-se que existe uma relação recíproca entre os fatores pessoais, comportamentais e ambientais no funcionamento humano.

Aqui discutiremos alguns pressupostos da TSC, a partir de Albert Bandura. Este psicólogo desdobra a ARA na medida que dialoga com o quanto é importante cada sujeito

³⁷ Outras correntes da aprendizagem importantes e que tem destaque nas pesquisas na área de Ensino são as de: Jean Piaget e Lev Vygotsky. A Piagetiana é a Teoria cognitivista- que se baseia nas construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas, baseadas sobretudo nas ideias de assimilação e acomodação. A articulação com a aprendizagem se dá pela interação do sujeito com o objeto pela equilíbrio, autorregulação que tende a equilíbrio estável. Já a Teoria Vygotskyana conhecida como sociocultural ou histórico-cultural, tem como pressuposto a inserção do sujeito às diversas estruturas e práticas sociais ou socioculturais, utilizando instrumentos e símbolos, articulando com a aprendizagem mediante a prática dialógica interativa e seu estágio da autorregulação externa avança para o estágio de autorregulação interna.

“desenvolver estratégias que lhe permitam criar melhores condições para realizar suas aprendizagens” (FRISON, 2006, p. 64).

No texto “*Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change*”, Bandura (1977) aponta que o comportamento humano é comumente motivado e derivado de várias necessidades, atividades, impulsionamentos e disposição. O autor defende que para considerar uma pessoa com habilidades de autorregulação é necessário o desenvolvimento de critérios de desempenho que são internos e possibilitam ações autônomas. Esta proposição nos leva a refletir sobre a ideia de autoeficácia defendida por Bandura (1977). O constructo de autoeficácia refere-se ao modo como o indivíduo avalia ou percebe suas próprias capacidades, reconhecendo-as como suas (Cerutti *et al.*, 2011, p. 1). Associado a esta ideia podemos destacar três critérios que estão atrelados para que a aprendizagem autorregulada ocorra, que são: a observação, a auto-observação (que monitora o comportamento) e a autoavaliação (que permite refletir e avaliar o desempenho e leva à conquista de resultados), permitindo a obtenção de regras, conceitos e estratégias de seleção para o processamento da informação, da tarefa.

Esta visão social cognitiva da autorregulação, conforme Frison (2006), evidencia o quão importante é a “crença na autoeficácia, na atribuição causal e na conquista de metas estabelecidas para a regulação do comportamento direcionado ao acompanhamento da tarefa (p. 64)”. Nesse sentido, as crenças de autoeficácia podem ser consideradas como crenças que os indivíduos têm em sua própria capacidade de organizar e executar determinado curso de ação para alcançar determinado resultado (Bandura, 1977). Venditti Júnior e Winterstein (2010a) realçam que uma pessoa, com percepção de sua autoeficácia para uma determinada tarefa, resulta de um processo cognitivo envolvendo experiência passada e contexto social. Os autores destacam ainda alguns pontos fundamentais na compreensão do construto da autoeficácia: I) a importância dos mecanismos cognitivos e do processamento da informação na aprendizagem social cognitiva; II) a questão da autopercepção e dos julgamentos destas crenças e III) a interação entre aspectos relacionados à reciprocidade triádica: comportamento; ambiente e situação mais cultura/social; e aspectos individuais, ou ainda subjetivos. Estas ideias pressupõem a autorregulação como elemento de fundamental importância na aprendizagem e desenvolvimento humano (Bandura, 1986). É importante destacar que estudantes não são máquinas, logo para analisarmos a autoeficácia e o processo de autorregulação se faz necessário um acompanhamento desses atores sociais, além da aplicação de questões “testes” que envolvam as variáveis dessa relação. Os processos mencionados não são receitas prontas ou um fenômeno linear, pelo contrário podemos analisa-los a cada atividade proposta ou a cada

ferramenta didática, ou seja, os estudantes podem ser mais autoeficazes ou autorregulados para alcançar um bom desempenho em uma atividade específica.

Em consonância com estas questões, Bandura (1986, 2001) menciona que o processo de aprendizagem ocorre a partir da interação dos “fatores pessoais (crenças, expectativas, atitudes e conhecimento), o ambiente (recursos, consequências de ações e ambiente físico), assim como o comportamento (atos e escolhas individuais e declarações verbais); todos influenciam e são influenciados uns pelos outros (p. 18). Conforme o autor, estes fatores associados aos mecanismos cognitivos internos (e outros fatores subjetivos), deveria ser um modelo ideal, algo harmônico, simétrico e perfeito, contudo, Venditti Júnior e Winterstein (2010b) ressaltam que estas relações são sempre dinâmicas e transformadas a todo momento, o que muitas vezes desenvolve tríades não tão simétricas entre os fatores.

Para Frison (2006), teorias como esta presumem que o processo autorregulatório está articulado com o movimento do sujeito ter interesse em compreender as causas dos acontecimentos, facilitando a prevenção do futuro e do exercício de certo grau de controle sobre suas ações planejadas e intencionais. Estas são chamadas pela autora de atribuições de causalidade, que influenciam não só as ações futuras, como suas consequências e as emoções. Sabemos que na contemporaneidade são muitos os desafios para tentar despertar o interesse dos estudantes, contudo podemos pensar em algumas estratégias como utilizar recursos multimídias, promover dinâmicas, levar ludicidade, gamificação, desenvolver uma relação com os discentes, entre outras.

Nesse contexto, Bandura (1977, 1986) apresenta algumas categorias das capacidades humanas fundamentais que são: a) capacidades de simbolização ou capacidades simbólicas; b) capacidades de pensamento proativo ou preditivo (previsão e antecipação); c) capacidades vicariantes; d) capacidades autorregulatórias e e) capacidades autorreflexivas. Bandura (1986) nos diz que as capacidades simbólicas são desenvolvidas a partir dos símbolos que os humanos similarmente dão significado, forma e continuidade para as experiências que vivenciam. Esta capacidade de utilizar diferentes símbolos, contribui para alterar, transformar e adaptar o ambiente e os comportamentos.

A capacidade de pensamento preditivo para Bandura (1986), que é quando as pessoas se automotivam e guiam suas ações antecipatoriamente, está ligada ao não imediatismo ao seu meio ambiente e a sua variedade de estímulos no desenvolvimento de suas atividades. Para Venditti Júnior e Winterstein (2010b), as pessoas antecipam as consequências desejáveis de suas ações prospectivas, estabelecendo suas metas e planejando cursos de ação para futuros

eventos. A predição (previsão) faz parte das ideias geradas e refletidas mediante ações a serem executadas. O exercício de previsão está simbolicamente no cotidiano das pessoas. É neste exercício que elas se automotivam e encaminham suas ações, associando seus comportamentos e representações cognitivas que impactam o percurso da ação que acontece em determinado momento. A influência das previsões e os pensamentos preditivos também fazem parte da autorregulação a medida em que se traduzem em ações.

Os processos vicariantes correspondem a observação de comportamento de outros e suas consequências para estes. Nessa perspectiva, a teoria psicológica de Albert Bandura assume que a aprendizagem pode apenas ocorrer por meio de comportamentos advindos das experiências de realização e observação nas quais o sujeito aprende experimentando os efeitos de suas vivências/realizações. “Através desta capacidade de aprendizagem observacional habilita-se que as pessoas adquiram maneiras de geração e regulação de seus próprios padrões comportamentais” (Venditti Júnior e Winterstein, 2010b). Percebemos que é um tipo de processo de aprendizagem observacional, onde o “erro” é importante seja por um mau comportamento/atitude anterior, seja pela tomada de decisões ou não, por não termos confiança em nosso próprio conhecimento ou habilidades, ou ainda por ser uma atividade nunca pensada que gera confusão, ambiguidade ou lhe é pouco familiar.

Capacidades autorregulatórias são ocasionalmente utilizadas pelas influências externas e estas simultaneamente apoiam as funções autorregulatórias (Bandura, 1986). Vale salientar que nossos comportamentos, na maior parte das vezes, são motivados e regulados por padrões internos e reações autorreferentes (avaliações subjetivas) de nossos próprios atos. Quando nos deparamos com uma discrepância entre a realização de uma atividade para o alcance das metas, partindo de um critério interno, são ativadas autorreações avaliativas, que servem para influenciar o comportamento subsequente. Para alcançar um resultado satisfatório sobre algum objetivo, considerando as diferenças individuais, se faz necessário, entre outras relações psicológicas: concentração, baixo nível de ansiedade, exploração da atividade com momentos de descanso, esforço e persistência.

Sobre as capacidades autorreflexivas, Bandura (1986) chama a atenção que o ser humano tem uma capacidade de autoconsciência reflexiva que está associada a consciência do processo cognitivo. Desta forma, as pessoas tornam-se capazes de analisar suas experiências e refletir sobre seus próprios processos de pensamento. “O pensamento por conceitos autorreflexivos, podemos caracterizar que eles monitoram suas ideias, atuam nelas ou predizem

(pré-estabelecem) ocorrências através delas, julgam a adequação de seus pensamentos de resultados além de mudá-los adequadamente” (Venditti Júnior e Winterstein, 2010b).

Frison (2006) aponta que um educador pode ser representado por estas funções, pois representa um modelo de comportamento, um modelo verbal e um modelo simbólico aos aprendizes. Esta abordagem acentua a aprendizagem discente através da observação e da auto-observação do comportamento e de suas consequências, dos modelos encontrados que representam algo e sua capacidade de agir e auto-organizar suas ações mediadas pelo educador.

Bandura defende, ainda, que os humanos possuem capacidades para o “autodirecionamento/ autogerenciamento”, ideia que está interligada a “como as pessoas podem afetar suas próprias motivações e ações pela auto-influência” (Bandura, 1986, p. 1). Neste sentido, um conceito importante da TSC e que precisa ser abordado neste estudo é a Agentividade ou Agência Humana. “Agentividade é a capacidade das pessoas de fazerem escolhas e agirem sobre estas escolhas, ela se enquadra como liberdade para a pessoa decidir o que é bom, ou não, para si mesma” (Frison, 2006, p.65). A Agência humana é algo pessoal, não é algo controlado por outra pessoa, por exemplo ao propormos a produção de HQs para o Ensino de Física, o estudante deve fazer escolhas de por onde iniciar o processo de produção, qual o objetivo, que narrativa pode despertar mais interesse no leitor entre outras, feitas as escolhas é a partir delas que começa a ação. Para Bandura (1997) esta ideia está associada as relações entre fatores e aspectos sociais/ambientais, pessoais e de comportamento. Ou seja, para que os aprendizes estejam aptos a autorregular o estágio de desempenho de suas intenções de alguma atividade, precisam acreditar que, ao iniciarem algo, irão atingir com sucesso o comportamento desejado.

Então, podemos dizer que a Agência Humana é o berço das autocrências, sobretudo a autoeficácia, que exercem forte influência para que os sujeitos sejam seus próprios agentes e gerenciadores proativos, engajados em seus cursos de vida e desenvolvimento, executando suas transformações e permitindo que ocorram eventos a partir de suas próprias ações (Pajares, 2003). Venditti Júnior e Winterstein (2010a) chamam atenção que o termo “agência” é uma característica que está associada a intenção dos atos que são produzidos, o que está atrelado ao senso de responsabilidade, autonomia, vontade e esforço.

Como podemos perceber, alguns processos no desenvolver das tarefas como: planejamento, estratégias, proficiência no desenvolvimento, automonitoramento, proatividade entre outros, são essenciais na TSC e tornam-se aspectos que devem ser considerados pela autorregulação. Bandura (1977) pontua que quando os aprendizes atribuem a si mesmos

confiança na autoeficácia, ou seja, percebem a possibilidade de atingirem com sucesso o comportamento desejado, quando iniciam algo, estes estão aptos a se autorregular no desempenho de suas intenções. No Quadro 11, podemos ver um mapeamento geral da teoria proposta por Bandura (1977, 1986):

Quadro 11: Síntese da teoria de Albert Bandura

Teórico	Foco da teoria	Principais pressupostos	Articulação com a aprendizagem ³⁸
Albert Bandura	- Aprendizagem social (sociocognitiva)	- Expectativa social ou sociocognitiva; - Busca da autoeficácia (self-efficacy, self-regulating); - Ações autônomas;	- Bom desempenho pela auto-observação e autoenvolvimento.

Fonte: Frison (2006, p. 73)

Estes pressupostos da TSC e sua articulação com a aprendizagem presumem, de acordo com Venditti Júnior e Winterstein (2010b), seguindo a teoria de Bandura (1986), que cada indivíduo possui um autossistema que o permite exercer uma avaliação sobre o controle que exerce no tocante a seus pensamentos, sentimentos, motivação e ações. Para os autores, este sistema providencia referências mecânicas e um conjunto de subfunções para perceber, regular e avaliar o comportamento. Sendo os resultados provenientes da interação entre esse sistema e as influências do ambiente. Corroborando com estas colocações Frison (2006) destaca que a “teoria da aprendizagem social pressupõe que o sujeito seja capaz de autodirigir-se, que seja capaz de agir com intencionalidade e reflexivamente, com ênfase na agentividade agir” (p. 73).

Tendo em vista que um dos nossos objetivos específicos é verificar os efeitos da produção de HQs sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais na Autorregulação da Aprendizagem dos participantes da pesquisa, compreendemos que a TSC

³⁸ Vale enfatizar que em tempos de disseminação do negacionismo da ciência, principalmente pela internet através do crescente número de redes sociais, blogs, canais no Youtube, sites, etc., precisamos ter cautela quando pensamos nessa abordagem. Selles e Vilela (2020) concebem o negacionismo científico como um fenômeno “alimentado por uma mentalidade conspiracionista, na qual há supostamente um grupo ou um conjunto de ideias, que representa o oposto de certos valores que os grupos ultraconservadores desejam preservar” (p. 1730). Nesse sentido, podemos relacionar a fala de Perini (2019) a aprendizagem pela auto-observação e o autoenvolvimento, quando o autor diz que existe uma união de negacionistas a outros indivíduos por identificação e necessidade de pertencimento a um grupo identitário, onde surge o conspiracionismo que tem uma estrutura que segue a produção de falsas controvérsias (não produzidas pelo debate científico), com o intuito de gerar uma dúvida na opinião pública. A política se tona uma das principais dimensões responsáveis pelas disseminações de ideias que ousem questionar o *status quo* da sociedade. Um exemplo recente do negacionismos, foram as declarações do ex-presidente do Brasil Jair Bolsonaro, sobre a eficácia da hidroxicloroquina como tratamento da Covid-19, induzindo a população que o isolamento social foi uma invenção esquerdista que pretendiam impedi-lo de governar e atrapalhar a economia.

contribui para buscar respondê-lo, todavia, para alcançá-lo precisamos discorrer sobre a Autorregulação da Aprendizagem. Existe uma variedade de compreensões teóricas sobre a Autorregulação da Aprendizagem, porém como adotamos a perspectiva teórica explorada nesse capítulo, nos aproximamos e discutiremos na próxima seção as relações da aprendizagem e a ARA, enfatizando as fases e processos nos pressupostos, principalmente, de Barry Zimmerman. A abordagem do referido autor discute o constructo da autorregulação sendo uma das que mais se aproxima do campo educacional, e, portanto, para discutirmos junto ao Ensino de Ciências.

3. 2 Aprendizagem e a autorregulação da aprendizagem: fases e processos nos pressupostos do modelo de Barry Zimmerman

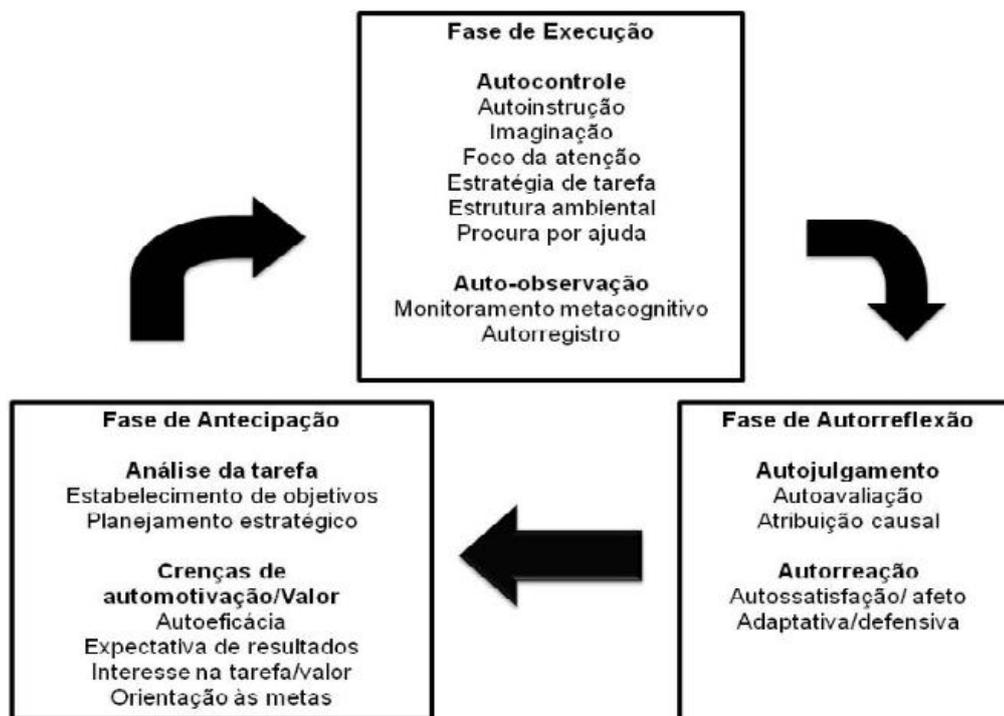
Os estudos sobre ARA no campo educacional iniciaram desde a década de 80, devido a preocupação de auxiliar os estudantes a tornarem-se aprendizes autônomos, capazes de regular seu próprio processo de aprendizagem (Zimmerman e Schunk, 2011). Ganda e Boruchovitch (2018) apresentam seis dentre os principais modelos teóricos de autorregulação divulgados nas últimas décadas, que exploram o campo da Educação: 1) Modelo de Albert Bandura, 2) Modelo de Barry Zimmerman, 3) Modelo de Philip Winne e Allyson Hadwin, 4) Modelo de Dale Schunk, 5) Modelo de Paul Pintrich e 6) Modelo de Franziska Perels, Tina Gurtler e Bernhard Schmitz. As formulações da Teoria Social Cognitiva, nos fez aportar no modelo de Barry Zimmerman sobre a autorregulação da aprendizagem, pois tem em vista esclarecer e ampliar o entendimento sobre funcionamento dos processos de autorregulação. Este teórico considera que a autorregulação se desenvolve em diferentes etapas ou fases, buscando explicá-las através de diferentes processos psicológicos.

Vale realçar que, de acordo com Bandura (2001), considerando a TSC, a autorregulação da aprendizagem refere-se a um processo cíclico, consciente e voluntário que cria condições do estudante fazer a gestão dos próprios comportamentos, pensamentos e sentimentos de forma a provocar a consecução de suas metas e objetivos pessoais vinculados à aprendizagem. Esta abordagem vê a aprendizagem como uma atividade que os alunos fazem por si próprios de forma proativa, resultado de experiências de ensino (Zimmerman, 2015). O autor diz ainda que as discussões com colegas e docentes contribuem para ARA, portanto, não é algo adquirido de forma socialmente isolada, mas quando o aluno exhibe iniciativa pessoal, perseverança e habilidade adaptativa.

A compreensão dos processos psicológicos, internos e transacionais, que tornam possível ao indivíduo dirigir o seu próprio comportamento em função de metas e de aspirações pessoais e das exigências do meio, e exercer alguma espécie de controle sobre os seus pensamentos, conhecimentos, sentimentos, comportamentos e meio, de forma a poder tomar opções e a manter essas ações até à concretização do alvo planejado. Para Zimmerman (2000, 2013, 2015) uma pessoa pode se autorregular em um tipo de atividade, mas não em outra. Esta proposição aponta para a concepção da ARA como um processo dinâmico e não fixo, o que possibilita diferentes graus de autorregulação de acordo com contextos e com atividades específicas. Propostas com ferramentas/recursos didáticas/os diferentes, abordagens metodológicas diferentes e até mesmo de disciplinas diferentes, podem desencadear processos da ARA diferentes.

Zimmerman e Schunk, (2011) ressaltam que autorregulação envolve dimensões (cognitiva/metacognitiva, comportamental, motivacional e contextual) e processos psicológicos de automonitorização, autoavaliação e autorreação. Estas dimensões estão inseridas num ciclo que envolve: a fase prévia, a fase do controle volitivo e fase de autorreflexão, estando cada uma das fases interconectadas de modo recíproco. Em cada uma dessas fases estão presentes as quatro dimensões essenciais da aprendizagem: cognitiva/metacognitiva, motivacional, emocional/afetiva e social (Boruchovitch, 2014; Zimmerman e Schunk, 2011). Zimmerman (2000) diz que o diferencial desta abordagem é que este processo não se concentra somente na realização da tarefa, mas procura abranger os subprocessos precedentes e adjacentes dela. A Figura 35 apresenta como se dá a interrelação entre as fases deste modelo.

Figura 35: Fases e subprocessos de Autorregulação da Aprendizagem



Fonte: Veiga Simão e Frison (2013, p. 66) adaptado de Zimmerman (2013).

A Figura 35, destaca que podemos identificar a forma cíclica entre as fases da ARA, representando a oportunidade que o estudante tem de agir de forma ativa e autônoma durante o seu aprender, além de “rever o planejamento estratégico, monitorar os esforços, avaliar e alterar comportamentos, sentimentos e pensamentos para o alcance das metas” (Veiga Simão e Frison (2013, p. 67).

A fase prévia (antecipação) é relativa aos processos que precedem o esforço dedicado à aprendizagem e que a afetam, ou seja, o estudante decide o que vai fazer numa determinada situação de aprendizagem e como a vai fazer. Ao analisarem a tarefa envolvendo o estudo dos seus recursos pessoais e ambientais para a colocarem em prática, o estabelecimento de objetivos visando a sua execução e um planejamento para reduzir a distância que os separa da meta final. Como mencionam Ganda e Boruchovitch (2018) nessa etapa inicial, são elencados pelos estudantes “os objetivos que deverão ser alcançados, a partir de uma análise técnica dos elementos necessários para se executar a tarefa como, por exemplo, o material, os recursos e o tempo a ser despendido” (p. 74). Assim, nesta fase, os “conhecimentos prévios” estão presentes de forma implícita, nos processos e nas crenças (entendidas como convicções) iniciais que influenciam o grau de aprendizagem do sujeito. As crenças automotivacionais, como demonstra a Figura 35, estão relacionadas aos caminhos que as pessoas acreditam propiciar um bom

resultado na execução de sua atividade. Na nossa tese, por exemplo, quando solicitamos que os estudantes produzam HQs, podemos verificar ao mesmo o desencadeamento de processos autorregulatórios dos estudantes durante a fase que antecede a execução das HQs, mas também como o conteúdo específico da física pôde ser significado até o momento. O que ajuda, caso necessário, reorganizar o pensamento e revisar os conteúdos específicos abordados.

A fase do controle volitivo (controle/execução) trata-se da fase de execução na qual o estudante realiza a tarefa controlando continuamente o curso da ação, efetuando deliberadamente mudanças no momento em que as considera imprescindíveis para garantir os objetivos a alcançar, ou seja, os alunos utilizam um conjunto organizado de estratégias e automonitoram a sua eficácia, tendo em vista a meta estabelecida, através dos subprocessos de auto-observação e autocontrole. É o momento de executar o que foi planejado na etapa anterior e onde são utilizadas as estratégias de aprendizagem e de técnicas de estudo voltadas à manutenção da concentração³⁹ (Ganda e Boruchovitch, 2018). Quando o estudante sente dificuldades de iniciar esses processos, ele pode recorrer aos professores, estudantes, a livros, ou qualquer outra ferramenta ou pessoa que consiga o ajudar na atividade. As autoras colocam que o controle também é realizado de “acesso instantâneo a *feedbacks* parciais sobre o desempenho da tarefa (recordações cognitivas e metacognitivas) pelos quais o aluno monitora se as estratégias por ele usadas estão sendo eficientes para alcançar as metas ou se é necessário fazer ajustes (p. 74)”. Para Ganda e Boruchovitch (2018), e Zimmerman e Schunk, (2011), as vezes são necessárias novas formas de ações ao se construir atividades, ou seja, alguns ajustes; que podem ocorrer diante de imprevistos como: maior dificuldade de compreensão do conteúdo, falhas técnicas do computador, problemas pessoais inesperados, entre outros.

A fase de autorreflexão refere-se às reflexões e às reações do indivíduo uma vez terminada a tarefa. O estudante analisa a sua própria atuação com a finalidade de identificar as decisões cognitivas que podem ter sido tomadas de maneira inapropriada ou ineficaz, para estar em condições de corrigi-las em ocasiões posteriores. Ganda e Boruchovitch (2018) frisam que uma análise crítica sobre seu desempenho gera reações emocionais e comportamentais. As emocionais podem ser tanto positivas (realização pessoal, orgulho, alívio) quanto negativas (frustração, tristeza, ansiedade, depressão). No tocante ao comportamento, as autoras realçam que existem dois tipos de reações: as adaptativas e as defensivas. As reações adaptativas visam

³⁹ Como vivemos na era da distração, é importante fazer uso de estratégias para manter a concentração como: afastar qualquer coisa que lhe distraia (por exemplo desligar ou manter o celular em modo silencioso), organizar o local escolhido para realizar a atividade, montar um cronograma e tentar respeitá-lo, fazer pausas e intervalos, fazer esquemas, criar resumos etc.

a alterar ou a manter as estratégias já usadas, na realização de uma próxima atividade, já as respostas defensivas são aquelas usadas pelo aluno com o intuito de se justificar pelo seu mau rendimento na atividade, buscando eximir-se de responsabilidade pessoal ou da possibilidade desse fracasso ser atribuído à sua falta de capacidade (Zimmerman e Schunk, 2011).

Podemos notar, então, que a divisão destas etapas não é estanque, porque mesmo na fase de execução de uma atividade, acontece também a autorreflexão, além do que, caso necessitemos, recorreremos novamente aos conhecimentos prévios, levando a reconsiderar o processo ou voltar a etapas anteriores. Ou seja, embora sejam representadas em blocos separados, as mesmas não acontecem de forma isolada, mas estabelecem relação entre elas (Veiga Simão e Frison, 2013) Assim, para observarmos os processos autorregulatórios, não podemos olhar apenas para uma fase de forma isolada, mas, sobretudo, quando os indivíduos ampliam seus conhecimentos prévios e os utilizam em outras fases, contemplando o ciclo.

Montalvo e Torres (2004), no artigo *“El aprendizaje autorregulado: presente y futuro de la investigación”*, ao analisarem os preceitos de vários estudiosos sobre autorregulação, concluíram que os estudantes que fazem autorregulação apresentam um conjunto de características, que são: a) Conhecem e sabem aplicar uma série de estratégias cognitivas (de repetição, elaboração e organização) que os ajudam a entender, transformar, organizar, elaborar e recuperar informação; b) Sabem como planificar, controlar e dirigir os seus processos mentais, dando uso às suas metas pessoais (metacognição); c) Apresentam um conjunto de crenças motivacionais e emocionais adaptativas, tais como o sentido de autoeficácia acadêmica, a adoção de metas de aprendizagem, o desenvolvimento de emoções positivas face às tarefas (por exemplo: satisfação e entusiasmo), assim como têm capacidade para as controlar e modificar, ajustando-as às exigências da tarefa e da situação de aprendizagem concreta; d) Planificam e controlam o tempo e o esforço que precisam para aplicar nas tarefas e sabem criar e estruturar ambientes favoráveis de aprendizagem, como por exemplo, encontrar um lugar adequado para estudar e procurar ajuda dos professores e colegas quando têm dificuldades; e) Na medida em que o contexto permita, mostram uma intenção mais forte em participar no controle e regulação das tarefas acadêmicas, no clima e na estrutura da sala de aula (por exemplo: conhecimento dos critérios de avaliação, exigências da tarefa, planificação dos trabalhos em sala de aula e organização de grupos de trabalho) e f) São capazes de fazer uso de uma série de estratégias volitivas orientadas para evitar distrações externas e internas, para manter a concentração, o esforço e a motivação durante a realização das tarefas acadêmicas. Estas características estão ausentes nos aprendizes que não são capazes de se autorregular.

Frison (2006, 2009) diz que para compreender a autorregulação focando o conhecimento, a motivação e a vontade relativos à forma, à maneira de aprender demonstradas pelos sujeitos ao se engajarem em variadas tarefas, em diferentes ambientes de aprendizagem é importante analisar os fatores, as fases e os componentes motivacionais, cognitivos, comportamentais, emocionais, sociais, espirituais implícitos nesta teoria. Complementado seu pensamento Frison (2009) chama atenção que os aprendizes, ao autorregularem suas aprendizagens, desenvolvem a autonomia/dependência no local de trabalho, causam e geram ordem/desordem em função das aprendizagens e das interferências do meio.

Nesse sentido, precisamos explorar como as componentes/variáveis, que estão envolvidos em tarefas para autorregulação da aprendizagem, se manifestam ao abordarmos conceitos relacionados as ciências ou a física. Para isto, discorreremos a seguir sobre como os aspectos motivacionais, metacognitivas e comportamentais se desenvolvem ou estão presentes neste processo.

3.3 Componentes/variáveis da Autorregulação e o Ensino de Física: aspectos motivacionais, metacognitivas e comportamentais

No Brasil, como mencionado anteriormente, o ensino de conceitos físicos ainda possui fortemente uma cultura eficientista e mecânica, incluindo na formação inicial de futuros docentes de física. Uma maneira para pensarmos algo novo para a formação de conceitos, a partir de atividades propostas, seria provocar uma formação inicial destes professores com o intuito de se autorregulem na forma como aprendem os conteúdos que o curso oferece, além de que podem adquirir competências para ensinar seus alunos a autorregular os processos de aprendizagem. Como aponta Silva e Rodrigues (2020) há um descompasso entre o esforço e a aprendizagem destes estudantes, devido as poucas crenças de autoeficácia e um expressivo desconhecimento de si e dos seus processos de aprendizagem. Dessa forma, precisamos discutir como estes atores sociais se utilizam das componentes cognitivas, metacognitivas, motivacionais, do contexto, e conseqüentemente do seu comportamento, durante a aprendizagem. Veiga Simão (2006) salienta que componente é o que faz parte da composição de algo, logo, estes fatores precisam ser levados em consideração no processo autorregulatório da aprendizagem.

3. 3. 1 Componente motivacional

No contexto educacional, a motivação tem sido um campo de várias discussões. De acordo com Bzuneck (2020), a motivação ou o motivo, de forma genérica corresponde ao que move uma pessoa ou que a põe em ação que a faz mudar o percurso. Numa visão mais clássica, no desenvolvimento de uma atividade humana, a motivação tem sido compreendida ora como um fator psicológico (ou conjunto de fatores), ora como um processo. Estas visões estão associadas as escolhas, a instigação, a tomar iniciativa de um comportamento frente a um objetivo estabelecido, ou ainda, garantem a persistência aos obstáculos, fracassos ou motivos outros que os façam pensar em desistir ou mudar o percurso da atividade. Nesse sentido, “a motivação comporta a explicação do porquê as pessoas agem de uma determinada maneira, do esforço que investem, do como e do porquê se dedicam à determinada tarefa (Frison, 2006, p. 94)”.

Na contemporaneidade, Bzuneck (2020) destaca que as noções sobre motivação são ressignificadas, na medida em que deixa de ser uma abordagem mecânica do comportamento, e passa ter uma relação com a cognição que é expressa por meio das metas pessoais de realização, pelas causas ou os porquês das escolhas, pelo esforço. O autor diz ainda que as pessoas possuem recursos pessoais, que podem ser investidos na execução de certas atividades, como: o tempo, energia, conhecimentos, competências e habilidades. O investimento pessoal é mantido enquanto os fatores motivacionais estiverem em atuação. Na aprendizagem, as motivações do aluno constituem o estágio inicial; os objetivos do aluno/professor representam as metas a serem alcançadas. Entre as motivações e as metas para alcançar o resultado está o meio, que se refere as condições intermediárias; ações a serem cumpridas; dificuldades a serem superadas; aplicações para serem feitas.

Podemos a partir desse pensamento refletir sobre duas questões que podem interferir na motivação de execução de alguma atividade: 1) problemas fora do contexto escolar, que dizem respeito ao convívio social, como problemas familiares, problemas sociais causados pela condição financeira, pela educação que (não) recebe e o contexto em que vive e 2) os contextos em que determinadas tarefas são solicitadas são elementos que influenciam na motivação, então, a sala de aula, oficinas, cursos, minicursos, entre outras formas de discussão sobre teorias, metodologias e conceitos.

Em contextos formais de aprendizagem, Bzuneck (2020) menciona que o aluno executa atividades que possuem o cunho de natureza cognitiva, onde estão incluídos “atenção e

concentração, processamento, elaboração e integração da informação, raciocínio e resolução de problemas (p. 10)”. Produzir as HQs exigem alguns destes aspectos, podendo fazer com os estudantes sintam-se motivados para aprender conceitos e alcançar seus objetivos nas atividades. Além disso, permite que você supere dificuldades, aprenda com seus erros e possa dar novos significados às estratégias utilizadas para que haja progresso e contribua para sua aprendizagem. Assim, podemos dizer que esta variável se relaciona com o contexto em que a prática está inserida, não se reduzindo a motivação, meramente, humana.

Para Frison (2006), a função da motivação na autorregulação da aprendizagem é estimular e provocar a pessoa a fortalecer seu desenvolvimento, as suas competências e atribuições. A autora destaca que existem teorias que explicitam a motivação como um fator determinante para aprendizagem, destacando a teoria da autodeterminação e a teoria do desamparo aprendido.

A teoria da autodeterminação tem como pressuposto que as pessoas trazem a capacidade de satisfazer suas necessidades psicológicas básicas desde seu nascimento, as quais são a base do desenvolvimento dos processos de motivação pessoal, ou seja, o ser humano tem uma tendência inata e natural para aprender e assimilar novas informações, para interiorizar práticas e valores do seu meio (Frison, 2006).

De acordo com Ryan e Deci (2000), na teoria da autodeterminação há três conceitos centrais: *self*; estilos regulatórios e necessidades básicas. Ainda de acordo com os autores, o *self* está associado ao sentido de iniciativa que começa com os elementos inatos e se desenvolve através do processo de interiorização e integração. O *self* não é um conjunto de mecanismos cognitivos, mas um conjunto de processos motivacionais com diversidade de funções assimiladoras e reguladoras, nem é simplesmente resultado das avaliações sociais e das pressões, mas é o processo através do qual uma pessoa se relaciona, estabelece contato com o meio social (Ryan e Deci, 2000).

Os estilos regulatórios possuem uma relação com as motivações intrínsecas e extrínsecas. A motivação intrínseca refere-se à “escolha e realização de determinadas atividades por sua causa própria, por esta ser interessante, atraente ou de alguma forma, geradora de satisfação” (Guimarães, 2020, p. 37). Este tipo de motivação projeta o sujeito a realizar algo pela satisfação, pelo desejo ou até mesmo pelo desafio de alcançar sua meta, sem pressão, recompensa ou algum agente externo, ou seja, é a necessidade e interesse do estudante de assimilar, explorar o que lhe é apresentado, fortalecendo o desenvolvimento da cognição e da relação social. Isto significa, que a motivação intrínseca, apresenta a tendência que as pessoas

têm de explorar, aprender e procurar novidades e desafios para ampliarem e exercitarem suas potencialidades (Ryan e Deci, 2000). Os autores realçam que recompensas ou ameaças, nesta motivação, pode ser algo negativo. Ainda de acordo com a motivação intrínseca, Guimarães (2020) destaca que ela pode ser caracterizada por três proposições básicas: 1) o *locus* de causalidade (situação que facilita a experiência do *locus* interno de causalidade); 2) percepção de competência para desempenhar adequadamente determinada atividade de aprendizagem e 3) natureza do contexto interpessoal (ambiente) e intrapessoal (interesse para a aquisição de informação e aprendizagem em um ambiente natural).

Deci e Ryan (2000) afirmam que existem acontecimentos que podem aumentar ou diminuir motivação intrínseca, considerando a percepção de competências. O aumento é perceptível nas situações em que o meio possibilita um *feedback* positivo e contingente aos resultados acerca do seu desempenho, enquanto que o *feedback* negativo ou fracassos contínuos que apontem para a incompetência em determinada situação a prejudicam. Em casos de *feedback* não contingentes ao esforço ou resultados de desempenho não surtirá em efeitos positivos sobre o senso de competências (Guimarães, 2020).

Os autores concernem que três necessidades psicológicas básicas e inatas determinam a motivação intrínseca em um funcionamento saudável: necessidade de competência (que possui um aspecto motivacional que orienta na organização de alguma atividade na tentativa de domínio, que possui a necessidade de uma relação efetiva com o ambiente), necessidade de envolvimento pessoal (está relacionada ao pertencer ou sentir-se parte de um contexto) e a necessidade de autonomia (quando a pessoa age de forma intencional com o objetivo de produzir alguma coisa). Quando satisfatórias, estas necessidades, contribuem para o aumento da motivação pessoal e a saúde mental e, quando contrariadas, levam à diminuição da motivação e do bem estar (Frison, 2006).

Já a motivação extrínseca, embora ainda pouco elaborada, de acordo com Guimarães (2020), pode ser definida como a motivação do trabalho a ser realizado para responder a algo externo à tarefa ou atividade, para obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, com o objetivo de atender aos encaminhamentos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências e habilidades. Estar motivado significa estar com a intenção de alcançar algum objetivo, o que pode ser totalmente diferente para cada pessoa, assim como as razões que as levam a procurá-los (Ryan e Deci, 2000). Alguns comportamentos são caracterizados como autônomos e outros como controlados ou não motivados, por isso, devemos ter o cuidado para que o processo regulatório não seja de imposição, pois poderá levar

ao desinteresse, a desobediência, provocando sentimento de fraqueza e ineficácia. Para Frison (2006), a falta de capacidade para autorregular sua própria aprendizagem, gera sentimentos de incompetência.

Devemos salientar, partindo da ideia de Vital e Urt (2019), que quanto a motivação para autorregulação da aprendizagem, a relação professor-aluno não deve se dar num movimento de *coaching*, pois uma relação que adota esse perfil foca em um processo formativo desarticulado das problemáticas mais amplas da sociedade, da cultura e das relações sociais. As autoras propõem ainda que estas relações são fundamentais na constituição humana, visando uma formação transformadora e um processo de ensino e aprendizagem que busque tornar os estudantes emancipados, críticos, pensantes, analisadores e capazes de compreender os processos sociais, distanciando-os de práticas reprodutivistas e adaptativas.

3.3.2 Componente cognitivo/metacognitivo

Os processos cognitivos e metacognitivos são extremamente importantes para autorregulação da aprendizagem. O processo metacognitivo, por ser também um processo cognitivo, faz com que muitas vezes seja difícil delimitar as fronteiras entre o cognitivo e o metacognitivo.

Flavell (1979) foi um dos primeiros teóricos a considerar a metacognição como foco de pesquisa, e a capacidade do ser humano de monitorar e autorregular os processos cognitivos, ou seja, “significa a capacidade que o indivíduo tem de se conhecer e de refletir sobre si próprio, passando pelas suas capacidades cognitivas, competências e emoções” (Frison, 2006).

O sujeito que se encontra em sintonia com suas habilidades e potencialidades de autorregulação e metacognição tem condições de desenvolver habilidades múltiplas, dando sentido para seu fazer e, principalmente, adquire força intrapsíquica para sustentar as pressões, gerando confiança na própria capacidade para ultrapassar qualquer obstáculo (Beber *et al.*, 2014, p. 147).

Assim, como aponta Frison (2006), o sujeito quando interage, se envolve e modifica na realização das atividades e da própria aprendizagem, já que o conhecimento metacognitivo abarca a tomada de consciência das variáveis pessoais, do planejamento, das estratégias que contribuem para influenciar e estimular o desenvolvimento da percepção dos aprendentes sobre o que já sabem e o que ainda necessitam aprender. As tarefas propostas são variáveis que devem ser levadas em consideração no conhecimento metacognitivo uma vez que “referem-se ao conhecimento do estudante sobre a atividade proposta, a clareza e os critérios de exigência para

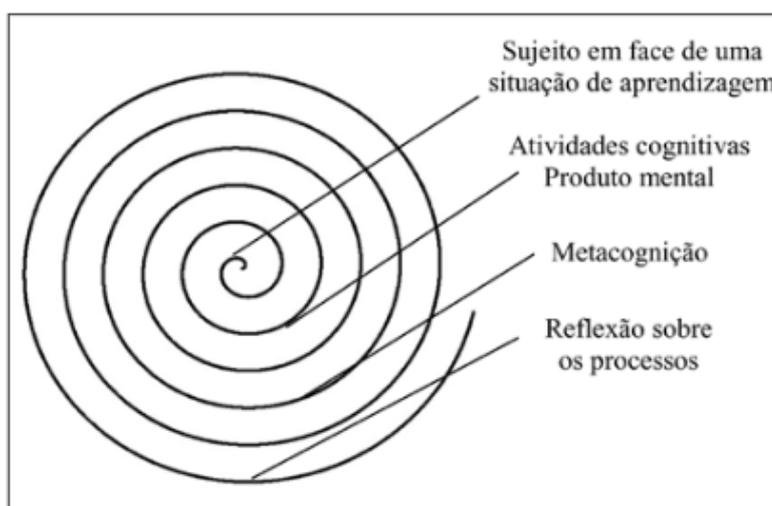
sua realização, bem como se ele tem familiaridade ou não com as informações que precisa para fazê-la com êxito” (Góes e Boruchovitch, 2020, p. 48).

Góes e Boruchovitch (2020) apontam que alguns conceitos são aprendidos de forma fácil pelos estudantes, e, em geral, estes estudantes aparentam estar bem motivados, outros tem que se esforçar mais e acabam mostrando desinteresse constantemente. Podemos dizer que nas aulas de física, é comum este acontecimento. A não aprendizagem ou o não interesse, não mobiliza os sistemas cognitivos, fazendo com que não haja mudanças dos conhecimentos.

Flavell (1979) e Frison (2006) destacam que existem nos processos cognitivos/metacognitivos a articulação de três aspectos que são a consciência, o conhecimento que tem de si e do conhecimento que se tem uns dos outros. Esta articulação se dá devido os sujeitos terem a capacidade de se controlarem e se desenvolverem a partir de suas próprias convicções e tomadas de decisão, que estão associadas as competências metacognitivas de autorreflexão, autoavaliação, autocorreção etc.

No que concerne a regulação dos processos cognitivos os aprendizes são desafiados por atividades que os levam à aprendizagem, enquanto a metacognição é um modelo de processamento de informação das novas teorias de desenvolvimento cognitivo (BEBER et al., 2014). Em outras palavras, enquanto a cognição é definida como a procura em alcançar um determinado objetivo, a metacognição, pretende certificar-se de que esse objetivo foi alcançado (Rosário, 2013). A Figura 36 nos apresenta isto.

Figura 36: A espiral da evolução do conhecimento.



Fonte: Beber *et al.* (2014, p. 146)

Para Beber e colaboradores (2014), a Figura 36 representa a complexidade da interação ente o processo cognitivo e o metacognitivo, pois envolve o “conhecimento metacognitivo, as tarefas de aprendizagem, as variáveis, as pessoas, as estratégias e as interações entre estas, buscando unificá-las e torná-las significativas” (p. 147).

Os autores suscitam, ainda, que o sujeito quando dá conta da sua capacidade de adquirir conhecimento, proporciona a si mesmo, o desenvolvimento de suas habilidades, competências, possibilidades e limitações enquanto ser cognitivo. Esta noção de si, possibilita ter mais clareza da estratégia adequada para a realização de determinada tarefa e, por consequência, domina as ações que serão necessárias para serem colocadas em prática.

Ao controlarmos e regularmos os processos cognitivos o sujeito torna-se ativo no desenvolvimento das atividades, independente das experiências, recursos e estratégias utilizadas para aprender. Já quando coordenamos e controlamos de forma efetiva e eficaz as tentativas de aprendizagem, através do conhecimento metacognitivo, nos tornam mais capazes a solucionar a realização das tarefas e propostas no trabalho. Todavia,

quando isto não ocorre, o mesmo sujeito experimenta sentimentos de ansiedade diante da tarefa não realizada. A existência de feedback interno proporciona um movimento de mudança, permitindo ao sujeito agir sobre as sensações para modificar o seu comportamento. Os processos cognitivos possibilitam a compreensão e a conscientização do sujeito por meio dos processos mentais que compreende ter a consciência, quer das atividades cognitivas, quer de seus produtos, ou do auto-ajustamento que o sujeito toma quanto ao julgamento e suas decisões (Beber *et al.*, 2014, p. 147).

As colocações apontadas por Beber *et al.* (2014), nos possibilitam pensar nas estratégias cognitivas e metacognitivas de aprendizagem que estudantes podem/devem adotar em suas atividades. Góes e Boruchovitch (2020) demonstram algumas destas estratégias, mostrando que a diferença entre elas não está no que se faz, no ato em si, mas sim, no como, por que e para que se faz. Conforme as autoras, as estratégias cognitivas compreendem comportamentos e pensamentos que diretamente influenciam o processo de aprendizagem, principalmente na forma como o conhecimento se organiza significativamente em cada discente.

Já as estratégias metacognitivas consistem em procedimentos individuais de planejamento, monitoramento e regulação; ou seja, existe um planejamento das ações de forma a potencializar a reflexão e introspecção do indivíduo, o levando a pensar o próprio processo de aprendizagem, permitindo elaborar estratégias diferenciadas conforme o grau de dificuldade. Por exemplo, para produção das HQs envolvendo conhecimento específico da física, os alunos

devem previamente ler e estudar sobre o conteúdo, fazer anotações pertinentes, elaborar questionamentos para o momento da mediação junto ao docente.

Percebemos, então, que o educador ou mediador da aprendizagem tem um papel crucial na parceria com o educando, para que possam avaliar os progressos, obstáculos, dificuldades, limitações, assim como os resultados atingidos. Pozo (2002) apresenta dez ações que devem ser inerentes a atuação de um mediador e que contribui para autonomia do aprendiz: 1) atender para o motivo; 2) partir do conhecimento prévio; 3) dosar com qualidade adequada; 4) condensar os conhecimentos básicos; 5) diversificar as tarefas, 6) planejar situações para recuperação; 7) organizar e ligar uma aprendizagem a outra; 8) promover reflexão sobre conhecimento; 9) proporcionar tarefas cooperativas e 10) instruir planejamento e cooperação. O professor ao tomar consciência de sua atribuição de ensinar, monitora e promove estratégias para a aprendizagem autorregulada do estudante, equacionando com pertinência as ações a serem realizadas e avaliando se elas possibilitam transformações (Veiga Simão, 2006).

Nesse contexto, Frison (2006) destaca que o conhecimento e a capacidade de controlar as próprias cognições permitem tomar decisões refletidas através da mobilização dos recursos prévios disponíveis ou dos conhecimentos prévios sobre as operações indispensáveis à tarefa. Ainda de acordo com a autora, os conceitos de metacognição e autorregulação metacognitiva são próximos, uma vez que é o sujeito que controla sua atividade cognitiva. Logo, além dos componentes motivacional, cognitivo e das atitudes metacognitivas e autorregulatórias, os estudantes ainda apresentam comportamentos, como veremos a seguir. A combinação entre estes elementos os deixará aptos a uma jornada de autorregulação da aprendizagem.

3.3.3 Componente comportamental

Durante um momento de aprendizagem, é comum, que os estudantes esbocem comportamentos que os ajudarão no processo de autorregulação, pois reflete a capacidade do estudante atuar em seu ambiente, refletir sobre o mesmo, antecipar as situações e escolher caminho de ação que julgue mais conveniente (Bandura, 2001). Para Madeira (2014), o comportamento pode ser compreendido como uma componente que está associada a:

[...] capacidade de adaptação que está na base de uma aprendizagem de sucesso pressupõe que se dê no aluno uma contínua análise reflexiva acerca de si mesmo, do que sabe, do que sente, do que é exigido pela tarefa e do que o rodeia; monitorizando e controlando ativamente os passos e resultados de aprendizagem, é na capacidade de reagir, modificar ou adaptar a sua atitude, pensamentos e ações que reside a importância desta dimensão. A consciência individual, bem como o autorregistro metacognitivo, a autoavaliação de expectativas e de resultados, permitem refletir

sobre os processos decorridos e futuramente resolver problemas, definir novos métodos e estratégias, adaptar causalidades, orientações motivacionais e crenças de autoeficácia (Madeira, 2014, p. 10)

Nesta perspectiva, Frison (2006) chama atenção que a dimensão comportamental assume o significado em função das contingências do meio, o indivíduo inibe ou exhibe determinados comportamentos de acordo com as condições que se apresentam, podendo ser inibidoras (punitivas) ou desafiadoras. É nesta dimensão que são expressadas as estratégias e o esforço que os alunos realizam perante as tarefas, assim como a persistência, a procura de ajuda e a escolha de um comportamento em função do sucesso alcançado (Veiga Simão, 2006).

As condições de aprendizagem se forem proporcionadas de forma que eles consigam organizar o seu conhecimento, ou seja, que eles possam organizar pautas e estratégias, a fim de sistematizarem seu conhecimento, é mais provável que fortaleça a aprendizagem. O engajamento em torno das atividades é algo primordial para tornar-se um aprendiz autorregulado. Procrastinar, por exemplo, é um comportamento que afeta o processo de aprendizagem.

É preciso considerarmos ainda que o comportamento positivo dos estudantes, frente as atividades, está associado ao repertório que os mesmos consideram importante para sua vida, ou como nos diz Bandura (2001), algo que colabore para promover o desenvolvimento de certas habilidades, de estilos de vida e valores específicos. Assim, o aprendiz se sentirá motivado demonstrando, dedicação, persistência e reflexão. Estes são indicadores do esforço empreendido e, conseqüentemente, dos êxitos conquistados na realização das tarefas (Frison, 2006).

Em síntese, o Quadro 12, apresenta de forma sucinta, as características das componentes que interferem na aprendizagem autorregulada.

Quadro 12: Características das componentes que interferem na aprendizagem autorregulada

Cognitiva/ Metacognitiva	Motivação	Comportamento
Estratégias cognitivas que o sujeito pode utilizar para aprender e completar as tarefas e as estratégias metacognitivas destinadas a controlar e regular a cognição.	Convicções que o sujeito tem em relação à tarefa, o interesse que a mesma desperta, a reação face esta tarefa, as estratégias que utiliza para controlar e regular seu afeto e motivação.	Estratégias que o sujeito utiliza para praticar uma ação particular, o esforço, a persistência, a procura de ajuda na realização da tarefa.

Fonte: adaptado por Frison (2006, p. 104), a partir de Veiga Simão (2006)

Tanto Frison (2006) quanto Veiga Neto (2006), sintetizando seus pensamentos, apontam que no processo autorregulatório, a dimensão motivacional abrange os objetivos que levam o sujeito a evoluir em suas aprendizagens, que está atrelado à vontade de realização de uma tarefa. É preciso estimular o sujeito a articular os componentes cognitivos de forma a construir seus conhecimentos; mobilizar os componentes metacognitivos, ajudando no desenvolvimento da capacidade de autoconhecimento e autoavaliação. E como podemos perceber o componente comportamental “articula uma ação reguladora durante a aplicação das estratégias, colocando em prática os passos facilitadores da aprendizagem que estimulam o desenvolvimento de atitudes positivas para atingir a ação desejada” (Frison, 2006, p. 104-105).

Boruchovitch e Ganda, e (2018) apontam que alguns pesquisadores sugerem que o ensino nos cursos licenciaturas deve contribuir a ajudar os estudantes a se tornarem um aluno mais autorregulado. Assim, um estudante autorregulado tem a tendência de ser aquele que tem motivação para realizar suas atividades, que busca estratégias/ajuda para desenvolver ou iniciar o que lhe é solicitado quando achar necessário, que consegue refletir sobre o seu perfil acadêmico, visando o monitoramento, a reflexão sobre suas ações e que conseguem ajustar suas abordagens à determinadas tarefas e contextos de aprendizagem.

Como reafirmamos em todo projeto de tese, buscamos refletir sobre os efeitos da produção de HQs nas dimensões motivacionais, cognitivas/metacognitivas e comportamentais dos licenciados em física, que abordem a biofísica da visão. A biofísica da visão é uma área extensa e com uma carga teórica grande entre a biologia e a física. Nesse sentido, nosso objetivo é que os estudantes possam explorar os problemas refratários da visão, ou seja, as ametropias e como podemos fazer esta correção com a utilização de lentes. No próximo capítulo buscaremos discutir os principais conceitos necessários para a atividade proposta.

CAPÍTULO 4

A BIOFÍSICA DA VISÃO: LUZ VISÍVEL, ANATOMIA E FISILOGIA DO OLHO HUMANO, AMETROPIAS E AS LENTES CORRETIVAS



Cientes da complexidade dos estudos da biofísica da visão, nesse capítulo, vamos discutir alguns aspectos ópticos do olho humano. Inicialmente buscaremos alguns aspectos históricos sobre a óptica, seguindo com a ideia do espectro eletromagnético de luz visível e a sensação luminosa. O passo seguinte é conhecer a anatomia e fisiologia do olho humano, visando tomar conhecimento sobre a estrutura externa (córnea, conjuntiva, íris, pupila, esclerótica ou esclera e cristalino) e a estrutura interna (retina, nervo ótico e filme lacrimal) do olho humano, e as funções que estas estruturas desempenham no nosso corpo. No terceiro momento iremos apresentar os quatro processos do sistema da visão humana (alteração, acomodação, acuidade visual e memória da retina), que estão atrelados a capacidade de ajustar-se a fim de melhorar o desempenho visual. Além disso, abordaremos a formação de imagem a partir do conceito de refração, com os objetivos de entender e visualizar como o fenômeno da refração ocorre no interior do nosso olho, buscando compreender como ocorre a formação de imagens no olho humano. Destacamos ainda, alguns princípios da óptica geométrica (propagação retilínea da luz, interdependência dos raios de luz e reversibilidade da trajetória dos raios de luz), que são desencadeados no mecanismo da visão. Por fim, apresentamos as ametropias mais comuns na sociedade (miopia, hipermetropia, astigmatismo e presbiopia), para compreendermos como ocorre a formação das imagens nestas deficiências visuais. Além disso, discutimos como e quais lentes podem ajudar na correção das ametropias.

4.1 Alguns aspectos históricos sobre a óptica

A Óptica é uma área da física que estuda as leis relativas as radiações luminosas, eletromagnéticas e os fenômenos da visão. Antes de falar especificamente sobre os fenômenos da visão, traremos nesse tópico alguns aspectos históricos sobre os conceitos da óptica que além de nos ajudar a discutir alguns aspectos sobre a natureza da ciência também pode nos ajuda na construção de significados do que pretendemos abordar.

A luz é algo que está presente na vida dos seres humanos desde o momento que abrimos os olhos, contudo sua natureza não é algo linear o que causa muitas reflexões sobre o tema. Por muito tempo, para as primeiras civilizações, a luz esteve associada as divindades, aos elementos da natureza e ao bem. Os antigos hebreus acreditavam que Deus tinha feito a luz, já para os antigos egípcios, a luz é Maat, filha de Rá, o Deus Sol (Bassalo, 1986). Nesse sentido, o fenômeno contribuiu ainda para disseminar visões místicas do mundo, inspirou a arte e literatura.

Na antiguidade, alguns filósofos gregos, como: Pitágoras, Arquimedes, Demócrito, Empédocles, Platão e Aristóteles, desenvolveram teorias sobre a ótica muito baseada na geometria. No quadro 13, poderemos ver alguns pensamentos desses filósofos que foram destacados por Silva (2020).

Quadro 13: Aspectos sobre a óptica dos filósofos da antiguidade

Pensadores	Pensamento sobre sobre a natureza da luz e da visão
Pitágoras (~580-500 a.C.)	“Acreditava que raios visuais emergiam dos olhos, propagavam-se em linha reta e, ao se chocarem com os objetos, proporcionavam a sensação visual”. (Silva, 2020, p. 28)
Platão (428-347 a.C.)	Acreditava que “a visão de um objeto era formada por três jatos de partículas: um primeiro partindo dos olhos, um segundo partindo do objeto percebido e um terceiro vindo das fontes luminosas. Ao chegar ao objeto observado, a combinação das partículas provenientes das fontes luminosas com as partículas que haviam partido dos olhos do observador resultava no conjunto de partículas que retornava ao observador e resultava na visão” (Silva, 2020, p. 28).
Aristóteles (384-322 a.C.)	“Defendia a hipótese de que a luz era devido a uma atividade em um determinado meio, podendo, dessa forma, tal ideia ser considerada a antecessora da teoria ondulatória” (Bassalo, 1986, p. 139).

Fonte: o autor (2023), a partir de Silva (2020) e Bassalo (1986)

Com esse quadro, podemos perceber que essas explicações pelos pensadores da antiguidade para ciência se deram considerando explicações naturais. Um outro pensador de destaque desta época foi Euclides (~325-265 a.C.) que fez alguns escritos sobre óptica geométrica (estudos sobre espelhos planos e esféricos), utilizando-se do princípio da propagação retilínea dos raios visuais e da lei da reflexão (Silva, 2020). Já na época depois de Cristo, Silva (2020) evidencia dois outros pensadores: Heron de Alexandria (que explicou a propagação retilínea da luz e formulou o princípio de que “o trajeto descrito por um raio luminoso é mínimo” e Ptolomeu que contribuiu para o estudo da refração utilizando tabelas numéricas. Essas reflexões não tratavam bem a natureza da luz e da visão porque, como mencionamos, focavam em aspectos da geometria, através das medidas dos ângulos de refração entre meios diferentes.

Na Idade Média, com a queda do Império Romano e a ascensão da Igreja Católica, estudos sobre a natureza da luz visível mudaram para o mundo árabe. Existia a escola arábica (séculos IX-XI) que para Silva (2020) tinha uma grande força nos estudos com a óptica, onde são destacados como principais estudiosos: Abu Sa'd al-'Ala 'Ibn Sahl (940-1000 d.C.) e Alhazen (965-1039 d.C.). Para o autor, Abu Sa'd al-'Ala 'Ibn Sahl a partir dos estudos de Euclides e Ptolomeu escreveu sobre os instrumentos ardentes em 984, um estudo sobre refração.

Silva (2020) salienta que o Alhazen estudou espelhos parabólicos, deu uma descrição detalhada do olho humano, entre outras contribuições, que culminou para o abandono da teoria aristotélica dos raios visuais. Para isto, usou alguns argumentos, por exemplo: se há um ofuscamento da visão quando olhamos para o Sol, ou outra fonte luminosa de grande intensidade, é porque algo chega aos nossos olhos. Seus estudos contribuíram de forma significativa para os filósofos ocidentais da Idade Média. De acordo com o autor, além disso, este árabe apresentou “uma interpretação para a formação de imagens, onde objeto é composto por infinitos pontos, e cada ponto emite sua imagem em infinitas direções” (p. 30). O que contribuiu para esvaziar concepções antigas de que “a imagem de um objeto grande tinha que se contrair para entrar na pupila do observador” (p.30).

Tanto os estudos da antiguidade quanto da Idade Média contribuíram para o Renascimento Científico ou Revolução Científica. Polito (2016), no seu livro “A construção da estrutura conceitual da física clássica”, coloca que a Revolução Científica se deu pelas transformações ocorridas entre os povos dos diferentes continentes. Junto a essa revolução o processo de urbanização provocou e reestabeleceu a comunicação comercial entre a Europa e

o restante do mundo. A comunicação do povo árabe com os europeus foi importante para que o conhecimento e saberes sobre óptica fosse aperfeiçoado.

No fim da Idade Média, Bassalo (1986) destaca que surgiram os primeiros óculos na Itália, porém explica que eram muito grosseiros, o que pode ser melhorado na época renascentista. O autor destaca alguns autores da época renascentista e suas contribuições, vejamos o Quadro 14.

Quadro 14: Aspectos da natureza da luz na visão de pensadores da Idade Moderna

Pensadores	Pensamento sobre a natureza da luz e da visão
Giovanni Battista Della Porta (físico e filósofo)	Descreveu o funcionamento do telescópio e da câmara escura, comparando ao olho humano, além de fazer diversos experimentos e observações com espelhos côncavos (Silva, 2020).
Galileu Galilei (astrônomo, físico e engenheiro)	Construiu e foi o primeiro a utilizar o telescópio para investigar corpos celestes, com o qual fez uma série de descobertas utilizando telescópios entre elas, montanhas e crateras na Lua, satélites em Júpiter, manchas solares e as fases de Vênus (Bassalo, 1986).
Johannes Kepler (astrônomo, astrólogo e matemático)	Precursor da fotometria, fez estudos sobre câmara escura, funcionamento dos óculos, visão, lentes e cores, o que acarretou na sua teoria instrumental da óptica (Bassalo, 1986).
René Descartes (filósofo, físico e matemático)	Foi o primeiro a dissociar as cores dos corpos. Buscou explicar a refração através da matemática utilizando os senos, além de propor que a luz se propagava em um meio material perfeitamente elástico, o éter (Silva, 2020; Polito, 2016).

Fonte: o autor (2023), a partir de Silva (2020) e Bassalo (1986)

O Quadro 14 demonstra que os estudos anteriores serviram de base para os estudos destacados pelos estudiosos da Idade Moderna. Bassalo (1986) acrescenta que foi por volta do século XVII que dois teóricos um chamado Harriot e o outro Snell, utilizando de atividades experimentais, demonstrou a lei da refração. Foi a partir deste estudo da refração que a óptica passou a ser tratada como ciência aplicada. “Os estudos de Snell não foram publicados, mas foram conhecidos pelos físicos que o sucederam e serviram de base para a óptica aplicada moderna” (Silva, 2020).

Já a partir de meados do século XVII, depois de muitas contribuições outros fenômenos ópticos foram descobertos, como: a difração da luz (por Francesco Maria Grimaldi) e a interferência (por Robert Hooke). Hooke teve grande destaque pois ao estudar padrões de interferência de cor gerados por filmes finos, acreditou que a luz era um movimento vibratório

do meio que se propagava em alta velocidade, que contribuiu para o estudo da teoria ondulatória da luz. Silva (2020) nos diz que Newton e Christiaan Huygens são outros teóricos que causaram muito impacto as concepções estruturais da óptica.

De acordo com Polito (2016), o livro *Óptica* publicado por Newton em 1704, foi resultado da elaboração de ideias que surgiram 40 anos antes, das quais o físico propõe, pela primeira vez, que a luz branca era composta de raios de diferentes cores. Porém, de acordo com o autor, Newton desenvolveu na década de 1670 uma teoria mecânica puramente hipotética para a luz, com um modelo corpuscular. Para este modelo

[...] a luz era um feixe de partículas materiais, minúsculas e que se moviam com altíssimas velocidades. O tamanho das partículas podia ser variado, e essa propriedade estaria associada à sua cor. Portanto, mesmo sem o éter, as propriedades da óptica geométrica podiam ser compreendidas em termos mecânicos (Polito, 2016, p. 79).

Todavia, a partir dos estudos de Newton, Huygens desenvolveu uma linha de pensamento diferente. Newton desenvolvia um modelo corpuscular para explicar os fenômenos luminosos, já Huygens, baseado na filosofia mecânica cartesiana, apresentava ao mundo uma teoria ondulatória para a luz (Silva, 2020). Os estudos de Huygens possibilitaram explicar as leis da reflexão e da refração, e ainda descobriu o fenômeno da polarização, porém para Polito (2016), a teoria ondulatória proposta por Huygens, embora muito boa, não conseguia explicar fenômenos de interferência e, por esse motivo, cedeu espaço para a teoria corpuscular de Newton. Assim, Silva (2020) aponta que Newton foi o maior influenciador do século XVIII.

No século XIX, as discussões sobre a natureza ondulatória da luz são retomadas por de Thomas Young. Este físico criou sua própria teoria ondulatória para explicar a difração e a refração, sem as limitações da teoria de Huygens (Polito, 2016). Entre os séculos XX e XXI outros físicos (Faraday, Maxwell, Max Planck, Einstein, Bohr entre outros) também discutiram sobre algumas propriedades da luz que inclusive abre espaço para discutir sobre o que foi chamada de óptica quântica. A partir da física moderna Einstein resolveu o problema do éter e considerou que a velocidade de propagação da luz no vácuo é constante, independe do movimento da fonte e tem o mesmo valor para quaisquer referenciais inerciais. Porém aqui nos limitaremos a essa breve discussão, para proporcionar ao leitor o interesse para aprofundar a leitura. A evolução histórica sobre a óptica nos faz pensar sobre a natureza da ciência e a construção de significados da luz a partir de diferentes contextos.

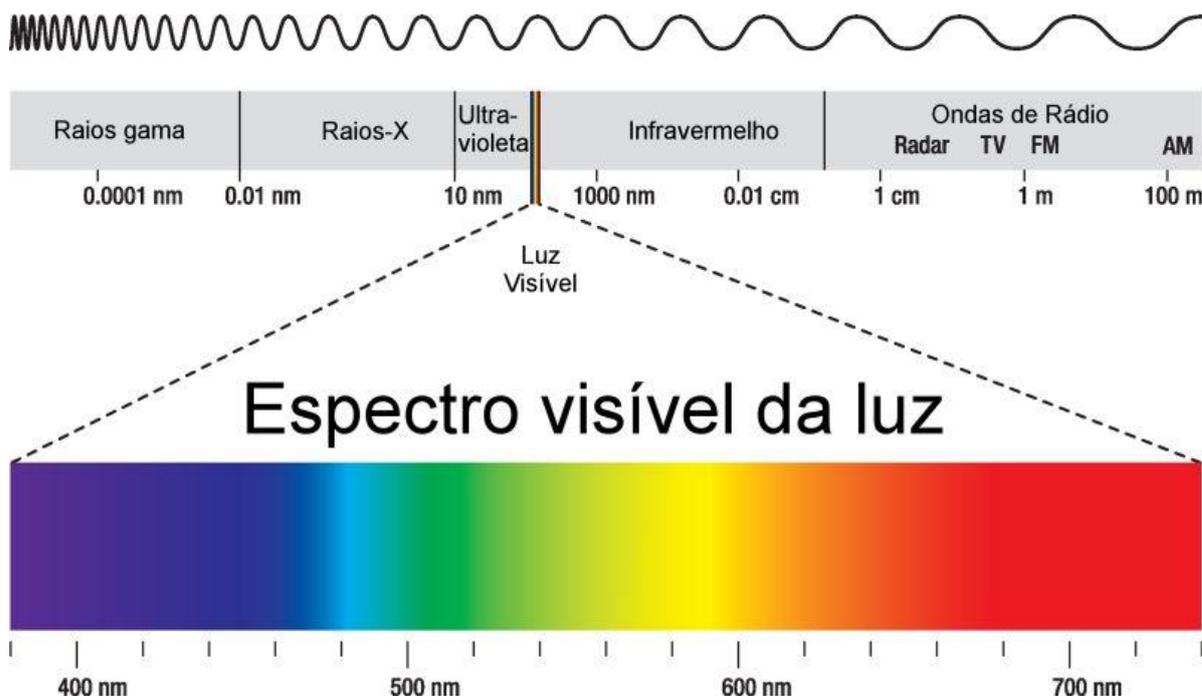
4. 2 O espectro eletromagnético de luz visível e alguns princípios da óptica geométrica

A luz visível é uma porção do espectro eletromagnético para a qual o olho humano é sensível. Este espectro é composto por ondas eletromagnéticas que, ao penetrar em nossos olhos, podem sensibilizar a retina e desencadear o mecanismo da visão, por isto podemos dizer que são radiações não ionizantes.

De acordo com Hewitt (2015) os elétrons presentes nos átomos que constituem a matéria, ao receberem energia devido as colisões, excitam-se e passam a ocupar níveis energéticos mais altos, e ao retornarem aos níveis energéticos originais, a energia que haviam recebido é devolvida ao meio sob a forma de fóton⁴⁰, capaz de impressionar nossas retinas.

O comprimento de onda da luz visível, determinado por ele, coloca esse tipo de radiação do espectro eletromagnético na faixa mostrada na Figura 37. As ondas de luz possuem a mesma velocidade no vácuo, $c = 3 \times 10^8$ m/s, diferenciando entre si apenas pelo comprimento de onda e, conseqüentemente também pela frequência. Ou seja, a sensação visual do vermelho é provocada pela luz visível de maior comprimento de onda e, portanto, com a menor frequência, já a sensação visual do violeta é provocada pela luz visível de menor comprimento de onda. A frequências das ondas do espectro eletromagnético variam de modo contínuo, dessa forma, a faixa do espectro possui infinitas frequências, o que corresponde a um número infinito de cores variando em degrade. Nesse degrade contínuo de cores destacam-se sete regiões, com as cores que podem ser vistas em um arco-íris (Bardine, 2015).

⁴⁰ Os fótons são partículas elementares que viajam com a velocidade da luz, e a massa deles existe apenas quando se movem à velocidade da luz, sendo sua massa teórica de repouso é igual a zero.

Figura 37: Espectro da luz visível

Fonte: <https://www.infoescola.com/fisica/espectro-eletromagnetico/>

A sensação visual de cor que a luz visível provoca nos seres humanos está relacionada ao comprimento de onda da radiação ou o equivalente, à sua frequência. Na Figura 38, podemos notar que a luz visível compreende a uma faixa entre 380 nm a 740 nm, que corresponde a uma faixa de frequência entre 405 Hz a 790 Hz. As cores adotadas designam as frequências específicas para esta faixa, nos permitindo perceber que ondas luminosas com comprimentos de onda diferentes provocam sensações visuais de cores diferentes.

Figura 38: Comprimento de onda e frequência do espectro de luz visível

Luz	Comprimento de onda (nm)	Frequência (Hz)
Vermelho	625 - 740	480 - 405
Laranja	590 - 625	510 - 480
Amarelo	565 - 590	530 - 510
Verde	500 - 565	600 - 530
Ciano	485 - 500	620 - 600
Azul	440 - 485	680 - 620
Violeta	380 - 440	790 - 680

Fonte: <http://qnint.s bq.org.br/novo/index.php?hash=tema.88>

Os intervalos de comprimentos de onda e suas respectivas frequências, mostrados na Figura 38, representam as sete regiões do espectro. Vale ressaltar que a luz branca solar, por exemplo, resulta da superposição das infinitas cores do espectro visível, e isso pode ser evidenciado quando um raio de luz branca do Sol atravessa um prisma de vidro. A decomposição da luz branca é explicada pela diferença no valor da velocidade de propagação de cada luz colorida em meios materiais. A velocidade de propagação, nos meios materiais, aumenta do violeta para o vermelho (Bandine, 2015).

Para Tipler (2012) a denominação de cor pode ser considerada psico-visual. Esta relação psicológica e visual apesar de bem difundida e aceita, possui distorções⁴¹ interessantes como por exemplo: a mistura entre as frequências correspondentes ao vermelho e ao verde é percebida pelo cérebro como sendo uma frequência amarela, mesmo que nenhuma frequência correspondente ao amarelo esteja presente. Estas considerações permitem que a luz visível seja utilizada no funcionamento de muitos instrumentos ópticos, desde um simples espelho até um sofisticado microscópio.

4.3 Anatomia e fisiologia do olho humano

A visão é extremamente importante na vida de qualquer pessoa, pois é responsável por 75% da percepção humana. Para que o homem enxergue são necessárias três ações distintas, mas simultâneas: operações óticas, químicas e nervosas (Ramos, 2006).

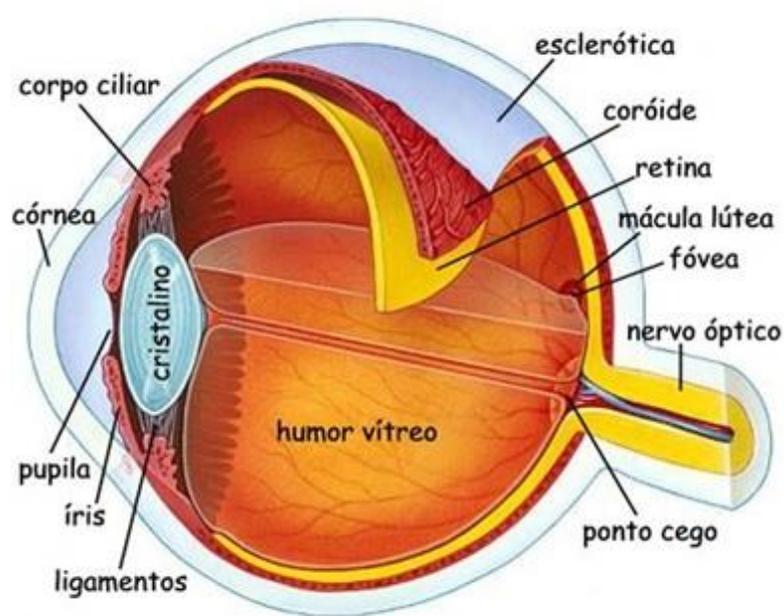
O olho humano é o órgão da visão responsável pela captação da informação luminosa/visual e sua transformação em impulsos a serem decodificados pelo sistema nervoso. Este é um órgão altamente especializado e delicadamente coordenado, e cada uma de suas estruturas desempenha um papel específico na transformação da luz. Para Ramos (2006), na composição anatômica dos olhos existem estruturas internas e externas, que além de serem responsáveis pela captação da luz e desempenhar a função ótica, transformam o impulso luminoso em impulso elétrico, através de reações químicas. De forma simplificada, para estudar

⁴¹ Não estamos aqui falando sobre o daltonismo em si, também conhecido como discromatopsia ou discromopsia, que pode ocorrer de diferentes formas dependendo de como as células da retina são afetadas. Numa retina normal, existem células chamadas de cones que são sensíveis à cor. A percepção da cor é efetuada por três diferentes tipos de cones. Cada tipo é sensível a um determinado comprimento de onda de luz (vermelho, verde e azul) e cada cor percebida é, portanto, uma mistura de estímulos destes três tipos de cones. Estes três tipos, a saber: "vermelho", "verde" e "azul" são cores primárias que permitem formar qualquer tonalidade de cor a partir destas três cores. Qualquer alteração na constituição destas células pode originar alterações na recepção das imagens através da retina e consequente "distorção" da imagem transmitida através do nervo ótico até ao cérebro. (Fonte: <https://www.saudebemestar.pt/pt/clinica/ofthalmologia/daltonismo/>)

o olho humano sob o ponto de vista da Óptica Geométrica, é formado por: córnea, íris, pupila, cristalino, retina, esclerótica e nervo ótico.

Todo caminho percorrido pela luz, da córnea (estrutura externa) até chegar à retina (estrutura interna), faz parte do sistema ótico propriamente dito. Como podemos ver na Figura 39, a abertura do olho é chamada de pupila. A luz, então, atinge a lente cristalina, que ajusta o foco para a luz que atravessa o meio gelatinoso denominado humor vítreo, e em seguida, atinge a retina (Hewitt, 2015). A sensibilização da retina se faz quimicamente, a luz é convertida em impulsos elétricos, e transportada através do nervo ótico até o córtex.

Figura 39: Visualização do olho humano: estruturas externa e interna



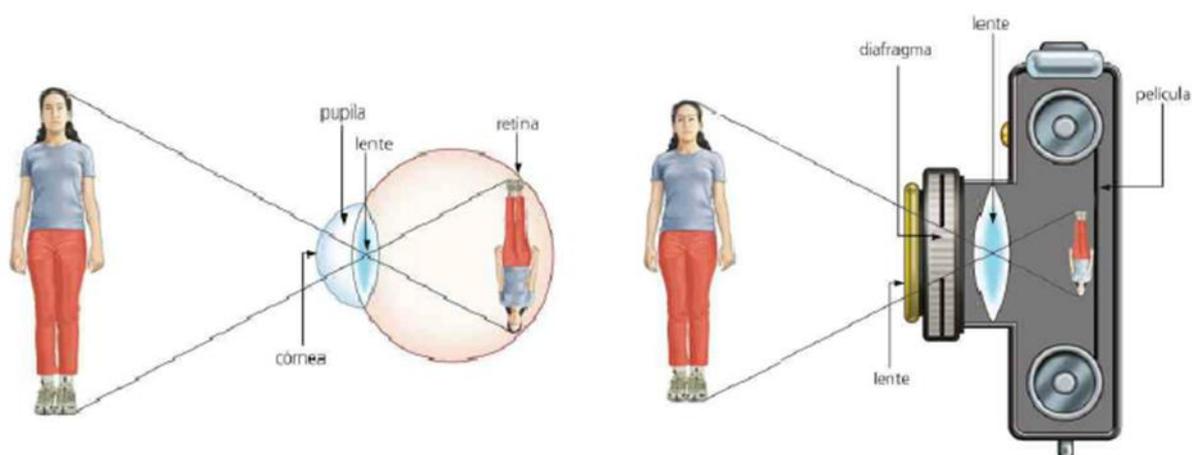
Fonte: <https://www.todoestudo.com.br/biologia/olhos>

A Córnea é a primeira estrutura do olho que a luz atinge e é constituída de cinco camadas de tecido transparente e resistente que atuam como uma lente fixa e convergem os raios de luz para a retina. Para um bom funcionamento necessita de estar úmida e saudável, o que fica à cargo das lágrimas (secreção lacrimal) (Nascimento, 2015). Para Feynman (2008, p. 36-37), “a focalização da luz é realizada principalmente pela córnea, pelo fato que ela tem uma superfície curvada que “dobra” a luz. Assim, a córnea é uma região transparente que tem uma curvatura não esférica. Conforme Ramos (2006), a camada mais externa chamada Epitélio, possui uma capacidade regenerativa muito grande e se recupera rapidamente de lesões superficiais. As

quatro camadas seguintes, mais internas, são que proporcionam uma rigidez e protegem o olho de infecções.

A íris é a responsável pela cor dos olhos. Ela regula a quantidade de luz que deve chegar à retina. Este processo é semelhante ao diafragma de uma câmera fotográfica. Seus músculos estão dispostos de forma que possam aumentar ou diminuir a pupila, a fim de que o olho possa receber mais ou menos luz, conforme as condições de luminosidade do ambiente. A Figura 40, nos ajuda a entender este mecanismo.

Figura 40: Comparação entre o olho humano e a máquina fotográfica



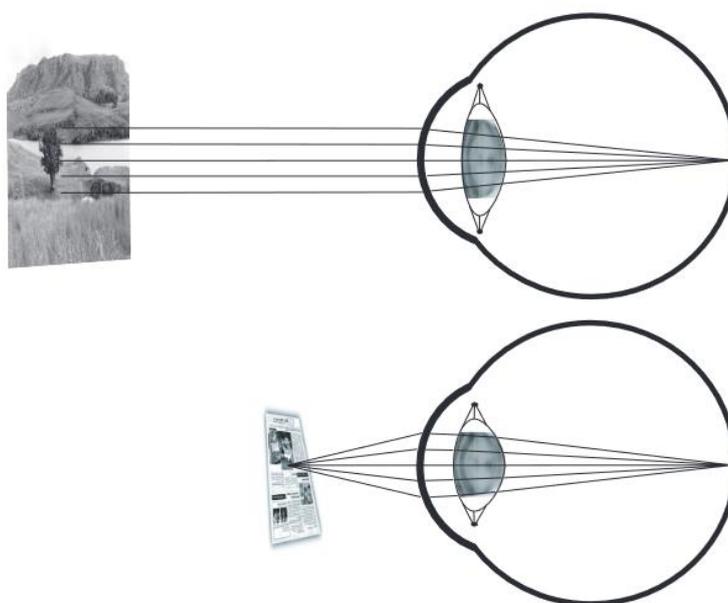
Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p. 215)

A imagem da Figura 40 demonstra a explicação do mecanismo da visão, comparando o globo ocular a uma câmera fotográfica. O cristalino seria a lente objetiva, a íris - o diafragma, e a retina seria o filme. Assim, ao penetrarem os raios luminosos na córnea e no humor aquoso, passam pela pupila, chegam ao cristalino, que projeta a imagem sobre a retina (Ramos, 2006).

A Pupila, então, é a abertura central da íris, através da qual a luz passa para alcançar o cristalino. É um orifício de diâmetro regulável, responsável também por regular o nível de luz que passa pela retina. Por não haver iluminação na parte interna do olho, a pupila aparenta ser preta; todavia, sendo um orifício não é dotada de cor (Nascimento, 2015). Em ambientes com pouca luminosidade a pupila se dilata, e se contrai na presença de muita claridade. Sendo assim, é a pupila que permite a visão do ser humano, na medida que controla a luminosidade recebida, contraindo-se ou dilatando-se de acordo com o nível de luz. Em ambientes sem luminosidade faz-se necessário o uso de equipamentos auxiliares como as luminárias, que possibilitam ao olho humano enxergar.

O Cristalino, por sua vez, é a estrutura do olho, que ajusta na retina o foco da luz que vem através da pupila. Funciona como uma lente de focalização, que converge os raios luminosos para um ponto focal sobre a retina. De forma discreta, tem a capacidade de aumentar ou diminuir sua superfície curva anterior, a fim de se ajustar às diferentes necessidades de focalização das imagens, próximas ou distantes, ou seja, devido a sua elasticidade. Este mecanismo é chamado de "acomodação". É esse processo de acomodação visual, que faz com que o ser humano enxergue à noite. Ao se olhar para longe, o cristalino curva-se apenas ligeiramente; ao se olhar um objeto próximo, curva-se intensamente (vejamos a Figura 41).

Figura 41: Mudanças no poder óptico da lente humana durante a acomodação nas curvaturas do cristalino



Fonte: Hermans (2008, p. 11)

A Figura 41 nos demonstra o funcionamento do cristalino ao focalizar uma imagem que se encontra mais distante e outra que se está mais próxima. De acordo com Roma (2003) o olho focaliza raios luminosos paralelos quando visualiza objetos a 6 metros. Nascimento (2015) complementa mencionando que, nesse caso, o músculo ciliar do olho encontra-se relaxado, e os ligamentos suspensores repuxados nas suas inserções, resultando no achatamento da lente. Na focalização de objetos próximos, há uma contração do músculo ciliar, e a curvatura da lente aumenta o seu poder de refração, tornando-se mais convexa. O processo de focalização da imagem sempre acontece na retina.

A retina, membrana não uniforme, cobre dois terços da parte de trás do olho. Ela é responsável pelo grande campo de visão que possuímos e pela proteção da parede interna em volta do olho. Hewitt (2015) demarca que para uma visão clara, a luz deve ser focada exatamente sobre a retina, quando ela é focada antes ou depois da retina, a visão é embaçada. No seu interior, está a mácula (pequena depressão no centro chamada de fóvea), a fóvea (região de visão mais distinta). Sensível à luz, por trás, fica conectada ao cérebro via nervo óptico, contendo fotorreceptores, bastonetes e cones capazes de absorver os impulsos elétricos e de os interpretarem como imagem.

Os bastonetes estão localizados na periferia do campo visual e são ativos em baixa luminosidade, sendo mais receptivos à luz azul. Os cones estão localizados na região central do campo visual e são ativos em níveis de alta luminosidade, sendo mais receptivos à luz verde. Os cones são células que permitem a visualização das cores, por se tratar de um fotorreceptor. Todavia é responsável por distinguir apenas as cores primárias: vermelho, verde e azul; as demais cores, bem como suas intensidades, são percebidas pelos bastonetes (Ramos, 2006). O número de cones diminui à medida que nos afastamos da fóvea. Para enxergarmos melhor as cores, devemos focar a imagem precisamente sobre a fóvea, onde não há bastonetes.

A fóvea está contida na retina, onde existe uma área do tamanho da cabeça de um alfinete. Ela é responsável pela discriminação dos objetos. Tal área fica próxima ao disco óptico por onde o nervo óptico penetra no olho. Essa região não possui fotorreceptores e, por isso, é totalmente cega (Ramos, 2006). De acordo com Nascimento (2015), a importância da fóvea paira sobre a acuidade visual (clareza de visão), grau de aptidão do olho, visão de uma pessoa normal. Fora da fóvea a acuidade visual vai gradativamente perdendo a eficiência, ou seja, capacidade de perceber a forma e o contorno dos objetos.

Outras estruturas que complementam a estrutura ocular são a conjuntiva, a coroide, a escleroide, o humor aquoso, o humor vítreo e a mácula. Conforme Nascimento (2015), a conjuntiva é a camada transparente que reveste o olho e a superfície interior das pálpebras. A coroide constitui-se em uma rede de vasos sanguíneos, localizada na camada média do globo ocular. Os vasos possuem pequenas veias que englobam os olhos. A escleroide é a camada branca externa do olho, tendo a função de proteger as membranas internas. O humor aquoso é um líquido localizado entre a córnea e o cristalino, e o humor vítreo é um líquido encontrado entre o cristalino e a retina. A mácula é o ponto central da retina, que juntamente com os músculos ciliares são os responsáveis por ajustar a forma do cristalino.

Diante do que vimos nessa seção, percebemos que o olho humano é um órgão extremamente complexo, constituído de numerosas partes. Do ponto de vista físico, podemos considerar o olho humano como um conjunto de meios transparentes, separados uns dos outros por superfícies sensivelmente esféricas, cujos centros de curvatura se localizam sobre uma reta denominada eixo óptico do globo ocular e, esse conjunto, permite a formação da imagem no olho, tópico abordado a seguir.

4. 4 Processo da visão e formação da imagem no olho

O sistema de visão do ser humano tem a capacidade de ajustar-se a fim de melhorar seu desempenho. Quatro processos estão envolvidos no funcionamento do olho: alteração devido a luminosidade, acomodação (já citado anteriormente), acuidade visual e a memória da retina. O primeiro processo se dá quando o olho humano se altera ao ser exposto à luminosidade, momento em que ocorre o fechamento ou abertura da pupila de acordo com o grau de iluminação do ambiente. Como podemos notar, este é um processo, onde a responsabilidade da visão está associada a pupila, que deverá dilatar-se ou fechar-se de acordo com a luminosidade da imagem. O controle do nível de luz que passa para a retina é feito durante esse primeiro processo (Nascimento, 2015).

O segundo processo do olho humano, também comentado anteriormente, é a acomodação, momento em que a visão se ajusta mediante às distâncias entre os objetos. A finalidade de tal ajuste é a obtenção de imagens nítidas na retina. Não é considerado o grau de luminosidade existente. O cristalino é o principal responsável, que deverá agir de acordo com a distância do objeto, a fim de focalizar a imagem a ser visualizada. Hewitt (2015) e Nascimento (2015) destacam que sua função é informar para a retina a altura da imagem e a distância em que se encontra, não considerando a luminosidade, que já foi considerada no primeiro processo.

A acuidade visual é o terceiro processo, que está relacionado à capacidade de distinguir pequenos detalhes nos objetos, dependendo da iluminação. Vale enfatizar que a acuidade tende a diminuir na medida em que a idade e o tempo de exposição da visão ao objeto avançam, gerando assim uma das ametropias, que será destacada neste estudo. A medição da acuidade visual do ser humano pode ser realizada através da utilização de tabelas, onde os pacientes tentam identificar letras, números ou desenhos, em uma distância de cinco metros. A distância da leitura é importante, pois os vértices dos ângulos visuais estão centrados na pupila do observador (Nascimento, 2015). É comum os caracteres ou desenhos serem na cor preta para

contrastar com o fundo branco. O Limite de acuidade visual é o menor ângulo visual pelo qual podemos ver o tamanho de um objeto.

O último processo, nomeado de memória da retina, funciona como um espelho, que concede ao olho humano a capacidade de manter a imagem memorizada por um determinado tempo. O tempo de exposição do objeto e a sua luminosidade possuem uma relação direta com este processo.

Nascimento (2015) destaca que a visão apresenta ainda duas funções: a percepção do contraste e o ofuscamento. De acordo com o autor, a primeira vincula a luminosidade do objeto ao fundo em que ele se encontra; o segundo mostra-se uma sensação desagradável devido à luminância excessiva.

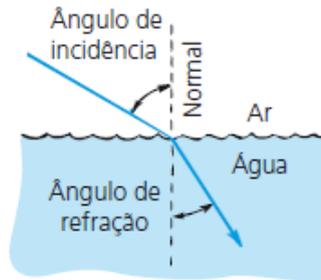
Esses processos estão associados a alguns princípios da óptica geométrica que nos ajudam a compreendermos o comportamento físico da visão, que são: a propagação retilínea da luz, a interdependência dos raios de luz e a reversibilidade da trajetória dos raios de luz. O Princípio da propagação retilínea dos raios luminosos diz que todo raio de luz percorre trajetórias retilíneas quando em meios transparentes e homogêneos. O raio de luz é um segmento de reta orientado e que está associado à direção e ao sentido de propagação da luz. Por isso, representamos o raio de luz por meio de um segmento de reta orientado. Já o princípio da independência dos raios luminosos nos diz que os raios de luz, ao se cruzarem, seguem cada um à sua trajetória, de forma independente, sem que nenhuma de suas características (direção, sentido e cores) seja afetada, isto em qualquer meio. O princípio da reversibilidade dos raios luminosos diz que a trajetória seguida pelo raio de luz, em um sentido, é a mesma trajetória quando o raio de luz troca o sentido de percurso, nos meios transparentes, homogêneos e isotrópicos.

Os processos da visão, juntamente a estes princípios da luz, nos encaminham a abordar um dos principais fenômenos físicos que ocorre com a luz quando esta interage com a matéria (no nosso caso o olho) que é a refração. A refração da luz é ocorre sempre que a luz tem sua rapidez média de propagação alterada ao passar de um meio transparente para outro (Hewitt, 2015). A refração da luz é responsável por muitas ilusões, por exemplo, quando temos um objeto submerso parece estar mais próximo à superfície do que realmente está.

Para determinarmos o índice de refração (n) da luz utilizamos a representação: $n = \frac{c}{v}$, o c corresponde a velocidade da luz e v é a velocidade da luz no meio considerado. Quanto maior o n menor a v no meio, logo o meio é dito mais refringente e a luz é mais lenta neste meio. Em

geral a regra é, quanto mais denso o meio menor a velocidade. Vejamos um raio luminoso incidente sobre um volume de água, como mostrado na Figura 42.

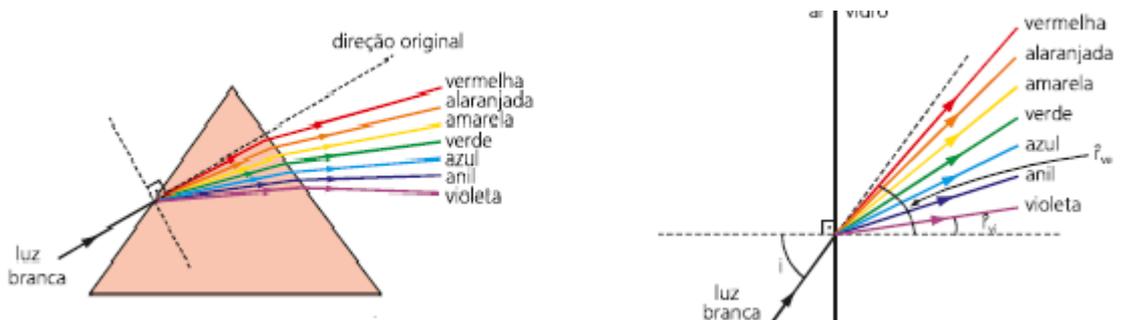
Figura 42: Exemplo do fenômeno da refração



Fonte: Hewitt (2015, p. 524)

Como podemos observar, o ângulo de incidência é maior do que o ângulo de refração por um valor que depende dos valores relativos da rapidez de propagação no ar e na água. Quando o raio de luz passa do ar que é um meio menos refringente para o vidro que é um meio mais refringente diminui sua velocidade aproximando-se da normal, e quando passa do vidro para o ar se afasta da normal e sua velocidade aumenta. Embora a Figura 42, demonstre apenas a parte refratada, não podemos esquecer que parte da luz é absorvida e parte refletida obedecendo a lei da reflexão. Outro exemplo comum deste fenômeno é a decomposição ou dispersão da luz, que é a passagem da luz de um meio para outro com alteração de velocidade; nesse caso, do meio ar para o meio vidro, que constitui o prisma (Figura 43).

Figura 43: Decomposição ou dispersão da luz branca em um prisma e na superfície de vidro

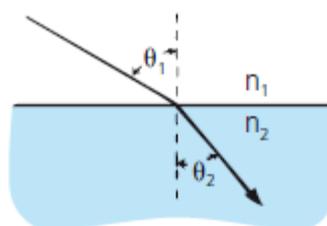


Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p. 174)

Esta decomposição da luz branca é explicada pela diferença no valor da velocidade de propagação de cada luz colorida em meios materiais: a velocidade de propagação, nos meios materiais, aumenta do violeta para o vermelho.

A lei quantitativa da refração, conhecida como lei de Snell-Descartes é representada pela seguinte equação: $n_1 \cdot \sin \theta_1 = n_2 \cdot \sin \theta_2$. Vejamos a Figura 44:

Figura 44: Relação entre os índices de refração de acordo com a lei de Snell



Fonte: Hewitt (2015, p. 526)

Na imagem acima, n_1 e n_2 são os índices de refração dos meios existentes de cada lado da superfície delimitadora, e θ_1 e θ_2 são os respectivos ângulos de incidência e de refração. É possível perceber o mesmo mecanismo apresentado na Figura 45. A refração pode ser classificada como regular (Figura 45A) ou difusa (Figura 45B).

Figura 45: Classificação da refração: regular ou difusa



Fonte: www.netfisica.com

A Figura 45 A, representa a refração regular, na qual o feixe paralelo de luz incide sobre a superfície S, em um meio transparente ou translúcido, e a passar do meio 1 para o meio 2, os raios de luz continuam paralelos. Já a Figura 45 B, representa a refração difusa, quando o feixe

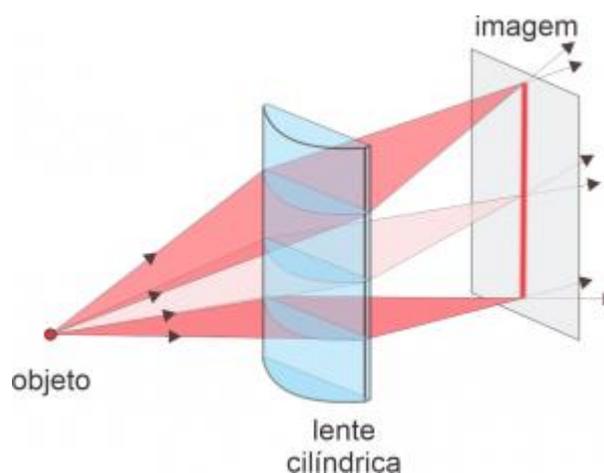
paralelo de luz incide sobre a superfície S, que neste caso é opaca e rugosa como a maioria dos corpos, e os raios refratados são irregulares, deixando de serem paralelos. Para que uma imagem seja visualizada com eficiência, faz-se necessário que todos os seus componentes estejam em perfeito funcionamento (Nascimento, 2015). O autor entona ainda que qualquer alteração pode resultar em uma visão menos eficiente, gerando problemas visuais, doenças oculares e perda progressiva da visão.

O fenômeno da refração está relacionado às ametropias, que são os fenômenos físicos que ocorrem devido aos erros refratários e estão relacionados a este estudo. Assim, esse conhecimento, se faz necessário para a análise da construção de significados destes fenômenos pelos estudantes.

4.5 Ametropias e as lentes corretivas

Ametropias são os vícios de refração ou os diferentes “graus” do olho, ou seja, podemos dizer que é um erro refrativo provocado pela relação incorreta causado por diversos elementos do globo ocular. Não buscamos aqui falar sobre erros na visão que podem ser neurológicos, mas erros refrativos, que envolvem o fenômeno físico da refração. Estes erros refrativos são corrigidos através do uso de lentes. Podemos destacar que temos duas lentes naturais no olho humano, a córnea e o cristalino.

Lentes podem ser definidas como objetos físicos, criados com objetivos próprios, para provocar um fenômeno de refração. Temos dois tipos de lentes: as esféricas e as cilíndricas. Ao falarmos de lentes cilíndricas nos direcionamos às lentes que têm superfícies curvas apenas em uma direção, fazendo com que apresentem uma forma cilíndrica ou semicilíndrica. Devido à sua forma, ela focaliza a luz apenas em uma direção, e deixa a imagem inalterada na outra direção. Assim ao contrário de uma lente esférica, que focaliza a luz em um ponto, uma lente cilíndrica focaliza a luz ao longo de uma linha. Os raios de luz que entram à esquerda da lente cilíndrica são desviados para o lado direito e vice-versa. Na direção do eixo do cilindro, essa inversão não ocorre, e a imagem é preservada. A Figura 46 apresenta isso.

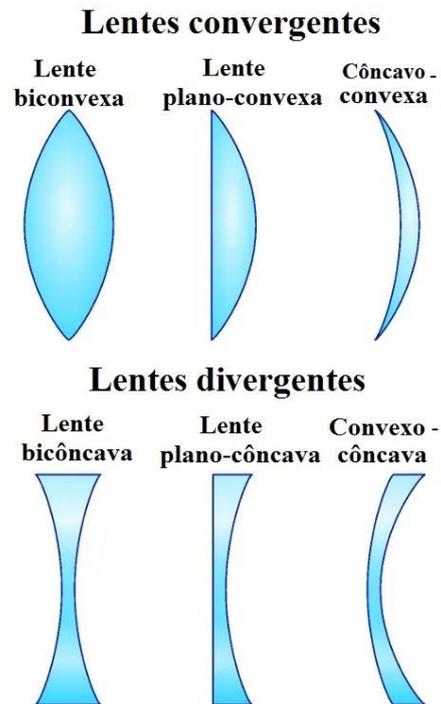
Figura 46: Refração em uma lente cilíndrica

Fonte: <http://demonstracoes.fisica.ufmg.br/artigos/ver/88/10.-Lentes-cilindricas>

As lentes esféricas são formadas por meios ópticos homogêneos e transparentes, que também podem ser chamados de dioptros esféricos. Podem ser classificadas quanto ao formato (bordas finas ou bordas grossas/espessas) e ao tipo de lente (convergente ou divergente).

Lentes convergentes são aquelas que a parte do centro é mais espessa que as bordas (Figura 47). Elas podem ser de três tipos: biconvexas (apresentam duas partes convexas); plano-convexas (possuem um lado plano e outro convexo) e a côncavo-convexas (com um lado côncavo e o outro convexo).

Já as Lentes divergentes são aqueles que o centro é mais fino que as bordas. Podem ser classificadas como: bicôncavas (caso apresentem as duas faces côncavas); plano-côncavas (quando apresentam um lado plano e o outro côncavo) e convexo-côncavas (com um lado convexo e outro côncavo) (Figura 47).

Figura 47: Tipos de lentes convergentes e divergentes

Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lentes-1.htm>

Para entendermos o funcionamento destas lentes, precisamos conhecer seu comportamento óptico, que está representado na Figura 48.

Figura 48: Comportamento óptico de feixe de luz em uma lente

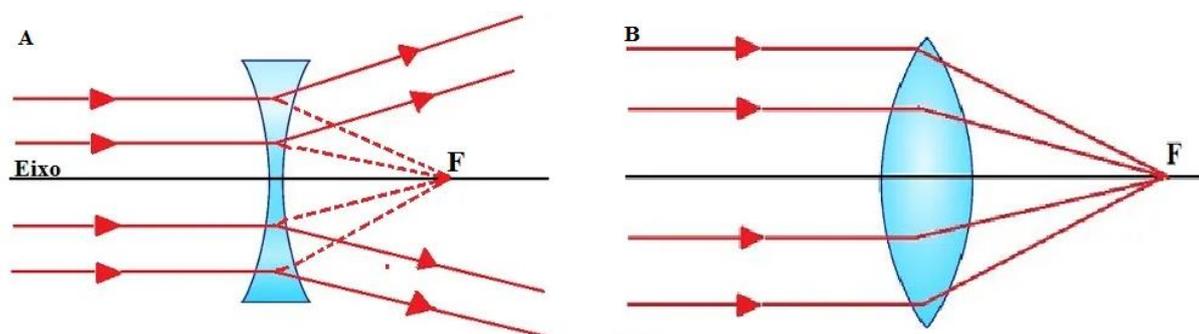
$n_1 < n_2$	$n_1 > n_2$	Lente/feixe de luz refratado
bordas finas	bordas espessas	convergente
bordas espessas	bordas finas	divergente

Fonte: Yamamoto e Fuke (2016, p. 186)

A Figura 48 nos apresenta a relação entre o formato das lentes e o seu tipo, fazendo um apontamento do que ocorre entre os diferentes índices de refração da lente e do meio. Considerando n_1 o índice de refração do meio e n_2 o índice de refração da lente, dizemos que o feixe de luz é refratado de forma convergente quando em uma lente de bordas finas - $n_1 < n_2$ ou em uma lente com bordas espessas quando $n_1 > n_2$. Por outro lado, um feixe de luz é refratado de forma divergente quando em uma lente de bordas finas - $n_1 > n_2$ ou em uma lente com bordas espessas quando $n_1 < n_2$.

Antes de mostrar como ocorre a convergência ou a divergência dos feixes de luz a partir das lentes, salientamos que as lentes possuem algumas características fundamentais em sua descrição, principalmente: o eixo principal, o centro de curvatura e o foco. Hewitt (2015) destaca que o eixo principal de uma lente é uma linha que passa pelos centros de curvaturas de suas duas superfícies e o foco ou ponto focal da lente é aquele ponto para o qual converge um feixe de raios luminosos paralelos ao eixo principal. Feixes de raios luminosos paralelos entre si, mas incidindo numa direção que não é paralela ao eixo principal da lente, são focados em pontos situados abaixo ou acima do foco. O conjunto de todos esses possíveis pontos de convergência forma o plano focal. As Figura 49A e 49B demonstram como ocorre a divergência e a convergência em uma lente.

Figura 49: Divergência e convergência em uma lente

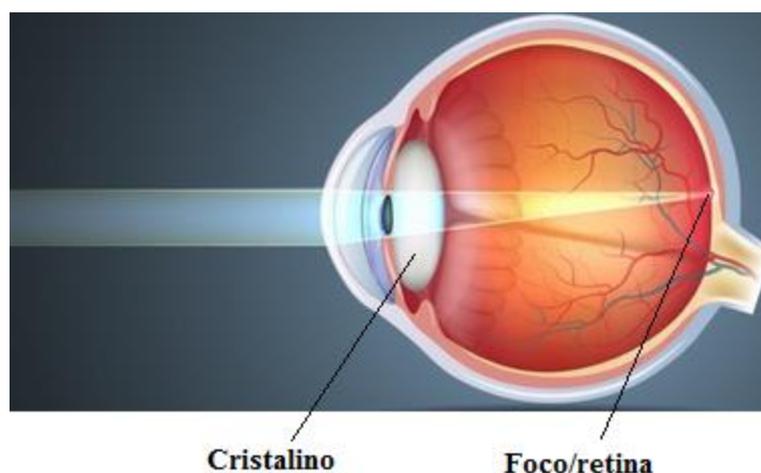


Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/lentes-1.htm>

Na Figura 49A, temos uma lente divergente, quando os raios de luz incidem paralelos ao eixo principal, eles sofrem dupla refração e se espalham. Neste caso o foco é classificado como virtual, pois é formado pelo encontro de projeções dos raios de luz incidentes. Nas lentes convergentes, os raios de luz incidem paralelos ao eixo principal e, após sofrerem refração, se concentram em um único ponto, este ponto é o foco. O foco das lentes convergentes é classificado como foco real, pois é onde acontece o encontro dos raios de luz refratados. Estas considerações tornam-se importantes pois contribuem na correção das ametropias.

É possível dizermos que uma lente convergente se assemelha a lente do cristalino. Isto porque quando a pessoa é emetropo, ou seja, não tem grau, “visão normal”, a imagem é formada no plano da retina. Observemos a Figura 50:

Figura 50: Semelhança entre uma lente convergente e a lente cristalino

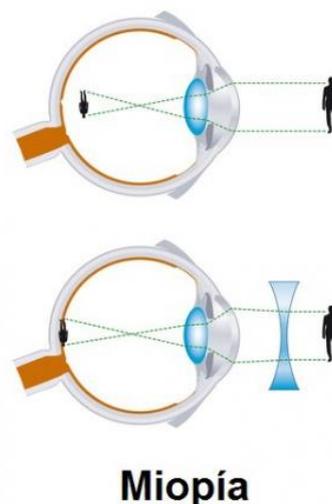


Fonte: <https://www.provisu.ch>

A Figura 50 nos mostra que quando a luz incide no cristalino, seus feixes convergem para um único ponto que é o foco, neste caso a retina, onde é formada a imagem. Os fotossensores presentes nesta região transformam os impulsos luminosos em impulsos elétricos que são enviados para o sistema nervoso central que faz a interpretação desta imagem. O cristalino pode ajustar o formato de acordo com a distância em que se encontra o objeto. Ele contribui para poder aumentar o grau de visão e cresce de acordo com o desenvolvimento do indivíduo.

Entretanto, quando o foco da imagem está na frente ou atrás da retina, a pessoa apresenta uma ametropia. No caso do nosso estudo focaremos em quatro destes erros refrativos: miopia, hipermetropia, presbiopia e astigmatismo. Nesses casos, a imagem formada na retina fica desfocada. As lentes corretivas deslocam o foco dessa imagem, para que ela seja projetada sobre a retina e a pessoa enxergue com nitidez. A miopia é um defeito da visão devido a um alongamento do globo ocular ou a uma excessiva convergência do cristalino; a imagem de um ponto impróprio é formada antes da retina. A correção da miopia é feita com uma lente divergente, devido sua capacidade de formar imagens mais distantes que o objeto (Figura 51).

Figura 51: Representação do fenômeno da miopia e a lente utilizada para correção

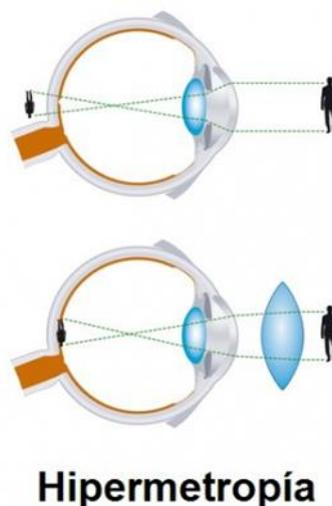


Fonte: <https://www.vanessagerente.com.br/principais-doencas/ametropias/>

A miopia é a condição em que os olhos podem ver objetos que estão perto, mas não são capazes de enxergar claramente os objetos que estão longe. O seu desenvolvimento pode ser gradual ou rápido, e muitas vezes piora durante a infância e adolescência. Adultos geralmente permanecem míopes se eles têm esta condição desde criança. O surgimento de miopia em adultos que não apresentavam a patologia na infância pode estar associado a diabetes descompensada ou catarata. Pelo menos 30% a 40% da população são afetados com miopia. A hereditariedade é o principal fator de risco para a miopia, além do estresse visual excessivo e prolongado, decorrente de atividades que exigem um maior uso da visão para perto. Além de poder ser corrigida com o uso de lentes, também é possível a cirurgia.

A hipermetropia é uma deficiência da visão, causada devido a um achatamento do globo ocular ou a uma convergência insuficiente do cristalino. A imagem de um ponto impróprio é formada além da retina e a correção é feita com uma lente convergente (Figura 52). A correção da hipermetropia é feita com uma lente convergente, pois ela é capaz de formar a imagem de um objeto mais próximo.

Figura 52: Representação do fenômeno da hipermetropia e a lente utilizada para correção



Fonte: <https://www.vanessagerente.com.br/principais-doencas/ametropias/>

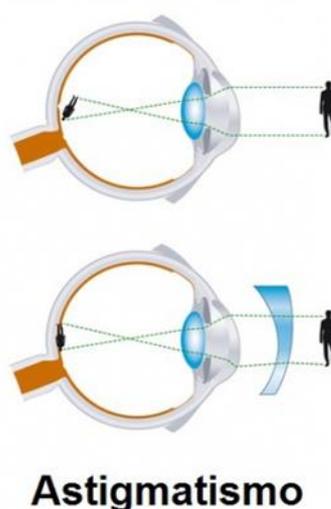
A hipermetropia é um problema que não há dificuldade em enxergar objetos de longe, mas quando você os aproxima, fica muito difícil focalizá-los. Na tentativa de enxergar melhor, nossos olhos trabalham para a imagem ficar mais focada possível. Esse esforço é conhecido como acomodação. Durante a acomodação o cristalino modifica seu diâmetro anteroposterior, aumentando seu grau, na tentativa de focalizar melhor os objetos na retina e compensar a hipermetropia. Em algumas pessoas com boa capacidade de acomodação e graus moderados de hipermetropia, o problema pode passar despercebido, porque a própria acomodação corrige o erro refracional. Contudo, com o passar da idade, essa capacidade de acomodação do cristalino vai se perdendo e, conseqüentemente, a hipermetropia se agrava. Também pode ser corrigida com cirurgia.

Já a presbiopia conhecida como vista cansada, é a perda da flexibilidade dos músculos ciliares e o progressivo enrijecimento do cristalino, dificultando a correta focalização do objeto. Ocorre com a maioria das pessoas, com o passar dos anos. É possível sua correção com lentes convergentes. Com o passar dos anos, o cristalino perde sua elasticidade e a capacidade de mudar sua forma. Por isso, muitas pessoas a partir dos 40 ou 50 anos necessitam de óculos para perto, especialmente para leitura, com o objetivo de compensar esta perda visual. Vale evidenciar que a miopia, a hipermetropia e presbiopia utilizam de lentes esféricas para sua correção, pois estão relacionadas a correção do foco específico da formação da imagem.

Por fim, o astigmatismo ocorre quando as superfícies dióptricas do globo ocular não apresentam absoluta simetria em relação ao eixo óptico, geralmente devido ao fato da córnea

ou do cristalino apresentar raios de curvatura desiguais. Quem possui esta ametropia apresenta dificuldade para enxergar tanto de perto quanto de longe e uma visão embaralhada. Assim, a imagem se forma em planos diferentes, não exatamente sobre a retina. O foco da imagem pode estar na frente ou atrás da retina, por isso o astigmatismo pode ocorrer em combinação com outros erros refrativos, decorrentes de uma refração difusa da luz (Figura 53). Para sua correção são utilizadas lentes cilíndricas, devido a difusão da imagem formada, que precisa ser projetada no ponto focal.

Figura 53: Representação do fenômeno do astigmatismo e a lente utilizada para correção



Fonte: <https://www.vanessagerente.com.br/principais-doencas/ametropias/>

Notamos que podemos corrigir estas ametropias com o uso de lentes que apresentam o poder dióptrico, que é o grau em que uma lente ou outro sistema óptico converge ou diverge a luz. Para evitar seu agravamento podemos evitar algumas atitudes: 1) evitar leitura de textos com fontes pequenas e em ambientes com iluminação inadequada; 2) lubrificar os olhos de maneira natural a fim de evitar o ressecamento do globo ocular, para isso basta piscar diversas vezes seguidas; 3) ponderar uso de dispositivos eletrônicos; 4) privilegiar monitores que possuam uma alta resolução de imagens e o recurso antirreflexo e 5) consultar o oftalmologista periodicamente.

Um dos principais objetos para correção dos erros refrativos são os óculos. Nesse sentido, gostaríamos de destacar que existem alguns mecanismos/procedimentos que podem fazer com que uma pessoa corrija seu erro refrativo sem o uso desse objeto. O uso de lentes de

contato é uma das soluções mais simples. Elas podem ajudar a corrigir qualquer uma das ametropias ou erros de refração destacados anteriormente. Apesar das lentes darem uma liberdade muito maior do que os óculos, demandam alguns cuidados, como: atenção com a rotina de higiene das lentes, para evitar infecções e lesões na Córnea e/ou outras porções do olho, colocar e tirar as lentes diariamente para manter a saúde dos olhos, não deixar faltar líquidos para limpeza das lentes de contato e ter consigo os equipamentos para manutenção das lentes, principalmente em viagens. Vale destacarmos que o uso da lente exige um tempo de adaptação.

A Cirurgia Refrativa à Laser também é muito comum, como a LASIC (*Laser-Assisted in situ Keratomileusis*), este procedimento é feito com um corte ultrafino na camada mais superficial da córnea, e é feita uma aplicação do laser na sua camada interna e chega a corrigir 97% do erro. A cicatrização ocorre de forma rápida, devido a menor região para cicatrização. Também pode ser usado nos quatro erros aqui apresentados. Outra cirurgia laser é a PRK (Ceratectomia Fotorrefrativa) usada principalmente em casos de miopia, astigmatismo e hipermetropia. a correção do grau é feita por meio da aplicação do laser na superfície da córnea, sem cortes. Geralmente, este procedimento é indicado para pacientes que têm córneas mais finas, assimétricas ou mais jovens, em geral. É uma das técnicas mais seguras, porém tem uma recuperação de forma mais lenta e demanda alguns cuidados com a poeira, evitar coçar os olhos, evitar o sol entre outros.

Por fim, podemos destacar também os implantes fâcicos, onde as lentes fâcicas são implantadas nos olhos, fixadas na íris ou atrás da mesma, com objetivo de corrigir miopia, hipermetropia e astigmatismo quando a cirurgia refrativa a laser não pode ser realizada, o que geralmente ocorre em graus mais altos e córneas mais finas. Essas lentes possibilitam correção de aproximadamente 20 graus de miopia, 10 graus de hipermetropia e 7 graus de astigmatismo. O procedimento é feito com anestesia local, não havendo necessidade de internação.

Depois das reflexões e discussões teóricas realizadas até o momento, resgatando nosso objetivo geral que é investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física, quanto a suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV e no tocante ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem, no Capítulo 5 apresentaremos cada etapa do nosso delineamento metodológico.

CAPÍTULO 5

PERCURSO METODOLÓGICO: ETAPAS DA CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DOS *CORPORA*



Neste capítulo, buscamos delinear o método utilizado para alcançarmos nossos objetivos. Iniciamos apresentando a noção sobre o que podemos considerar sobre uma pesquisa qualitativa e suas características. Explicitando porque consideramos que nosso estudo está aportado numa pesquisa de natureza interventiva do tipo pesquisa de desenvolvimento de processos e produtos.

Em seguida, definimos o que é *corpora*, como modo de organização de dados para uma melhor organização das análises. Apresentamos ainda as etapas da pesquisa, os materiais que serão utilizados na construção dos dados, como se deu a escolha pelo *lócus* da pesquisa; e os atores e atrizes sociais envolvidos neste processo. Discorreremos também sobre os referenciais analíticos que serão utilizados na investigação dos dados construídos. Para finalizar, elucidamos a estrutura e aplicação de cada bloco de questionamentos durante a pesquisa desta Tese.

5.1 A pesquisa Qualitativa de natureza interventiva como práxis investigativa no ensino das ciências

Este estudo apoia-se numa abordagem qualitativa da pesquisa em educação. Para Oliveira (2016), as pesquisas qualitativas ou com esta abordagem podem ser consideradas como “um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto históricos e/ou segundo sua estruturação” (p. 37). A autora complementa sua fala chamando atenção que esta abordagem pode ser caracterizada por um estudo com o máximo de detalhes de um fato, objeto, grupo de pessoas ou atores sociais e fenômenos imbricados numa realidade, almejando a explicação em profundidade dos significados e as características de cada contexto que se encontra o objeto de pesquisa.

De acordo, com Garnica (2019), o estudo qualitativo, apresenta as seguintes características: 1) a transitoriedade de seus resultados; 2) a impossibilidade de uma hipótese a priori, cujo objetivo da pesquisa será comprovar ou refutar; 3) a não neutralidade do pesquisador que, no processo interpretativo, vale-se de suas perspectivas e filtros vivenciais prévios dos quais não consegue se desvencilhar; 4) que a constituição de suas compreensões dá-se não como resultado, mas numa trajetória em que essas mesmas compreensões e também os meios de obtê-las podem ser (re)configuradas; e 5) a impossibilidade de estabelecer regulamentações, em procedimentos sistemáticos, prévios, estáticos e generalistas.

As ideias de Guarnica (2019) e Oliveira (2019) fortalecem que a construção do conhecimento neste pensamento deve nos colocar em atitude de aprendizagem, de querer descobrir o novo, de procurar encontrar fundamentos para esclarecer nossos questionamentos dos objetos escolhidos, destituídos de preconceitos e juízo de valores.

Estas características não devem ser vistas como regras, tendo em vista que, a própria compreensão do que é pesquisa qualitativa não é estática. Pretendemos, aqui, utilizar essa perspectiva de pesquisa, para investigar, construir e analisar os dados, almejando compreender o fenômeno abordado neste trabalho.

Ao utilizarmos uma pesquisa de natureza interventiva (PNI), ou pesquisa de intervenção, de acordo com Teixeira e Megid Neto (2017), precisamos ter cuidado devido as inúmeras faces que esta pode assumir em uma investigação. Os autores definem este tipo de abordagem como práticas que conjugam processos investigativos ao desenvolvimento concomitante de ações que podem assumir natureza diversificada, ou seja, uma multiplicidade

de modalidades de pesquisa caracterizadas por articularem, de alguma forma, investigação e produção de conhecimento, com ação e/ou processos interventivos.

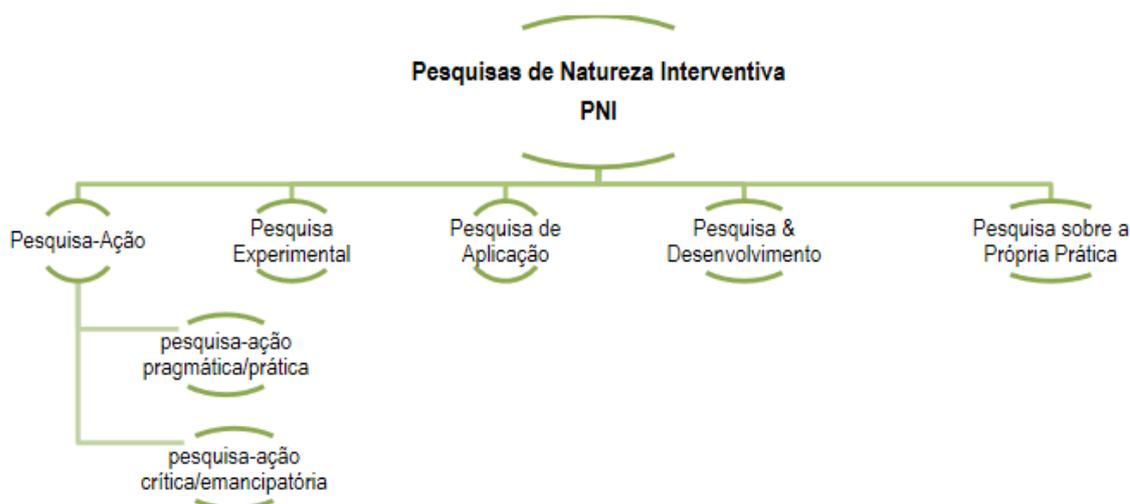
Os autores chamam atenção que existem pesquisadores que associam, a ideia de intervenção a uma perspectiva negativa, no sentido de ingerência intrusa e autoritária em processos, pessoas, grupos e instâncias sociais, porém destacam que as intervenções podem ter caráter positivo e altruísta. Como aponta Teixeira e Megid Neto (2017):

[...] as Pesquisas de Natureza Interventiva como modalidades de investigação são úteis para gerar conhecimentos, práticas alternativas/inovadoras e processos colaborativos. Além disso, podemos testar ideias e propostas curriculares, estratégias e recursos didáticos, desenvolver processos formativos, nos quais, os pesquisadores e demais sujeitos envolvidos, atuam na intenção de resolver questões práticas sem deixar de produzir conhecimento sistematizado (Teixeira e Megid Neto, 2017, p. 1056).

Estas proposições nos remetem à produção na área de Educação em Ciências, onde propostas como estas reverberem na prática e na melhoria das condições de ensino e aprendizagem em nossas escolas.

Para Teixeira e Megid Neto (2017), a PNI possui uma pluralidade de terminologias utilizadas por pesquisadores, educadores e especialistas na área de metodologia de pesquisa para se referir a esse conjunto de processos investigativos: pesquisa de investigação, pesquisa-ação, pesquisa colaborativa, pesquisa participante etc. Nesse contexto, os autores na busca de nomear as possibilidades das Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI), esboçam uma matriz que as ilustram (Figura 54).

Figura 54: Matriz das tipologias para as Pesquisas de Natureza Interventiva (PNI)



Fonte: Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1062)

Entre as diversas possibilidades identificadas no conjunto mais abrangente, estamos empreitados na perspectiva chamada pelos autores de pesquisas de desenvolvimento de processos e produtos, ou mais sucintamente pesquisa de desenvolvimento. O foco está na descrição e análise do processo de desenvolvimento do produto ou processo.

Para este método de investigação devemos ter clareza da concepção do processo ou produto, do seu desenvolvimento e finalização, incluindo os acertos e “erros” cometidos e as mudanças de rumo porventura ocorridas. Teixeira e Megid Neto (2017) reforçam que além do desenvolvimento do material ou processo, muitos pesquisadores realizam a testagem de sua aplicação em situação real, relatando os efeitos positivos alcançados, as limitações e dificuldades encontradas entre outros aspectos. Contudo, a aplicação não se constitui em condição obrigatória para a validade científica da pesquisa, embora uma parte considerável dos trabalhos da atualidade, sobretudo em cursos de mestrado profissional, realizem essa aplicação.

5.2 A definição de *Corpora*

Para constituir nossos dados, adotamos as orientações de Bauer e Aarts (2002), que realçam como organizar a seleção de um corpus ligado aos objetivos do estudo. Os autores se apoiam na definição de *Corpus* de Barthes que o define “como uma coleção finita de materiais, determinada de antemão pelo analista, com (inevitável) arbitrariedade, e com a qual ele irá trabalhar” (p. 44). De acordo com os autores a noção de *corpus* envolve qualquer material linguístico, que não seja só texto, mas também imagens, músicas e outros materiais que possuem significados na/para vida social.

Os critérios apresentados por Bauer e Aarts (2002) para construção de um *corpus*, nas ciências sociais/humanas são: relevância, homogeneidade e sincronicidade. O primeiro critério aconselha que sejam selecionados assuntos teoricamente relevantes e que os materiais de um *corpus*, tenham o foco, num tema central. A questão da homogeneidade, num *corpus*, sugere que não se misture materiais diferentes – imagens, entrevistas individuais, entrevistas em grupo, produção de atividades, aplicação de questionários etc. Quanto à sincronicidade, é recomendado que cada *corpus* inclua nos seus dados, fenômenos sociais que aconteceram dentro de um mesmo momento histórico, no mesmo espaço-tempo.

Os autores definem, ainda, quatro regras na construção do *corpus*: A primeira propõe que devemos caminhar por etapas, que incluem selecionar, analisar e selecionar de novo. A segunda chama a atenção que na pesquisa qualitativa devemos primeiro definir a variedade de

estratos sociais (seja por idade, gênero, profissão etc., ou seja, caracterizar os participantes do estudo) e a função antes de buscar a variedade das representações sobre determinadas temáticas. Já a terceira regra diz que devemos priorizar a caracterização da variedade de representações dessa temática. Por fim, devemos maximizar a variedade de representações, ampliando o espectro/funções em que são consideradas.

Vislumbrando alcançar nosso objetivo geral que é investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física, quanto a suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV e no tocante ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem e os quatro objetivos específicos: 1) analisar as possibilidades e os limites do desenvolvimento de atividades envolvendo HQs na experiência acadêmica e profissional de licenciandos em Física para construção de conceitos dos fenômenos físicos; 2) identificar o que pensam os estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física; 3) analisar os significados sobre os fenômenos da biofísica da visão são apresentados pelos licenciandos em Física, na produção das HQs, utilizando a GDV; e 4) verificar os efeitos da produção de HQs sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais na Autorregulação da Aprendizagem dos participantes da pesquisa, o estudo será constituído por três *corpora*.

Fizeram parte deste estudo e da nossa análise, 10 discentes do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública brasileira, que se matricularam no curso de extensão no formato virtual, com o uso do *google meet*, intitulado: Histórias em Quadrinhos e sua multimodalidade para o ensino de Física, realizado por mim e idealizado junto as orientadoras. Todo curso foi gravado utilizando a aba de gravação do *google meet* e também aplicamos os questionários que detalharemos nas próximas subseções desse capítulo.

Como poderemos notar, O *Corpus I* foi constituído pela aplicação de um questionário eletrônico (APÊNDICE A) via *google forms*, com os participantes da pesquisa. Esse primeiro questionário foi aplicado no início do curso de extensão, tendo como foco analisar as possibilidades e os limites do desenvolvimento e uso das HQs em experiências acadêmica, profissional e/ou para construção de significados dos fenômenos físicos em momentos anteriores, além de refletir sobre o que pensam os estudantes sobre a produção de HQs para o ensino de física. O *Corpus II* é constituído pela análise semiótica, utilizando a GDV, das HQs produzidas pelos participantes, vislumbrando analisar quais os significados atribuídos aos fenômenos da biofísica da visão, a partir do gênero produzido. Para esta produção das HQs, os estudantes se dividiram em duplas. Como mencionado no Capítulo 1, a produção de HQs pode

contribuir para a construção de significados de conceitos físicos, contudo precisamos estar atentos ao processo de produção, aos caminhos e estratégias utilizadas pelos estudantes durante todas as fases do ciclo autorregulatório (fase prévia, fase de execução e a fase de autorreflexão).

No último *corpus* do estudo, *Corpus III*, também aplicamos um questionário (APÊNDICE B) eletrônico, com os mesmos atores e atrizes sociais, com intuito de verificar os efeitos da produção de HQs sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais na Autorregulação da Aprendizagem, no ciclo apresentado por Zimmerman (2000), envolvendo a fase prévia, a ciclo volitivo e a fase de autorreflexão na execução de uma atividade e/ou para construção de conceitos. Neste questionário adotamos questões abertas e de múltipla escolha.

O questionário é um instrumento de investigação utilizado em diversas pesquisas em educação, visando obter informações baseando-se, geralmente, num grupo representativo da população em estudo. Para Rampazzo (2005), o questionário se constitui por um conjunto de perguntas ordenadas, que são respondidas, muitas vezes, sem a presença do entrevistador. O questionário torna-se importante, porque é possível recolher informações que permitam conhecer melhor alguns temas que os/as entrevistados/as ficariam inibidos de falar através da entrevista e pela facilidade com que se interroga um elevado número de pessoas, num espaço de tempo relativamente curto.

Para Mattar (2021), nas questões abertas, os respondentes ficam livres para responderem com suas próprias palavras, sem se limitarem a escolha entre alternativas. O autor destaca que existem algumas vantagens das perguntas abertas, das quais destacamos: 1) são muito úteis porque deixam o respondente mais à vontade para a entrevista a ser feita e 2) proporcionam comentários, explicações e esclarecimentos significativos para se interpretar e analisar as perguntas. Quanto as desvantagens, Mattar (2021) destaca: 1) dão margem à parcialidade do entrevistador na compilação das respostas, já que não há um padrão claro de respostas possíveis, podendo tornar difícil a codificação das respostas e sua consequente compilação; 2) quando feitas através de questionários autopreenchidos, esbarram com as dificuldades de redação da maioria das pessoas, e mesmo com a "preguiça" de escrever; 3) são menos objetivas, já que o respondente pode divagar e até mesmo fugir do assunto e 4) São mais onerosas e mais demoradas para serem analisadas que os outros tipos de questões.

Nas questões de múltipla escolha aplicadas, os respondentes poderão optar por uma das alternativas, ou por determinado número permitido de opções, dependendo da questão. Com relação as questões de múltipla escolha Mattar (2021) diz que ao elaborar perguntas de respostas

múltiplas, o pesquisador se depara com dois aspectos essenciais: o número de alternativas oferecidas e os vieses de posição. As alternativas devem ser coletivamente exaustivas e mutuamente exclusivas, ou seja, devem cobrir todas as respostas possíveis e uma alternativa deve ser totalmente incompatível com todas as demais. Para que sejam mutuamente exclusivas, cada licenciando deverá identificar apenas uma opção que represente sua resposta, ou seja, a escolha de uma alternativa deve excluir todas as demais (Mattar, 2021). Quanto aos vieses de posição, estes ocorrem em função da tendência de se escolher, no caso de palavras, as que aparecem como primeiras opções de resposta e, quando se tratar de números, a escolha daquele que ocupa a posição central. As vantagens destacadas pelo autor sobre o uso desta ferramenta são: 1) facilidade de aplicação, processo e análise; 2) facilidade e rapidez no ato de responder; 3) apresentam pouca possibilidade de erros e 4) trabalham com diversas alternativas. Já as desvantagens são: 1) exigem muito cuidado e tempo de preparação para garantir que todas as opções de respostas sejam oferecidas; 2) se alguma alternativa importante não foi previamente incluída, fortes vieses podem ocorrer, mesmo quando esteja sendo oferecida a alternativa "Outros. Quais?" e 4) o participante pode ser influenciado pelas alternativas apresentadas.

Acreditamos que a formação dos três corpora atende às recomendações citadas: 1) são teoricamente relevantes, porque estão diretamente relacionados com o objeto de estudo e com atores sociais do campo estudado; 2) são sincrônicos e internamente homogêneos, uma vez que cada corpus corresponde a um tipo de dado ou objetivo específico – questionários e produção de material didático-pedagógico e 3) permitem que se trabalhe com uma variedade de estratos.

É importante destacar que todos os participantes foram amplamente esclarecidos sobre a pesquisa e assinaram digitalmente, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, dando autorização para sua participação no estudo. Todos os participantes da pesquisa foram orientados/as a guardar em seus arquivos uma cópia de todo e qualquer documento eletrônico utilizado.

Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, fotos, filmagens, anotações e as atividades desenvolvidas pelos estudantes), ficarão armazenados em (pastas de arquivo), para os dados físicos e em um período mínimo cinco anos. A pessoa pesquisada tem o direito também de determinar que sejam excluídas do material da pesquisa informações que eu não desejo divulgar. Assim, desde o processo de procedimento de coleta até o de armazenamento será mantido todo no sigilo.

De acordo com o Ofício Circular nº2/2021 emitido pela CONEP intitulado Orientações para procedimentos em pesquisas com qualquer etapa em ambiente virtual, após concluída a

coleta de dados, faremos o *download* dos dados coletados para um *pen drive*, apagando todo e qualquer registro de qualquer plataforma virtual, ambiente compartilhado ou "nuvem". Após a finalização da pesquisa, serão compartilhados e dialogados com todos os participantes da pesquisa e instituição a qual desenvolvemos o estudo, conforme Norma Operacional 001/2013.

Os riscos que podem apresentar têm relação com a dimensão psicológica, intelectual, emocional, podendo gerar constrangimento ao responder o questionário; desconforto; medo; vergonha; estresse devido ser uma disciplina de 60 horas e tratar de aspectos que trazem sua trajetória pessoal, escolar e acadêmica. O cansaço ao produzir as HQs também pode ser um risco. No âmbito virtual, o Ofício Circular nº2/2021 da CONEP, coloca que existe o risco de compartilhamento de informações pessoais com parceiros comerciais para oferta de produtos e serviços nas plataformas utilizadas. Outro risco virtual, são as limitações das tecnologias utilizadas, seja pelos estudantes quanto pelo pesquisador. Contudo para amenizar precisamos conhecer a política de privacidade da ferramenta utilizada quanto a coleta de informações pessoais, mesmo que por meio de robôs.

De forma geral, todo e qualquer risco poderá ser evitado a partir da desistência de sua participação ou o participante da pesquisa tem o direito de não responder/participar de qualquer etapa/questão, sem necessidade de explicação ou justificativa para tal. Este estudo foi aprovado pelo CEP, da UFRPE, com o CAAE de número 48592421.6.0000.9547

5. 3 As etapas de constituição do Corpora

Como temos destacado desde o início do capítulo, o modelo de investigação adotado segue um processo de natureza interventiva do tipo pesquisa de desenvolvimento onde o objetivo central está na descrição e análise do desenvolvimento do produto e/ou processo, que envolve a constituição de diversas informações sobre o fenômeno. Nesta seção, descreveremos as etapas de constituição dos corpora. Nos deteremos, a descrição da elaboração do lócus da pesquisa, dos/as participantes e das etapas para coleta dos dados. Maiores detalhes a análise das HQs produzidas e dos questionários respondidos serão analisados no capítulo posterior.

5. 3. 1 O lócus da pesquisa e os/as participantes

Este estudo foi realizado com estudantes do curso de Física-Licenciatura de uma universidade pública do estado de Pernambuco. O público escolhido para a realização deste

estudo, se deu por ser o curso da minha formação inicial para atuar como docente em física na educação básica e sentir a necessidade de discutir a linguagem multimodal, em especial a junção de imagem e texto, através da utilização e produção de HQs. Além disso, pelo contato já adquirido com alguns cursos da Física-licenciatura em alguns *campi*. Como nosso estudo foi aprovado pelo CEP/UFRPE no período da pandemia, onde as pesquisas estavam sendo realizadas no formato virtual, realizamos nosso curso de extensão nesse formato.

Após definido o objeto de pesquisa e os caminhos de pesquisa, além da verificação da falta e necessidade de uma disciplina específica sobre o uso de HQs para e no ensino de física, ou algum curso de extensão, em especial, para construção de significados dos fenômenos físicos, sugerimos a formulação e execução de um curso de extensão no âmbito do curso supracitado anteriormente. A conversa para elaboração do curso iniciou junto a orientadora e a coorientadora, o qual fizemos em parceria com os grupos de pesquisa Grupo de Pesquisa Educação, História e Cultura Científica (GPEHCC/UFPE)⁴² e do Laboratório de Pesquisas em Ensino das Ciências (LAPEC/UFRPE)⁴³. Elaboramos um plano de curso (APÊNDICE C), em meados do segundo semestre de 2022. O curso teve carga horária de 60h e ocorreu entre outubro a dezembro de 2022. A disciplina foi organizada em momentos síncronos (36h) e assíncronos (24h), os encontros ocorreram nas quintas-feiras e tinham duração de 3h cada, um total de 12 encontros. Os encontros síncronos foram para inserção das discussões teóricas que trazemos na tese, em módulos que serão detalhados a seguir. Foi aberta uma sala no *google classroom*, para facilitar a comunicação e toda semana, que antecedia o encontro síncrono, eram disponibilizados textos referentes as temáticas que foram abordadas nesta sala virtual. Os textos eram para serem lidos e discutidos nos encontros síncronos. Nos momentos iniciais destes encontros trazíamos nossos olhares e impressões sobre os textos e posteriormente deixávamos um tempo para que os estudantes pudessem realizar comentários e considerações sobre todo encontro. O tempo de atividades assíncronas foi dedicado a produção das HQs. O período de

⁴² O Grupo de Pesquisa em Educação, História e Cultura Científica (GPEHCC) tem por meta desenvolver pesquisa e extensão voltadas para a compreensão e desenvolvimento do conhecimento relacionado com o Ensino e a Aprendizagem das Ciências e da Matemática, bem como da formação de professores para o ensino de Ciências e Matemática. O GPEHCC tem caráter multidisciplinar e é formado principalmente por docentes do Núcleo de Formação Docente (NFD) do Centro Acadêmico do Agreste (CAA) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

⁴³ O Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências (LAPEC), do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal se propõe a oferecer um espaço para estudo e investigação de metodologias facilitadoras no processo de ensino-aprendizagem de conceitos biológicos de natureza moleculares e microscópicas. Nesse sentido, aprofundamos nossos estudos no âmbito da biologia sistêmico-complexa, pautada num paradigma emergente. Ademais, buscamos atuar também no processo de formação de professores, por meio de ações que permitam integrar a Pesquisa, o Ensino e a Extensão, através de atividades formativas continuadas.

inscrições foi divulgado em redes sociais (*Facebook e Instagram*) e grupos de mensagens instantâneas (WhatsApp) e as inscrições foram feitas utilizando o *google forms*. Cabe lembrar que em alguns módulos convidamos estudiosos e estudiosas de temáticas específicas para que pudessemos dialogar com outras pessoas da área das ciências. Todas as aulas foram gravadas, e utilizadas apenas para consulta de pesquisa e acesso aos estudantes, sem qualquer tipo de divulgação em redes sociais.

O curso de extensão se dividiu em quatro módulos, como mostra o Quadro 15:

Quadro 15: Divisão dos módulos do Curso ministrado para construção dos dados da tese

Módulos*	Conteúdos Programáticos
MÓDULO I- HQs e Educação/Sala de aula	- Apresentação e discussão geral do curso.
	- Discussão sobre características gerais das HQs e sua inserção na Educação/Ensino de Ciências, através dos documentos oficiais LDB, PCNs, BNCC.
MÓDULO II- HQs, Multimodalidade, Sociedade e Ciência/Pseudociência/ (não) ciência.	- Discussão sobre as HQs e sua utilização para discutir diferentes temáticas que relacionam a sociedade (gênero, raça, etnia, política, inclusão, a ciência/pseudociência entre outras temáticas).
	- Discussão sobre a Mutimodalidade, focando na Gramática do Design Visual como proposta para apresentar analisar HQs e abordar os conceitos estudados.
MÓDULO III- Preparação para produção das HQs	- Apresentação da plataforma pixton.
	- Discussão sobre os elementos históricos e conceituais relacionadas a biofísica da visão.
MÓDULO IV- Produção das HQs	- Elaboração do roteiro para produção das HQs: criação de personagem, de cenário e da narrativa.
	-Elaboração de uma tirinha utilizando o pixton ou por criação do grupo.

Fonte: o autor (2023)

Podemos ver pelo Quadro 15, que o Módulo I se destinou a apresentação da disciplina e as características gerais das HQs. Na primeira parte do curso tivemos a participação do professor Danilo Monteiro, enfatizando uma discussão sobre o imagético no ensino e na aprendizagem nas ciências da natureza orientações curriculares e pedagógicas e alguns desdobramentos. Além de refletir sobre as HQs como artefato cultural e trazendo um pouco da sua experiência com HQs, incluindo uma disciplina optativa ministrada por ele em uma escola pública de Pernambuco. Na segunda etapa do Módulo I tivemos a participação da professora Carla Oliveira para discutir sobre as HQs e os possíveis atravessamentos com temáticas sociais, culturais, políticas e com a natureza da ciência.

No Módulo II, discutimos sobre a linguagem das HQs (texto e imagem) e sua multimodalidade, para construção de significados de conceitos presentes nos super-heróis, além da discussão sobre sua utilização para criação de estereótipos sociais e as visões de ciência, pseudociência e não ciência. Neste Módulo tivemos a participação do professor Jefferson Costa para falar sobre a semiótica e sua importância, destacando a multimodalidade e em especial a GDV para construção dos significados de fenômenos sociais e científicos. No final do Módulo II, os estudantes puderam analisar os significados de fenômenos físicos de algumas HQs presentes na internet, utilizando as funções e subfunções da GDV.

No Módulo III, foram apresentadas algumas ferramentas digitais/sites para criação de HQs (*Vyond*, *Pixton*, *StoryboardThat*, *Animaker*, *Stripcreator*, entre outras). Decidimos explorar e apresentar com mais detalhes o *Pixton*⁴⁴, por ser uma ferramenta fácil de mexer e há diversos tutoriais na internet de como utilizá-la. Tivemos neste módulo a participação da professora de Física Carolina Vieira, que abordou aspectos históricos sobre a óptica e sua relação com a biofísica da visão. No final de sua apresentação ela trouxe a edição da Turma da Mônica: A Mônica de óculos para discutir os erros refrativos, além de trazer personagens como: o Homem Formiga, o Homem Aranha e *Hatsume* para esta reflexão.

No último módulo, Módulo IV, os alunos puderam exercitar um possível caminho para construir suas HQs levando em consideração toda abordagem teórica apresentada no curso. Criaram e apresentaram seus/suas personagens, os cenários e narrativas. Nesse momento foram dados alguns *feedbacks* para a entrega final das HQs produzidas. No último encontro síncrono do curso pudemos fazer uma análise geral e apresentar a versão final das HQs produzidas pelos/as estudantes. É importante destacar que a construção das HQs pelos/as estudantes, a partir das narrativas criadas, foram realizadas em dupla e delimitamos o formato de tiras, com até 5 quadros ou no máximo uma folha de A4.

O Quadro 16, apresenta um breve esboço dos Corpora I, II e III, para atender os objetivos específicos a serem alcançados, explicitando os instrumentos que foram utilizados para coleta dos dados e os métodos de análise.

⁴⁴ Oferece opções de contas para escolas e professores, com um espaço privado para reunir alunos, criar quadrinhos em grupos, gravar narrações e até mesmo trabalhar com ferramentas de avaliação, permitindo ainda desenvolver e compartilhar histórias em quadrinhos com diferentes opções de cenários, personagens e expressões. Esta é uma ferramenta que tem uma versão grátis e uma versão paga. Para que os estudantes pudessem acessar mais ferramentas assinamos por três meses a ferramenta com o apoio do PROAP/UFRPE.

Quadro 16: Esboço dos Corpora I, II e III

CORPORA	INSTRUMENTO DE COLETA	MÉTODO DE ANÁLISE
CORPUS I	Questionário aplicado no primeiro dia do curso.	Elementos da análise de conteúdo.
CORPUS II	Produção das HQs.	Categorias da GDV.
CORPUS III	Questionários aplicados no percurso do curso (antes, durante e após a produção das HQs).	Elementos da análise de conteúdo.

Fonte: o autor (2023)

Conhecendo a proposta de construção dos corpora precisamos discutir os referenciais analíticos que serão utilizados como base para refletirmos sobre os resultados encontrados.

5. 4 Referenciais Analíticos

Os corpora I e III serão analisados a partir de alguns elementos da análise de conteúdo proposta por Bardin (2011). A autora nos coloca que o termo análise de conteúdo é designado por:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2011, p. 47)

Nesse contexto, Câmara (2013) infere que nesse tipo de análise o pesquisador busca compreender as características, estruturas ou modelos que estão por trás dos fragmentos de mensagens tornados em consideração. A autora destaca ainda que o analista precisa se esforçar “para entender o sentido da comunicação, como se fosse o receptor normal, e, principalmente, desviar o olhar, buscando outra significação, outra mensagem, passível de se enxergar por meio ou ao lado da primeira” (p. 182). Uma análise de conteúdo não deixa de ser uma análise de significados, ao contrário, ocupa-se de uma descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações e sua respectiva interpretação (Bardin, 2011). De acordo com a autora, esta técnica permite analisar tanto palavras, quanto os conteúdos que estão implícitos com o intuito de obter melhor compreensão das comunicações.

De forma geral, Bardin (2011) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê o uso de três fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (a extração, a descrição, a inferência e a interpretação).

Na pré-análise, Bardin (2011) propõe uma leitura flutuante do material, que pode ser entendida como uma fase de organização. É estabelecido nesta fase, um esquema de trabalho que deve ser preciso, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis (Câmara, 2013). Rezende e Ostermann (2005) chamam atenção que, de acordo com o objetivo e questões de estudo, este é o momento de definir a unidade de registro ou índice. Os autores consideram como unidade o entendimento de uma unidade de significação a ser codificada visando a categorização. O objeto do estudo, então, torna-se a unidade de registro por ser a unidade considerada adequada a estudos que envolvem atitudes, valores, opiniões e percepções. Para Bardin (2011) devemos recortar os temas que se repetem com muita frequência “do texto em unidades comparáveis de categorização para análise temática e de modalidades de codificação para o registro dos dados” (p. 100). A autora propõe um conjunto de boas categorias deve conter as seguintes características: exaustividade, representatividade, homogeneidade, pertinência e exclusividade.

Após os participantes responderem o questionário eletrônico é preciso fazer tabulação destes dados que constituirão estes *corpora*. Sendo assim, devemos seguir às regras descritas por Bardin (2011), nas quais Câmara (2013) descreve sucintamente:

[...] a exaustividade (deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada); representatividade (a amostra deve representar o universo); homogeneidade (os dados devem referir se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por indivíduos semelhantes); pertinência (os documentos precisam adaptar se ao conteúdo e objetivo da pesquisa) e exclusividade (um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria) (Câmara, 2013, p. 2013).

De acordo com a autora, este é um primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise, a escolha deles, a formulação das hipóteses e objetivos, a elaboração dos indicadores que orientarão a interpretação e a preparação formal do material. As categorias podem ser criadas a priori ou a posteriori, isto é, a partir apenas da teoria ou após a coleta de dados (Bardin, 2011).

Na fase de exploração do material ocorre o processo de codificação, classificação e categorização. Conforme Bardin (2011) a codificação pode ser compreendida como a escolha de unidades de registro – recorte: a seleção de regras de contagem; enumeração e a escolha de

categorias; classificação e agregação; rubricas ou classes que reúnem um grupo de elementos (unidades de registro) em razão de características comuns (Câmara, 2013).

A classificação está relacionada com o semântico (temas), sintático, léxico agrupar pelo sentido das palavras; expressivo agrupar as perturbações da linguagem tais como perplexidade, hesitação, embaraço, etc. Pelo recorte dos textos em temas, podemos enumerar para se chegar a uma correspondência entre a sua presença/ausência e os significados inferidos (Rezende e Ostermann, 2005). Estes temas são classificados e reagrupados permitindo a construção de um sistema de categorias baseado no significado desses. Para Bardin (2011), na categorização buscamos reunir maior número de informações à custa de uma esquematização e assim correlacionar classes de acontecimentos para ordená-los.

A autora diz que a última fase, a de análise e tratamento dos resultados é caracterizada pelas inferências e interpretações. Durante a interpretação dos dados, deve existir um diálogo entre os referenciais teóricos pertinentes à investigação, pois eles dão o alicerce e as perspectivas significativas para o estudo. O sentido da interpretação se dará pela relação entre os dados obtidos e a fundamentação teórica.

A inferência está orientada por diversos polos de atenção, que são os polos de atração da comunicação. É um instrumento de indução (por exemplo, roteiro de um questionário) para se investigarem as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores, referências) (Bardin, 2011). As interpretações que levam as inferências serão sempre almejando conhecer uma realidade que é aparente e está no não dito. É buscar compreender “o que significa o discurso enunciado, o que querem dizer, em profundidade, certas afirmações, aparentemente superficiais” (Câmara, 2013, p. 189).

A interpretação, por sua vez, pode ser de conceitos e proposições. Câmara (2013) realça que os conceitos dão um sentido de referência geral, produzem imagem significativa, e derivam da cultura estudada e da linguagem dos informantes, e não de definição científica. Nesse sentido, a autora coloca que ao descobrirmos um tema nos dados, é preciso comparar enunciados e ações entre si, para ver se existe um conceito que os unifique. “Quando se encontram temas diferentes, é necessário achar semelhanças que possa haver entre eles” (Câmara, 2013, p. 188). A proposição é um enunciado geral baseado nos dados e podem ser verdadeiras ou erradas, mesmo que o pesquisador possa ou não ter condições de demonstrá-lo.

De acordo com Bardin (2011) e Câmara (2013), existem maneiras diferentes de direcionar estas etapas da análise de conteúdo, ou seja, as comunicações, objeto de análise, podem ser abordadas de diferentes formas. Câmara (2013) acentua que alguns pesquisadores

variam as unidades de análise, alguns usam a palavra, outros optarão pelas sentenças, parágrafo, ou ainda, o próprio texto. Isto indica que devemos tratar de forma diferente tais unidades. Neste contexto Bardin (2001), menciona que enquanto alguns contam as palavras ou expressões, outros procuram desenvolver a análise da estrutura lógica do texto ou de suas partes, e outros, ainda, centram sua atenção em temáticas determinadas.

Nas análises dos nossos dados atravessamos os três passos da análise, contudo, nas questões abertas buscamos fazer a codificação, classificação e categorização, buscando traçar um diálogo à luz das abordagens teóricas elencadas neste estudo, tanto para *corpus* I, quanto para o *corpus* III. Para analisar as questões de múltipla escolha buscamos perceber a frequência das respostas trazidas pelos licenciandos, também fazendo uma reflexão dos teóricos aqui abordados. Para o *corpus* I, utilizamos o Questionário 1 (Q1) e para o *corpus* III o Questionário 2 (Q2).

Buscamos as unidades de contexto (corresponde ao segmento da mensagem, para compreender a significação da unidade de registro) – aqui nos referimos aos questionários Q1 e Q2 respondidos pelos/as participantes; que deram origem a unidade de registro (a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade de base, visando a categorização e a contagem frequencial). A partir das codificações das unidades de contexto e registro que correspondem pudemos identificar as categorias (geral e específica) e subcategorias encontradas a partir das respostas dos/as estudantes, como veremos nas análises realizadas.

O *corpus* II foi analisado utilizando as categorias da GDV elaboradas por Kress e Van Leeuwen (2006). Estas foram abordadas neste trabalho, Capítulo 2, mas vale lembrar aqui que estamos falando das metafunções e subfunções: representacional (narrativa e conceitual), interativa (contato, distância social e atitude) e composicional (valor informacional, enquadramento, saliência e modalidade). Ao utilizarmos estas categorias, com o olhar para construção de significados de conceitos nas ciências, a partir das HQs, buscamos analisar aspectos imagéticos e textuais, de forma geral: a relação entre os diferentes sujeitos envolvidos nesta comunicação, a representação dos participantes em movimento, os balões representados, os planos e ângulos das imagens, os contrastes das cores, nitidez, a presença ou ausência de dispositivos de conexão (por exemplo, as linhas divisórias, etc.).

5.5 A estrutura e aplicação de cada bloco de questionamentos

Como mencionado anteriormente utilizamos questionários para construção de dois *corpora*, assim gostaríamos de apresentar o nosso objetivo em cada bloco de questões.

Para o *Corpus I*, no primeiro questionário (Q1), cada participante respondeu o Questionário Inicial, com 23 questões aplicadas de uma só vez, que foi dividido em 3 partes: 1º parte - para que pudéssemos conhecer um pouco sobre cada participante em relação a seu período no curso, sua faixa etária, seu gênero, se já leram HQs, que nível de escolaridade acham que podemos utilizar as HQs, se já tinham lecionado e enfatizando a sua atuação profissional e sua relação com HQs, já na 2º parte focamos em conhecer um pouco sobre a trajetória escolar/acadêmica de cada discente e sua relação com as HQs, por fim, a 3º parte – trazendo questões sobre como pensam e percebem os limites e possibilidades do uso e/ou produção desse hipergênero, seja na sala de aula da educação básica até ou no ensino superior, inclusive na formação docente.

Para o *Corpus III*, o segundo questionário⁴⁵ (Q2), para contemplar o nosso quarto objetivo específico com relação ao fenômeno da ARA, foi dividido em três partes e aplicado em três momentos diferentes. Seguindo as orientações de Zimmerman e Schunk, (2011) e Zimmerman (2000, 2013), no primeiro bloco de questionamentos do instrumento (Q2), com 4 questões, o qual chamamos de MOMENTO 1, foi aplicado aos participantes cerca de uma semana ANTES do início da produção das HQs. Esta é a fase de antecipação, onde buscamos contemplar as Crenças de automotivação/valor que estão relacionadas a motivação, ao interesse na tarefa, na autoeficácia e nas expectativas de resultados.

No MOMENTO 2, a fase de execução, o segundo bloco de questionamentos do instrumento (questionário) foi entregue aos participantes DURANTE a produção das HQs, no momento entre a apresentação dos roteiros das HQs pensadas pelos/as cursistas (as personagens

⁴⁵ Polydoro et al. (2019) destacam que já existem alguns questionários voltados para a compreensão do processo e das variáveis que influenciam a autorregulação da aprendizagem de estudantes da graduação, por exemplo os que foram produzidos por Rosário et al. (2007) - Inventário de Processos de Autorregulação da Aprendizagem – IPAA, o Questionário de Instrumentalidade da Autorregulação da Aprendizagem – QIAR (Rosário, 2009) e o Questionário de Autoeficácia para a Autorregulação da Aprendizagem (QAEAR) (Rosário, 2009). De acordo com a autora, esses questionários foram desenvolvidos para a população portuguesa, onde foram necessárias adaptações transculturais para a realidade brasileira e evidências de validade desses três instrumentos direcionados à compreensão da ARA em estudantes do ensino superior. Porém, como aponta Rodrigues e Silva (2021), é preciso pontuar que questionários como esses já conhecidos na literatura são utilizados para um grande número de participantes, mas pesquisas com grupos menores, em geral, se dão com questionários desenvolvidos para a especificidade da pesquisa. Esses instrumentos utilizavam da escala *Likert* e apresentavam os resultados dos estudantes em percentuais, a partir de uma análise fatorial.

e das narrativas criadas) e a entrega da HQ final. Neste bloco de perguntas tiveram 10 questões, envolvendo o autocontrole que está relacionado com a imaginação e as estratégias utilizadas para realização da tarefa e a auto-observação associada aos aspectos do monitoramento metacognitivo.

Já no MOMENTO 3, depois do *feedback* dos enredos criados, após a produção e apresentação das HQs no último dia do curso, na fase de autorreflexão, aplicamos o terceiro e último bloco de questionamentos. Este bloco foi composto por 5 questões, sendo a primeira questão dividida 4 subitens. Foram abarcadas questões ligadas ao autojulgamento considerando principalmente o processo de autoavaliação de todo o percurso de produção, além de aspectos ligados a autorreação focando na autossatisfação e afeto antes e durante a construção das HQs. É o momento onde o/a cursista analisa sua aprendizagem; quais aspectos ele percebe como potencializadores positivos para a sua aprendizagem.

No próximo Capítulo apresentaremos análise e discussão dos resultados dos dados construídos na realização desse estudo.

CAPÍTULO 6

A PRODUÇÃO HQS E O ENSINO DE FÍSICA: ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS



Aqui, no Capítulo 6, apresentamos a discussão do *corpus* da pesquisa, através do diálogo com os estudos citados em nossa fundamentação teórica. Na perspectiva aqui adotada, os resultados estão ancorados no que é possível conhecer num dado contexto, com um determinado grupo social, portanto, é sempre provisório e situado. Acreditando na possibilidade de pensarmos propostas pedagógicas que utilizem das diversas linguagens e contribuam para produzir significados e no processo autorregulatório da aprendizagem.

Dividimos este capítulo em cinco partes. Na primeira delineamos o perfil dos/as estudantes em Física-Licenciatura de uma universidade pública do interior de Pernambuco, onde realizamos nossa pesquisa e sua relação com as HQs. Na segunda discorremos sobre os pensamentos e reflexões dos estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física, dando destaque especial as experiências enquanto estudantes e profissionais. Na terceira parte apresentamos as respostas no tocante as possibilidades e desafios/limites na produção/uso de HQs e o Ensino de Física. A quarta apresenta os significados sobre os fenômenos da biofísica da visão utilizando a GDV a partir das produções dos quadrinhos. Por fim, a quinta parte apresentamos os processos autorregulatórios desencadeados na produção das HQs, principalmente em relação aos aspectos motivacionais, metacognitivos e comportamentais.

6.1 Os/as participantes do curso e sua relação com HQs

Com a finalidade de apresentar os/as participantes deste estudo, construímos o Quadro 17, destacando os períodos que se encontram no curso, se gostam de HQs, se já leram e/ou ainda leem estas ferramentas e em que nível de escolaridade acreditam que as HQs poderiam ser utilizadas. Com o objetivo de preservar a identidade dos/as voluntários/as que participaram das entrevistas, foram conferidos códigos para nos remeter aos/às mesmos/as. Atribuímos o nome de um super-herói ou super heroína para representar cada discente participante.

QUADRO 17: Descrição dos/as discentes participantes do estudo

Discente participante	Código do/a Estudante	Autodescrição
Mulher Maravilha	MM	Estudante do 7º período, 22 anos, afirma gostar de HQs, já leu HQs, principalmente no Ensino Fundamental I. Ela acredita que podemos usar esta ferramenta educacional desde o primário até o ensino médio.
Tempestade	TE	Estudante do 2º período, 19 anos, afirma gostar de HQs, já leu algumas HQs, principalmente na infância e na adolescência. Acredita que as HQs podem ser utilizadas em todos os níveis de ensino, desde que essas sejam feitas para cada grau de aprendizagem.
Misty Knight	MK	Estudante do 6º período, 20 anos, gosta de HQs, já leu, mas não tem costume. Acredita que as HQs despertam atenção dos estudantes do fundamental até o Ensino Médio.
Pantera Negra	PN	Estudante do 6º período, 23 anos, gosta de HQs, já leu, principalmente no Ensino Médio. Acredita que podemos usar HQs até o Ensino Superior, pois podem auxiliar aqueles que possuem dificuldade em compreender um assunto mais complexo.
Blade	BD	Estudante do 9º período, 24 anos, gosta um pouco de HQs, já leu, principalmente no Ensino Fundamental. Acredita que podemos usá-las em todos os níveis, visto que é um instrumento empolgante e criativo para relacionar os mais diversos assuntos e discuti-los de forma lúdica e acessível ao público alvo escolhido.
Ya'Wara	YW	Estudante do 2º período, 20 anos, afirma gostar de HQs, já leu algumas HQs, principalmente na infância e na adolescência. Acredita que as HQs podem ser utilizadas em todos os níveis de ensino, desde que essas sejam feitas para cada grau de aprendizagem.
Superman	SM	Estudante do 9º período, 23 anos, gosta um pouco de HQs. Ler HQs e mangás são hobbies que ele pratica desde a infância. Ele acredita que em todos os níveis, pois os quadrinhos por serem ferramentas bastante visuais que ajudam o leitor a se situar na história, também podem auxiliar no entendimento de qualquer conteúdo ou fenômeno desde que usadas da maneira correta.
Batman	BT	Estudante do 2º período, 20 anos, gosta de HQs e ainda lê, porém lia mais durante o Ensino Médio. Ele acredita que o Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio são onde os/as alunos/as têm mais interesse em lê-las.
Homem Formiga	HF	Estudante do 8º período, 24 anos, gosta de HQs e afirma que elas estão presentes na sua vida desde sempre, se intitula um fã desse tipo de obra. Acredita que podem ser usadas em todos os níveis de ensino.

Thor	TH	Estudante do 4º período, 21 anos, afirma gostar muito de HQs, mas que raramente ler HQs, pois acompanha canais do Youtube que apresentam e contam as narrativas que tem interesse, também acredita que podem ser usadas em todos os níveis de ensino.
------	----	---

Fonte: o autor (2023)

O Quadro 17 nos apresenta que dos dez participantes seis estão em mais da metade do curso de licenciatura em física, que normalmente possui nove períodos, enquanto que quatro deles encontra-se entre o segundo e quarto período. Nove afirmaram categoricamente gostar de HQs, apenas uma pessoa afirmou gostar um pouco.

Quando pedimos para justificar o porquê de Blade afirmar que gosta um pouco de HQs, a mesma diz que: *“Não tenho tanta familiaridade com as tradicionais, mas tenho contato com mangás (HQs japonesas) e também acompanho muitas adaptações para cinema e televisão”*. Percebemos que apesar da participante afirmar não ter contato com HQs tradicionais, tem contato com os mangás. Um outro participante que afirmou ter como *hobbie* ler mangás foi o Superman. De acordo com Luyten (2018), no Brasil, a cultura dos mangás teve início na década de 60, quando alguns descendentes de japoneses começaram a viajar para o Japão, para visitas e estudos, o que possibilitou o contato com a nova onda de mangás. Parafrazeando a autora não faz sentido as pessoas dizerem que não leram quadrinhos, mas leem os mangás, pois na verdade, elas têm preferência pelos quadrinhos japoneses. A juventude do mundo todo tem sentido fascínio pelos mangás devido aos seus personagens, o enredo e o próprio estilo de desenho (Luyten, 2018).

Outro ponto importante na fala de Blade é em relação ao papel que a mídia e as redes sociais tem assumido na divulgação e na produção de recursos audiovisuais com os personagens e as narrativas das HQs, quando diz que *“também acompanho muitas adaptações para cinema e televisão”*, assim como Thor coloca que raramente lê HQs porque costuma *“acompanhar canais no You Tube onde se é contado sobre HQs da Marvel e da DC e sua relação com os filmes”*. Para Castro (2021), o ambiente da HQ extrapola conhecer sua estrutura, sua dinâmica, sua leitura, seus interesses; precisamos ter em mente que esse possui ligações com outros setores da mídia, em especial o cinema, o que pode estimular outras habilidades importantes. As HQs como um hipergênero que sai do “papel” para ser discutido em produções audiovisuais, contribuem para tornar os/as leitores críticos.

Precisamos destacar que sete discentes afirmaram que acreditam que as HQs podem ser utilizadas em qualquer nível de escolaridade desde da Educação Infantil a Educação Superior, no entanto três afirmaram ser mais interessante usar esses hipergêneros no Ensino Fundamental

ou Médio, pois é neste período escolar que percebem o maior interesse dos estudantes. Oito afirmaram que o maior contato com as HQs foi durante o Ensino Fundamental e/ou Médio. Também nas justificativas sobre se já leram HQs, além dos mangás serem citados recorrentemente como a dedicação de leitura; uma HQ, mais conhecida como gibis, foi bastante citada como primeira HQ, sobretudo na infância, a ser lida: a Turma da Mônica e a Turma do Sítio do Pica-pau Amarelo. O que percebemos é que apesar das HQs terem ganhado espaço nas salas de aula e vários autores (Vergueiro, 2017, 2018a; Luyten, 2018; Ramos, 2018, 2019) defenderem seu uso em todo percurso escolar, inclusive na academia, ainda existe o imaginário que estas são bons recursos Educação Básica e não para serem utilizadas nos cursos de formação acadêmica. Vergueiro (2017) no seu livro Pesquisa Acadêmica em quadrinhos destaca que as HQs foram consideradas durante muito tempo materiais de segunda e terceira categoria por parcelas influentes da sociedade, todavia sofrem em muitos aspectos os efeitos dessa proibição. O autor diz ainda que campanhas publicitárias fizeram com que muitos pais e educadores achassem que os quadrinhos representavam uma ameaça ao desenvolvimento intelectual dos filhos e alunos.

Foi interessante perceber que nas primeiras questões do Q1 (de 1 a 3) sem mencionarmos a relação com o ensino e a aprendizagem, vários estudantes já apontaram para essa direção quando pedimos para justificar o porquê acreditam que as HQs poderiam ser usadas em determinados níveis de ensino. Como por exemplo nas falas abaixo:

“[...] utiliza-la dentro do processo de ensino-aprendizagem apresenta um grande potencial, independentemente do nível de ensino.” (HF)

“[...] é um instrumento empolgante e criativo para relacionar os mais diversos assuntos e discuti-los de forma lúdica e acessível ao público alvo escolhido.” (BD)

“Elas são legais, divertidas, além de ensinar de forma descontraída o assunto ao qual quer passar ao leitor.” (TE)

“[...] auxiliam aqueles que possuem dificuldade em compreender um assunto mais complexo.” (PN)

“[...]qualquer conceito físico pode ser expresso através de uma história bem feita e embasada.” (TH)

Essas falas nos remetem a diversos aspectos que nos direcionam a pensar nas HQs como ferramentas para o Ensino e em especial para o Ensino de Física que é o objeto de estudo desta pesquisa. Outros estudos (Testoni, 2010; Vieira, 2015; Nascimento 2015; Kundlatsch (2019) também têm explorado o potencial das HQs e de sua produção para e na sala de aula, nos diferentes níveis de ensino, incluindo a formação de docentes. No próximo subtópico (6. 2) buscamos fazer uma análise de forma mais explícita e aprofundada das respostas dos discentes sobre seus pensamentos na realização de atividades com HQs.

6. 2 Pensamentos e reflexões dos estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física

Após conhecermos um pouco sobre nossos participantes, iremos explorar o que pensam os estudantes sobre a produção e uso das HQs no/para o Ensino de Física, com o olhar para suas trajetórias pessoais e profissionais.

6. 2. 1 Quanto a atuação profissional e sua relação com HQs

As questões de 4 a 12 estavam voltadas para conhecer se os/as participantes já atuavam como docentes, para falarem um pouco sobre como enxergavam as HQs para e na atuação profissional, incluindo o uso e a presença de HQs em livros didáticos de física. O Quadro 18 apresenta isso.

Quadro 18: Experiência docente e o uso de HQs em sala de aula.

Discente participante	Código do/a Estudante	Tempo de experiência docente e uso de HQs em sala de aula
Mulher Maravilha	MM	Ainda não teve a oportunidade de lecionar.
Tempestade	TE	Ainda não teve a oportunidade de lecionar.
Misty Knight	MK	Ainda não teve a oportunidade de lecionar.
Pantera Negra	PN	Atou como professora por menos de 1 ano, e nunca utilizou HQs em sala de aula.
Blade	BD	Atua como docente entre 1 e 3 anos, porém nunca utilizou HQs em sala de aula.
Ya'Wara	YW	Ainda não teve a oportunidade de lecionar.

Superman	SM	Atou como professor por menos de 1 ano, e nunca utilizou HQs em sala de aula.
Batman	BT	Ainda não teve a oportunidade de lecionar.
Homem Formiga	HF	Atuou como professor entre 1 e 3 anos, e afirmou sempre usar HQs em sala de aula.
Thor	TH	Ainda não tive a oportunidade de lecionar.

Fonte: o autor (2023).

Como podemos ver no Quadro 18, dos 10 participantes, 6 ainda não tiveram experiência como docente e conseqüentemente não tiveram experiência na utilização de HQs em sala de aula como docentes. Um deles atuou menos de um ano como docente e três entre um e três anos. O HF foi o único discente que relatou sempre usar HQs em sala de aula e quando foi questionado como foi a recepção dos alunos quando são pedidos para produzir HQs e se eles conseguiam representar os conceitos abordados, ele relatou o seguinte:

“Foi uma surpresa para eles. Sim, criam algo que está dentro do contexto do assunto principal de suas histórias, porém para o professor pedir uma produção, antes deveria ser trabalhado como funciona uma HQ e toda sua estrutura, pois muitos tem dificuldades em até acompanhar a ordem cronológica do mesmo, confundindo os quadrinhos, modo de apresentar as falas através das expressões, balões etc.” (HF)

Três pontos são importantes destacar nesta fala. O primeiro é quando ele fala da surpresa dos seus estudantes ao ser solicitado a produção de uma HQ. Embora Testoni e Abib (2003) afirmem que as HQs, assim como os jornais e revistas, representam um dos meios de comunicação mais difundidos na sociedade, poucos docentes utilizam-se dessa ferramenta como artifício em suas salas de aula, o que pode contribuir para o estranhamento de uma atividade que envolva a produção do referido material. O segundo é quando o licenciando diz que foi abordado o conteúdo previsto na elaboração, o que nos demonstra que as HQs podem ajudar no abismo entre o que “fala” o professor nas aulas de física e construção dos significados dos fenômenos (Testoni, 2004). E para finalizar, relata a importância de um processo formativo para os estudantes. Vergueiro e Rama (2018) ressaltam que a seleção de materiais em quadrinhos a serem utilizados devem considerar seu público-alvo (idade, sua visão de mundo e dependendo da faixa etária o leitor consegue ter uma visão ampla de todos os detalhes presentes nos quadrinhos). Além disso, os autores reforçam que a familiaridade para escolha dos quadrinhos vem do professor e sua experiência tanto com quadrinhos quanto com aquilo que ele pretende abordar.

Na perspectiva da atuação profissional e sua relação com HQs, o tratamento dos dados para análise, seguiram as orientações de Bardin (2011) e só foi possível após a leitura das respostas dos discentes, principalmente, das questões 9, 10, 11 e 12 do Q1 (parte 1): “9) Como você identifica e percebe a necessidade do uso de HQs em sala de aula de física? Justifique.; 10) Para você, a utilização de HQs em aulas de física pode ajudar na construção de significados de conceitos da física? De que forma?; e 11) Para você, as HQs presentes nos materiais didáticos (livros, sites, etc.) contribuem para o professor utilizar em suas propostas de ensino? Justifique sua resposta; e 12) Os super-heróis e heroínas são bastante comuns nas HQs. Para você, é possível abordar algum conceito físico a partir desses personagens? Qual (quais) conceitos? Explique sua resposta”. A leitura dessas questões nos permitiu extrair trechos que trazem características que configuram os pensamentos e as reflexões dos estudantes sobre a temática explorada. As interpretações dos trechos extraídos foram realizadas a partir de nossas inferências em confronto com os referenciais teóricos, para o processo de construção do conhecimento.

Durante as leituras das respostas dos estudantes, foram identificadas 10 (dez) unidades de contexto que, posteriormente, deram origem a mesma quantidade de unidades de registro. A partir dessas unidades, foram elencadas 14 (quatorze) categorias, sendo 4 (quatro) gerais e 10 (dez) específicas, que por sua vez abrangeram 14 (quatorze) subcategorias que nos ajudaram a sistematizar os dados para fazer as inferências e interpretações, no Quadro 19.

Quadro 19: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 1)

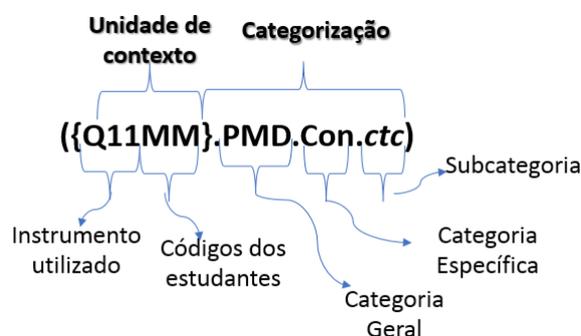
Categoria Geral	Categoria Específica	Subcategoria
Necessidade do uso de HQs em sala de aula de física (NSL)	Devido ao não interesse/desmotivação pela física (Ndf)	Dificuldade de compreensão dos fenômenos (<i>dcf</i>)
		Devido o ensino tradicional da física (<i>etf</i>)
	Por ser uma atividade lúdica (Alu)	Facilita a compreensão dos conceitos físicos (<i>fcc</i>)
		Contribui para contextualização/problematização dos conteúdos (<i>ccp</i>)
	Por ser uma metodologia ativa (Uma)	Desperta o interesse dos estudantes (<i>die</i>)
		Provoca a interação entre os estudantes (<i>pie</i>)
HQs como ferramenta para construção de significados de	As HQs ajudam para construção de	Devido a presença de outras linguagens além da matemática

conceitos da física (FCS)	significados (Jcs)	(<i>pol</i>)
		Facilita a compreensão dos conceitos físicos (<i>fcc</i>)
	Depende da forma que HQs forem utilizadas (Dfu)	Aproxima as vivências cotidianas dos fenômenos físicos (<i>avd</i>)
As HQs Presentes nos Materiais Didáticos (livros, sites, etc.) contribuem para o professor as utilizar em sala de aula (PMD)	Contribuem (Con)	Precisa-se conhecer bem o conteúdo específico para aplicar nas HQs (<i>cba</i>)
		Gera autonomia dos estudantes para leitura (<i>gal</i>)
	Contribuem pouco (Cpo)	Contribuem para transpor os conteúdos (<i>ctc</i>)
	Não contribuem (Nco)	Apenas ilustra conteúdos (<i>aic</i>)
Abordagem de conceitos físicos a partir de super-heróis e super-heroínas (CSH)	Super possível o uso de personagens para abordar a física (Spu)	Ainda são poucas as HQs em livros (<i>phl</i>)
		Professores/as não trabalham a HQs presentes nos livros (<i>pnt</i>)

Fonte: O autor (2023).

Na codificação das categorias que emergiram das respostas dadas nos questionários, as categorias gerais estão representadas por um seguimento de três letras maiúsculas, diferente das categorias específicas que foram representadas por uma letra maiúscula seguida de duas minúsculas; já as subcategorias são identificadas por um seguimento de três letras minúsculas em itálico. As indicações das unidades de contexto estão entre chaves representadas pela letra Q e o numeral 1, que se referem ao Questionário 1 aplicado com os/as discentes, seguidas de outro número 1 para indicar a parte que se refere no roteiro do instrumento utilizado, seguidas ainda de um código equivalente ao nome utilizado para identificação do/a discente. Ao longo das análises dos dados as unidades de registro estão identificadas em itálico, destacadas nas unidades de contexto. Toda codificação é apresentada entre parênteses, conforme apresentado na Figura 55.

Figura 55: Legenda de codificação do Questionário 1 (parte 1)



MM- Mulher Maravilha

PMD- As HQs Presentes nos Materiais Didáticos contribuem para o professor as utilizar em sala de aula

Con- Contribuem

ctc- Contribuem para transpor o conteúdo

Fonte: o autor (2023).

É durante a formação inicial que muitos/as estudantes ingressam na vida profissional e se deparam com estratégias metodológicas e recursos que podem contribuir para contribuir com sua prática em sala de aula ou fora dela. Viera (2015), ao investigar os sentidos que os aprendentes da docência em física tecem para as histórias em quadrinhos direcionadas ao ensino, realça que mais que agregar em si desenho e palavra, a trabalhar com HQs proporciona reconstruir estruturas cognitivas, sociais e culturais. Inserir-la na formação inicial de professores/as é idealizar uma aprendizagem da docência que permita aos sujeitos agregar eles materiais e intelectuais de mediação (Vieira, 2015).

Nesse sentido, ao buscarmos analisar as respostas dos discentes sobre o que pensam da sua atuação profissional e sua relação com HQs, o Quadro 19 mostra que a categoria geral que fala da necessidade do uso de HQs em sala de aula de física (NSL), emergindo três categorias específicas: 1) Devido ao não interesse/desmotivação pela física (Ndf), que por sua vez subdividiu-se em duas subcategorias: devido à dificuldade de compreensão dos fenômenos (*dcf*) e o ensino tradicional da física (*etf*); 2) Por ser uma atividade lúdica (Alu), onde percebemos a presença de outras duas subcategorias: ajuda a contribuir para contextualização/problematização dos conteúdos (*ccp*) e a que ajuda facilitar a compreensão dos conceitos físicos (*fcc*), e por fim, 3) Por ser uma metodologia ativa (Uma), onde também

emergiram duas subcategorias: despertar o interesse dos estudantes (*die*) e provoca a interação entre os estudantes (*pie*). Vejamos a respostas do participante Superman:

“Percebo como uma ferramenta muito válida. O ensino de física sofre bastante com a *desmotivação por parte dos alunos, muitas vezes devido a dificuldade de compreensão do fenômeno* (**{Q11SM}.NSL.Ndf.dcf**) e as histórias em quadrinhos [...] por cima tem um papel *de ir além de uma aula tradicional* na demonstração dos conceitos por possuir imagens (**{Q11SM}.NSL.Ndf.etf**).”

O uso das HQs por parte Superman se faz necessário devido a desmotivação por parte dos estudantes em aprender a física em decorrência das aulas tradicionais. Essa fala nos remete ao que já discutimos anteriormente, que o Ensino de Física ainda está pautado em uma abordagem tradicional. Como diz Testoni (2004, 2010), os docentes tem se limitado à transmissão unilateral do conhecimento com o uso excessivo da repetição dos cálculos numéricos e memorização de fórmulas que não tem relação com o cotidiano. “É como se a ciência existisse por si só, não necessitando dos fenômenos naturais para construção dos seus modelos” (Testoni, 2004, p. 13). Silva e Santos (2022) dizem que as HQs por possuírem o aspecto visual, com uma linguagem descomplicada e de fácil acesso e aceitação, se tornam pontes que permitem a transposição da complicada linguagem científica para o dialeto cotidiano dos jovens.

Na tentativa de superar estas abordagens mais tradicionais no Ensino da Física, alguns autores e autoras como Silva (2021), Vergueiro (2018), Ramos (2019), Oliveira e Castilho (2021) defendem o uso das HQs como ferramentas que trazem ludicidade para as aulas, esta consideração está interligada a nossa subcategoria que aponta a sua necessidade por ser uma atividade lúdica. O Homem Formiga disse o seguinte:

“Raramente a física não é abordada de maneira prática, sendo na maioria das vezes abordada 100% de forma teórica, o que, quando não contextualizada, resulta em uma dificuldade maior em fazer com que os alunos aprendam o conteúdo. Dessa forma, as HQs como ferramentas lúdicas surgem como *uma ferramenta fantástica que possibilita contextualizar o conteúdo* (**{Q11HF}.NSL.Alu.ccp**) com algo que os jovens presenciam e

usam bastante, que é a questão das HQs, e além disso, há também personagens em que os alunos acabam se sentindo refletidos neles, o que também estimula a participação dos mesmos na física a partir de quadrinhos, *facilitando a compreensão* (**{Q11HF}.NSL.Alu.fcc**)”.

Luyten (1989), Pena (2003) e Vergueiro (2018) apontam que as HQs podem ser utilizadas em diferentes momentos na sala de aula, inclusive contribuir para contextualização/problematização dos conteúdos, o que pode auxiliar na “facilitação” na aprendizagem dos/as estudantes. A subcategoria que refere a facilitar a aprendizagem do conhecimento físico também está presente na categoria geral que fala sobre a utilização das HQs como ferramenta para construção de significados (FCS), onde tem como categoria específica a afirmação que este hipergênero ajuda para construção de significados dos fenômenos físicos (Jcs), percebemos isso na resposta do Batman: “Sim, contribui para significar os fenômenos, fazendo *com que eles realmente entendam os conceitos* e levem para sempre em suas vidas acadêmicas ou seu dia a dia (**{Q11BT}.FCS.Jcs.fcc**).”

A resposta do Superman e a do Homem Formiga se associa a de Misty Knight, logo abaixo, quando a mesma fala sobre a disciplina de física ser tida como chata e difícil, portanto precisamos de metodologias que envolvam os estudantes em suas aulas.

“Na maior parte do tempo a física é vista como uma disciplina chata e difícil de ser compreendida, no entanto, se é feito o uso de *certas metodologias ativas* em sala de aula como HQs acredito que seria uma maneira de *despertar o interesse* (**{Q11MK}.NSL.Uma.die**) e promover *uma interação maior por parte dos alunos* (**{Q11MK}.NSL.Uma.pie**) pois chamaria mais sua atenção.”

Mais uma vez a resposta de Misty Knight reforça a necessidade de HQs para superar o ensino tradicional trazendo para sala de aula metodologias ativas. Estudos sobre metodologias ativas (Bacich; Moran, 2018; Müller *et. al.*, 2012; Müller *et. al.*, 2017) apontam que a utilização destas estratégias produz situações de ensino e de aprendizagem mais significativas além de desenvolverem a autonomia, motivação e engajamento dos/as discentes. Ao utilizarmos metodologias ativas deslocamos o centro do processo de ensino-aprendizagem do professor para os nossos estudantes. Hoje com tanta distração em sala de aula, se faz necessário estratégias

que façam com que estes atores sociais sejam os principais no seu processo de aprendizagem.

Para Bacich e Moran (2018) podemos entender metodologias ativas de aprendizagem como um conjunto de técnicas pedagógicas que se baseiam em atividades instrucionais, capazes de engajar os estudantes, tornando-os protagonistas no processo de construção do próprio conhecimento. Metodologias como estas costumam causar maior interação entre as pessoas, pois são desafiados/as a resolver problemas, a criar projetos entre outras coisas.

No tocante a contribuição das HQs para produzir significados (FCS) (categoria geral), Thor afirmou que depende da forma que forem utilizadas (Dfu) (categoria específica), e emergiu uma subcategoria que diz que é preciso conhecer bem o conteúdo específico para aplicar nas HQs (*cba*). Vejamos sua resposta:

“Se for bem utilizado sim. É preciso conhecer bem o conteúdo específico ({{Q11TH}}.FCS.Dfu.cba) a ser utilizado. Além disso, pode ser uma forma divertida de abordar um assunto e ainda há a vantagem de utilizar outras linguagens além das matemáticas ({{Q11TH}}.FCS.Jcs.pol) que usamos habitualmente, e proporciona a física ficar mais próxima de suas vivências ({{Q11TH}}.FCS.Jcs.avd).”

Vergueiro (2018) aponta que no contexto educacional é preciso que o professor deixe claro para seus estudantes os elementos que os quadrinhos exigem além de que é necessário saber o conteúdo que será abordado, para que a produção faça sentido para os estudantes. Ainda nessa unidade de contexto e nas unidades de registros, sobre os significados que as HQs podem trazer para abordar conteúdo da física (Jcs), foi possível perceber que duas outras subcategorias emergiram, que é a utilização de diferentes linguagens para abordar os conceitos físicos que não seja a matemática ({{Q11TH}}.FCS.Jcs.pol) e de aproximar o Ensino de Física a realidade dos estudantes ({{Q11TH}}.FCS.Jcs.avd). “Aprender física não é decorar fórmulas para resolver problemas ou definições e leis para dar respostas corretas nas provas” (Moreira, 2021). Para haver interesse dos estudantes e significação dos conteúdos, ensinar e aprender física devem utilizar-se de situações que façam parte do entorno desses sujeitos.

Outra categoria geral, que faz parte da vida profissional dos participantes que surgiu foi a possível contribuição das HQs presentes nos materiais didáticos (livros, sites, etc.) para o professor utilizar em sala de aula (PMD), alguns estudantes acham que contribuem (Con), outros acham que não contribuem (Nco) e outro afirma contribuir pouco (Cpo). Para Vergueiro

(2018), no Brasil, a partir de meados dos anos de 1990, muitos autores de livros didáticos passaram a diversificar a linguagem no que diz respeito aos textos informativos e às atividades apresentadas como complementares para os alunos, incorporando a linguagem dos quadrinhos em suas produções. Dos participantes que afirmaram contribuir emergiram duas categorias específicas, porque: 1) gera autonomia dos estudantes para leitura (*gal*) e 2) contribuem para transpor os conteúdos (*ctc*). Como vemos nas respostas de Batman e Pantera Negra:

“Sim, pois são histórias que *mesmo sem o professor pedir para os estudantes leem, eles mesmo já começam a ler* as mesmas (**{Q11BT}.PMD.Con.gal**).

“Sim, contribuem, pois alguns alunos tem uma compreensão melhor *quando há a transposição do conteúdo* para os quadrinhos (**{Q11PN}.PMD.Con.ctc**).”

O trecho da resposta do Batman reforça o que Vergueiro (2018a) chama atenção, que com a inserção cada vez maior de quadrinhos nos livros didáticos, e esses têm se aproximado mais dos leitores, associado a isto o interesse por esta ferramenta por grande parte dos jovens torna os quadrinhos no mínimo algo curioso, o que faz com que a leitura ocorra sem obrigação. O uso dos quadrinhos nos livros como aponta a Pantera Negra também contribuem para transpor conteúdo. Porém, Souza (2018) reforça que é preciso repensar nos quadrinhos presentes nos livros, pois não basta apenas ilustrar os conteúdos. Esta crítica do autor nos remete a fala de Blade, na categoria específica que diz que as HQs presentes nos diversos materiais contribuem pouco e emerge a subcategoria: apenas ilustra conteúdo (*aic*).

“Contribuem, mas pouco. Muitos materiais didáticos utilizam histórias em quadrinhos como *forma de ilustrar um conteúdo* que está sendo explicado (**{Q11PN}.PMD.Cpo.aic**).”

Souza (2018) defende que esses recursos presentes nos livros devem instigar os estudantes a compreender e buscar mais sobre os conteúdos abordados, não apenas para exemplificar uma ideia ou simplesmente enfeitar o texto.

Ainda dentro da categoria geral (PMD), tem a categoria específica dos participantes que acham que as HQs em livros não contribuem muito para sua utilização em sala de aula, gerando

as subcategorias: 1) que aponta que ainda são poucas as HQs em livros (*phl*) e 2) que os professores/as não trabalham a HQs presentes nos livros (*pnt*). Ya'Wara e Superman responderam o seguinte:

“Não acho que os livros didáticos de física contribuem com a utilização de HQs. Poucos foram os materiais didáticos formais que tinham alguma história em quadrinho, geralmente os livros focam mais na teoria e nos cálculos ({Q11YW}.PMD.Nco.phl)”.

“Eu não lembro de nenhum professor trabalhar algum assunto com HQs, aparecia brevemente em provas apenas tirinhas. Então acredito que não contribuem muito ({Q11SM}.PMD.Nco.pnt)”.

Estas respostas nos direcionam ao pensamento de Sales (2018) que indica ainda existir pessoas (por exemplo, os próprios autores de livros e docentes) que consideram os quadrinhos como algo menor e que não contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. Porém, vale ressaltar que não podemos utilizar o quadrinho como a única fonte de comunicação/ensino com o aluno (Silva, 2021). Para Silva *et al.* (2018) grande parte dos livros didáticos, apresentam os conteúdos físicos embasados em cálculos algébricos, deixando de lado o entendimento dos fenômenos físicos.

Por fim, a última categoria geral que relaciona as HQs e as vivências profissionais é a abordagem de conceitos físicos a partir de super-heróis e super-heroínas (CSH), onde emerge uma única categoria específica que é a afirmação de ser super possível o uso de personagens para abordar a física (Spu). Vejamos as respostas de Thor e Superman:

“Sim, qualquer conceito, uma vez que o herói ou a heroína podem explicar esse conceito ou podem dialogar com alguém sobre isso ({Q11TH}.CSH.Spu)”.

“Com certeza. Vários personagens como o Flash, o Superman, o Homem de Ferro, o Hulk, o Homem Formiga, a Mulher Gavião, etc. poderiam ser usados como problematizadores de conceitos físicos como atrito, viagem no tempo, conservação de energia, leis de Newton dentre outros. Acho seguro afirmar que existe pelo menos um super herói para cada conceito

físico que pode ser trabalhado no ensino de física ({Q11SM}.CSH.Spu)”.

Corroborando com as unidades de contexto e registros das respostas acima, o mundo dos super-heróis e heroínas e seus poderes despertam o interesse da maioria dos jovens o que pode contribuir como uma ferramenta poderosa no ensino de Física. De acordo com Maceti et al. (2021), herói é tido como uma figura muito forte, que também tem fraquezas. “Forte no sentido dele encarar o perigo; o medo e faz isso pelas razões que importam: a vida, a liberdade, aqueles que ama, seu povo (Maceti *et al.*, 2021, p. 28)”. Em sua colocação, Superman não só afirma que é possível utilizar esses personagens para trabalhar conceitos da física, como também traz vários exemplos de super-heróis e dos possíveis conteúdos a serem trabalhados. Oliveira e Ferreira (2018) e Gonzaga *et al.* (2014) apontam que abordar a física a partir dos intrigantes poderes dos personagens colabora para que o Ensino de Física não seja enrijecido e desprovido de criatividade e de elementos que se aproximam das afinidades dos estudantes.

Para complementar a busca de responder ao objetivo específico um, no subitem 6. 2. 2., faremos a análise do que pensam os estudantes sobre sua relação com HQs e as respectivas trajetórias escolar e acadêmica.

6. 2. 2 *Quanto a trajetória escolar/acadêmica e sua relação com as HQs*

As questões de 13 a 17 versaram sobre qual seria a relação dos/das participantes com as HQs na trajetória da Educação Básica, bem como no processo da formação inicial que estavam vivenciando. No Quadro 20 podemos ver que apenas 3 estudantes tiveram algum contato com a produção de HQs durante sua trajetória escolar/acadêmica e que nenhum professor de física que tiveram, até o momento desta pesquisa, ao longo do processo formativo se utilizou da ferramenta.

Quadro 20: Experiência com a elaboração de HQs durante a trajetória escolar e acadêmica

Discente participante	Código do/a Estudante	Em alguma disciplina ou em outros espaços	Como proposta de algum docente da Física
Mulher Maravilha	MM	Sim.	Nunca.
Tempestade	TE	Não.	Nunca.
Misty Knight	MK	Não.	Nunca.
Pantera Negra	PN	Não.	Nunca.
Blade	BD	Não.	Nunca.
Ya’Wara	YW	Não.	Nunca.

Superman	SM	Não.	Nunca.
Batman	BT	Sim.	Nunca.
Homem Formiga	HF	Não.	Nunca.
Thor	TH	Sim.	Nunca.

Fonte: o autor (2023).

A partir do quadro acima podemos inferir que, embora as HQs já estejam no ambiente escolar há muito tempo, são poucos os docentes que a utilizam, e quando falamos da física percebemos que nenhum/a teve uma experiência associada a produção para abordar conceitos específicos. Kundlatsch (2019) aponta que as HQs precisam fazer parte da formação de docentes uma vez que estas são artefatos culturais e artísticos que podem estimular discussões entre as ciências e outras áreas do conhecimento. Contudo, existem cursos de formação inicial de docentes, como traz Vieira (2015), onde alguns formadores desprezam algumas propostas de atividades, julgando-as como atividades de menor valor.

Dos três que afirmaram ter tido experiência na produção do referido material, embora não tenham mencionado detalhes das suas produções, relataram o seguinte:

“Sim, foi muito bom criar personagens e estar presente naquele universo como narrador da história, porque só lia HQs prontas.” (BT)

“Sim, há muito tempo atrás, no ensino fundamental, a atividade era para elaborar uma história em quadrinhos sobre qualquer coisa. Não tive dificuldade porque já lia.” (TH)

“Sim, no ensino fundamental. O tema era livre então poderíamos produzir qualquer narrativa a mão, na qual deveria ter um enredo completo. Como eu sempre gostei de ler HQs, principalmente da turma da Mônica e desenhar, não encontrei nenhuma dificuldade, por saber como produzir uma HQ.” (MM)

Fica nítido na fala dos cursistas que a experiência de leitura tornou a atividade de produção algo mais acessível e sem grandes dificuldades na elaboração. A leitura de quadrinhos não só ajuda a participação dos estudantes em sala de aula como auxilia no desenvolvimento da expressividade e criatividade dos estudantes (Testoni e Abib, 2003).

Para discutir de forma mais direta a trajetória escolar e/ou acadêmica dos participantes e sua relação com as HQs, também utilizamos algumas técnicas da análise de conteúdo de Bardin (2011) durante as leituras das respostas dos estudantes. Para isso, ainda no Questionário

1 (parte 2), utilizamos como questões centrais: “14) Você acha que as HQs contribuem/poderiam contribuir para sua aprendizagem enquanto acadêmico/a? Por quê?, 15) Você acha que as HQs contribuem para a aprendizagem de conteúdos da física pelos/as estudantes da Educação Básica? Justifique sua resposta; e 16) Você consegue/conseguiu entender algum conteúdo abordado pelo professor de ciências/física com a ajuda de umas HQs? Justifique.” Nessas questões, foram identificadas 14 (quatorze) unidades de contexto com a mesma quantidade de unidades de registro. A partir dessas unidades, foram elencadas 9 (nove) categorias, sendo 3 (três) gerais e 6 (seis) específicas, que por sua vez abrangeram 13 (treze) subcategorias que nos ajudaram a sistematizar os dados para fazer as inferências e interpretações, como podemos ver no Quadro 21.

Quadro 21: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 2)

Categoria Geral	Categoria Especifica	Subcategoria
As HQs podem contribuir para a aprendizagem enquanto acadêmico (PCA)	As HQs contribuem bastante para aprendizagem do acadêmico (Cba)	Buscam sair do método tradicional (<i>bst</i>)
		Apresentam-se como uma ferramenta a mais para ensinar (<i>fme</i>)
		Contribuem para trabalhar história e filosofia da ciência (<i>thf</i>)
		Estimula o senso crítico do acadêmico (<i>sca</i>)
		Apresentam ilustrações (<i>ail</i>)
	Facilita a aprendizagem de conteúdos de física (<i>fac</i>)	
	As HQs podem ajudar na aprendizagem dependendo do momento (período do curso que está estudante) (Adp)	Devido aos conteúdos exigem uma metodologia rígida e técnica (<i>mrt</i>)
As HQs podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos da física pelos/as estudantes da Educação Básica (AEB)	As HQs contribuem de forma significativa para aprendizagem (Cfs)	Despertam interesse/motivação dos estudantes (<i>die</i>)
		Contribuem para uma aprendizagem significativa (<i>cas</i>)
		Aumenta o potencial de aprendizagem (<i>apa</i>)
	Nunca pensou sobre o uso de HQs na Educação Básica (Nps)	Acreditava que HQs era apenas ilustração (<i>api</i>)
Consegue/conseguiu entender algum conteúdo abordado com HQs (CEF)	Nunca presenciou aulas de física com HQs (Npa)	-----
		Devido as linguagens que

poucos os estudos que discutem o uso de HQs na formação inicial. Moreira (2017, 2018, 2021) vem reforçando, que não apenas na formação de professores de física, mas também no ensino de física da Educação Básica, são grandes desafios para o Ensino da Física. Por isso, buscamos conhecer dos nossos cursistas o que pensam sobre as HQs e o processo de aprendizagem durante sua trajetória escolar e acadêmica.

Dessa forma, como podemos ver no Quadro 21, emergiram três categorias gerais. A primeira categoria geral é que HQs podem contribuir para a aprendizagem enquanto acadêmicos (PCA). Dessa categoria surgem duas categorias específicas, a primeira é dos estudantes que acreditam que as HQs contribuem bastante para aprendizagem do acadêmico (Cba), onde a partir das unidades de análises encontradas, se subdividiram em 6 subcategorias, com as justificativas que os quadrinhos: 1) buscam sair do método tradicional (*bst*), 2) Apresentam-se como uma ferramenta a mais para ensinar (*fme*), 3) contribuem para trabalhar história e filosofia da ciência (*thf*), 4) estimulam o senso crítico do acadêmico (*sca*), 5) apresentam ilustrações (*ail*) e 6) facilitam a aprendizagem de conteúdos de física (*fac*).

Como podemos perceber entre as unidades de contexto e de registro que surgiram anteriormente e estão apresentadas no Quadro 19, referente as respostas que teceram sobre a relação profissional e as HQs, duas subcategorias reaparecem quando tiverem que responder sobre as HQs e a relação com aprendizagem no contexto acadêmico. A primeira subcategoria foi a ideia que os quadrinhos possibilitam uma aprendizagem na formação acadêmica porque buscam sair do método tradicional e a segunda foi que facilitam a aprendizagem de conteúdos de física. A resposta de Superman foi a seguinte:

“Sim, pois tira os alunos da "rotina" de estarem vendo conteúdo apenas na lousa. O curso de física é muito quadro, quadro e contas (**{Q12SM}.PCA.Cba.bst**). Dessa forma, acredito que assim facilitaria inclusive a aprendizagem (**{Q12SM}.PCA.Cba.fac**)”.

A resposta reforça mais ainda que diversificar as formas de abordar um conteúdo ou outro, contribui para sair da rotina e possivelmente desenvolver outras habilidades e aproximar o estudante de uma aprendizagem mais significativa. Vale ressaltar que utilizar as HQs em aulas no curso da Licenciatura em Física não substitui a utilização de outras formas de linguagem para explicar os fenômenos físicos. Xavier (2017) destaca que a utilização de HQs vai na contramão de uma educação tradicional e ainda, em sua maioria rígida, sendo assim possível atingir tanto uma finalidade instrutiva quanto educativa.

Outra subcategoria que emergiu foi que o recurso aqui em questão apresentar-se como uma ferramenta a mais para ensinar.

“Além de *poder aprender uma nova ferramenta de ensino*, **(Q12MK).PCA.Cba.fme**), sinto que com a utilização de HQs eu poderia ter aprendido melhor alguns conteúdos de física [...]”.

Essa resposta de Misty Knigth, nos remete a ideia de que os quadrinhos podem sim ser ótimas ferramentas tanto para aprender quanto para ensinar (Vergueiro, 2018).

Uma subcategoria que surgiu que podemos considerar de grande valia foi a de as HQs contribuem para trabalhar história e filosofia da ciência nos cursos de formação inicial. O Super Man ao responder o questionário disse o seguinte:

“Acredito que sim, contribui para aprender [...] principalmente para apreendermos outras coisas, *se considerarmos história e filosofia da ciência* **(Q12SM).PCA.Cba.thf** que é algo que está muito em falta na graduação de física”.

No processo de formação docente também é importante levar em consideração os princípios que a BNCC (2018) apresenta: eixos estruturantes, temas integradores e unidades de conhecimento. Um dos eixos estruturantes (que serve para estruturar os currículos) para área de ciências é a importância da contextualização histórica, social e cultural das Ciências da Natureza.

Esta subcategoria dialoga com outra que também surgiu onde se propõe que as HQs também podem estimular o senso crítico do acadêmico, pois trazer os elementos históricos, sociais, culturais, políticos e econômicos para aprender ciência contribui de forma significativa na aprendizagem. Os temas integradores da BNCC (2018), que visam integrar os componentes curriculares e são cinco: Consumo e educação financeira; Ética, direitos humanos e cidadania; Sustentabilidade; Tecnologias digitais e Culturas africanas e indígenas, também nos convidam a utilizá-los por dentro da formação de professores/as: Vejamos a resposta da Mulher Maravilha:

“Poderiam sim, isso porque nós como estudantes teríamos uma forma dinâmica de aprendizado, saindo da monotonia de aula de lápis e quadro *para uma temática diferente, transversal, com isso traria diversos estímulos no nosso saber crítico e conhecimento*

didático ({Q12MM}.PCA.Cba.sca). Seria até uma forma mais suave de assimilarmos os conteúdos.”

Quando ela diz que a utilização das HQs trará estímulos para despertar um Ensino de Física crítico e um conhecimento didático e que isso pode estar associado a temas transversais, nos remetemos ao PCN (2000), onde se busca demonstrar o quanto é importante expressar nas diversas aulas valores básicos à democracia e à cidadania. São várias as temáticas urgentes na sociedade contemporânea e que podem ser agregadas ao ensino e a aprendizagem da física, como por exemplo, questões ligadas a ética, ao meio ambiente, a saúde, o trabalho e consumo, a diversidade/orientação sexual e a pluralidade cultural. Estes são temas que fazem parte de muitos dos nossos estudantes.

A última subcategoria, da categoria específica aqui abordada, refere-se à apresentação das ilustrações presentes nas HQs como meio de ajuda na aprendizagem dos licenciandos/as. O Thor respondeu o seguinte:

“Sim, pois gosto *de usar ilustrações*, até mesmo quando estou estudando, e *as ilustrações presentes nas HQs ajudam para explicar conceitos importantes*({Q12TH}.PCA.Cba.aíl)”.

Embora quando pensamos em quadrinhos não nos detemos apenas nas imagens presentes devido ao seu caráter multimodal, em sua maioria, sabemos que elas são relevantes, pois existem alguns desses recursos apenas com imagens que ajudam a constituírem significados. Para Fanaro e Otera (2007) a representação interna de uma imagem está sempre sujeita à interpretação do leitor e, portanto, não se armazenam como cópias da imagem lida, mas uma nova representação, um signo mais robusto, mais significativo no sentido de que o leitor a processou a partir de seus conhecimentos prévios. Ou seja, as imagens presentes contribuem para que os/as estudantes possam estimular a cognição a partir das representações de mundo que estes trazem.

Ainda dentro da categoria geral que versa sobre HQs e a formação acadêmica, surge a segunda categoria específica, que na nossa análise colocamos como unidade, as HQs podem ajudar na aprendizagem dependendo do momento, ou seja que essa depende do período que o estudante se encontra no curso. A única subcategoria que emerge diz que à medida que o curso

avança a rigidez e as técnicas de aprendizagem são mais densas. Podemos perceber isto na resposta dada por Blade.

“Nesse momento não muito. Já estou numa fase em que os conteúdos exigem uma metodologia rígida e técnica (**{Q12BD}.PCA.Adp.mrt**)”.

Blade nos leva a interpretar que chegam períodos no curso da Física-Licenciatura que não dá mais para usar esses tipos de recursos para abordar conteúdos tidos como complexos na física. Entretanto, Moreira (2018) reconhece que o processo de formação de professores de física ainda é fraco, no sentido que muitos conteúdos ainda são

[...] decorados, memorizados mecanicamente. É preciso pensar em como ensinar esses conteúdos, é preciso dar atenção à didática específica, à transferência didática, a como abordar a Física de modo a despertar o interesse, a intencionalidade, a predisposição dos alunos, sem os quais a aprendizagem não será apenas mecânica para “passar” (Moreira, p. 76, 2018).

Essa rigidez metodológica, como respondeu Blade, pode estar associada as modelagens que estão na base da Física. Porém como menciona Moreira (2018) conceitos são muito mais importantes do que fórmulas, aprender a perguntar em Física é mais importante do que saber respostas corretas. A reflexão do autor nos leva a crer que as HQs são recursos que podem trazer questões para os licenciandos/as independente do período que esteja no curso.

No contexto da Educação Básica vimos que a utilização das Histórias em Quadrinhos já é reconhecida pela LDB (9.394/96), pelo PCN (2000), pelo PCN+ (2002) e pela BNCC (2018), assim, esses recursos estão cada vez mais comuns em avaliações, livros didáticos, paradidáticos e inclusive na sala de aula. Quando os cursistas responderam ao questionário surgiu a categoria geral que afirmavam que as HQs podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos da física pelos/as estudantes da Educação Básica (AEB), das unidades de contexto e registro surgiram duas categorias específicas: 1^a) dos/as estudantes que acreditam que as HQs contribuem de forma significativa para aprendizagem (Cfs) e 2^a) dos/as estudantes que nunca pensaram sobre o uso de HQs na Educação Básica (Nps).

Da primeira categoria específica emergem três subcategorias, uma que fala sobre o uso das HQs despertar interesse/motivação dos estudantes (*die*) da Educação Básica, outra que fala

sobre o aumento do potencial de aprendizagem (*apa*) ao usarmos esse recurso e a terceira que apresentaremos mais à frente. A Mulher Maravilha elencou que:

“Por ser uma disciplina de difícil compreensão por parte dos alunos, a forma de inserir os HQs nas aulas *poderiam aumentar o potencial da apreensão do conhecimento* (**{Q12MM}.AEB.Cfs.apa**) de forma dinâmica e a interpretação seria mais fácil, porque *despertaria um interesse maior* (**{Q12MM}.AEB.Cfs.die**) dos estudantes”.

Essa fala é ressaltada em Vergueiro e Rama (2018) e Vergueiro (2018a), onde os autores apontam alguns benefícios sobre a HQ na sala de aula, como: desenvolver no aluno um senso crítico/criativo sobre algum fenômeno físico, em que a reflexão e a discussão coletiva poderão ser exploradas; interesse pela leitura em quadrinhos; associação da escrita com a imagem; desenvolvimento do hábito da leitura; caráter globalizador; e podem ser usadas em qualquer nível escolar. Cabe destacar ainda da fala da cursista a ideia de “forma dinâmica”, que podemos interpretar como “sair” do método tradicional. Conforme Moreira (2017, 2018), o Ensino de Física tradicional, muitas vezes está associado a desvalorização do professor da Educação Básica, a falta e/ou despreparo dos professores, dos baixos salários, muitos alunos, falta de apoio na formação continuada, currículos que não passam de uma lista de conteúdos a serem cumpridos para a testagem dos estudantes.

Nesse sentido, o PCN+ (2002) propõe que “a memorização indiscriminada de símbolos, fórmulas e nomes de substâncias não contribui para a formação de competências e habilidades desejáveis no Ensino Médio” (p. 34). Essa ideia associada ao processo de uma aprendizagem através de significados com a utilização de diferentes linguagens, dá origem a terceira subcategoria, dos estudantes que acreditam na contribuição das HQs para um aprendizado significativo (*cas*). Uma aprendizagem que utiliza-se de ferramentas pedagógicas multimodais ajudam na construção de significados que são produzidos, distribuídos, recebidos, interpretados e refeitos a partir da leitura de vários modos de representação e comunicação. Isso fica evidente na resposta de Pantera Negra:

“Visualizar o conceito a partir de HQs *ajuda na aprendizagem significativa dos assuntos* (**{Q12PN}.AEB.Cfs.cas**) que são abordados na física, não apenas decorar formulas, mas aprender a pensar.

Da segunda categoria específica, algumas respostas nos levaram a emergir a subcategoria dos cursistas que acreditavam que HQ era apenas ilustração (*apa*). Ya'Wara respondeu o seguinte:

“Até agora não tinha pensado nisso, porque as HQs que já li, sempre foram algo mais fictício, apenas ilustração, e não algo como forma de aprendizagem para estudantes (Q12YW).AEB.Nps.apa)”.

Vergueiro (2018) chama atenção que no meio educacional ainda há resistência quanto ao uso de quadrinhos em sala de aula, o que muitas vezes colabora com o discurso que as HQs são apenas para divertir ou entreter. Por envolver imagens, à medida que o nível de ensino vai passando as imagens parecem não trazerem tanto significado quanto as palavras para algumas pessoas. O desprestígio da imagem em relação à palavra traz uma carga de preconceito em relação às histórias em quadrinhos, inclusive por alguns pais e educadores, porque é na infância e adolescência que os livros tem muitas figuras e pouquíssimas palavras, por ser “mais fácil”, assim (McCloud, 1995). Ou seja, existe no imaginário social que as figuras trazem facilidade para compreender os fenômenos e os conteúdos, por isso muitas vezes não são pensadas/usadas para/nas as salas de aula.

A última categoria geral que surgiu ao analisarmos a relação HQs e trajetória escolar/acadêmica, diz respeito a quem consegue/conseguiu entender algum conteúdo abordado com HQs (CEF). Daí surgiram duas categorias específicas, uma dos licenciandos/as que nunca presenciou aulas de física com HQs (Npa) e não apresentou subcategoria. Um exemplo de resposta dessa categoria foi a de Tempestade:

“Nunca assisti uma aula que abordasse física com HQs (Q12TE).CEF.Npa)”, mas acredito que eu conseguiria entender sim. Alguns conceitos físicos mais abstratos poderiam ser abordados através das HQs.”

Estudos como de Pena (2003), Testoni (2004), Vieira (2015), Souza (2018) entre outras já demonstraram que as HQs não só ajudam a entender conceitos físicos, como também já demonstram que essas ferramentas podem ser utilizadas em vários contextos, como: para motivar o aluno com algum tema para discussão antes do livro didático; reforçando com algum

exemplo sobre o conteúdo trabalhado; produzir alguns exercícios usando os quadrinhos; depois de uma discussão sobre o tema trabalhado etc.

A segunda categoria específica que surgiu foi a dos estudantes que responderam que foi possível aprender com as HQs (Fpa), e aí emergiram duas subcategorias: 1) devido as linguagens que compõem a HQ (*lch*) e 2) devido a prática (*dpr*). As falas da Mulher Maravilha e Batman, respectivamente, são exemplos de respostas dessas subcategorias.

“Sim, principalmente *através das ligações entre as ilustrações e o diálogo (falas)* (**{Q12MM}.CEF.Fpa.lch**) na qual está sendo exibido.”

“Sim, pois fica mais divertido fazendo a leitura e *ao mesmo tempo praticar a produção* (**{Q12BT}.CEF.Fpa.dpr**)”.

Vergueiro (2018a, 2018b, 2018c) enfatiza que as diversas linguagens que compõem as HQs, em especial, a linguagem visual, a verbal, a não verbal ou icônica corroboram para o entendimento do texto na forma de quadrinhos, ou seja, contribuem para o entendimento de conteúdos físicos que podem ser abordados. O autor ainda destaca que a elaboração de atividades que envolvam a leitura e a produção de quadrinhos, faz com que os “alunos se aprofundem ainda mais sobre o que foi e será ministrado, ajudando de forma visível o professor, que terá os estudantes ainda mais instigados a querer se aproximar do contexto que vos foi passado, tendo como principal fator, aproximação com o conteúdo abordado (Almeida *et al.*, 2022, p. 4).

O que podemos perceber é que seja no processo profissional, ou seja no percurso escolar/acadêmico, as HQs podem e devem atravessar as salas de aula da Educação Básica até o Ensino Superior. Contudo, as unidades de contexto e registro, aqui encontradas nos levam a refletir sobre as possibilidades e desafios/limites na produção/uso de HQs para o Ensino de Física pelos/as cursistas, que veremos na próxima seção (6. 3).

6. 3 Possibilidades e desafios/limites na produção/uso de HQs e o Ensino de Física

Para responder ao segundo objetivo específico, nas questões 18 e 19 perguntamos de forma direta: 18) Qual ou quais são os maiores desafios/limites para o professor trabalhar HQs em sala de aula de física/ciência e solicitamos que justificassem e na questão 20 perguntamos

qual ou quais são as possibilidades de utilizar HQs em sala de aula de física/ciência como recurso didático para aprendizagem de um conceito físico e pedimos que justifique sua resposta.

Nestas questões, pudemos identificar 12 (doze) unidades de contexto com a mesma quantidade de unidades de registro. A partir dessas unidades elencamos 12 (doze) categorias, sendo duas gerais e 10 (dez) específicas, que por sua vez abrangeram 10 (dez) subcategorias que nos ajudaram a sistematizar os dados para fazer as inferências e interpretações.

Quadro 22: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q1 (parte 3)

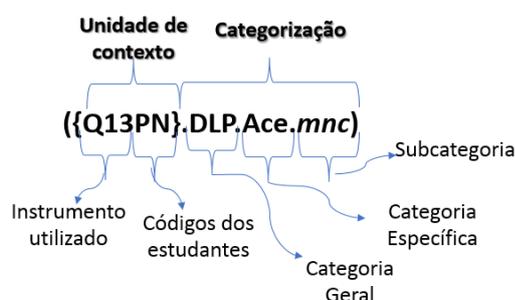
Categoria Geral	Categoria Específica	Subcategoria	
Desafios/limites para o professor trabalhar com HQs nas aulas de física (DLP)	Aceitação dos estudantes (Ace)	Por ser um método não convencional (<i>mnc</i>)	
	Dificuldade de interpretação dos estudantes (Des)	Encontrar HQs que relacionem a física inserida no cotidiano (<i>aic</i>)	
	Criar HQs (Chq)		A falta de criatividade de quem produz (<i>fcp</i>)
			Precisa pensar no público alvo (<i>pua</i>)
			Tempo curto das aulas (<i>tca</i>)
	Transmitir a física utilizando HQs (Tfu)	Devido a complexidade da física (<i>dcf</i>)	
	Equilibrar o aspecto lúdico e aprendizagem da física nas HQs (Ela)	-----	
Falta de utilização de HQs pelos docentes (Fud)	Falta de formação para aplicação (<i>ffa</i>)		
Possibilidades para o professor trabalhar com HQs nas aulas de física (PPA)	As HQs podem ser usadas em propostas diversas (Ppd)	Demonstração/problematização de diversos conceitos e ideias da ciência (<i>dmi</i>)	
		Proposta de avaliação (<i>pra</i>)	
	Instiga da criatividade (Icr)	Utilizando a ludicidade (<i>ulu</i>)	
	Aproximação da realidade do estudante (Are)	-----	
	Despertar o interesse dos estudantes (Dpi)	-----	

Fonte: O autor (2023).

Na codificação das categorias que emergiram das respostas dadas nos questionários para as questões aqui abordadas, também adotamos as orientações apresentadas para os Quadros 19 e 21. As categorias gerais estão representadas por um seguimento de três letras maiúsculas, diferente das categorias específicas que foram representadas por uma letra maiúscula seguida de duas minúsculas; já as subcategorias são identificadas por um seguimento de três letras

minúsculas em itálico. As indicações das unidades de contexto estão entre chaves representadas pela letra Q e o numeral 1, que se referem ao Questionário 1, seguidas de outro número 3 para indicar a parte que se refere no roteiro do instrumento utilizado, seguidas ainda de um código equivalente ao nome utilizado para identificação do/a discente. Apresentamos, a seguir, a codificação completa entre parênteses, conforme apresentado na Figura 57.

Figura 57: Legenda de codificação do Questionário 1 (parte 3)



PN- Pantera Negra

DLP- Desafios/limites para o professor trabalhar com HQs nas aulas de física

Ace- Aceitação dos estudantes

mnc- Por ser um método não convencional

Fonte: o autor (2023).

É notável, a partir das discussões aqui já apresentadas, que tanto no Ensino de Física da Educação Básica quanto na formação de professores/as de Física a utilização de recursos e de metodologias diferentes das tradicionais ainda é algo bastante distante da realidade. Na Educação Básica é comum escutarmos os/as estudantes afirmando não gostar de física e isso gera uma responsabilidade para os docentes, pois precisa ministrar suas aulas de forma que o aluno se sinta motivado e consiga aprender o conteúdo. “É necessário desconstruir a percepção de que a Física é difícil, e uma das formas de fazer isso é criar situações onde eles consigam enxergar a aplicação prática do que veem em sala de aula (Araújo *et al.*, p. 163, 2023)”.

Através das respostas ao questionário emergiu a categoria geral relacionada aos desafios/limites para o professor trabalhar com HQs nas aulas de física (DLP). Desta categoria geral surgiram, vimos que surgiu a categoria específica referente ao desafio de aceitação dos estudantes (Ace), que apresentou como subcategoria o fato de usar os quadrinhos em sala de aula não ser algo convencional (*mnc*). A Mulher Maravilha respondeu o seguinte:

“Muitas vezes os alunos não veem essa forma como um método para se “aprender” algo ({Q13MM}.DLP.Ace.mnc), não dando muita importância por exemplo, o que acaba desmotivando a sua aplicação em sala.”

Como já mencionado, a resposta da cursista nos leva a pensar e questionar a metodologia e/ou os recursos que vêm sendo utilizados nas aulas de Física. Moreira (2017) destaca que o Ensino Física tem estimulado a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, além de estarmos no século XXI, mas a Física ensinada não passa do século XIX. Esta reflexão nos direciona a pensar sobre a categoria específica que destaca que o desafio/limite do uso das HQs (DLP) está relacionado a interpretação dos estudantes (Des), onde podemos encontrar como subcategoria a dificuldade de encontrarmos HQs que relacionem a física inserida no cotidiano. Uma das respostas que chamou atenção foi a de Misty Knigh:

“O principal desafio/limite está na interpretação das HQs, também é difícil achar HQs que tenham a ver com o dia do aluno e envolva física ({Q13MK}.DLP.Des.eic)”.

Podemos inferir que, muitas vezes, a dificuldade de interpretação está na forma como a Física é abordada na maioria das vezes:

Treina para os testes, ensina respostas corretas sem questionamentos, está centrado no docente, não no aluno, é do tipo “bancário” (tenta depositar conhecimentos na cabeça do aluno), não utiliza situações que façam sentido para os alunos [...] não aborda a Física como uma ciência baseada em perguntas, modelos, metáforas, aproximações e em geral, é baseado em um único livro de texto ou em uma apostila (Moreira, 2017, p. 2-3).

Nesse contexto, parece que a Física está dissociada do nosso cotidiano, porém Vergueiro (2018) ressalva um dos pontos positivos do uso das HQs em sala de aula é poder trazer o cotidiano para as narrativas. O Ensino de Física precisa fazer uma relação com a cidadania, pois a Física permeia a vida dos seres humanos, e está na base das Tecnologias de Informação e Comunicação, da engenharia, das técnicas de diagnósticos e tratamento usadas na medicina (Moreira, 2018). Um modelo de ensino que não instiga os estudantes a pensarem, pode limitar o senso crítico e a criatividade.

Outra categoria específica que emergiu foi o desafio (DLP) que esses atores sociais podem apresentar para criarem as HQs (Chq). Dessa categoria específica identificamos as

subcategorias, que apresentam a falta de criatividade de quem produz (*fc*), a necessidade de pensar no público-alvo (*pua*) e o tempo curto das aulas (*tca*); como desafio/limite da utilização das HQs em aulas de física/ciência. Blade disse o seguinte:

“A *criatividade (ou falta dela)* de quem elabora esse material (**{Q13BD}.DLP.Chq.fc**) e a preocupação em *moldar esse material para interessar ao público escolhido* (**{Q13BD}.DLP.Chq.pua**). Não é um instrumento de ensino tradicional, além de que *é preciso pensar na faixa etária e no "gosto" da turma a quem se aplica* (**{Q13BD}.DLP.Chq.pua**). .”

Blade coloca em questão um dos pontos principais na produção de HQs que é a criatividade. Elaborar quadrinho necessita conhecer, gostar e saber organizar os elementos básicos no seu processo construtivo. Para Vergueiro (2018c) destaca que a criatividade do docente é um ponto crucial, pois como também chama atenção Blade, deve-se pensar em qual nível de ensino está sendo abordado e a faixa etária do público. Essa criatividade também está associada “à identificação do docente com as HQs, ao entusiasmo com que se utiliza os produtos e elementos da linguagem, que certamente contagiaria os seus alunos, bem como à sensibilidade de saber quando e como deve utilizar os quadrinhos e mesmo quando deve não fazê-lo [...] (Vergueiro, 2018c, p. 13)”. Vale enfatizar que quando pensamos no Ensino de Física esta ferramenta, pode ainda, não fazer parte da sala de aula, pois como pudemos ler e perceber nesse trabalho, os/as discentes tiveram poucas ou nenhuma experiência com HQs em aulas de física.

A resposta de Batman enfatizou a subcategoria que coloca como fator limitante na criação das HQs o tempo curto das aulas (*tca*).

“Um dos principais desafios é conseguir realmente fazer com que o aluno elabore totalmente uma HQ, *por causa do tempo curto das aulas* (**{Q13BT}.DLP.Chq.tca**)”.

Esta resposta só deixa claro a necessidade de planejamento do professor/a para propostas com a utilização do recurso em questão. No entanto, Moreira (2017) enfatiza que as

aulas de física ainda são poucas e com a proposta do Novo Ensino Médio⁴⁶, a quantidade de aulas de Física fica ainda mais defasada.

Uma quarta categoria específica foi a ideia de que transmitir a física através das HQs (Tfu) é desafiante e a partir desta emergiu a subcategoria que isso se dá pelo fato da complexidade da física (*dcf*). De fato, sabemos que a Física tem um grau de complexidade, porém a forma como é ensinada a torna ainda mais. A resposta de Ya'Wara foi a seguinte:

“Desafiante é transmitir assuntos da física/ciência que são considerados difíceis e complexos, de uma forma descontraída ({{Q13YW}.DLP.Tfu.dcf)”.

Como também já discutimos, os textos de Moreira (2017, 2018, 2021) reforçam que é preciso, de forma urgente, repensar determinadas formas de abordar os fenômenos físicos. O autor também realça que o Ensino de Física deve levar em consideração aspectos epistemológicos, históricos, sociais, culturais. Precisamos buscar uma aprendizagem significativa, que os estudantes utilizem seus conhecimentos e assim possam fazer sentido. Um ponto importante das palavras de Ya'Wara foi a ideia de que ensinar a Física de forma descontraída não é algo fácil, muitas vezes porque são passadas inúmeras equações matemáticas para resolverem questões e esquecem de abordar outras linguagens, outros métodos.

Sobre a discussão da dificuldade/limite do uso de HQs (DLP) em salas de aula de física de forma descontraída, também pudemos perceber nas unidades de contexto e registros dos questionários a categoria específica que aponta como dificuldade equilibrar o aspecto lúdico e aprendizagem da física nas HQs (Ela). O Homem Formiga disse o seguinte:

“Acredito que o maior desafio é conseguir equilibrar o aspecto lúdico e aprendizagem ({{Q13HF}.DLP.Ela) . Ou seja, fazer com que o aluno aprenda se divertindo sem que apenas um desses aspectos predomine.”

⁴⁶ Em linhas gerais, o Novo Ensino Médio é resultado da alteração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) por meio da lei 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, porém sua implantação começou no ano letivo de 2022. Junto a BNCC, apesar de aumentar a carga horária total do Ensino Médio, esta proposta diminui a carga horária da Formação Geral Básica, que inclui o número de aulas de física.

Esta resposta vai ao encontro do que Vergueiro (2018, 2018c) e Ramos (2019), colocam que o professor precisa estar bem planejado, organizado e com objetivos bem definidos do que pretende levar para os estudantes, para não recairmos no discurso de que as HQs podem trazer malefícios a aprendizagem dos estudantes, limitando e impossibilitando uma aprendizagem crítica dos conteúdos. Se o objetivo é ensinar algum fenômeno físico, precisamos “buscar um ensino híbrido com participação ativa dos alunos e do professor, centrado nos alunos e no professor; no processo ensino-aprendizagem educador e educando, porque são igualmente importantes; não existe ensino sem aprendizagem” (Moreira, 2021).

Por fim, a última categoria específica que emergiu, da categoria geral aqui analisada, foi que a limitação do uso de HQs pode se dar pela falta de utilização de HQs pelos docentes (Fud). Essa, por sua vez, deu origem a subcategoria que isso ocorre devido à falta de formação para aplicação (*ffa*). Como observamos nas respostas, poucos estudantes tiveram experiências com HQs ou se tiveram foi algo bem superficial. Thor relatou o seguinte:

“Para mim, o desafio/limite seria o professor tomar a iniciativa, durante todo o meu ensino médio nunca vi nenhum professor utilizando deste recurso, talvez pela falta de uma formação adequada para isso ({Q13TH}.DLP.Fud.*ffa*).”

Se pararmos para refletir o que estamos discutindo nesta tese, perceberemos o quanto torna-se importante conhecer um pouco mais sobre as HQs para sua utilização. Talvez, devido a homogeneidade de um ensino tradicional da física faça com que muitos professores formadores de outros não pensem nesse recurso como algo útil em sala de aula e conseqüentemente os licenciandos/as que saem das universidades tenham a mesma dificuldade de inseri-lo na Educação Básica. Para ensinar e elaborar HQs precisamos conhecer os elementos que auxiliam na compreensão da narrativa e dos conceitos/temas que estão sendo abordados. Cagnin (2014) destaca como elementos essenciais: o enquadramento, a diagramação, os personagens, o balão, as legendas que auxiliam os recursos linguísticos (discurso direto, onomatopeia, expressões populares) e a imagem (gestos e expressões faciais).

Outro ponto a ser destacado na formação inicial de docentes em física e o uso de metodologias ativas, como o caso da produção de HQs, seja numa perspectiva multidisciplinar (as disciplinas existem no mesmo lugar); interdisciplinar (elas estão no mesmo lugar e começam a dialogar entre si) ou transdisciplinar (elas dialogam entre si, mas interagem de tal forma que se torna uma coisa só), ainda existem muitos preconceitos.

Contudo, Vergueiro (2018) traz vários motivos que levam as Histórias em Quadrinhos a terem um bom desempenho nas escolas, possibilitando, segundo ele, resultados muito melhores do que aqueles que se obteriam sem elas. Apesar de percebermos que são vários os desafios e limites para utilizar HQs nas salas de aulas de física, as possibilidades do uso dos quadrinhos nas aulas de física (PPA) foi uma categoria geral encontrada. Dessa categoria geral, emergiram quatro categorias específicas, como destacado no Quadro 22.

A primeira categoria específica aponta que as HQs podem ser usadas em propostas diversas (Ppd) e dela surgiram duas subcategorias: 1) demonstração/problematização de diversos conceitos e ideias da ciência (*dmi*) e 2) como proposta de avaliação (*pra*). Vejamos a fala do Superman:

“Seria possível usar como *ferramenta problematizadora* (**{Q13SM}.PPA.Ppd.dmi**) ou como *ferramenta avaliativa* (**{Q13SM}.PPA.Ppd.pra**). Utilizar uma HQ como um contexto de problematização onde os alunos seriam confrontados com um fenômeno teoricamente impossível *poderia gerar uma discussão inicial sobre as causas da impossibilidade de tal fenômeno.*”

Sobre a fala acima, Moreira (2021) defende um modelo de ensino-aprendizagem que promova a problematização nas aulas de física, considerando o processo dialógico e crítico. De acordo com o autor, o aluno tem que externalizar os significados que está captando e o professor tem que verificar se são os esperados, por isso, enfatizamos a utilização de HQs em sala de aula, uma vez que essas apresentam o potencial de provocar os estudantes e leva-los a criticidade do conhecimento.

Na contextualização/problematização de conteúdo de estudo buscando ampliar a possibilidade de compreensão. Integrando um determinado tema a uma linguagem agradável, mais próxima do educando. Essa estratégia pode ser usada no intuito de quebrar o paradigma de conteúdo de difícil compreensão para a maioria dos alunos, buscando uma abordagem mais lúdica que pode facilitar a construção de uma aprendizagem significativa (Neves, 2012, p. 20).

Superman também destaca que as HQs podem ser usadas como uma atividade avaliativa. Para Neves (2012), os quadrinhos, como recurso avaliativo, contribuem para os estudantes exteriorizarem o que foi aprendido, seja no enunciado de uma questão, seja quando nas alternativas de questões objetivas para criar diferentes respostas para a apresentação dos resultados ou pela própria produção envolvendo o conceito/tema abordado.

A segunda categoria específica é a possibilidade de instigar a criatividade (Icr) e que emerge como única subcategoria o pensamento que pode ser utilizando a ludicidade (ulu). A criatividade (ou a falta dela) pode ser um fator limitante no processo de utilização de HQs em sala de aula, mas também pode ser vista como algo a ser desenvolvido como podemos ver na resposta de Blade.

“Podemos *explorar a criatividade* dos alunos pedindo para criarem suas histórias, utilizando *procedimentos lúdicos importantes para a aprendizagem* [...] (**{Q13BD}.PPA.Icr.ulu**).”

É perceptível que as HQs ao utilizarem de linguagens diferentes para transmitir, discutir, problematizar uma informação/conceito/tema torna-se um recurso diferencial para abordar em aulas de física. A criatividade é algo fundamental na produção de HQs, desde a criação dos personagens ao desenvolvimento do seu enredo, quando unimos a criatividade aos aspectos lúdicos que as HQs trazem, podemos dizer que esse é um recurso didático que oferece uma variação de metodologia para se trabalhar em sala de aula, de maneira crítica e consciente, desenvolvendo novas formas de criar uma sociedade mais democrática e justa para todas as pessoas (Neves, 2012).

A terceira categoria específica tem muita haver com a ideia acima, pois defende que HQs possibilitam uma aproximação com a realidade dos/as estudantes (Are). Como já discutido no Capítulo 1, as HQs por serem consideradas um meio de comunicação de massa, com um alto poder de penetração social e um baixo custo, podem ser usadas para transmitirem conceitos, modos de vida, visões de mundo e até informações científicas aproximando das vivências desse aprendiz. Tempestade respondeu o seguinte:

“Nas HQs *poderia usar exemplos do dia a dia para explicar o conceito de física* fazendo assim o mesmo *ser mais próximo da realidade do aluno* (**{Q13TE}.PPA.Are**), facilitando a sua aprendizagem.”

Souza (2018) destaca que as HQs precisam estar associadas ao cotidiano, sobretudo quando pretendemos abordar conteúdos físicos. Se olhar no espelho, falar ao telefone, jogar bola, dançar, utilizar o computador, abrir porta, esquentar comida no micro-ondas, andar de carro são exemplos que trazem práticas cotidianas que nos ajudam a pensar a ciência e despertar o interesse dos estudantes.

A última categoria específica, e uma das mais importantes no mundo atual, é a possibilidade das HQs despertar o interesse dos estudantes (Dpi). Blade disse o seguinte:

“E o mais importante (e o maior desafio dos professores em sala) que *é despertar o interesse dos alunos para a física* (**Q13BD**).PPA.Dpi) e quebrar o estereótipo dessa disciplina”.

Para Moreira (2021) o interesse dos alunos é sempre um desafio no ensino da Física e de muitas outras disciplinas, se não todas, do currículo escolar, nesse sentido para possibilitar a aprendizagem do estudante é preciso a predisposição a aprender. O autor também destaca, de acordo com o estudo de Renninger, Nieswandt e Hidi (2015), que o interesse pode assumir cinco características diferentes, que pode estar associado: 1) a interação com algum conteúdo específico; 2) a uma relação particular entre o aprendiz e seu entorno; 3) a componentes afetivos e/ou cognitivos de forma variável a fase do desenvolvimento do interesse; 4) a consciência ou não do aprendiz do que seu interesse foi despertado e 5) ao interesse como recompensa que leva o aprendiz a procurar novos recursos e desafios (p. e20200451-6).

Na Física, a visão de ser um conteúdo difícil e formulista, causa um desinteresse para os alunos, mas que pode ser repensado quando utilizamos ferramentas ou metodologias que saiam do tradicional como o uso de HQs. Aprender Física é um direito da cidadania e pode ser interessante, cativante, quando trabalhada com a ajuda de recursos que não sejam apenas a lousa e o pincel de quadro (Moreira, 2021).

Para finalizar o Questionário 1, a última questão (21º) foi uma questão livre para que os/as cursistas pudessem se expressar à vontade e que não foi mencionado nas questões anteriores. Apenas uma discente reafirmou a necessidade explorar as HQs em todos os níveis de ensino, como podemos ler no seguinte trecho de sua resposta: “*O uso dos HQs deveria ser dado em salas de aulas desde o ensino fundamental e no ensino médio os professores deveriam ter um conhecimento de que ao menos pode usar esse tipo de didática e levar para a sala de aula (MM).*” Ainda deste trecho percebemos que há indícios da necessidade de apresentarmos essas ferramentas e como elas podem ser usadas nos cursos de formação de docentes. Assim, concordamos com Almeida e colaboradores (2022) e entendemos que “caberá ao professor desenvolver o seu planejamento e perceber em qual momento será o ideal para aplicação de forma produtiva (Almeida *et al.*, 2022, p. 4)”.

Ao encerrarmos essa seção (6. 3) reconhecemos que as HQs na visão dos discentes possuem um potencial, que reforça a importância da sua produção e dos cuidados que devemos

ter sobretudo, para a leitura das diferentes linguagens contidas nessas ferramentas e na utilização e produção em sala de aula por parte dos docentes. Quando pensamos na construção de significados de conteúdos específicos esses cuidados devem ser redobrados, pois produzir HQs olhando para os elementos que a compõe associado a temas/conteúdos específicos precisamos considerar os aspectos semióticos. Nesta tese utilizamos a GDV para analisar as produções dos cursistas a seguir (seção 6. 4), visando responder nosso terceiro objetivo específico.

6. 4 A construção de significados dos fenômenos da biofísica da visão utilizando a GDV: análise das produções dos/as estudantes

Foi escolhido para as produções das HQs o seguimento de tiras, para que os estudantes pudessem executá-las no tempo do curso. As tiras produzidas pelos/as estudantes foram realizadas em dupla. Foram produzidas 5 tiras⁴⁷ pelas seguintes duplas: a dupla 1 formada pela Mulher Maravilha e Pantera Negra, a dupla 2 formada por Superman e Blade, a dupla 3 formada por Tempestade e Batman, a dupla 4 formada por Ya'Wara e Misty Knight, e a dupla 5 formada por Homem Formiga e Thor. Cada dupla será representada pela letra D seguida de um número, da seguinte forma: D1, D2, D3, D4 e D5. D1, D3 e D4 escolheram explorar a miopia, enquanto que D2 e D5 trouxeram em suas tiras a temática da hipermetropia.

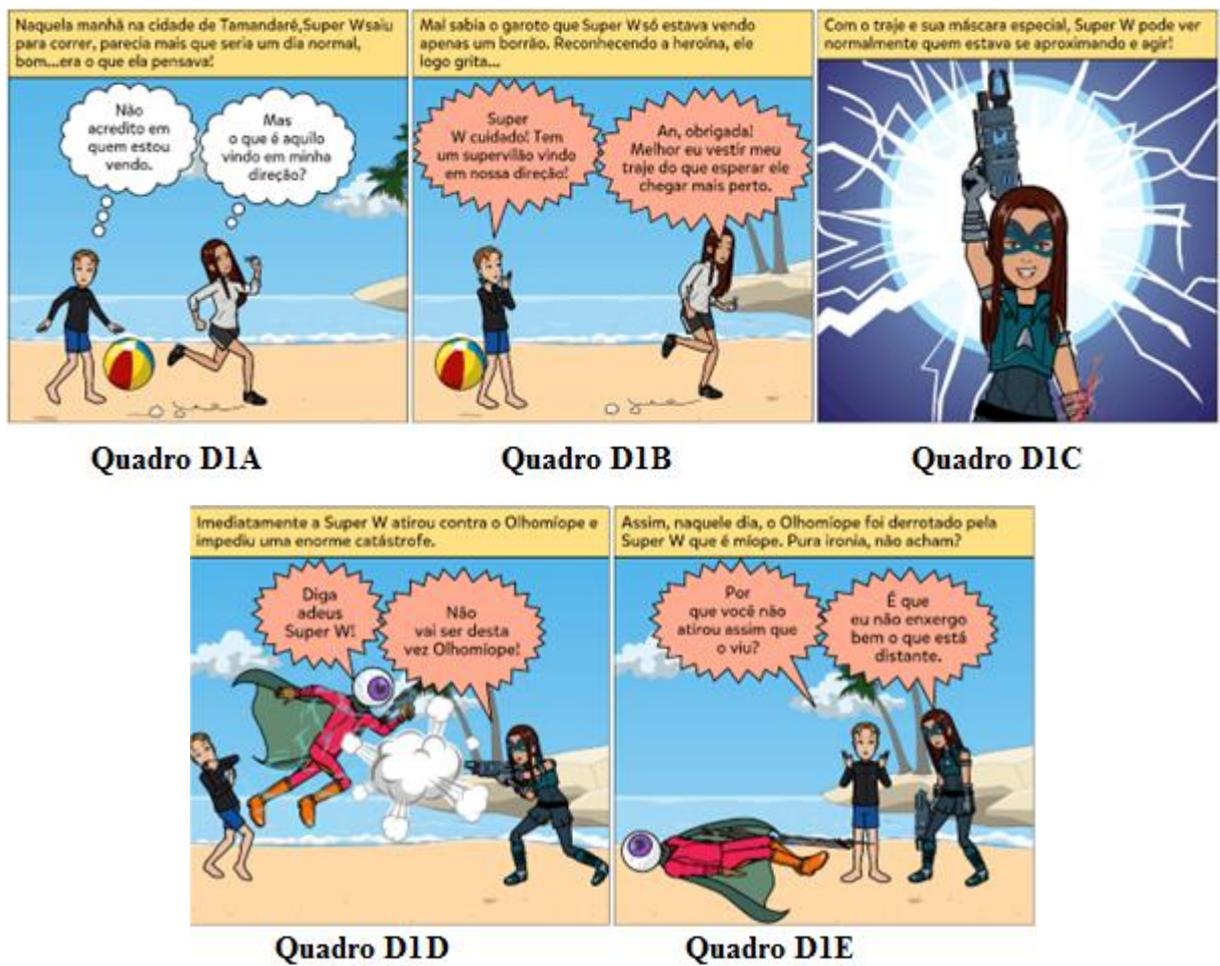
6. 4. 1 Análise da Tira produzida pela dupla 1: “A Super W”

A D1 criou a tira intitulada como “A Super W”, com cinco quadros separados por sarjeta, que serve de passagem de tempo entre duas ações (McCloud, 2008). A dupla criou três personagens um menino, a Super W e o Olhomíope (vilão). Utilizaram legendas, para narrar o enredo construído na parte superior de cada quadro. A personagem principal (Super W) é uma super-heroína criada pensando nas vivências de uma das componentes da dupla e a ametropia escolhida para ser explorada na tira (Figura 58) foi a miopia, problema refrativo da super-heroína. Ao se sentir ameaçada ela ativa seu super poder de modo que adquire uma máscara que corrige seu problema refrativo, além de sua arma que também corrige problemas refrativos. De acordo com a descrição da dupla, o vilão possui uma arma degenerativa de visão e em

⁴⁷ As tiras foram todas produzidas seguindo com todos os quadros que as compõe na horizontal, porém para análise precisamos colocar os quadros divididos, para que a leitura das legendas e dos balões de fala pudessem ser lidos com mais clareza pelos leitores/as desse estudo.

contraponto sua maior fraqueza é entrar em contato com qualquer coisa ou objeto que corrija algum problema refrativo.

Figura 58: Tira D1 produzida por MM e PN



Fonte: MM e PN (2022)

Analisando os significados sobre a miopia apresentados pela D1 utilizando a GDV, percebemos que a Figura 58 possui um processo representacional narrativo que envolve: ação e reação entre os personagens, processos de fala e mental e as circunstâncias do enredo, ou seja, existe um movimento. Devemos lembrar que nessa metafunção os elementos textuais e imagéticos representam ou significam algo ou alguém.

A partir dos balões de fala percebemos que existe uma maneira para lermos a tira que inicia no Quadro D1A e finaliza no Quadro D1E. Nos Quadros D1A e D1B existem dois participantes representativos (o garoto e a Super W) que se comunicam entre si, como um processo de ação e reação. Assim, existe uma linha de ação do garoto falar e a Super W responder nos direcionando a inferir que existe uma relação bidirecional. Isso ocorre também nos Quadros D1D (entre Super W e Olhomíope) e D1E (novamente entre o garoto e Super W). Também são nesses quatro quadros da Figura 58 que percebemos os processos de fala através dos balões. O quadro D1C é a única que possui uma ação unidimensional e mental, pois não há uma fala escrita, mas há uma interação com o leitor, que fica perceptível que a personagem representada muda de roupa e adquire uma máscara e uma arma. Além disso, possui uma legenda que indica que ela tinha dificuldade de enxergar e consegue melhorar.

Vale realçar que as reações também estão presentes nas expressões faciais e gestuais dos personagens expressas nos modos de ser e agir. Essas circunstâncias narrativas nos levam pensar sobre a miopia, pois há uma sobreposição de elementos (personagens, falas, gestos etc) que dão significado à mensagem transmitida.

Quanto as dimensões da Metafunção Interativa observamos na Figura 58 os processos de: 1) contato (tanto de demanda quando de oferta), a distância social (devido aos planos utilizados) e a de atitude (devido aos ângulos). Na maior parte da tira (Quadros: D1A, D1B, D1D e D1E) os processos interativos de contato são predominantemente de oferta, pois a interação maior entre os participantes representados, é como se não houvesse um convite para a leitura e interpretação da mesma. No entanto, o Quadro D1C apresenta um contato de demanda uma vez que olha diretamente para o leitor e instiga-o a buscar conhecer o que aconteceu ou que se pretende abordar na tira, a imagem juntamente com sua legenda. No mesmo quadro percebemos a mudança do cenário e um círculo com uns raios, elementos importantes que contribuem para atribuir significados. Já com relação a distância social as cursistas optaram por adotar um plano em geral aberto, onde aparecem os participantes representativos de corpo inteiro e com o ambiente para podemos compreender a cena e o que precisamos interpretar da imagem. A dimensão de atitude apresenta um ângulo nivelado, pois os personagens estão frente a frente com o leitor e nos Quadros D1A e D1E o garoto olha direto para o leitor assim como Super W no Quadro D1C.

Com relação a Metafunção Composicional percebemos o valor da informação na linha horizontal onde no primeiro quadro (D1A), tem um dado sobre o tema principal: a miopia, que é existir algo vindo em direção a Super W e ela não consegue identificar do que se trata. Porém,

esse dado só trará um significado para o leitor se este tiver conhecimento sobre o conteúdo. No último quadro (D1E) está o “novo” que foi a revelação do problema refratário da Super W. Um outro ponto a ser destacado é a relação do quadro central (D1C) e as margens, pois como já mencionado apresenta uma quebra na narrativa, mostrando que houve um acontecimento que mudou a forma física e de comportamento da personagem principal. No enquadramento notamos que conseguimos seguir uma ordem de leitura padrão ocidental que é da esquerda para direita.

Os Quadros D1A e D1B apresentam uma conexão entre seus elementos significativos, pois percebemos que o cenário é o mesmo, os trajes são os mesmos e há uma sequência de ações que se conectam. A desconexão no Quadro D1C é justamente para criar significado sobre a miopia, pois logo em seguida retoma ao cenário inicial e segue uma sequência de ações que se conectam com os quadros iniciais. No que concerne a saliência podemos perceber em algumas situações, tais como: os balões de fala com tons rosa enfatizam que foi necessária uma ação para combater algo, mas para isso a Super W precisou vestir seu traje, que foi enfatizado no quadro central (D1C), para ganhar poderes e assim conseguir ter uma visão dita de uma pessoa normal.

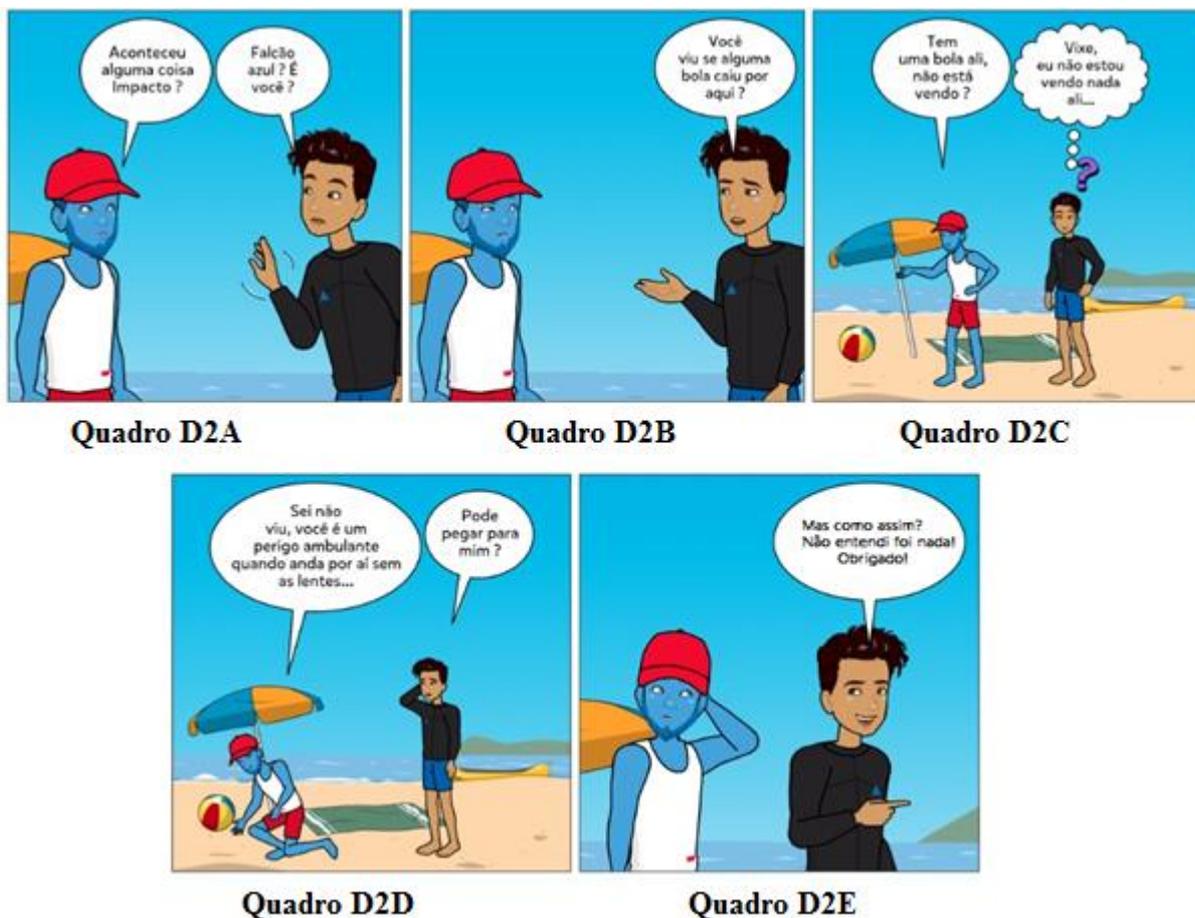
A construção da tira da D1, pode levar seus leitores a reconhecerem a miopia como uma deficiência da visão que permeia o meio social e se perguntarem o que acontece na estrutura dos olhos e na formação de imagens de pessoas que possuem esse tipo de ametropia. As HQs, em especial as tiras possuem características próprias, o que faz com que a construção narrativa não identifique o funcionamento do olho e a importância da função de cada órgão no sistema como um todo. Porém, estimula os estudantes a conhecerem um pouco mais sobre o fenômeno abordado.

6. 4. 2 Análise da Tira produzida pela dupla 2: “De olho no jogo”

A tira da dupla D2 foi intitulada como “De olho no jogo”, com cinco quadros separados por sarjeta. A dupla criou dois personagens o Falcão Azul (personagem que tem a cor da pele azul) e o personagem chamado Impacto. De acordo com a dupla, esse é um recorte do que pensaram para uma narrativa maior. O Falcão Azul é dessa cor devido a uma mutação genética. É perceptível que essa tira também traz uma situação do cotidiano. Impacto estava jogando bola e quando deixou a bola cair no chão e foi buscá-la, não conseguiu enxergar e precisou de ajuda

do Falcão Azul. Os personagens não tinham poderes, e a ametropia escolhida para criação da tira foi a hipermetropia, conforme podemos ver na Figura 59.

Figura 59: Tira D2 produzida por SM e BD



Fonte: SM e BD (2022)

Analisando a tira da D2 quanto as dimensões da GDV, percebemos que há uma relação de ação e reação entre dois personagens criados, por isso percebemos a presença da função representacional narrativa. “Os padrões narrativos servem para apresentar ações e acontecimentos que se desdobram, processos de mudança, arranjos espaciais transitórios (Kress e Van Leeuwen, 2006, p. 59)”. Se desenhassemos os vetores que indicam a relação entre os participantes, percebemos que existe um ator da ação (participante que exerce a ação) e a meta (participante a que ou a quem a ação é realizada) através dos processos de fala e mental. Existe uma relação bidirecional. Para construção de significados da hipermetropia, os balões de fala através do diálogo e as representações mentais contribuem bastante. Podemos dizer também que existe função representacional conceitual simbólica quando no Quadro D2A, Impacto se

aproxima de Falcão Azul e não o reconhece nem consegue reconhecer a bola. No decorrer do diálogo mesmo não mencionando o termo “hipermetropia”, o fato de Impacto não reconhecer o objeto e a pessoa próxima a ele, mais as falas, as expressões e as ações dos personagens são os símbolos ou portadores que possuem os atributos simbólicos da temática. O simbolismo desta imagem permite que sujeitos procurem compreender o que aconteceu ou qual problema Impacto apresenta.

Com base na função interativa de contato, notamos predominantemente os processos de oferta, pois há uma interação maior entre os personagens criados, não há uma interação direta entre os personagens representados e o leitor. Embora o cenário não mude na Tira 2, quanto a distância social que os Quadros D2A, D2B e D2E possuem um plano mais fechado, onde a fala e as expressões faciais e corporais são essências para atribuir significados. Já os Quadros D2C e D2D apresentam um plano em geral aberto, onde aparecem os participantes representativos de corpo inteiro e realizando alguma ação. A dimensão de atitude mostra o uso do ângulo horizontal frontal que indica um envolvimento do participante representado e do participante interativo. A D2 utiliza do ângulo vertical nivelado em que os representados e espectador estão em um mesmo nível. “Dependendo do ângulo utilizado, do enquadramento da imagem e da existência “da linha do olhar”, as funções serão estabelecidas e os significados serão construídos (Albuquerque, 2018, p. 69)”.

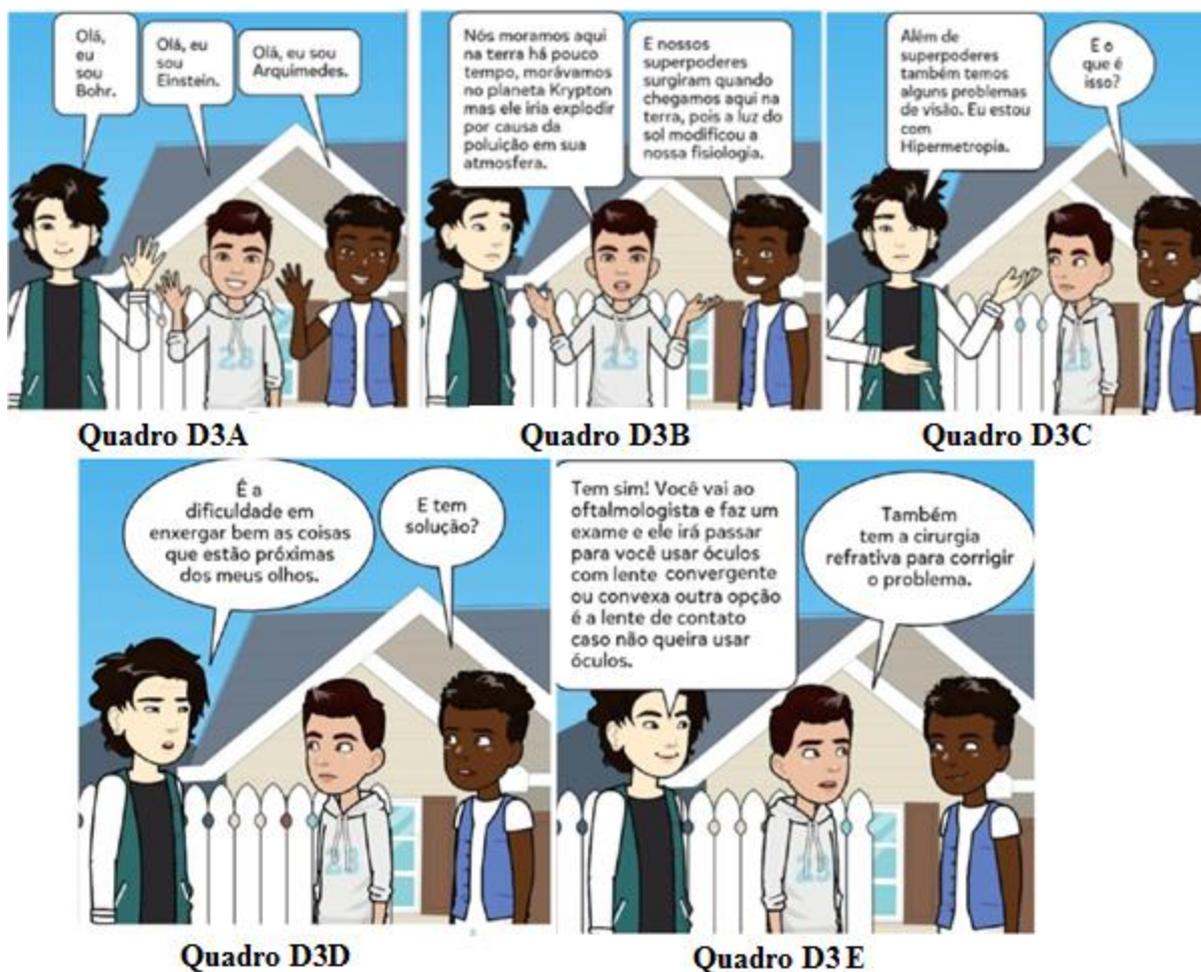
Com relação a Metafunção Composicional percebemos o valor da informação na linha horizontal onde no primeiro quadro (D2A), lado esquerdo, tem um dado sobre o tema principal: a hipermetropia. O dado seria o fato de Impacto não reconhecer o Falcão Azul. Ao longo da narrativa são criadas situações significativas para gerar o lado direito da tira, no último quadro (D2E) algo que o “novo”, que é a dúvida apresentada por Impacto, por não conhecer ser problema de visão. Mesmo não sendo revelado o problema refratário do Impacto, há indícios que existe algo e que é preciso compreender. O Quadro D2C apresenta uma relação com as margens, pois mesmo mantendo cenário, o quadro é aberto para chamar atenção da ação que o Falcão azul precisou realizar. A organização estrutural da Tira 2 não é neutra. Também no Quadro D2C notamos a saliência do balão de pensamento em cima de Impacto com um sinal de interrogação indicando que existe algo não comum com sua visão que está distorcida. O enquadramento podemos dizer que é do tipo conectado, uma vez que as cenas acontecem no mesmo ambiente, com os mesmos personagens, com uma única roupa do início ao fim da tira. Notamos que para obter a compreensão do objetivo da tira produzida é preciso analisar a relação

entre os balões de fala e mental e as imagens que de uma forma mais integrada, contribuem para compreensão do significado proposto.

d Análise da Tira produzida pela dupla 3: “A visão nos planetas”

A Tira de D3 teve como título: “A visão nos planetas!” e também possui cinco quadros separados por sarjeta. A tira envolve uma narrativa com três personagens que se chamam: Bohr, Einstein e Arquimedes. Os nomes dos personagens são também nomes de cientistas conhecidos que contribuíram para ciência em diferentes temáticas, porém de acordo com TE e BT, não há uma relação direta dos personagens criados para a Tira D3 com o que foi desenvolvido pelos cientistas ou com qualquer aspecto físico ou pessoal. O planeta onde moravam, Krypton, estava prestes a explodir devido ao desgaste ambiental e por isso fugiram para o planeta Terra. Ao chegarem no nosso planeta ganharam superpoderes, mas também ganharam problemas de visão. O personagem Bohr adquiriu a hipermetropia, que foi a ametropia escolhida pela dupla para abordar na tira. (Figura 60).

Figura 60: Tira D3 produzida por TE e BT



Fonte: TE e BT (2022)

Como notamos a Tira D3 apresenta uma metafunção representacional narrativa, onde há ações falas e gestos, entre os personagens representados (Quadro D3C, Quadro D3D e Quadro D3E) e também com o leitor (Quadro D3A, Quadro D3B e Quadro D3C). O processo de ação pode ser indicado vetores entre os personagens que falam e a quem é direcionado, a meta. Nos Quadros (D3A e D3B), podemos dizer que existem vetores unidirecionais dos atores (personagens) para a meta (nós leitores) que não conseguimos ver. Nos demais quadros existe uma relação bidirecional (ação e reação) entre Bohr, Einstein e Arquimedes. Para construir significados sobre alguma temática nas HQs o uso da linguagem verbal ou da linguagem visual é algo essencial, porém na Tira D3, o aspecto verbal nos balões se sobressai ao imagético para pensarmos a hipermetropia.

Notamos a presença da metafunção representacional conceitual simbólica, quando a partir do Quadro D3B é iniciado a ideia que os personagens sofreram mudanças fisiológicas devido a exposição a luz do sol. Sabemos que a exposição as radiações emitidas pelo sol, sem

proteção, a quantidade excessiva de radiação UV, pode gerar consequências à visão das pessoas. Os símbolos sobre a hipermetropia são as próprias falas dos personagens. No Quadro D3B, Bohr fala de forma nítida que foi acometido com a hipermetropia e gera dúvida em Arquimedes sobre o que seria essa ametropia. No Quadro D3D, Bohr fala de forma objetiva o que é uma pessoa hipermetrope, sem entrar em detalhes no funcionamento do olho e/ou na formação da imagem no olho de quem tem esse problema de visão.

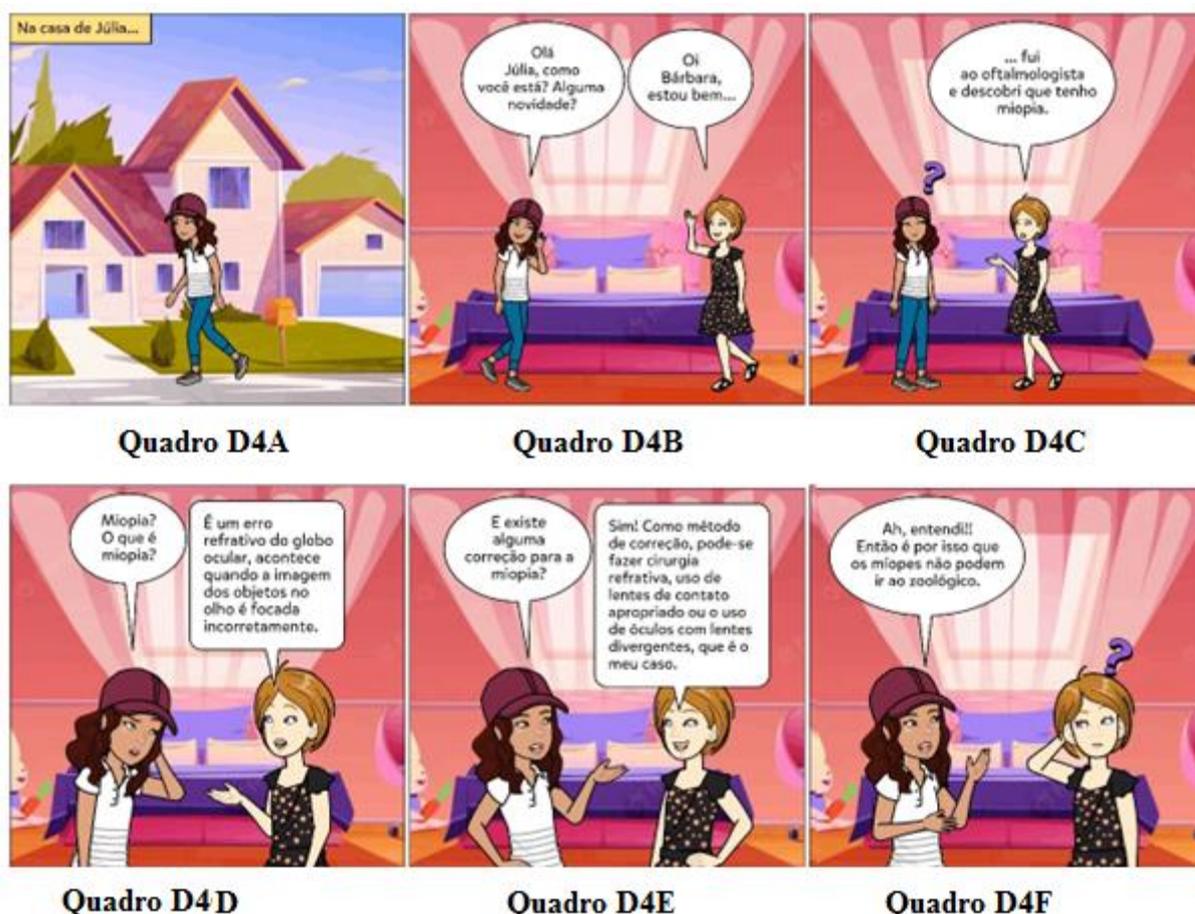
Da metafunção interativa, destacamos que existe o contato de oferta e demanda, uma vez que ora os participantes são apenas um objeto de contemplação (Quadros: D3D e D3E), ora os participantes representados requerem algo do espectador (Quadros: D3A, D3B e D3C). Sobre a distância social percebemos um plano médio em toda narrativa, os personagens são sempre colocados nas tiras da cintura para cima, o que pode indicar que o foco para pensar sobre a temática sejam as falas dos personagens. Quanto a dimensão da atitude a Tira D3, no ângulo vertical notamos que é nivelado, ou seja, o personagem representado e espectador estão em um mesmo nível, já no ângulo horizontal é frontal indicando também a interação dos personagens e de quem a lê, falando de igual para igual.

Da metafunção composicional observamos o valor da informação, onde o centro (Quadro D3C) tem uma ligação com os quadros que o antecedem (Quadros D3A e D3B) e com os posteriores (Quadros D3D e D3E). Nos anteriores são apresentados apenas dados sobre o que aconteceu com os personagens para que pudessem adquirir problemas na visão, já nos posteriores trazem o “novo”, que é a explicação das possíveis soluções para fazer a correção da ametropia, que seria o uso de lentes convergentes ou convexas ou por meio de uma cirurgia refrativa. As possíveis formas de correção da ametropia apresentadas são algo interessante a se destacar porque permitem ao estudante conhecer como funciona uma lente convergente ou convexa e compreender algo além do que foi apresentado na tira. O enquadramento é do tipo conectado, pois como realçado não há nenhuma mudança brusca de cenários, roupas, cores entre outros aspectos que compõem a imagem. Um aspecto de saliência que podemos observar é justamente quando Bohr destaca seu problema de visão olhando direto ao leitor (Quadro D3C). Acreditamos que tiras como essa, que traz aspectos da ciência, apresentam consigo a modalidade científica, porque simplifica os detalhes – o que seria a imagem/processo real para que um elemento possa ser estudado em maior profundidade (Albuquerque, 2018).

6. 4. 4 Análise da Tira produzida pela dupla 4: “Um dia no oftalmologista”

A D4 criou a tira intitulada como “Um dia no oftalmologista”, com seis quadros separados por sarjeta. Embora essa tira saia do padrão de três a cinco quadros (Brandão, 2016; Ramos, 2019), Figura 61, percebemos que o primeiro (DA4) apresenta apenas uma personagem chegando na casa de uma amiga, como mostra a legenda no canto superior esquerdo. A dupla criou duas personagens que são amigas, a Júlia e a Bárbara. O diálogo entre elas acontece no quarto de Júlia. Bárbara preocupada com sua amiga que apresentou um problema na visão e precisou ir ao médico de olhos, onde foi diagnosticada com miopia, ametropia escolhida por YW e MK para ser explorada.

Figura 61: Tira D4 produzida por YW e MK



Fonte: YW e MK (2022).

Consideramos para análise, de acordo com a GDV, os Quadros: D4B, D4C, D4D, D4E, D4F, já que o Quadro D4A indica apenas a ida de Bárbara a casa de Júlia. Contudo, todos os quadros nos propõem que a Tira D4 também apresenta uma função representacional narrativa,

pois existe ao longo da sua construção uma relação de ação e reação entre Júlia e Bárbara. Notamos que a partir do Quadro D4B até último quadro existem vetores bidirecionais devido a interação através das falas entre as personagens. Existe na Tira D4 a autora da ação (no diálogo) e a meta que é quem escuta para dar a resposta. São as representações das falas através dos balões e os gestos de dúvida que nos ajudam a construir os significados sobre a miopia. Ao questionar se Júlia estava bem, ela respondeu que precisou ir ao médico e foi diagnosticada com miopia (Quadro D4C). Em uma construção de HQs que gere significados sobre a biofísica da visão é importante apontar que é necessário a visita ao oftalmologista, principalmente se notar alguém com irregularidade para enxergar.

O diálogo continua entre as duas e sem entender o que era miopia, Bárbara mostra sua expressão de dúvida e questiona. Júlia prontamente responde de forma objetiva o que é a miopia (Quadro D4D) e no Quadro D4E ressalta possíveis formas de fazer a correção da ametropia. No último Quadro (D4F), Bárbara utiliza-se de uma frase com um tom de humor em aulas de física, que diz que as pessoas míopes não podem ir ao zoológico devido a lente apropriada para sua correção ser “di-ver-gente”, e não de ver animais. Por esse quadro, podemos ver pela expressão facial e pelo sinal de interrogação de Júlia, que ela não entendeu o que foi dito. O humor é uma das características marcantes na construção de HQs, tornando-a não só mais atraente e divertida para os estudantes, como também os convidando para tentar compreender o fenômeno que se pretende. Nesse sentido, os atributos simbólicos da miopia são as falas, comportamentos e expressões trazidas pelas personagens.

Ao olharmos para metafunção interativa, percebemos na subfunção de contato tanto uma relação de contato, mas em sua maioria de demanda, uma vez que os participantes representados requerem algo do espectador através das suas dúvidas e das falas. Com relação a distância social, notamos que os Quadros D4A, D4B e D4C apresentam um plano mais aberto buscando mostrar também o cenário, porém quando Júlia passa a explicar o que é a miopia e suas possíveis formas de correção, o plano fica mais fechado (Quadros: D4D, D4E e D4F). Isso demonstra uma proximidade entre o participante representado e o participante interativo, visando destacar também o texto para explorar a temática. Quanto a atitude percebemos que o ângulo horizontal utilizado foi frontal e o vertical nivelado, mostrando que na Tira D4 os textos são importantes para atingir seu objetivo.

Da metafunção composicional, o valor da informação traz uma relação do centro com as margens, ou seja, de um dado na esquerda e o novo na direita. O dado refere-se ao problema de visão detectado pelo médico e o novo seria os elementos significativos apresentados por

Júlia sobre a biofísica da visão: a distorção da formação da imagem no olho, o tipo de lente que pode ser usada para correção, a cirurgia para correção de erro refrativo. Existe na Tira D4 um enquadramento de conexão entre os elementos que fortalecem a narrativa e o conteúdo que se pretende significar. Não há uma quebra brusca entre os quadros, o diálogo ocorre em um mesmo local, sem mudanças de cor no cenário, ou no surgimento de outro personagem ou ainda nas roupas utilizadas por Júlia e Bárbara. A saliência para chamar atenção aos aspectos da miopia, pode ser destacado principalmente nos Quadros Q4C e Q4F, pois convidam o leitor, a partir das expressões faciais e das interrogações buscar conhecer o que é que está por trás dessa dúvida. A modalidade também estar associada a científica, não por apresentar a imagem real do processo que causa a miopia desde a estrutura ocular até como realizar sua correção, mas por apontar para o leitor que existem mais signos que podem ajudá-lo em uma aprendizagem mais significativa.

6. 4. 5 Análise da Tira produzida pela dupla 5: “De perto, nada!”

A D5 criou a tira intitulada como “De perto nada!”, com três quadros separados por sarjeta. A dupla criou dois personagens um pai e um filho. Percebemos que essa tira também traz uma situação de um contexto social cotidiano de uma conversa entre o pai e seu filho. Eles não tinham poderes, eram personagens ditos “reais”. A partir da apresentação a dupla relatou que o filho tinha 16 anos e o pai 45 anos. A ametropia escolhida para criação da tira foi a presbiopia. O pai tinha uma visão perfeita e de repente, ao realizar uma atividade de pintura que costumava fazer, apresentou dificuldade de enxergar de perto, uma visão desfocada (Figura 62).

Figura 62: Tira D5 produzida por HF e TH



Na Tira D5, assim como nas demais, apresenta a metafunção representacional narrativa que envolve o processo de ação e reação entre os personagens, já que se trata de um diálogo entre duas pessoas. Se desenhássemos os vetores dessa relação perceberemos que existe uma dimensão bidirecional, um ator de ação e uma meta. O pai por ser pintor, notou que ao desenvolver suas atividades não estava enxergando bem, o filho possivelmente preocupado perguntou o que se passava (Quadro D5A). A resposta vem no Quadro D5B, quando pai responde que não está conseguindo mais enxergar de perto. Em tom de humor o filho responde que é devido a questão da idade. Nessa tira, as falas também se apresentam como principais atributos para dar significado a temática abordada, ainda que estejam associadas as expressões faciais e comportamentais dos personagens.

No tocante a metafunção interativa, podemos dizer que existe uma relação de oferta com relação aos posicionamentos dos personagens que interagem entre si, mas existe a demanda a partir das falas dos balões que convidam os leitores a buscar a compreensão sobre o fenômeno que está sendo abordado. De acordo com HF e TH essa tira é um recorte de uma HQ maior que pretendiam desenvolver. Em momento algum se falou de forma direta sobre a hipermetropia ou a presbiopia, mas existem fatores que nos dão indícios que pode se tratar de uma dessas ametropias. Não conseguir enxergar de perto é uma característica de quem tem hipermetropia, porém ao usar do humor no Quadro Q5B e dizer que o problema do pai está associado a idade dele nos remete a ao erro refrativo da presbiopia. Como vimos essa é uma ametropia que a pessoa afetada possui a baixa de visão depois dos 40 anos, é uma alteração considerada normal da idade, que também é conhecida como “braço curto” ou “vista cansada”. Sobre a distância social percebemos os Quadros Q5A e Q5C apresentam um plano aberto, distanciando os personagens representados do leitor interativo e mostrando detalhes do ambiente, no entanto o Quadro Q5B apresenta um plano médio indicando que o mais importante são as expressões dos personagens e suas falas para reconhecer a ametropia. A Tira D5 também apresenta atitude com o ângulo horizontal frontal e o vertical nivelado, mostrando que não há superioridade entre os elementos que a compõe.

No tocante a metafunção composicional existe mais uma vez a relação do quadro central (Q5B) onde localiza-se o diálogo mais importante para significar a presbiopia (como citado o fator idade e a dificuldade de enxergar de perto), com os quadros das margens do lado esquerdo (Quadro Q5A) o fato de perceber que não enxerga igual a outro momento, e do lado direito é o indício que o filho explicará para seu pai do que se trata seu problema. Quando o leitor

reconhece estes “códigos” composicionais, também poderá interpretar estes significados (Albuquerque, 2018). O enquadramento dizemos que há uma conexão entre os quadros que a compõe, seguindo uma sequência narrativa lógica e sem mudanças de cenários, roupas ou qualquer outro aspecto imagético. A saliência que contribui para o leitor pensar sobre a ametropia está principalmente no Quadro Q5B, no balão colorido do filho e na sua expressão facial, de alguém que está brincando com algo que é real. A Tira D5 se apresenta como científica porque exige a busca do conhecimento para além do que está posto.

Constatamos que o referencial da GDV pode colaborar para a leitura e a produção de HQs na composição de textos multimodais, proporcionando imagens em relação intrínseca com o texto verbal. Após a análise da produção das HQs quanto a produção de significados sobre aspectos da biofísica da visão, daremos seguimento a tese apresentando quais os processos de Autorregulação da Aprendizagem foram desencadeados durante todo percurso de produção dessas ferramentas (da motivação em estar no curso até sua finalização).

6. 5 Os processos autorregulatórios desencadeados na produção das HQs

O processo autorregulatório no desenvolvimento de atividades escolares e acadêmicas, tem se mostrado como um desafio na sociedade contemporânea em decorrência dos distratores (internet, celulares, whatsapp, facebook, facetime, games, computadores, televisores entre outros). Para Frison (2016), esses distratores contribuem para procrastinação dos compromissos e responsabilidades, porque eles tiram o foco dos objetivos previstos, profissionais ou acadêmicos, traçados pelos estudantes. De acordo com Silva (2020) no processo de formação docente em Física é comum percebemos

estudantes com problemas na própria aprendizagem; na gerência de suas atividades acadêmicas; frustrados com seu desempenho; e carentes de atividades e intervenções no intuito de reverter tais situações, demonstrando assim, problemas nos processos de regulação de sua própria aprendizagem, bem como a ausência de estratégias dos docentes para a promoção da autorregulação da aprendizagem (Silva, 2020, p. 17).

A partir destas considerações, neste subtópico buscaremos refletir sobre nosso quarto objetivo específico, que tem o propósito de verificar o desencadeamento de processos autorregulatórios na produção de HQs, considerando as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais na Autorregulação da Aprendizagem (ARA) dos

participantes da pesquisa, tendo em vista as fases e subprocessos do ciclo autorregulatório de Zimmerman (2000, 2013) (Figura 35). Para investigar os processos autorregulatórios analisamos as respostas provenientes do Questionário 2 (Q2).

6. 5. 1 Momento 1: Motivação dos/as estudantes

O Momento 1 corresponde a fase prévia que envolve a preparação para a ação, ou seja, a preparação para produção das HQs, onde estão envolvidas as crenças de automotivação/valor das atividades. Nosso principal foco está na dimensão motivacional que trata dos fatores responsáveis pela inclinação ou favorecimento dos estudantes a participarem de determinadas atividades, “a seguir um determinado comportamento, fazer determinada projeção ou mesmo como ele direciona as questões afetivas para situações ou estados favoráveis a si” (Silva, 2020, p. 88).

Assim, a fim de responder ao nosso quarto objetivo específico, ao analisarmos as respostas da questão 1, do Q2 (Apêndice B): “Qual(is) motivo(s) levou(aram) você a realizar a matrícula na disciplina? Justifique sua resposta.”, identificamos 10 (dez) unidades de contexto com a mesma quantidade de unidades de registro. A partir dessas unidades elencamos 5 (cinco) categorias, sendo duas gerais e 3 (três) específicas, que por sua vez abrangeram cinco (dez) subcategorias que nos ajudaram a sistematizar os dados para fazer as inferências e interpretações.

Quadro 23: Categorização e codificação dos dados obtidos para a análise do Q2 (parte 1)

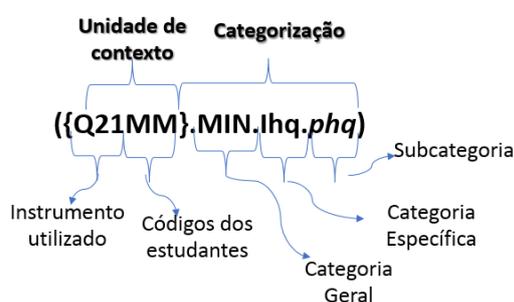
Categoria Geral	Categoria Específica	Subcategoria
Motivação intrínseca (MIN)	Interesse pelas HQs (Ihq)	Gostar de ler/produzir HQs (<i>phq</i>)
Motivação extrínseca (MEX)	Contribui para formação/atuação profissional (Cfp)	Tornar aulas mais interativas e ilustrativas (<i>tai</i>)
		Carência de ferramentas didáticas durante a formação (<i>cfid</i>)
		Pesquisador/a da área (<i>par</i>)

Fonte: O autor (2023).

Na codificação das categorias que emergiram das respostas dadas no Q2, as gerais estão representadas por um seguimento de três letras maiúsculas, diferente das categorias específicas que foram representadas por uma letra maiúscula seguida de duas minúsculas; já as subcategorias são identificadas por um seguimento de três letras minúsculas em itálico. As

indicações das unidades de contexto estão entre chaves representadas pela letra Q e o numeral 2, que se referem ao Questionário 2 aplicado com os/as discentes, seguidas de outro número 1 para indicar que se refere ao momento 1, no roteiro do instrumento utilizado, seguidas ainda de um código equivalente ao nome utilizado para identificação do/a discente. Ao longo das análises dos dados as unidades de registro estão identificadas em itálico, destacadas nas unidades de contexto. Toda codificação é apresentada entre parênteses, conforme apresentado na Figura 63.

Figura 63: Legenda de codificação do Questionário 2 (parte 1)



MM- Mulher Maravilha
MIN- Motivação Intrínseca
lhq- Interesse pelas HQs
phq- Gostar de produzir HQs

Fonte: o autor (2023).

Bzuneck (2020) propõe que a motivação pode ser entendida como um elemento capaz de impulsionar o comportamento do sujeito. Para o autor quando o estudante se sente motivado, no contexto escolar, contribui para a realização das atividades escolares e pelo encantamento com o objeto do conhecimento estudado. Então, podemos considerar que a motivação pode ser um fator influenciador na dedicação ao estudo.

Percebemos a partir das respostas dos estudantes que essas motivações podem ser de cunho intrínseco ou extrínseco. Quanto a Motivação Intrínseca (MIN) identificamos uma categoria específica e uma subcategoria. Na primeira categoria específica do Quadro 23, onde os estudantes afirmaram ter escolhido o curso pelo seu interesse por HQs (lhq), percebemos uma única subcategoria onde o interesse é devido gostar de ler/produzir esse recurso (phq). Vejamos as seguintes respostas:

“Sempre gostei de ler histórias em quadrinhos (**{Q21BT}.MIN.Ihq.phq**). Acho que será bem divertido criar também histórias em quadrinhos.”

“Tenho uma relação boa e gosto muito de HQ (**{Q21SM}.MIN.Ihq.phq**) e me interessei pela proposta do curso.”

“Meu interesse pela produção de histórias em quadrinhos é bem antigo (**{Q21TH}.MIN.Ihq.phq**), acho que o curso fortalecerá esse laço.”

As respostas do Batman, Superman e Thor apresentam motivos que são algo interno ao sujeito ou ao processo de aprendizagem, os quais Guimarães (2020) chama motivação intrínseca, onde o objetivo e recompensa é a própria realização de determinada tarefa. Como ainda ressalta a autora, esse tipo de motivação está associado à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação. Os estudantes destacam gostar de ler, produzir e ter uma boa relação com o recurso aqui estudado. Nesse sentido, a participação na atividade é a própria recompensa, o comprometimento com a atividade é considerado espontâneo e parte do interesse individual, não sendo necessárias pressões externas, internas ou prêmios por seu cumprimento (Guimarães, 2020).

Quanto a categoria geral intitulada Motivação Extrínseca (MEX) emergiu uma categoria específica, que está associada a contribuição do curso para formação/atuação profissional (Cfp). Emergiram desta categoria específica três subcategorias, o curso ajudará: 1) tornar aulas mais interativas e ilustrativas (*tai*), 2) suprir a carência de ferramentas didáticas durante a formação (*cfid*) e ao 3) futuro pesquisador/a da área (*par*).

“A forma dinâmica e ilustrativa dos quadrinhos para tornar as aulas mais interativas (**{Q21TE}.MEX.Cfp.tai**). A forma de abordagem diferente de utilização de conceitos já conhecidos.”

“Uma forma mais didática e interessante que futuramente eu posso colocar em sala de aula e interagir com meus futuros alunos [...](**{Q21SM}.MEX.Cfp.tai**).”

“Sinto que o curso de física tem *uma carência muito grande no fornecimento de ferramentas didáticas* (**{Q21PN}.MEX.Cfp.cfd**). Este curso vai expandir as minhas possibilidades na hora de preparar as aulas.”

“De modo geral, o tema trabalhado no curso é *um dos meus objetos de pesquisa na física* (**{Q21HF}.MEX.Cfp.par**), então, acredito ser muito enriquecedor todos esses momentos para fortalecer e me preparar para essa pesquisa.”

As respostas de Tempestade e Superman destacam que o interesse pelo curso se deu por acreditarem que as HQs podem tornar suas práticas em salas aulas mais interativas, dinâmicas, didáticas e interessantes. Já destacamos que Moreira (2017, 2018, 2021) reforça a necessidade de dinamizar aulas e trazer ferramentas para sala de aula de física que os estudantes tenham mais proximidade. Na mesma linha de raciocínio Pantera Negra realça a carência de ferramentas didáticas no processo de formação de docentes em física e quanto isso é importante no planejamento de atividades que engajem os estudantes. Já o Homem Formiga afirma que escolheu o curso porque pode o auxiliar no desenvolvimento de suas futuras pesquisas. A Motivação Extrínseca é algo comum a estas respostas, pois como propõe Guimarães (2020) pode estar associado a uma resposta a algo externo à tarefa ou atividade, como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender aos comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências e habilidades. Nesse sentido, Zimmerman (2000) endossa que os aspectos internos ou externos de uma pessoa não são definidos de maneira isolada, mas pela relação com os mesmos. É notório que os estudantes acreditam que ao realizar um curso sobre HQs, isso contribui de forma positiva para utilizar na atuação profissional em qualquer modalidade de ensino ou até mesmo no desenvolvimento de outros estudos que as envolvam.

Embora no Momento 1, nosso foco tenha sido a motivação/interesse dos estudantes em participar do curso de extensão, também trouxemos algumas questões que os fizessem refletir sobre as crenças de autoeficácia e as expectativas profissionais após a finalização do curso e dos resultados da produção das HQs para o Ensino de Física. De acordo com Bandura (1977), a autoeficácia pode ser considerada uma crença no tocante ao que o aprendente entende que é capaz de desempenhar, pois trata-se de um elemento capaz de exercer influência sob a motivação, o que auxilia na elaboração de melhores estratégias para alcançar os objetivos almejados. Para Cerutti et al. (2011) e Venditti Júnior e Winstertein (2010a), a autoeficácia,

como vimos no Capítulo 3, está associada à crença do estudante em sua capacidade de organizar e executar ações referentes às atividades e exigências acadêmicas. Essa dimensão do processo autorregulatório está interligada as habilidades cognitivas presentes na construção de novos conhecimentos e influenciam sobre o processo motivacional, emocional, pensamentos e comportamentos.

Nesse contexto, a segunda pergunta do Questionário 2 foi: “Qual(is) sua(s) perspectiva(s), hoje, para a utilização de HQs na/para construção de significados de conceitos físico? Justifique sua resposta.” e a terceira foi: “Quais suas impressões sobre a proposta de atividades que solicitam a produção de HQs? Comente.”, essas duas perguntas estão relacionadas com autoeficácia. Com relação a essas dimensões, ao analisarmos as respostas, utilizamos elementos básicos da análise de conteúdo Bardin (2011): (re)leitura e a criação de unidades de contexto. Para codificação foi usado apenas o Q2 (referente ao Questionário 2), seguido do número da questão e da sigla de cada nome fictício dos/as participantes.

Percebemos que a visão dos/as estudantes sobre a utilização de HQs na/para construção de significados de conceitos físico, pode ser vista como algo positiva, pois pode ajudar na compreensão dos conceitos e que ainda podem contribuir para prática docente, facilitando a aprendizagem dos/as estudantes. Vejamos abaixo algumas respostas:

“Acredito que o conceito agora pode ser introduzido mais leve e levando quem está aprendendo dar mais significados, e estou ansiosa para aplicar em sala (Q22MK).”

Elas são muito úteis, uma vez que possibilitam o aluno visualizar os conceitos físicos estudados, contribuindo para aprendizagem (Q22TH).

A perspectiva é de que a metodologia possa ser inserida com mais abrangência no processo de formação do docente. Preparando cada vez mais, professores amantes de diversas didáticas que possam ser inseridas em sala de aula para uma melhor contribuição no entendimento dos alunos (Q22SM).

Mais aprendizados/conhecimentos, justamente por ser algo mais dinâmico e leve, ficará mais fácil abordar os conteúdos nas minhas salas de aulas (Q22YW).

As falas de Misty Knight, Thor, Superman e Ya'Wara, nos faz refletir sobre a autoeficácia porque se refere ao desenvolvimento pessoal dos estudantes, nas possíveis adaptações às situações de suas vidas profissionais e para as mudanças pessoais. Bandura (2011) reflete que as escolhas na realização de atividades, gera a possibilidade de verificar quais delas geram um impacto maior nas suas vidas, ao se levar em consideração os fatos que colaboraram para promover o desenvolvimento de certas habilidades, de estilos de vida, e de valores específicos.

Misty Knight e Thor destacam em suas respostas, principalmente, a crença de que uso de HQs pode servir para ajudar na construção de significados dos conceitos físicos, “de forma leve” e também devido a “visualização” (uso de imagens), ou seja, deixando de lado uma abordagem apenas tradicional. No mesmo caminho desses pensamentos, as respostas de Superman e Ya'Wara acreditam que a utilização das HQs na formação docente, deve ser algo mais comum, porque contribui de forma direta em suas futuras práticas pedagógicas e que pode acarretar uma maior compreensão dos conteúdos por parte de seus estudantes. A importância das crenças de autoeficácia está articulada com base nas expectativas de resultado e são demonstradas por meio da confiança do indivíduo em realizar ações (Bandura, 2011). Existe, então, entre os participantes deste estudo a crença que o uso de HQs torne os estudantes mais otimistas e confiantes na sua capacidade em executar e aprender atividades envolvendo a física com sucesso.

Ainda no contexto das crenças de autoeficácia a terceira questão abordou as impressões sobre a proposta de atividades que solicitam a produção de HQs. Notamos com as respostas dos licenciandos/as que existe a crença que atividades com essas ferramentas podem contribuir para que haja uma maior exploração da criatividade de quem as produz. Vejamos algumas respostas a seguir.

“Acho essencial. Unir teoria e prática potencializa a criatividade e conseqüentemente potencializa muito no processo de aprendizagem (Q23HF).”

“Acho uma ótima ideia, pois é bastante chamativo, criar seu próprio personagem, uma história, mesmo que seja uma história curta, a criatividade é algo que ajuda a aprender física (Q23MK).”

“São excelentes para estimular a criatividade e sair da zona de conforto (Q23BD).”

O Homem Formiga, Misty Knight e Blade destacam que a criatividade é algo importante que pode ser desencadeada na construção de HQs, sobretudo quando falamos no ensino/aprendizagem de conceitos físicos. Misty Knight destaca ainda que produzir HQs é algo que contribui para despertar o interesse dos estudantes, uma vez que dá oportunidade de tornar quem a produz protagonista para alcançar suas metas. Blade além de falar sobre a possibilidade de estimular processos criativos, enfatiza a ideia de “sair da zona de conforto”, o que nos remete a pensar em um Ensino de Física que vá além de resolver equações e testes. A crença na criatividade tem uma relação com a autorregulação da aprendizagem, pois como propõe Zimmerman (2000) o processo de autorregulação acompanha o fortalecimento das crenças de autoeficácia no indivíduo e a organização para aprendizagem requer estratégias cognitivas e motivação.

Há também a crença que atividades com HQs possibilitam explorar outros aspectos da física, tais como as questões da história da física, que muitas vezes não são exploradas e contribuem para os estereótipos de como e quem produz a ciência. As respostas de Tempestade e Superman, abaixo, exemplificam esse pensamento.

“As atividades com a utilização das HQs fazem o indivíduo tentar entender todo o conceito por trás da história e o tema que está sendo tratado ali (Q23TE)”.

“Gosto dessa proposta. Pensar não só no conceito físico, mas também no contexto da sua aplicação (contextos históricos, sociais, geográficos, temporais, etc.), fazem com que a produção dessas HQs alcance horizontes de discussões que não seriam tão tangíveis apenas com aulas expositivas no quadro (Q23SM).”

Como pudemos ver anteriormente, o uso das HQs nos permite explorar várias dimensões humanas em seus personagens e narrativas (Vergueiro, 2018a; 2018b). Nas respostas acima notamos o reconhecimento que as HQs permitem explorar não só conceitos por si só, mas sua relação com os aspectos históricos, sociais, geográficos, temporais e culturais, que na maioria das vezes não são levados em consideração, ou como respondeu o Superman: “[...] a produção dessas HQs alcance horizontes de discussões que não seriam tão tangíveis apenas com aulas expositivas no quadro”. As crenças de autoeficácia remetem aos julgamentos dessas pessoas

em suas capacidades de organizar e executar eficazmente cursos de ação que envolve experiências passadas e contemporâneas (Venditti Júnior e Winstertein, 2010).

Para finalizar o Momento 1, trouxemos a questão 4, para que os/as cursistas pudessem falar sobre as expectativas de “resultados” após a finalização do curso: “Você acredita que esse curso poderá contribuir para sua atuação profissional/para produção de outras HQs? Justifique sua resposta”. Zimmerman e Moylan, (2009) nos dizem que as expectativas de resultado se referem às crenças sobre os fins últimos do desempenho, como receber reconhecimento social ou obter um emprego desejável.

Todos/as discentes afirmaram que sim, o curso contribuirá não só para suas futuras ações profissionais, mas também para apresentar vários conteúdos utilizando HQs. As respostas de Tempestade e da Mulher Maravilha são exemplos que pudemos constatar que muitos/as pretendem usar as ferramentas para dinamizar as aulas de física e farão outras produções de HQs.

“Sim. Levando a utilização desse recurso para produzir outras HQ, tornando assim física uma matéria mais atraente aos olhos dos alunos e tornando ela mais próxima do cotidiano dos alunos (Q24TE).”

“Com toda certeza. Com o cenário atual de que os alunos veem a disciplina de física como algo difícil, eles não imaginam como funcionam os conceitos físicos na prática. Por isso, os HQs iram me auxiliar nesse contexto, produzindo outras, exemplificando e ao mesmo tempo contribuindo com o ensino-aprendizagem (Q24MM).”

Tratando-se da ARA, as respostas nos levam a pensar que os participantes possuem a crença que usar HQs possui um fim que é tornar as aulas de física mais atraentes, aproximando da realidade do cotidiano e contribuindo para aprendizagem. Ou seja, existem objetos a serem alcançados ao realizarem ao fim da participação no curso, para isso é necessária uma análise dos recursos e técnicas usadas para alcançar suas metas (Ganda e Boruchovitch, 2018).

Nas respostas a seguir trazemos exemplos das respostas dos cursistas a unidade de contexto dos que acreditam que o curso trará benefícios em sua atuação profissional.

“Sim. Como falei anteriormente, sempre tive o desejo de utilizar das HQs em sala de aula [...]. Dessa forma, esse curso irá contribuir de forma significativa na minha formação (Q24HF).”

“Com certeza. Aprender novas ferramentas de ensino sempre é bom e, como já foi dito anteriormente, o curso de física sofre uma pequena carência no fornecimento de ferramentas pedagógicas, aprender sobre a utilização correta das HQs nas aulas de física me ajudará a preparar aulas, exercícios e provas melhores e mais atrativas para meus futuros aluno (Q24SM).”

Homem Formiga e Superman afirmam que o curso ajudará na formação docente, na aprendizagem de uma ferramenta a mais para utilizar na produção dos seus planejamentos. Superman ainda destaca que existe uma carência de apresentação de recursos pedagógicos mais variados na formação docente, que podem contribuir em aulas mais atrativas. Para Montalvo e Torres (2004) estudantes que apresentam a ARA, assim como é enfatizado nas respostas acima, apresentam um conjunto de crenças motivacionais e emocionais adaptativas, tais como a adoção de metas de aprendizagem e a apresentação do desenvolvimento de emoções positivas como a satisfação e entusiasmo na produção de produção de HQs.

A motivação (seja intrínseca ou extrínseca), as crenças de autoeficácia e a expectativas de aprendizagem, apresentadas aqui, fazem parte do processo inicial de autorregulação e estão associados aos processos e às crenças que influenciam e precedem os esforços dos alunos para aprender e decidir o que e como proceder para alcançar o seu objetivo seja enquanto estudante da licenciatura, seja como professor de física. Quando o processo regulatório é voluntário, geram comportamentos autônomos e de interesse, que estão associados a dimensão cognitiva/metacognitiva.

6. 5. 2 Momento 2: Monitoramento metacognitivo durante a produção das HQs

Aqui, no Momento 2, que corresponde a fase de controle de volitivo/ fase de execução no processo de ARA de Zimmerman (2000, 2013), onde para Zimmerman e Moylan (2009) é uma fase que envolve os processos que ocorrem durante a aprendizagem e afetam a concentração e o desempenho. Ao analisarmos as respostas, também utilizamos elementos básicos da análise de conteúdo Bardin (2011): (re)leitura e a criação de unidades de contexto.

Para codificação foi usado apenas o Q2 (referente ao Questionário 2), seguido do número da questão e da sigla de cada nome fictício dos/as participantes.

A produção de HQs, seguindo as orientações do curso, exigiu dos cursistas uma gama de conhecimentos, que muitos/as não tinham tido um contato anterior, tais como a estruturação de HQs e seus elementos, a GDV que apresenta elementos importantes na produção dessa ferramenta para produzir significados, além do próprio conteúdo/tema da física que foi utilizado para a produção das HQs. Produzir ferramentas pedagógicas como essas exige do estudante um autocontrole e uma auto-observação que precisamos considerar durante o processo de execução.

Antes de explorar a dimensão ou o monitoramento cognitivo de forma direta, buscamos nas questões 5 e 6 do Q2, explorar o subprocesso do autocontrole, focando no processo de imaginação e nas estratégias de tarefa adotadas pelos participantes no processo de produção das HQs. No início da produção foi discutido e orientado que a criação de qualquer ferramenta de cunho pedagógico exige do estudante ou docente estratégias, dedicação, tempo e objetivos claros que pretendem alcançar. Para criar as HQs se faz necessário a criação de personagens, de uma narrativa, de um contexto, da organização de textos e imagens, da organização de falas, pensamentos, sentimentos entre outros elementos, considerando os processos de interação que podem ocorrer entre o P, PR e LI.

Na quinta questão perguntamos se a produção da HQ está indo de acordo com aquilo que a dupla planejou ou *é/foi* necessária alguma mudança de estratégia, pedindo que fossem feitos comentários sobre as respostas. Das cinco duplas formadas, duas relataram que foi preciso mudar a estratégia durante a produção, que foram as duplas III e IV. Uma componente da dupla III relatou que precisou rever o ambiente que escolheram para construção da narrativa e a forma como foi abordado os aspectos com relação a biofísica da visão. Tempestade relatou o seguinte: *“Houve algumas mudanças de como falar sobre a biofísica da visão e o ambiente em que se passar a história (Q25TE).”* Ganda e Boruchovitch (2018) apontam que faz parte do processo de ARA rever, reorganizar e fazer ajustes no desenvolvimento de execução de alguma atividade. Possivelmente, a mudança de estratégia ocorreu depois dos questionamentos realizados no feedback da primeira versão da HQ construída. Na primeira versão da HQ a dupla buscou apresentar o conteúdo da biofísica da visão através de um contexto formal de aula, onde uma professora apresentava o conteúdo utilizando uma lousa, dando indícios de uma aula tradicional. *Feedbacks* podem contribuir para a motivação intrínseca e de forma positiva contribuir para o desempenho dos estudantes (Guimarães, 2020), proporcionando um

movimento de mudança, permitindo ao sujeito agir sobre as sensações para modificar suas ações (Beber *et al.*, 2014).

A componente Ya'Wara, da dupla IV, respondeu que a mudança de estratégias se deu por problemas pessoais. A resposta de Ya'Wara foi a seguinte: “No começo saiu um pouco do planejado, porque precisei estudar para prova, mas agora já está resolvido (Q25YW)”. As vezes a mudança ocorre diante de imprevistos como problemas pessoais inesperados (Ganda e Boruchovitch, 2018), porém é importante destacar a persistência em finalizar a realização da tarefa. Aparentemente, a mesma relata que precisou estabelecer um outro tempo para a realização da sua atividade, porém conseguiu uma organização interna e manteve o foco,

Na questão 6, perguntamos: “Caso exista a presença de algum elemento (pode até ser mais de um) que esteja dificultando a produção da HQ, qual é/foi esse elemento e o que pretendem fazer/fizeram?. Apenas uma dupla relatou não ter tido dificuldade, a dupla I. A dupla III, como já vimos na questão 5, precisou mudar de estratégia e a dificuldade encontrada por ela foi justamente como abordar a temática física escolhida para a produção do material. A componente respondeu o seguinte: “*Como abordar uma das ametropias escolhida. Reavaliar a forma como vai ser tratada (Q26TE)*”. Interessante notar que para superar a dificuldade precisou reavaliar como fazer a abordagem do conteúdo.

A dupla V afirmou que a maior dificuldade foi organizar o tempo de produção diante de outras atividades. O Homem Formiga disse o seguinte: “*Tempo. Tivemos que nos desdobrar para organizar o tempo para realizar todas atividades que tínhamos (Q26HF)*”. As duplas II e IV afirmaram terem apresentado dificuldade com o programa escolhido para a elaboração das HQ, que foi o *Pixton*. Vejamos as falas dos integrantes desses grupos: “*O programa pixton é um pouco complicado, precisei ficar consultando o pdf para entender como usar (Q26BT)*”, participante da dupla IV; “*A plataforma virtual utilizada para a produção das HQs era um pouco limitada, isso dificultou a produção das histórias. Para contornar, as HQs foram construídas a partir do que estava disponível no pixton (Q26SM)*”, participante da dupla II. Percebemos que a partir das falas do Homem Formiga, do Batman e do Superman que também foi necessário buscar caminhos para alcançar o objetivo. Um estudante que busca autorregular sua aprendizagem ao se deparar com obstáculos muda a estratégia e busca alcançar seu objetivo. Ganda e Boruchovitch (2018) realçam que a ação de aprendizagem ocorre tendo como base o planejamento realizado anteriormente, quando há algum obstáculo é importante a utilização das estratégias de aprendizagem e de técnicas de estudo que prezem à manutenção da concentração. Destacamos, como propõe as autoras, que apesar dos nossos estudantes buscarem driblar os

obstáculos para finalização da produção das HQs, existem denominadas estratégias auto prejudiciais, por exemplo as verbalizações dos alunos por ter muitos compromissos poderia levá-los a ter um baixo desempenho, devido ao pouco tempo disponível para realização da atividade. As autoras ainda refletem que adiar (procrastinar) o estudo e a realização de trabalhos, faltar ou não prestar atenção às aulas, a motivação e sua relação com a ação ou comportamento humano; também são considerados comportamentos autoprejudiciais, pois abarcam todos os atos ou omissões que contribuem para diminuir a probabilidade de ocorrer um sucesso acadêmico ou em uma atividade específica. Contudo, podemos mencionar que ato de criar/buscar estratégias de aprendizagem e dos procedimentos usados para que os estudantes pudessem concluir suas atividades está associada as estratégias metacognitivas.

O subprocesso da auto-observação, na fase de execução, traz uma das dimensões mais importantes no processo autorregulatório: a metacognição.

As estratégias de aprendizagens metacognitivas são voltadas ao planejamento, ao monitoramento e à regulação do ato de aprender, como organizar o ambiente de estudo, fazer um plano de atividades semanais, analisar se estão compreendendo o assunto durante a leitura de um texto e pedir ajuda a um colega (Ganda e Boruchovitch, 2018, p. 12)

No questionário 2, as questões de 7 a 16, buscaram refletir sobre as estratégias metacognitivas. Na questão 7, pedimos para descreverem o ambiente para os encontros da dupla para produção das HQs e se achavam que esse ambiente poderia influenciar no processo de produção ou na aprendizagem, justificando suas respostas. Três duplas revelaram que buscaram um ambiente mais tranquilo, que no caso foi o quarto, onde puderam ficar sozinhos/as e assim poder conversar e trocar ideia da melhor forma possível. Mulher Maravilha, Batman e Superman disseram o seguinte:

“Eu, junto com minha dupla tentamos buscar um lugar mais tranquilo na nossa casa, que foi o quarto, porque é um lugar com menos barulho, não ficava passando gente e é mais organizado. Sabemos que o ambiente influencia na aprendizagem, porque ambientes barulhentos, sujos e com muita gente não contribui para nada, muito menos para aprender e fazer atividade (Q27MM).”

“Nós optamos pelo quarto, por ser o lugar mais calmo da casa. Acho que o ambiente influencia sim no desempenho de atividades, porque me falta concentração (Q27BT).”

“Tentamos buscar o melhor lugar, ficamos no quarto, porque pelo meet, precisamos de mais calma para ouvir e trocar ideias. Eu acho que influencia sim, porque estudar no sol ou no barulho dificulta a aprendizagem (Q27SM).”

Mulher Maravilha além de ter procurado um lugar silencioso, buscou um lugar mais organizado e sem movimentação de pessoas. Já o Superman ressaltava um ponto importante, pois as reuniões das duplas para produção se deram usando o *google meet* e isso necessita de um ambiente calmo para poder ouvir e organizar as ideias da melhor forma possível.

Das outras duas duplas pelo menos um dos participantes relatou que teve dificuldade de achar um lugar mais tranquilo para conversar e produzir a HQ, mas conseguiram realizar a atividade de forma tranquila.

“Aqui em casa é difícil encontrar um lugar mais tranquilo para estudar ou fazer trabalho, porque tem muita gente, mas acredito que um ambiente sem barulho pode ajudar na aprendizagem. Já estou acostumado com o povo da minha casa, mas sempre consigo aprender o que me é solicitado (Q27TH).”

“Na maior parte da produção estava na casa da minha tia, fiz na sala da dela, embora seja ampla tinha um vizinho que só escutava música alta, mas o esforço para entender deu certo, finalizamos. Acredito que um ambiente sem muitas interferências externas contribui para melhor chegar ao objetivo mais fácil (Q27MK).”

A fala de Thor mostra que o mesmo precisou se adaptar ao ambiente da sua casa para estudar, pois reconhece que sua casa tem uma movimentação de pessoas. Já Misty não estava em casa e precisou adaptar-se à casa da sua tia, que tinha um vizinho que usava um aparelho de som. A cursista respondeu ainda que precisou se esforçar para entender e finalizar a atividade proposta.

Por outro lado, foi unânime nas respostas dos/as cursistas que o ambiente pode influenciar sim na execução de alguma atividade ou na aprendizagem, como podemos ler em todas as falas acima. Organizar e reconhecer que o ambiente pode contribuir de forma mais

significativa para aprendizagem é algo que está associado ao processo metacognitivo e a autorregulação da aprendizagem. Rosa (2014) destaca que as estratégias de aprendizagem adotadas pelos atores/atrizes sociais no percurso de atividades, como pensar no ambiente para estudar, quando associadas aos aspectos metacognitivos ajudam a conduzir os “aprendizes a entender não apenas os conhecimentos específicos, mas também os mecanismos internos que lhes permitiram a construção desses conhecimentos (p. 80)”.

Nas questões de 8 a 15, buscamos conhecer sobre as ações que executaram na preparação das HQs, as estratégias utilizadas para organização e produção das HQs. Foram utilizadas questões de múltipla escolha, onde o/a estudante poderia marcar mais de uma opção, inclusive tinham a oportunidade de citar outras. Buscamos com as perguntas criar uma espécie de diário de campo utilizado pelos estudantes durante a realização da atividade. De acordo com Torre do Sino (2000), o diário pode ser uma estratégia útil, pois nele são registradas:

[...] suas experiências nas aulas/cursos, as dificuldades vivenciadas nos diversos temas ou unidades de ensino, as concepções iniciais e os processos de mudança conceitual, juntamente com os resultados dos debates desenvolvidos em aula e a troca de pontos de vista com os colegas. No diário você também pode anotar suas expectativas com os exames, atividades, os resultados obtidos e as causas de possíveis discrepâncias (Torre do Sino, 2000, p. 377).

Nos Quadros 24, 25, 26 e 27, buscamos destacar os aspectos acima, que estão associados a metacognição. O Quadro 24 destaca o que cada estudante necessitou fazer para conseguir finalizar a atividade.

Quadro 24: Ações desenvolvidas devido as necessidades durante a produção das HQs

Ações	Estudantes e as ações que necessitaram									
	TH	YW	BT	MM	TE	HF	SM	PN	BD	MK
Estudei novamente o conteúdo da biofísica.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Consultei novamente como produzir uma HQ.	X		X		X			X		
Elaborei mais de uma versão diferente da HQ final.	X	X					X	X		X
Precisei recriar mais de uma ideia da minha HQ inicial.		X	X	X		X	X		X	X
Consultei os elementos da GDV.	X	X	X		X	X		X	X	X
Outras.										

Fonte: o autor (2023)

Obs.: Os espaços em branco indicam que o participante não utilizou a ação mencionada.

Como já descrevemos anteriormente, o curso oferecido para construção destes dados, envolveu os elementos de como produzir as HQs, o conhecimento sobre a GDV e alguns aspectos históricos e teóricos da biofísica da visão. Foram muitas reflexões teóricas que muitos/as cursistas participaram pela primeira vez. O Quadro 24 mostra que durante a elaboração das HQs todos/as necessitaram rever mais de uma ação para chegar ao resultado. Chama atenção que estudar novamente o fenômeno da biofísica da visão foi a mais comum das ações. É notável que algumas duplas precisaram consultar novamente os elementos para produção das HQ e da GDV, para poderem gerar significados aos possíveis leitores. Além disso, algumas duplas precisaram refazer a versão inicial da proposta para chegar à versão final e outras precisaram recriar a ideia inicial e seguir um novo caminho ou nova proposta.

Na elaboração das HQs é possível adotar diversas estratégias, desde que não esqueçamos, como dizem Vergueiro (2018a) e Castro (2021) esse pode ser considerado um (hiper) gênero que envolve linguagens diferentes que se completam para comunicar, informar, ensinar ou significar algo a seu público alvo. No Quadro 25, foram destacadas as estratégias utilizadas pelas duplas no ato da atividade.

Quadro 25: Estratégias utilizadas para produção da HQ

Ações	Estudantes									
	TH	YW	BT	MM	TE	HF	SM	PN	BD	MK
Criou o texto junto com a imagem.				X				X		
Criou o texto primeiro, e depois, as imagens junto ao texto.	X		X		X	X	X		X	
Criou analogias com outras HQs.	X					X				
Criou as imagens, e depois, o texto junto a imagem.		X								X
Criou personagens próprios.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Utilizou elementos da GDV para produção.		X	X		X					X
Outras.										

Fonte: o autor (2023)

Obs.: Os espaços em branco indicam que ninguém utilizou a ação mencionada.

Não existe um caminho único para produzir HQs, assim o Quadro 25 demonstra que uma dupla (MM e PN) optou por criar a imagem junto ao texto. Três duplas (TH e HF, BT e TE, SM e BD) optaram por criar primeiro o texto e depois as imagens junto ao texto. Outra dupla (YK e MK) optou por criar as imagens e depois o texto junto a imagem. Quanto aos elementos da GDV duas duplas (BT e TE, YK e MK) marcaram que utilizaram em suas

produções. Apenas a dupla TW e MK fizeram analogias com outras HQs já existentes. Vale ressaltar que todas as duplas puderam construir seus personagens e suas respectivas origens. Criar personagens, criar textos de qualquer gênero, fazer a conexão entre o que é verbal e o não-verbal requer várias estratégias e a criatividade. Esses aspectos estão associados também a dimensão cognitiva. Flavel (1979), Frison (2006), Beber *et al.* (2014) e Góes e Boruchovitch (2020) enfatizam que a dimensão cognitiva e metacognitiva estão imbricadas nos estudos que envolvem as estratégias de aprendizagem, ou seja, envolvem procedimentos usados pelos estudantes para aprender um conteúdo ou para realizar uma atividade. Considerando esta proposição buscamos também conhecer sobre quais as estratégias de organização foram utilizadas pelos estudantes. O Quadro 26 nos apresenta essas estratégias.

Quadro 26: Estratégias utilizadas para organização das HQs

Ações	Estudantes									
	TH	YW	BT	MM	TE	HF	SM	PN	BD	MK
Selecionou ideias iniciais.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fez roteiros.	X	X	X		X	X		X	X	
Fez algum esquema.				X			X	X		X
Fez algum tipo de mapa.										
Outras.										

Fonte: o autor (2023)

Obs.: Os espaços em branco indicam que ninguém utilizou a ação mencionada.

Como existe uma linha tênue entre os aspectos cognitivos e metacognitivos, o Quadro 26 apresenta as estratégias utilizadas pelos/as cursistas, no âmbito cognitivo, que para Ganda e Boruchovitch (2018) e Rosa (2014) servem para facilitar o armazenamento da informação como, por exemplo, sublinhar, fazer resumos, esquemas, roteiros, montar mapas conceituais, elaborar perguntas/respostas sobre o tema, entre outras. Podemos perceber que todos os grupos optaram por selecionar suas ideias iniciais para começar a produção das HQs. Três duplas optaram também em fazer um roteiro para alcançar o objetivo final e as outras duas duplas optaram por realizar um esquema para realizar a atividade. Silva (2020) nos diz que “à medida que o indivíduo vai se autorregulando e deseja melhorar a sua aprendizagem, na área da sua cognição, ele aumenta o seu repertório de estratégias de estudo para possibilitar mais formas de ativar as diferentes áreas, dimensões e funções do cérebro (p. 64)”.

Nesse sentido, ainda na fase de execução, como mencionam Zimmerman e Schunk (2013) e Ganda e Boruchovitch (2018), muitas vezes ao realizar uma atividade os estudantes precisam adotar uma reação adaptativa, ou seja, precisam rever e alterar estratégias adotadas

anteriormente. No Quadro 27, verificamos reações adaptativas precisaram ser tomadas pelas duplas para alcançar a finalização das HQs.

Quadro 27: Estratégias que precisaram ser repensadas

Ações	Estudantes									
	TH	YW	BT	MM	TE	HF	SM	PN	BD	MK
Refazer a HQ.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rever o texto sobre HQ.	X	X	X	X	X	X	X			X
Refazer personagens.	X	X			X	X	X			X
Rever os enquadramentos dos quadrinhos.			X	X			X			
Rever a "junção" do texto e da imagem.	X	X		X	X	X	X			X
Outras.										

Fonte: o autor (2023)

Obs.: Os espaços em branco indicam que ninguém utilizou a ação mencionada.

Com o Quadro 27 percebemos que foi preciso refazer a HQ e os personagens, rever texto sobre HQs e o enquadramento dos quadros das HQs, além de rever as conexões entre texto e imagem. Ao serem provocados/as para produzirem uma HQ envolvendo aspectos da biofísica da visão, os cursistas precisaram se desdobrar e articular suas reflexões, ações e o conhecimento sobre os pontos teóricos abordados. Ao retomar o que foi abordado, “entende-se que o estudante precisou realizar um resgate de conceitos, discussões e informações, necessitando de um envolvimento maior com suas habilidades de memória (Silva, 2020, p. 66)”. É nesse momento que Rosa (2014) diz que no ensino de Física percebemos os aspectos metacognitivos, quando: “1) retomam atividades experimentais anteriores, 2) observam as diferenças em relação à proposta; 3) identificam características pessoais diante da atividade proposta, buscando agir de acordo com elas, ou, mesmo, buscando alternativas para superar possíveis limitações; 4) planejam, monitoram e avaliam suas ações de modo a discutir o caminho percorrido, etc. (p. 84).”

Torre do Sino (2000) e Rosa (2014) salientam que o uso de ferramentas didáticas como os Mapas Conceituais, os Diagramas V e as Estratégias POE (Predizer-Observar-Explicar) possibilitam ao mesmo tempo os estudantes serem estratégicos e conhecerem seus recursos cognitivos em prol da aprendizagem, como também buscam promover a aprendizagem significativa e desenvolver a metacognição. Ao falarmos sobre o ensino e aprendizagem da

Física, Rosa (2014) coloca que existem algumas ações didáticas orientadas, tais como a resolução de problemas, leitura e interpretação de textos, avaliação da aprendizagem e atividades experimentais (laboratório didático), que contribuem para que os estudantes recorram às suas habilidades metacognitivas para resolver a atividade proposta. Dessa forma, acreditamos que assim como essas ações didáticas orientadas, a produção de HQs para o ensino de Física, também pode desencadear processos meta(cognitivos), como podemos ver nas análises acima.

Para finalizar as questões do Momento 2 (questão 16), perguntamos se no processo de produção, caso precisou, onde e/ou em quem você procurou essa ajuda? Por quê?. Apenas uma pessoa disse não ter precisado de ajuda, mas mesmo assim respondeu ter trocado ideia com sua dupla. Nove dos/as cursistas responderam afirmando que precisaram de ajuda e recorreram ao *youtube*, ao *google*, a pessoas que produzem HQs, aos textos disponibilizados pelo curso, as aulas do nosso curso que foram gravadas e disponibilizadas a todos/as, aos colegas e professor do curso. As respostas abaixo demonstram essas colocações.

“Precisei de ajuda e fui no youtube, google, sempre buscando pessoas que produzem HQ, para me ajudar a desenvolver um melhor produto (Q216TH).”

“Internet, colegas e professores. A internet tem muitas informações, os colegas fazem o mesmo curso eles podem ter compreendido aquilo que eu não entendi e o professor tem o domínio do assunto (Q216TE).”

“Não procurei uma pessoa em específico, quando tive dúvidas, apenas revisei as gravações das aulas (Q216SM).”

As respostas de Thor, Tempestade e Superman demonstram o que Silva (2020) aponta em sua pesquisa, que há uma resignificação e aumento de estratégias indicado quando os estudantes percebem a necessidade do uso de fontes externas que ajudem no registro e na recuperação de memórias. De acordo com o autor, quando o estudante vai se autorregulando em sua aprendizagem são agregados valores às estratégias de estudo, porque existe a percepção que “aprender significativamente é um objetivo com resultados mais duradouros do que simplesmente reproduzir uma informação” (p. 66).

A partir dos quadros acima 24, 25, 26 e 27 percebemos, segundo Silva (2020), um movimento dos participantes em dar mais atenção e cuidado para com a própria aprendizagem ou realização da atividade e pensar um pouco mais sobre a mesma, possibilitando a interpretação da ativação/ocorrência de pensamento (meta)cognitivo. Ao fim da produção das HQ, no processo da ARA de Zimmerman (2000, 2013), é importante conhecermos um pouco como se autoavaliaram e o grau de satisfação/afeto com a atividade/curso.

6. 5. 3 Momento 3: Autojulgamento/Autorreação comportamental no percurso da atividade

O Momento 3 abarca os processos de autojulgamento que tem relação com a autoavaliação e pelas autorreações que envolvem a autossatisfação e o afeto. Após finalizado o curso e a produção das HQs, os/as cursistas puderam fazer uma avaliação do processo, atribuindo causas aos resultados alcançados. Ganda e Boruchovitch (2018) dizem quem “uma análise crítica sobre seu desempenho gera reações emocionais que podem ser tanto positivas (realização pessoal, orgulho, alívio) quanto negativas (frustração, tristeza, ansiedade) (p. 75)”.

Entre a questão 17 e a questão 19, procuramos dar a oportunidade para que cada estudante pudesse se autoavaliar. Na questão 17 foram colocadas uma série de afirmativas, onde os estudantes puderam mensurar sua participação/comportamento durante a fase prévia e na produção das HQs. As alternativas para respostas das afirmativas foram dispostas no formato de uma escala, onde os cursistas puderam marcar a opção que consideraram pertinente. Vale ressaltar que os/as cursistas tiveram que justificar suas respostas a cada item da escala. A Tabela 4 apresenta essas afirmativas e o número de estudantes que acreditam ter alcançado a proposta.

Tabela 4: Autoavaliação dos estudantes referente a preparação e produção das HQs

Proposições afirmativas	Número de estudantes que marcaram as mensurações				
	Insuficiente	Pouco suficiente	Regular	Suficiente	Excelente
a) A minha participação na organização da atividade foi:			1	7	2
b) A participação da dupla foi importante:				2	8
c) Você considera que sua preparação para execução da HQ foi:			1	5	4
d) Você considera que sua HQ permitiu a compreensão de seu objetivo, quanto ao fenômeno físico escolhido, para seus colegas de curso:				6	4

Fonte: o autor (2023)

Obs.: Os espaços em branco indicam que ninguém utilizou a ação mencionada.

Ao analisarmos as justificativas de cada item acima, também utilizamos elementos básicos da análise de conteúdo Bardin (2011): (re)leitura e a criação de unidades de contexto. Para codificação foi usado apenas o Q2 (referente ao Questionário 2), seguido do número da questão e da letra minúscula referente a cada item, e da sigla de cada nome fictício dos/as participantes, por exemplo: *Q217aMM*.

No item *a*, Tabela 4, os licenciandos/as, autoavaliaram sua participação na organização da atividade. Como podemos perceber a maior parte deles/as afirmaram ter sido suficiente (sete), dois afirmaram ter sido excelente e uma (PN) achou ter sido regular devido problemas de saúde. Superman e a Mulher Maravilha consideraram excelentes suas participações, porque conseguiram aproveitar o tempo dos encontros do curso, as reflexões, as ferramentas apresentadas para produção das HQs. A resposta do Superman foi a seguinte: *“Consegui acompanhar todas as aulas, exceto uma que eu assisti a gravação, e consegui compreender e participar de todas as discussões de uma forma que eu achei satisfatória. Aprendi a mexer na ferramenta que ajudou na montagem da HQ (Q217aSM).”* Como menciona Bandura (1986, 2001), o comportamento e as atitudes são elementos cruciais tanto para aprendizagem quanto para sua autorregulação.

Os que afirmaram ser suficientes acreditam que está associado a organização da dupla, a divisão de tarefas e a devido a contratempos que influenciaram na execução da proposta. Ya’Wara respondeu o seguinte: *“Organizamos antecipadamente, dividimos bem as tarefas assim facilitou no decorrer do desenvolvimento (Q217aYW)”*. Já o Homem Formiga colocou o

seguinte: *“De modo que devido a questão do tempo, houveram contratemplos, no entanto, foi tomado medidas para suprir esses problemas” (Q217aHF)*. (Re) Organização e (re) planejamento fazem parte de capacidades autorregulatórias, pois exigem concentração esforço e persistência para realização da atividade (Bandura, 1996). Para a TSC a proficiência e a proatividade no desenvolvimento de atividades são elementos importante no processo de ARA

Outro fator que pode influenciar no processo autorregulatório é a contribuição de atividades desenvolvidas em grupo, porque o envolvimento entre os/as cursistas pode gerar confiança e trocas de conhecimento/experiências. Quanto a afirmativa sobre o quanto a participação do grupo foi importante, oito pessoas afirmaram ter sido excelente e só duas pessoas marcaram ter sido suficiente. Pantera Negra e sua dupla acharam suficiente porque se encontraram virtualmente poucas vezes para discutir produção, contudo a interação entre a equipe foi essencial, conforme sua resposta: *“Não nos encontramos muito, mas para construção de um aprendizado a participação do grupo é essencial (Q217bPN)”*

Já a excelência afirmada pela maioria se deu pela colaboração e aperfeiçoamento no desenvolvimento criativo da HQ. Vejamos as falas de Superman e Tempestade:

“As argumentações da minha colega de curso foram muito significativas para mim. Observar outros pontos de vista e sempre me ajuda muito no meu processo criativo (Q217bSM)”.

Apesar de cada um com seu ponto de vista, agrega mais ao conteúdo para elaboração da atividade (Q217bTE)”.

As falas acima realçam o quanto atividades desenvolvidas em equipe podem ser eficazes no desenvolvimento de atividades e da aprendizagem. Quando há um movimento de perceber a limitação pessoal e a importância da contribuição de outra pessoa para a compreensão execução da tarefa a ser realizada, existe “uma possível regulação dos estudantes dentro da categoria da cognição (indícios de pensamento metacognitivo) e que está relacionado ao comportamento na realização da atividade (Silva, 2020).”

No item *c*, focamos nas considerações individuais na preparação para execução das HQs, ou seja, no comportamento organizacional pessoal para realizar o que foi solicitado. Percebemos que quatro acharam excelente, cinco acharam suficiente e uma achou regular. Pantera Negra achou regular porque necessitou se ausentar de algumas discussões no curso. A resposta da cursista foi a seguinte: Perdi algumas aulas, pois como já disse estive enfrentando

problemas de saúde, poderia ter aproveitado mais (Q217cPN).” Os/as cursistas que acharam sua preparação suficiente destacaram que foi porque conseguiram cumprir com a atividade e aprenderem o que foi ensinado durante o curso.

“Com o aprendizado do curso na teoria, na hora da prática foi super de boa, foi o suficiente (Q217cBT).”

“Foi suficiente as teorias, mas em alguns aspectos como criar uma história preciso melhorar, para a narrativa ficar mais fluida e gerar significado de físico (Q217cTE).”

A ideia de suficiente nas respostas remete ao reconhecimento do esforço para produzir as HQs, porém reconhecem que podem explorar ainda mais os conteúdos e conceitos abordados no curso para conseguirem realizar a produção de HQs com mais propriedade e poder gerar significados mais claros dos fenômenos físicos. Percebemos que as informações fornecidas no curso geraram um comportamento na organização das HQs e poderão ser ajustados com esforços em atividades futuras. Para Zimmerman (2000) as mudanças nas atividades envolvem fatores pessoais, comportamentais e ambientais que mudam frequentemente durante os cursos de aprendizagem e desempenho. O autor chama atenção que a autorregulação comportamental inclui a observação do desempenho e o seu ajuste estratégico.

Os que consideraram excelente sua preparação para produzir HQs, enfatizaram que estudaram e conseguiram produzir outras HQs diferentes e com outros objetivos do trabalho solicitado para o final do curso. Thor e Misty Knigth disseram o seguinte:

“Me preparei bem, estudei e produzi outras HQ sozinho (Q217cTH)”

“Considero excelente, venho me esforçando, estudando, tanto que fiz outra HQ para usar na minha sala de aula (Q217cMK).”

Esses estudantes apresentam certa proatividade, no sentido que buscaram ir além do que foi proposto no curso. Estudantes proativos apresentam um padrão cíclico superior de processos autorregulatórios para atingir resultados (Zimmerman, 2013), pois conseguem organizar seus objetivos e executarem da melhor forma possível. Zimmerman (2000) diz que esses estudantes

vinculam seu planejamento estratégico aos objetivos de curto e longo prazo; engajam-se em escolhas de estratégias adequadas com vista a auxiliar a cognição, o afeto e a execução motora.

Por fim, no item *d* da 17ª questão, solicitamos que mensurassem se achavam que as HQs produzidas permitiram a compreensão de seu objetivo, quanto ao fenômeno físico escolhido, para seus colegas de curso. Seis afirmaram ter sido suficiente e quatro consideraram excelente. Os/as participantes que afirmaram ter sido suficiente elencaram que tentaram deixar claro o conteúdo através da narrativa construída. Vejamos as justificativas de Thor e da Pantera Negra:

“Ficou bem claro de entender os elementos principais da minha HQ. (Q217dTH).”

“Foi suficiente, deixamos claro a ametropia escolhida com o enredo dos nossos personagens (Q217dPN).”

Dos cursistas que consideraram excelente sua produção para compreensão dos demais cursistas, enfatizaram que buscaram deixar claro o conteúdo construindo uma narrativa que levou em consideração os elementos da GDV para chamar a atenção do fenômeno que abordaram. As respostas da Mulher Maravilha e do Superman podemos notar essas proposições.

“Procurei atender as mais variadas ferramentas da plataforma para que eu pudesse trazer parâmetros da GDV que deixassem mais claro a ametropia que escolhi abordar (Q217dMM).”

“Acho que apesar das limitações do pixton em questão de ângulos, posições e objetos do cenário, eu consegui deixar claro e desenvolver uma história dentro da proposta do curso (considerando a GDV) e dentro dos elementos que eu queria expressar utilizando as ferramentas teóricas para construção das narrativas visuais e textuais apresentadas no curso (Q217dSM).”

A partir das respostas a esse item *d*, percebemos que há um esforço de seguir um planejamento de execução que levasse em consideração todo arcabouço teórico do curso que pode contribuir para que leitores consigam identificar os significados dos fenômenos físicos que são abordados. Comportamentos que estabelecem rotinas e ações mais planejadas

significa/implica/são necessários para melhorar a aprendizagem e para a realização de outras atividades (Silva, 2020).

Na questão 18, perguntamos se consideram que houve a aprendizagem de novos conhecimentos ou da ressignificação dos mesmos? Quais?. De forma unânime todos/as afirmaram que sim, seja do programa *pixton* (ferramenta usada para fazer as HQ), seja da Semiótica Social com o uso da GDV para provocar a leitura da HQ pelo leitor, e o que mais chamou atenção é que a maioria não tinha muito conhecimento sobre as ametropias e as possíveis formas de correção, como podemos ver nas respostas abaixo.

“Sim. A utilização do pixton e como criar as HQ (Q218BT)”.

“Como e o porquê das ametropias, como é feita as correções (Q218YW)”.

“Houve novas aprendizagens. O assunto da biofísica da visão era algo que quase não tinha conhecimento, mas com as aulas pude conhecer mais (Q218TE)”.

“Sim, como eu disse anteriormente, muitas coisas apresentadas neste curso foram novas para mim como a questão das construções das histórias em quadrinhos (Narrativa visual, enquadramento, etc.) e a semiótica social (GDV). Sobre as ametropias, eu já tinha alguns conhecimentos prévios, mas o que foi apresentado no curso conseguiu acrescentar várias camadas ao que eu já conhecia (Q218SM)”.

Nas falas de Batman, Ya’Waka, Tempestade e Superman cada um/a deixa nítido o que foi possível aprender ou ressignificar com a proposta do curso. Elas nos direcionam a pensar um ensino de Física, como propõe Moreira (2021), que traga fenômenos do cotidiano e que utilizem de diversas ferramentas. No âmbito da cognição percebemos que foi possível trazer algo novo para os estudantes, que precisaram reorganizar seus conhecimentos (metacognição) e seus comportamentos frente aos encontros do curso para conseguirem realizar a atividade.

Na questão 19, a pergunta foi a seguinte: O que você considera que poderia melhorar, pessoalmente, se fosse pedido uma nova HQ? Justifique sua resposta. Todos participantes justificaram que mudariam a forma de abordar os conteúdos referentes a biofísica da visão na construção narrativa do gênero produzido, por não ser algo comum abordar a física nas HQs. Algumas respostas abaixo demonstram isso.

“O modo de abordarmos os assuntos, porque nunca usei HQ para abordar a física (Q219BT).”

Como não é comum, eu acho que pensaria melhor como abordar o conteúdo (Q219MK).”

“No enredo da história, porque não é fácil trazer a física para HQ (Q219TE).”

Como podemos ler nas falas acima do Batman, Misty Knight e Tempestade, existiu uma dificuldade de abordar os conteúdos da biofísica da visão ou qualquer outro fenômeno por não terem construído outras HQs que abordassem temas da ciência estudada. Contudo, percebemos que essa questão não impediu que os estudantes pudessem arriscar e produzir suas ferramentas pedagógicas dentro das suas limitações e reconhecendo-as, dando indícios que é possível melhorar à medida que forem desenvolvendo outros quadrinhos.

A questão 20, focou na autossatisfação dos estudantes com relação ao curso. Zimmerman (2000, 2013) propõe que a autossatisfação está associada aos sentimentos de satisfação ou insatisfação em relação ao desempenho. A pergunta foi a seguinte: Quanto a sua satisfação em relação ao curso, como você classificaria? Justifique sua resposta. Todos/as afirmaram ter sido uma ótima oportunidade para aprender coisas novas, para conhecer como usar HQs em suas aulas, por ter sido bastante produtivo e poderem colocar em prática o que foi aprendido.

Maravilhoso. Aprendi muita coisa nova com este curso (Q220YW).”

Excelente! Abriu muito a minha mente, porque não sabia que uma historinha poderia ensinar tanto. Foi bem proveitoso e pretendo levar para os meus futuros alunos (Q220TH).”

“Estou satisfeito com o curso, consegui colocar em pratica tudo o que aprendi (Q220TH).”

O que percebemos nas falas dos cursistas é que existiu uma satisfação dos estudantes pelo curso e um afeto positivo, o que indica uma motivação para prosseguirem no curso e chegarem até o fim, sempre mostrando esforços para sua aprendizagem.

Para finalizar o Questionário 2, perguntamos se teria algum comentário a fazer e que não foi abordado neste questionário, oito pessoas responderam não, e as duas pessoas que responderam apenas agradeceram a oportunidade de terem participado do curso.

Ao final da análise desse objetivo específico percebemos que a ARA é um processo onde os estudantes que autorregulam sua aprendizagem são, portanto, aqueles que assumem a responsabilidade pessoal para regular e dar uma direção a seus processos de aprendizagem, no tocante à metacognição, motivação e comportamento. E percebemos a forma cíclica da ARA de Zimmenman (2000) uma vez que seja qual for a fase (prévia, de execução ou de autorreflexão), os/as estudantes precisavam manter-se motivados/as, elaborar objetivos precisos, escolher estratégias apropriadas e, quando for necessário mudar a direção dessas estratégias. Contudo, ainda de acordo com o autor, vale ressaltar que a ARA é uma variável dinâmica e mutável, portanto o grau de autorregulação pode variar de acordo com contextos e com atividades específicas. Nesse sentido, uma pessoa pode se autorregular em um tipo de atividade, mas não em outra (Zimmerman, 2000). Entretanto, observamos que a atividade de produção de HQs mobilizou os construtos metacognitivos, motivacionais e comportamentais de modo a promover a autorregulação da aprendizagem nos participantes do curso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início deste estudo, salientamos que é nítido que o Ensino de Física ainda é baseado em uma perspectiva tradicional, na memorização de fórmulas para resolver problemas ou definições e leis para dar respostas corretas, sem uma reflexão crítica, dialógica, que faça sentido para os estudantes e aponte para uma aprendizagem significativa. Essa perspectiva de ensino faz com que os estudantes não gostem da Física e coloca um dos maiores desafios que é despertar o interesse por essa componente curricular.

A partir dessas considerações vimos que os documentos oficiais apontam caminhos que nos ajudam a tornar o Ensino de Física mais atraente e mais significativo, como por exemplo: dar mais atenção a conceitos do que fórmulas, estimular o desenvolvimento de competências científicas, de argumentação baseada em evidências e incorporar as tecnologias digitais de informação e comunicação no ensino, mantendo a interação social, a negociação de significados.

Assim, discutimos que a incorporação de estratégias didáticas e de recursos pedagógicos em aulas de Física, visando uma aprendizagem significativa, como o uso de HQs, é algo importante e necessário. Essas ferramentas pedagógicas contribuem para que a Física seja apresentada utilizando diferentes linguagens e em especial através de imagens e textos. Vimos através da análise de tendências desenvolvida no Capítulo 1, que apesar de termos vários estudos sobre HQs e o Ensino de Física, ainda é sinalizado que precisamos explorar essas ferramentas na formação docente em Física, não para abandonar a complexidade matemática, mas para discuti-la utilizando uma outra abordagem. Apesar de desafiador, utilizar HQ em aula também pode ser instigante.

Após apresentarmos as HQs, como um campo histórico, social, cultural e histórico, sobretudo no campo educacional e no Ensino das Ciências, notamos que por ser um gênero multimodal, que envolve imagens e texto, tivemos que buscar na semiótica um caminho para conseguirmos dar conta da proposta desta Tese. Buscamos na Semiótica Social, por meio da Multimodalidade, utilizar a GDV como campo teórico-analítico para/na produção das HQs, pois reconhece os diferentes modos semióticos na construção de significados sobre determinados temas. Percebemos também o quanto é difícil encontramos na literatura estudos na área de Ensino de Física que tragam a GDV, como campo teórico, metodológico e analítico.

Como uma de nossas propostas foi produzir uma HQ, resolvemos ampliar a discussão da Tese, olhando não apenas para os significados desencadeados sobre o fenômeno físico

abordado, mas também se e como os estudantes autorregulariam sua aprendizagem considerando as fases prévia, de execução e de autorreflexão proposta por Zimmerman (2013, 2000). Escolhemos trabalhar com a biofísica da visão por ser um conteúdo pouco trabalhado desde da Educação Básica até o Ensino Superior, e as ametropias em específico porque é um problema social.

Em colaboração com a orientadora e a coorientadora, criamos um curso com licenciandos/as em Física, almejando refletir sobre as HQs e sua multimodalidade para o Ensino de Física. Diante desse contexto traçamos como objetivo geral deste trabalho investigar o(s) potencial(ais) das HQs na formação inicial de professores de física quanto a suas contribuições para produção de significados no ensino da Biofísica da visão a partir do uso da GDV e no tocante ao desencadeamento de processos autorregulatórios da aprendizagem, apresentados por licenciandos/as em física. Para responder nossos questionamentos delineamos quatro objetivos específicos: 1) identificar o que pensam os estudantes licenciandos em Física sobre a produção de HQs para o ensino de Física; 2) analisar as possibilidades e os limites do desenvolvimento de atividades envolvendo HQs na experiência acadêmica e profissional de licenciandos em Física para construção de conceitos dos fenômenos físicos; 3) analisar os significados sobre os fenômenos da biofísica que são apresentados pelos licenciandos em Física, na produção das HQs, utilizando a GDV; e 4) verificar o desencadeamento de processos autorregulatórios sobre as dimensões motivacionais, metacognitivas e comportamentais apresentados pelos participantes da pesquisa considerando as fases prévia, de execução e de autorreflexão na produção de HQs.

Antes de apresentarmos as análises das respostas e das produções dos/as estudantes, traçamos um perfil deles/as e sua relação com o curso. Os estudantes estavam entre o segundo e nono período da Física-Licenciatura e afirmaram terem pouca ou nenhuma experiência com HQs na escola, apesar de em sua maioria gostar desse recurso. A maior parte das experiências deles/as foi no Ensino Fundamental, porém acreditam que podem usar destas propostas do Ensino Fundamental até o Ensino Superior.

Durante o curso foi perceptível que apesar dos documentos oficiais (por exemplo: a BNCC) defender o uso de diferentes linguagens para explorar os fenômenos das ciências, os/as licenciandos/as demonstraram que nunca ouviram falar das HQs como proposta teórica ou para o Ensino de Física. Também não conheciam uma proposta teórica-metodológica sobre a semiótica que os ajudasse a desenvolver a construção de significados dos fenômenos da ciência;

bem como não conheciam as ametropias e a estrutura ocular de forma mais detalhada, além dos possíveis métodos para fazer a correção delas.

Considerando o objetivo específico 1, evidenciamos os pensamentos e reflexões dos estudantes licenciandos em Física com relação a produção de HQs para o Ensino de Física. Percebemos quanto a atuação profissional, que a maioria não tinha experiência em lecionar e o tempo máximo de experiência entre os que lecionam/lecionaram foi de três anos. Quanto a necessidade do uso de HQs em sala de aula de física os/as cursistas destacaram que é importante inseri-las devido ao não interesse/desmotivação pela física (que isso pode estar relacionado a dificuldade de compreensão dos fenômenos e ao ensino tradicional da física), por ser uma atividade lúdica (que pode facilitar a compreensão dos conceitos físicos e/ou contribuir para contextualização/problematização dos conteúdos) e por ser uma metodologia ativa (que pode contribuir para despertar o interesse dos estudantes e provocar a interação entre eles). A maioria acredita que as HQs ajudam para construção de significados: devido a presença de outras linguagens além da matemática, por facilitar a compreensão dos conceitos físicos e aproximar as vivências cotidianas dos fenômenos físicos. Porém foi destacado que precisa conhecer bem o conteúdo específico para aplicar nas HQs. Destacaram que a presença dessas ferramentas nos materiais didáticos (livros, sites, etc.) podem ou não contribuir para o professor o utilizar em sala de aula, porque pode gerar autonomia dos estudantes para leitura e contribuem para transpor os conteúdos. Os que responderam achar que não contribuem destacaram que ainda são poucas as HQs em livros e que mesmo estando presente nos livros os professores/as não as utilizam. Ainda no aspecto da atuação profissional responderam que é possível utilizar os super-heróis e super-heroínas para abordar conceitos da física.

Notamos que poucos tiveram aulas de física com HQs. Enquanto acadêmicos destacaram que as HQs podem contribuir bastante para a aprendizagem, pois buscam sair do método tradicional, apresentam-se como uma ferramenta a mais para ensinar, contribuem para trabalhar história e filosofia da ciência, estimulam o senso crítico do acadêmico, apresentam ilustrações e facilitam a aprendizagem de conteúdos de física. Alguns destacaram que as HQs podem ajudar na aprendizagem dependendo do período que o estudante esteja, porque existem conteúdos que exigem uma metodologia rígida e técnica. Percebemos também que acreditam que esses recursos pedagógicos podem contribuir para a aprendizagem de conteúdos da física pelos/as estudantes da Educação Básica, destacando que sua utilização desperta interesse/motivação dos estudantes, contribui para uma aprendizagem significativa e ajuda a aumentar o potencial de aprendizagem. Porém, vale destacar que algumas pessoas afirmaram

que nunca pensaram sobre o uso de HQs na Educação Básica, pois ainda existe a cultura que as HQs servem apenas para ilustrar e não para trazer conteúdo ou temáticas específicas das ciências.

É possível notarmos, que no Ensino das Ciências/Física, as múltiplas linguagens e o reconhecimento da multimodalidade presente na área, defendidos pelos documentos oficiais pela BNCC e pelo Currículo de Pernambuco, pode contribuir para ampliar a capacidade dos/as estudantes de estabelecer significados com o conhecimento sistematizado. A criação de HQs envolve os processos de criação e produção voltados à construção de soluções para problemas identificados na sociedade com uma visão crítica. Contudo, com a proposta da BNCC, junto ao novo Ensino Médio, as aulas de Física estão limitadas a duas aulas no primeiro ano, uma aula no segundo ano e uma no terceiro ano, o que traz o desafio na criação de HQs nas aulas, pois produzir HQs demanda tempo e cuidado, por isso o professor deve ter o objetivo claro do seu uso nas atividades em sala e aula. Por outro lado, com a possibilidade de oferecer eletivas no Ensino Médio, é possível que o professor possa ministrar uma proposta que utilize HQs para criar significados dos fenômenos física, porém exige do professor um conhecimento sobre a estrutura composicional do gênero Histórias em Quadrinhos e os efeitos de sentidos e significados representados por imagens estáticas e em movimento.

Ao considerarmos o objetivo específico 2, de acordo com os/as participantes os desafios e/ou limites apresentados na produção/uso de HQs e o Ensino de Física está relacionado com a aceitação dos estudantes, por ser um método não convencional, pois existe certa dificuldade de interpretação, por parte dos estudantes, de textos multimodais. Destacaram também que para criar HQs é necessária a criatividade de quem produz, que é preciso pensar no público alvo e considerar o tempo de produção. Um desafio importante mencionado é que é necessário equilibrar o aspecto lúdico e da aprendizagem da física nas HQs, e ter um objetivo claro do que se pretende abordar. Para isso, destacam a importância que os professores em qualquer nível precisam de uma formação sobre HQs para que possam utilizar em sala de aula. Quanto as possibilidades enfatizadas notamos que destacaram que as HQs podem ser usadas em propostas diversas, principalmente para demonstrar/problematizar conceitos e ideias da ciência e como proposta de avaliação. Além disso, afirmaram que pode instigar a criatividade (por aproximar-se à realidade do estudante) e despertar o interesse dos estudantes pela física.

Já considerando o objetivo específico 3, na análise das produções utilizando as HQs, apesar dos estudantes relatarem a dificuldade em relação ao tempo de produção e as limitações do programa utilizado (*pixton*), notamos que o que foi apresentado no curso foi muito

aproveitado. Utilizaram as principais características na produção de uma HQ, como: como legenda, balões de fala, balões de pensamento, construíram uma narrativa com seus personagens autorais, destacando seu tempo e o espaço, e muitas vezes com tom de humor. Os/as estudantes escolheram abordar nas tiras a miopia, a hipermetropia e a presbiopia. Vale ressaltar que apesar de termos abordado um pouco sobre a história e filosofia da luz e dos aspectos da biofísica da visão, nenhuma das duplas optou por trazer esses conhecimentos/conteúdos, indicando que existe uma preocupação maior em trazer uma abordagem mais objetiva do conteúdo abordado.

Produzir HQs, não necessariamente, precisa ser um profissional na produção dos desenhos, porém se o docente deseja utilizar alguma ferramenta digital para que os/as estudantes possam produzir seus quadrinhos necessita-se de uma enculturação digital por parte dos participantes envolvidos no processo de ensino e aprendizagem. É importante que os/as estudantes e docentes possam ter acesso as ferramentas e um processo de formação sobre o uso do aplicativo, do software ou qualquer outro meio digital que se deseja utilizar para alcançar o objetivo almejado.

Ao explorarmos os elementos da GDV destacados por eles/elas e que podem contribuir para construir significados sobre a temática escolhida, notamos que de forma unânime da Metafunção Representacional, a função narrativa é a mais apresentada em detrimento da função conceitual, o que é algo comum das HQs. Apesar de notarmos que algumas tiras produzidas tentaram apresentar o conteúdo de forma direta, evidenciando a limitação na produção. Nas tiras, quando pretendemos abordar alguma temática, o ideal seria apresentar elementos sígnicos para que os leitores possam construir significados sobre as temáticas/conteúdos escolhidos. Todas as tiras tiveram mais de um personagem, o que deixa claro que a função narrativa foi percebida pelas ações e reações entre os personagens (pelos processos de fala e mental e pelas circunstâncias dos enredos). Em sua maioria o ator da ação e a meta é indicado pela presença do vetor bidirecional, apenas uma tira apresentou um vetor unidimensional.

Já nos elementos da Metafunção Interacional identificamos que a maioria das Tiras apresentam processos interativos de contato e que são predominantemente de oferta, onde há uma interação maior entre os participantes representados. Alguns quadros de algumas tiras apresentaram um processo de contato de demanda, onde poucos personagens representados olham diretamente para o leitor. Com relação a distância social, evidenciamos que os planos usados variaram entre plano médio e plano aberto onde, aparentemente, os estudantes gostariam de deixar demarcado alguma fala ou expressão. Da subfunção atitude no geral o ângulo

apresentado foi o nivelado, pois os personagens ficaram frente a frente com o leitor. Portanto, não existiu um plano fechado, um ângulo horizontal oblíquo ou um ângulo vertical elevado ou baixo.

Da Metafunção Composicional, no geral, o valor informação estava na relação entre o centro e suas extremidades. Existia sempre um dado no lado esquerdo e um dado do lado direito algo novo que fará os leitores se questionarem ou conhecerem algo sobre a ametropia escolhida pela dupla. Também apresentaram, em sua maioria, um enquadramento conectado, mostrando a conexão entre os quadros que narraram suas histórias, sem uma mudança brusca nos cenários, cores, vestimentas entre outras. Algumas Tiras apresentaram a saliência através das falas, da mudança das cores dos balões, das expressões faciais e corporais. Da subfunção modalidade, podemos dizer que em sua maioria trouxeram um teor científico, uma vez que os elementos trazidos não só trazem significados sobre a biofísica da visão, mas também exigem que o leitor busque algo além do que está posto.

Por fim, considerando o objetivo específico 4, podemos perceber que produzir HQs não é apenas algo que ilustra e traz ludicidade, mas exige uma organização, planejamento e conhecimento sobre o objetivo que se pretende alcançar. Nesse sentido, foi possível notar que todo processo de produção de HQs, desde a escolha pelo curso até a autorreflexão da tarefa, após finalizar as HQs, desencadeou diversos processos autorregulatórios.

A análise do questionário utilizando o modelo de Zimmerman (2013), nos três momentos do ciclo autorregulatório, de forma independente, percebemos que no Momento 1 que envolveu as crenças de automotivação/valor, os estudantes ao serem questionados/as sobre o que os/as motivou a participar do curso apresentaram motivação intrínseca e extrínseca. Dos que apresentaram a motivação intrínseca percebemos que está relacionada ao interesse pelas HQs, pois gostam de ler e/ou produzir HQs. Já a maior parte dos/as licenciandos/as apresentaram uma motivação extrínseca, pois acreditam que uma proposta como essa pode contribuir para formação/atuação profissional, para tornar aulas mais interativas e ilustrativas, para superar a carência de ferramentas didáticas durante a formação, além de contribuir para quem deseja ser pesquisador/a da área. Ainda no Momento I, ao solicitar que eles refletissem sobre as crenças de autoeficácia e as expectativas profissionais após a finalização do curso e dos resultados da produção das HQs para o Ensino de Física, foi possível notar que existe uma preocupação sobre o Ensino de Física e suas visões sobre a utilização de HQs na/para construção de significados de conceitos físico. Assim para os cursistas, as HQs, pode ser vista como algo positivo, pois pode ajudar na compreensão dos conceitos, bem como para a prática

docente, facilitando a aprendizagem dos/as estudantes. Existe a crença que atividades com essas ferramentas podem contribuir para que haja uma maior exploração da criatividade dos produtores/as, possibilitem explorar outros aspectos da física, tais como as questões da história da física e que usar HQs possui um fim que é tornar as aulas de física mais atraentes. Quanto as expectativas de “resultados” após a finalização do curso as respostas indicam que todos/as acreditam que o curso contribuirá não só para suas futuras ações profissionais, mas também para apresentar vários conteúdos utilizando HQs.

No Momento 2, onde buscamos perceber se houve o desencadeamento do monitoramento metacognitivo durante a produção das HQs; que envolveu a criação de personagens, de uma narrativa, de um contexto, da organização de textos, imagens, falas, pensamentos, sentimentos entre outros elementos, considerando também os processos de interação entre os produtores, leitores e personagens representativos; notamos que foi necessário organização de espaço, tempo e estratégias por parte dos cursistas. Algumas duplas necessitaram mudar a estratégia durante a produção seja para mudar o cenário que escolheram para construção da narrativa ou forma como foi abordado os aspectos com relação a biofísica da visão. A mudança de estratégia fez que os estudantes pudessem rever e retornar ao conteúdo que foi abordado no curso. À medida que as dificuldades foram aparecendo precisaram reorganizar o tempo de produção devido à outras demandas pessoais e reavaliaram como abordar o conteúdo. Um subprocesso importante na metacognição é a auto-observação que envolve do planejamento às estratégias. No processo de planejamento percebemos que os estudantes afirmaram que um ambiente mais tranquilo é essencial para produzir as HQs, principalmente quando pensamos que as propostas foram produzidas utilizando *google meet* como sala de aula, o que aponta que a concentração e um ambiente calmo pode ser favorável para desenvolver a atividade. No percurso da produção as principais estratégias adotadas para dar conta do objeto foram: rever o texto sobre HQ, refazer personagens, rever os enquadramentos dos quadrinhos, rever a "junção" do texto e da imagem. Ou seja, um conjunto de ações que está relacionado com o automonitoramento do ato de aprender. Na dificuldade ou na dúvida a busca por ajuda foi crucial, as respostas demonstram que tiveram que visitar o material utilizado no curso, principalmente as aulas gravadas nos encontros síncronos, além de consultar os colegas, outros textos e outras plataformas digitais sobre a temáticas.

No terceiro e último momento, ao fazerem um autojulgamento, chegamos a notar que com relação as participações individuais na execução das HQs classificaram entre regular e excelente, do mesmo modo como acreditam que foi a preparação para execução das HQs. Já

com relação a participação da dupla consideraram entre suficiente e excelente, assim como consideraram que suas HQs permitiram a compreensão de seu objetivo, quanto ao fenômeno físico escolhido. Pelas justificativas, percebemos que esse autojulgamento estava relacionado com as vivências pessoais de doenças, de outras atividades, da organização e da divisão das tarefas. Por outro lado, reconhecem que no ambiente virtual, apesar de dificultar o encontro da dupla para realizar a produção; atividades em grupos podem gerar confiança e trocas de conhecimento/experiências que facilitaram a produção. Existiu um esforço para seguirem os planejamentos, mas a dinâmica pessoal de cada um interferiu e necessitaram buscar novos caminhos e estratégias até chegar à versão final das HQs, considerando todos os elementos teóricos abordados no curso.

Como mencionamos no início dessa Tese, a física pode parecer as vezes complexa e abstrata, porém se buscarmos explorá-la na sala de aula abstrata utilizando suas múltiplas linguagens, isso pode contribuir para aproximar essa disciplina aos estudantes. Entretanto, existe um déficit na formação inicial e continuada de professores/as que impede a leitura e a aproximação de uma linguagem multimodal nas aulas de física, pois os/as professoras não possuem as habilidades necessárias. Notamos que as HQs podem sim serem grandes ferramentas didáticas e pedagógicas para dar significados às temáticas que envolvem a biofísica da visão, porém ainda são pouco usadas na escola e no contexto acadêmico. A dificuldade apresentada pelos/as estudantes para produzirem as HQs utilizando uma ferramenta digital mostrou a necessidade de inserir a cultura digital e o uso de ferramentas digitais nos espaços acadêmicos.

A Gramática do Design Visual pode ser uma boa estratégia para produção das HQs, mas é preciso que exista espaços de discussão e formação para que os estudantes e docentes possam reconhecer a importância da linguagem multimodal, ler criticamente e possam criar textos multimodais com vista a dar significado as temáticas abordadas nesses textos.

A nossa reflexão demonstrou a importância da linguagem multimodal na física e unir isso ao processo de produção de algo ou na execução de tarefa, como a produção de uma HQ, pode desencadear processos autorregulatórios que são importantes em todas as modalidades de ensino incluindo a formação docente. Isso nos permitiu ir além da utilização de alguma metodologia ou recurso para sala de aula, possibilitou pensar em como essas estratégias podem soar para quem participa do processo em suas diferentes fases (prévia, execução e autorreflexão). Ou seja, os processos de criação podem desencadear processos motivacionais, (meta)cognitivos e comportamentais.

Este estudo propõe uma educação que valorize a comunicação e construção de conceitos interdisciplinares, uma vez que envolve várias áreas, ramos do conhecimento e um processo de autorregulação da aprendizagem no desenvolvimento de uma atividade. Na maioria das vezes atividades com propostas interdisciplinares requer um (re)pensar na cultural estabelecida nos processos de ensinar e aprender. Na Educação em Ciências é importante questionar a segmentação entre os diferentes campos de conhecimento e as abordagens pedagógicas que não levam em conta a interrelação e a influência entre essas dimensões.

Vale ressaltar que ao longo deste trabalho alguns desafios foram surgindo. O curso de extensão *online* trouxe o desafio de fazer com que os estudantes continuassem frequentando os encontros síncronos e produzindo suas atividades até o fim. Por isso, precisei manter a persistência, ligando, mandando e-mail e/ou mensagem na sala de aula virtual, para que os estudantes permanecessem até o fim. Em muitos encontros síncronos foi preciso criar estratégias de discussão, com perguntas e debates para que pudéssemos escutar a opinião dos cursistas, já que muitos estavam na sala de aula virtual, mas poucos falavam. O tempo acabou tornando-se um desafio também, pois foram muitas teorias estudadas ao longo do curso de extensão e a maioria tendo um primeiro contato com essas teorias. Isso fez com que precisassem de mais tempo para rever o que foi abordado, assim percebemos que seria interessante ter um tempo maior para a produção das HQs. Por fim, podemos destacar que outro desafio foi utilizar o programa online *pixton*, onde os estudantes tiveram dificuldade para alterar as cenas, os movimentos e posições dos personagens, o que pode ajudar ou não para construir significados dos fenômenos físicos. Contudo, conseguimos finalizar o curso de extensão e a construção do *corpus*. Estamos cientes que podemos melhorar em alguns pontos como oferecer o curso presencial, disponibilizar e acompanhar pessoalmente na universidade a produção e uso do *pixton*, e analisar o alcance dos mesmos objetivos em um formato presencial.

Destaco também que outros tipos de análise poderiam ser aplicados a essa tese, inclusive evidenciando novos resultados, contudo nosso desafio foi aproximar correntes teóricas que nos ajudassem a reconhecer as HQs como ferramenta importante, com seu caráter multimodal que pode contribuir para construir significados sobre aspectos da biofísica da visão, considerando ainda o envolvimento dos estudantes nas atividades propostas durante o curso.

Ao lançarmos luz sobre a construção de significados sobre os fenômenos da biofísica da visão, utilizando a produção de HQs com uso de ferramenta digital, numa perspectiva multimodal e com olhar para os processos de autorregulação da aprendizagem, notamos que é possível possibilitar um Ensino de Física sem uma abordagem puramente matemática.

Atividades como esta promove as discussões entre grupos e abri espaço para uma aproximação com um fenômeno que não é só físico (as ametropias), mas também um problema social que acomete boa parcela da população. Além de trazer uma abordagem de conscientização dos cuidados com a visão e o que pode ser feito caso alguém seja diagnosticado com uma ametropia. Como vimos, apesar das HQs estarem distantes das salas de aula seja na trajetória escolar, acadêmica e/ou profissional, o seu papel é importante para olharmos as diferentes linguagens como possibilidade de refletir sobre a ciência. Para isso, os documentos oficiais, coordenadores/as, docentes e discentes precisam se destituírem de valores e culturas que valorizem determinadas metodologias e recursos didáticos pedagógicos com perspectivas padrões e tradicionais e experienciem outras não tradicionais que promova interação entre os atores e atrizes envolvidos/as e que contribuam para o desenvolvimento científico.

Logo essa tese abre espaço para que outras pesquisas e estudos sejam desenvolvidos. Afinal, como será que docentes de Física da Educação Básica enxergam a utilização de HQs para abordar conceitos físicos? E os professores/as formadores de outros professores/as o que pensam a respeito? E os estudantes da Educação Básica? Será que esses atores/atrizes sociais reconhecem os potenciais dos textos multimodais no desenvolvimento de atividades práticas na sala de aulas em diferentes níveis de educação? Ou para investigar como o uso desta ferramenta pode contribuir para a evolução da compreensão de um conceito específico? Como o processo ARA está relacionada com a produção de HQs ou outras atividades produzidas por estudantes, considerando diferentes contextos e públicos, desde o professor e o seu processo de ARA, até na Educação Básica.?

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. C. C. **Uma imagem vale mais com mil palavras:** estudo sobre a produção de textos multimodais para o ensino do conceito de respiração pulmonar. 2018. 187 f. Tese. (Doutorado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- ALMEIDA, J. H. V. de. Histórias em Quadrinhos e o Ensino De Física: um relato de experiência extensionista. **Revista da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Alagoas/UFAL**, v. 11, Edição Especial n. 10, p. 1-10, 2022.
- AMOREIRA, P. Os Quadrinhos no contexto digital: Webcomics, HQtrônicas e HQs transmídias. In. Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula:** estratégias, instrumentos e aplicações. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 66-79, 2018.
- ANDRAUS, G. Uso e aplicação de fanzines de quadrinhos em sala de aula. In. Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula:** estratégias, instrumentos e aplicações. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, 2018, p. 146-159.
- ARAÚJO, B. L. *et al.* Desafios e estratégias transdisciplinares no ensino de Física. In: KOCHHANN, A.; SOUZA, J. O. (Orgs.). **Reflexões sobre o Ensino e a Educação.** Campina Grande: Licuri, 2023, p. 159-169.
- AVILA, L. T. G.; FRISON, L. M. B.; VEIGA SIMÃO, A. M. Estratégias de autorregulação da aprendizagem: contribuições para a formação de estudantes de educação física. **Revista Ibero-americana de Educação**, v. 70, n. 1, p. 63-78, 2016.
- BALBINO, G. E. R.; ARAÚJO, A. D. **A metafunção composicional em charges de futebol:** um estudo do espaço visual à luz da Gramática do Design Visual, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17771/PUCRio.PDPe.32178>. Acessado em: 04 dez. 2020.
- BANDURA, A. **Social cognitive theory:** an agentic perspective. *Annual Review of Psychology*, n. 52, p. 1-26, 2001.
- BANDURA, A. **Self-efficacy:** the exercise of control. New Iork: Freeman, 1997.
- BANDURA, A. **Social foundations of thoughtand action:** A social cognitive theory. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1986.
- BANDURA, A. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. **Psychological Review**, v. 84, n. 2, p. 191-215, 1977.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARDINE, R. **Luz Visível.** Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/fisica/ondas/luz-visivel>>. Acesso em 15 de maio de 2021.

BAUER, M. W.; AARTS, B. A construção do corpus: um princípio para coleta de dados qualitativos. In: BAUER, M. W; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto imagem e som: um manual prático**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 39-63, 2002.

BEBER, B.; SILVA, E.; BONFIGLIO, S. U. Metacognição como processo da aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**. v. 31, n. 95, p. 144-151, 2014.

BEZEMER, J.; KRESS, G. **Multimodality, learning and communication: a social semiotic frame**. London: Routledge, 2015.

BEZEMER, J.; KRESS, G. Writing in multimodal texts: a social semiotic account of designs for learning. **Written Communication**. v. 25, n. 2, p. 165-195, sept. 2008.

BIASI-RODRIGUES, B.; NOBRE, K. C. Sobre a função das representações conceituais simbólicas na gramática do design visual: encaixamento ou subjacência? **Linguagem em (Dis)curso**. Palhoça/SC, v. 10, n. 1, p. 91-109, jan./abr. 2010.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 4. ed., Petrópolis, RJ: Vozes, 2020.

BORUCHOVITCH, E. Autorregulação da aprendizagem: contribuições da psicologia educacional para a formação de professores. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo. v.18, n.3, p. 401-409, 2014.

BORUCHOVITCH, E.; GOMES, M. A. M. **Aprendizagem autorregulada: Como promovê-la no contexto educativo?** 1. ed., Petrópolis, RJ: Vozes: 2019.

BRANDÃO, D. A linguagem dos quadrinhos. In. Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 24-47, 2018.

BRANDÃO, D. **Curso básico de histórias em quadrinhos [HQs]**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Brasília: Ministério da Educação, 2000.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações curriculares complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 de agosto de 2020.

CAGNIN, A. L. **Os quadrinhos: linguagem e semiótica: um estudo abrangente da arte sequencial**. 1 ed. São Paulo: Criativo, 2014.

CAGNIN, A. L. A luta pelo reconhecimento do primeiro quadrinista do Brasil. In: VERGUEIRO, W.; RAMOS, P.; CHINEN, N. **Os Pioneiros no Estudo de Quadrinhos no Brasil**. São Paulo: Editora Criativo, 2013, p. 56-65.

CÂMARA, R. H. Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações. **Gerais, Rev. Interinst. Psicol.** v. 6, n. 2, Belo Horizonte, p. 179-191, jul - dez. 2013.

CAMPOS, M. F. H.; LOMBOGLIA, R. HQ: Uma manifestação de arte. In: LUYTEN, S. M. (org.). **Histórias em quadrinhos: leitura crítica**. São Paulo: Edições Paulinas, 1989.

CERUTTI, F.; PALMA, D. L.; ARTECHE, A.X.; LOPES, R.M.F.; WENDT, G.W. Autoeficácia entre estudantes universitários ingressantes e veteranos de dois cursos. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, n. 3, v. 16, p. 57-65, set. / dez. 2011.

DOMINGOS, A. C. M; CARDOSO, J. A. **Webcomic e hiperleitura**. In: Congresso Intercom, 2015. Disponível em: <http://portalintercom.org.br/anais/nacional2015/resumos/R10-3888-1.pdf>. Acessado em 25 de agosto de 2020.

CARVALHO, F. F. **Semiótica Social e Imprensa: o layout da primeira página de Jornais Portugueses sob o enfoque analítico da Gramática Visual**. 2012. 305 f. Tese (Doutorado em Linguística). Universidade de Lisboa- Departamento de Estudos Anglísticos, Lisboa, 2012.

COSTA, J. S.; CARNEIRO LEÃO, A. M. A. Multimodalidade em Impresso para a Educação em Saúde: análise de um componente da campanha “#MosquitoNão”. **Ensino, Saúde e Ambiente**. v. 13, n. 2, p. 216-235, ago. 2020.

COSTA, J. S. **Multimodalidade e a educação em ciências para a saúde: construção de sentidos sobre a campanha sanitária "#MosquitoNão"**. 2019. 186 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

CORSO, G. Os conteúdos das disciplinas de biofísica e a física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v. 31, n. 2, p. 2703.1-2073.4, 2009.

DIAS, P.; SANTOS, L. Práticas avaliativas para a promoção da autorregulação da aprendizagem matemática: O feedback escrito em relatórios escritos em duas fases. **Revista Quadrante**, v. 22, n. 2, 2013.

DUARTE, A. M. Relações da metacognição e da autorregulação com as abordagens dos estudantes à aprendizagem: estudos de um programa de investigação. In: Simão, A. M.; FRISON, L. M.; ABRAHÃO, M. H. **Autorregulação da aprendizagem e narrativas autobiográficas: epistemologia e práticas**, Editora: PUCRS - UFPel - CIPUL, 2012, p. 259-286.

EISNER, Will. **Quadrinhos e arte sequencial**. São Paulo: Martins Fontes, 2010.

FANARO, M. A.; OTERO, M. R. Conversaciones de un grupo de profesores de física acerca de las imágenes de los libros de texto: un estudio exploratório. **Investigaciones em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, p. 85-114, 2007.

- FEIJÓ, M. **Quadrinhos em ação: um século de história**. São Paulo: Moderna, 1997.
- FLAVELL, J. Metacognition and cognitive monitoring: A new área of cognitive developmental enquiry. **American Psychologist**, v. 34, p. 906-911, 1979.
- FRANCO, E. S. Histórias em quadrinhos: As HQtrônicas chegam à sua terceira geração. In: LUIZ, L. (org.). **Os quadrinhos na era digital: HQtrônicas, webcomics e cultura participativa**. Nova Iguaçu, RJ: Marsupial Editora, 2014.
- FRISON, L. M. B. Autorregulação da aprendizagem: abordagens e desafios para as práticas de ensino em contextos educativos. **Revista de Educação**, PUC-Campinas, v. 21, n. 1, p. 1-17, 2016.
- FRISON, L. M. B. Avaliação e Autorregulação da Aprendizagem. **REGAE**, Santa Maria, v. 1, n. 1, jan./jun. 2009.
- FRISON, L. M. B. **Auto-regulação da aprendizagem: atuação do pedagogo em espaços não-escolares**. 2006. 342 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Porto Alegre, 2006.
- FRISON, L. M. B.; BORUCHOVITCH, E. **Autorregulação da aprendizagem: Cenários, desafios, perspectivas para o contexto educativo**. 1. ed., Petrópolis, RJ: Vozes: 2020.
- GANDA, A. **Autorregulação da aprendizagem de alunos em curso de formação de professores: Um programa de intervenção**. 2016. 143 f. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, São Paulo, 2016.
- GANDA, D. R.; BUROCHOVITCH, E. A autorregulação da aprendizagem: principais conceitos e modelos teóricos. **Psicologia da Educação**, São Paulo, n. 46, p. 71-80, 2018.
- GARNICA, A. V. M. História Oral e educação Matemática. In: BORBA, M. C.; ARAÚJO, J. L. (Org.). **Pesquisa Qualitativa em Educação Matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2019.
- GÓES, N. M.; BORUCHOVITCH, E. **Estratégias de aprendizagem: como promovê-las?** Petrópolis, RJ: Vozes, 2020.
- GRAU, V., WHITEBREAD, D. Self and social regulation of learning during collaborative activities in the classroom: The interplay of individual and group cognition. **Learning and Instruction**, v. 22, n. 6, p. 401–412, 2012.
- GRENDENE, M. V. C. **Metacognição: uma teoria em busca de validação**. 2007. 54 f. Dissertação. (Mestrado em Psicologia). Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- GUALBERTO, C. L. **Multimodalidade em livros didáticos de língua portuguesa [manuscrito]: uma análise a partir da semiótica social e da gramática do design visual**. 2016. 179 f. Tese (Doutorado em Estudos Linguísticos). Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Letras, Minas Gerais, 2016.
- GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Org.). **A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea**. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2020.

GUIMARÃES, O.; PIQUEIRA, J. R.; CARRON, W. **Física para o ensino médio**. v. 2, 2 ed. São Paulo: Ática, 2016.

HALLIDAY, M. A. K. **An introduction to functional grammar**. London: Edward Arnold, 1994.

HALLIDAY, M. A. K. **Language as social semiotic: the social interpretation of language and meaning**. Sydney: Edward Arnold, 1978.

HALLIDAY, M. A. K.; HASAN, R. **Language, Context, and Text: Aspects of Language in a Social-semiotic Perspective**. Oxford: Oxford University Press, 1989.

HERMANS, E. A. **Geometry, optics and mechanical modeling of the human lens during accommodation: towards developing and accommodative intraocular lens**, Academisch Proefschrift, Doctor, Vrije Universiteit, 2008.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 12 ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HODGE, R.; KRESS, G. **Social Semiotics**. Cambridge: Polity Press, 1988.

JENKINS, H. **Cultura da convergência**. 2. ed. São Paulo: Aleph, 2009.

JEWITT, Carey. [MULTIMODALITY]. In. **Glossary of multimodal terms**. Mode, 2012. Disponível em: <<https://multimodalityglossary.wordpress.com/multimodality/>>. Acesso em: 06 maio 2023.

JEWITT, C. (ed). **The Routledge handbook of multimodal analysis**. London: Routledge, 2009.

KAMEL, C. R. L. **Ciências e quadrinhos: explorando as potencialidades das histórias como materiais instrucionais**. 2006. 113f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde), Instituto Oswaldo Cruz – Fiocruz, Rio de Janeiro: 2006.

KRESS, G. **Multimodality: a social semiotic approach to contemporary communication**. London: Routledge, 2010.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images: the grammar of visual design**. London/New York: Routledge, 2006.

KUNDLATSCH, A. **Enquadrando as Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química: possibilidades e limites**. 282f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru: 2019.

LOPEZ-MANJON, A.; POSTIGO, Y. Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 3, p. 551-570, 2014.

LOVATO, C. S. Análise das Imagens em Notícias de Popularização Científica. **Travessias**. v. 4, n. 3, p. 114-133, 2010.

LUYTEN, S. M. B. A irreverenciado mangá e animê em sala de aula. In. Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 113- 127, 2018.

LUYTEN, S. M. B. Por que uma Leitura Crítica das Histórias em Quadrinhos. In: **Histórias em quadrinhos: leitura crítica**. São Paulo: Edições Paulinas, 1989.

MADEIRA, L. R. B. Estratégias de Auto-Regulação da Aprendizagem no Ensino Instrumental. 90f. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Música). Universidade de Aveiro, Portugal, 2014.

MÁRQUEZ, C.; IZQUIERDO, M.; ESPINET, M. Comunicación multimodal en la clase de ciencias: el ciclo del água. **Enseñanza de las Ciencias**, [S.l.], v. 21, n. 3, p. 371-386, 2003.

MARTINI, G. et al. **Conexões com a física**. vol. 1. 3ªed. São Paulo: Editora Moderna, 2016.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise**. 7. ed., São Paulo: Atlas, 2021.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Física: contexto & aplicações. vol. 1. 2ª ed. São Paulo: Scipione, 2016.

MCCLLOUD, S. **Desvendando os quadrinhos**. São Paulo: Makron Books, 1995.

MCCLLOUD, S. **Desenhando quadrinhos**. São Paulo: M. Books do Brasil, 2008.

MENESCAL, N. R. G. **Instrumentos de aferição da Autorregulação da Aprendizagem em universitários**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. Instituto de Psicologia. São Paulo, 2018.

MONTALVO, F. T.; TORRES, M. C. G. El aprendizaje autorregulado: presente y futuro de la investigación. **Revista Electrónica de Investigación Psicoeducativa**, v. 2, n. 1, p. 1-34, 2004.

MIANI, R. A. Charges e cartuns. In: RAMA, A.; VEGUEIRO, W. (orgs.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4 ed. São Paulo: Contexto, p. 98-111, 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 43, suppl. 1, e20200451, out, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, 2018. <https://www.scielo.br/j/ea/a/3JTLwqQNsfWPqr6hjzyLQzs/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074/5725>. Acesso em: 08 ago. 2023.

MOYA, Á. **História da História em Quadrinhos**. São Paulo: L&PM. 1986.

Nascimento, T. L. Repensando o ensino da Física no ensino médio. 61f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

NASCIMENTO, S. C. **Biofísica da Visão e Audição: Uma Abordagem Multidisciplinar no ensino da Física no Ensino Fundamental.** 121f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2015.

NEVES, S. da C. **A História em Quadrinhos como recurso didático em sala de aula.** 2012. 30f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Departamento de Artes Visuais da Universidade de Brasília, Palmas-TO, 2012.

NOVELLINO, M. O. **Imagens em movimento: a multimodalidade no material para o ensino de inglês como língua estrangeira.** 2011. 243 f. Tese (Doutorado em Letras). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Letras, Rio de Janeiro, 2011.

OLIVEIRA, M. M. **Como fazer Pesquisa Qualitativa.** 7 ed., Petrópolis, RJ: Vozes: 2016.

PAIVA, F. S. **Histórias em Quadrinhos na Educação: memórias, resultados e dados.** 95 f. 2016. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

PAJARES, F. **Self-Efficacy Beliefs, Motivation, and Achievement in Writing: A Review of the Literature.** Reading and Writing Quarterly, n. 19, p. 139-158, 2003.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza aprendizaje de las ciencias: análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PEREIRA, A. G.; TERRAZAN, E. A. A multimodalidade em textos de popularização científica: contribuições para o ensino de ciências para crianças. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 2, p. 489-503, 2011.

PERRENOUD, P. **Construir as competências desde a escola.** Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIETROCOLA, M. et al. (2016). **Física em contextos: pessoal, social, histórico.** vol. 1. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2016.

PIZARRO, M. K. **Histórias em quadrinhos e o ensino de ciências nas séries iniciais: estabelecendo relações para o ensino de conteúdos curriculares procedimentais.** 189 f. 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2009.

POZO, J. I. **Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem.** 1.ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

RAMOS, P. **A leitura dos quadrinhos.** 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2019.

RAMOS, P. Tiras em quadrinhos. In. Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações.** Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 82-95, 2018.

RAMOS, A. **Um estudo sobre o “ver” e o “enxergar”:** Fisiologia da visão. Análise do Simbólico no Discurso Visual. LabCom. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro - PUC-Rio, 2006.

RAMPAZZO, L. **Metodologia científica**: para alunos dos cursos de graduação e pós-graduação. São Paulo: Loyola, 2005.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. A prática do professor e a pesquisa em ensino de física: novos elementos para repensar essa relação. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v. 22, n. 3: p. 316-337, dez. 2005.

ROJO, R. Pedagogia dos multiletramentos: diversidade cultural e de linguagens na escola. In: ROJO, R.; MOURA, E. **Multiletramentos na escola**. São Paulo: Parábola Editorial, 2012.

ROMA, J. **Modelo Funcional do olho humano**. Manual de instrução. 2003.

ROMANOWSKI, J. P.; ENS, R. T. As pesquisas denominadas do tipo "estado da arte" em educação. **Revista Diálogo Educacional**: Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. v. 6, n. 19, p. 37-50, 2006. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/1891/189116275004.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2021.

ROSA, C. T. W. **Metacognição no ensino de Física**: da concepção à aplicação. Passo Fundo: Editora Universidade de Passo Fundo, 2014.

ROSA, C. T. W.; BIAZUS, M. O.; DARROZ, L. M. Estudo envolvendo a função das imagens associadas a tópicos de Física Moderna nos livros didáticos do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 27-50, abr. 2020.

ROSÁRIO, P. Aprendizagem: Processos de conhecer, metaconhecer, aprender e resolver problemas. In: VEIGA, F. H. **Psicologia da educação – Teoria, investigação e aplicação. Envolvimento dos alunos na escola**. Lisboa: Climepsi Editores, p. 297-325, 2013.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. An overview of self-determination theory: an organismic–dialectical perspective. In: RYAN, R. M.; DECI, E. L. (Org.). **Handbook of Selfdetermination**. Rochester: Rochester University Press, 2000.

SALES, C. HQs: mídia parceira da pedagogia e do currículo. In: Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula**: estratégias, instrumentos e aplicações. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 18-31, 2018.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem**: cognição, semiótica, mídia. São Paulo: Iluminuras, 2008.

SANTOS, R. E. Revistas em quadrinhos álbuns e *graphic novels* em sala de aula. In: Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula**: estratégias, instrumentos e aplicações. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 130-143, 2018.

SANTOS, V. J. R. M.; GARCIA, R. N. **A pesquisa sobre o uso dos quadrinhos no ensino das Ciências da Natureza apresentadas nos ENPECs de 1997 a 2015**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Florianópolis. Anais... Santa Catarina: ABRAPEC, 2017.

SILVA, E. S. da. Escolha e resolução de problemas e a autorregulação da aprendizagem na formação inicial de professores de física / Everaldo Sebastião da Silva. – 2020.

SILVA, G. G. **As imagens no ensino de língua estrangeira: um estudo de sala de aula por uma perspectiva multimodal.** 2010. 100 f. Dissertação (Mestrado em Letras). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Letras, Rio de Janeiro, 2010.

SILVA, P. O. da; KRAJEWSKI, L. L.; LOPES, H. de S.; NASCIMENTO, D. O. do. Os desafios no ensino e aprendizagem da física no ensino médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente.** v. 9, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.faema.edu.br/revistas/index.php/RevistaFAEMA/article/view/593/665>. Acesso em: 08 ago. 2023.

SILVA, E. S. da; RODRIGUES, K. C. Autorregulação da Aprendizagem na estratégia de escolha e resolução de problemas em Física: um estudo exploratório. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 68-88, 2020.

SILVA, G. R.; SANTOS, A. G. Construção de quadrinhos: uma proposta para aulas de Física no Ensino Médio. **Física na Escola**, v. 20, nº 1, 2022.

SILVA; L. H.; SOUZA, M. G. F. Referenciação e Multimodalidade: análise da construção do referente em anúncios publicitários de veículos. **Signum: Estudos da Linguagem, Londrina**, v. 22, n. 1, p. 159-179, abr. 2019.

SOARES NETO, F. F. **A linguagem das histórias em quadrinhos e o ensino de física: limites e possibilidades para um processo de textualização de saberes.** 2012. 172 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

SOUZA, E. O. R. de. **Física em Quadrinhos: Uma metodologia de utilização de quadrinhos para o Ensino de Física.** Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde). 2018. 284 f. Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2018.

TESTONI, L. A. **Um corpo que cai: As Histórias em Quadrinhos no Ensino de Física.** 2004. 158 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. **A utilização de história em quadrinhos no ensino de física.** In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., Bauru. Anais... Bauru: ABRAPEC, 2003.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

TEIXEIRA, P. M. M.; SILVA, M. G. B.; ANJOS, M. S. 35 anos de pesquisa em Ensino de Biologia no Brasil: um estudo baseado em Dissertações e Teses (1972-2006). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), VII, 2009, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/895.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2021.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros - Vol. 2, 6 ed.** Rio de Janeiro: LTC, 2012.

TORRE DO SINO, J. M. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 369-380, 2000.

VAN LEEUWEN, T. Multimodality. In: SIMPSON, J. (Ed.). **The Routledge handbook of applied linguistics**. New York: Routledge, p. 668-682, 2011.

VAN LEEUWEN, T. **Introducing Social Semiotics**. New York: Routledge, 2005.

VEIGA SIMÃO, A. M. **O conhecimento estratégico e a autorregulação da aprendizagem: implicações em contexto escolar**. In: Lopes da Silva, A. et al. (Org.). **Aprendizagem autorregulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais**. Lisboa: Porto Editora, p. 77-94, 2004.

VEIGA SIMÃO, A. M. **Autorregulação da aprendizagem: um desafio para a formação de professores**. In: Bizarro, R.; Braga, F. (Org.). **Formação de professores de línguas estrangeiras: reflexões, estudos e experiências**. Porto: Porto Editora, p. 192-206, 2006.

VEIGA SIMÃO, A. M.; FRISON, L. M. B. **Autorregulação da aprendizagem: abordagens e desafios para as práticas de ensino em contextos educativos**. **Cadernos de Educação**. Pelotas, v. 4, p. 2 – 20, maio/agosto 2013

VENDITTI JÚNIOR, R.; WINTERSTEIN, P. J. **Ensaio sobre a Teoria Social Cognitiva de Albert Bandura. Parte I: conceito de autoeficácia e agência humana, como referenciais para a área da Educação Física e Esportes**, 2010a. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd144/ensaios-sobre-a-teoria-social-cognitiva-de-albert-bandura.htm>. Acessado em 10 de set de 2021.

VENDITTI JÚNIOR, R.; WINTERSTEIN, P. J. **Ensaio sobre a Teoria Social Cognitiva de Albert Bandura. Parte II: reciprocidade triádica, modelação e capacidades humanas fundamentais**, 2010b. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd145/teoria-social-cognitiva-de-albert-bandura.htm>. Acessado em 10 de set de 2021.

VERGUEIRO, W.; RAMA, A. (Orgs.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2018.

VERGUEIRO, W. **Uso das HQs no ensino**. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (orgs.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4ª ed. São Paulo: Contexto, p. 7-29, 2018a.

VERGUEIRO, W. **A linguagem dos quadrinhos: uma “alfabetização necessária.”**. In: RAMA, A.; VERGUEIRO, W. (orgs.). **Como usar as histórias em quadrinhos na sala de aula**. 4 ed. São Paulo: Contexto, p. 31-64, 2018b.

VERGUEIRO, W. **As HQs e a escola**. In: Netto, R.; Vergueiro, W. (Org.). **Coleção Quadrinhos em Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, p. 1-15, 2018c.

WIEGEROVÁ, A; NAVRÁTILOVÁ, H. “Let's Not Be Scared of Comics (Researching Possibilities of Using Conceptual Comics in Teaching Nature Study in Kindergarten). **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 237, p. 1576-1581, 2017.

XAVIER, G. K. R. S. Histórias em Quadrinhos: panorama histórico, características e verbosidade. **Darandina Revisteletrônica**. v. 10, n. 2, p. 1-20, dez. 2017.

YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio: Mecânica**. vol. 1. 4ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.

ZIMMERMAN, B. J. A social cognitive view of self-regulated academic learning. **Journal of Educational Psychology**. v. 81, n. 3, p. 329-339, 1989.

ZIMMERMAN, B. J. Self-Regulated Learning: Theories, Measures, and Outcomes. In: WRIGHT, J. D. (Ed.). **International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, p. 541-546, Oxford, Elsevier: 2015.

ZIMMERMAN, B. J. From cognitive modeling to self-regulation: a social cognitive career path. **Educational Psychology**. v. 48, p. 135-147, 2013.

ZIMMERMAN, B. J.; SCHUNK, D. J. (Eds.) **Handbook of self-regulation of learning and performance**. New York: Routledge, 2011.

ZIMMERMAN, B. J.; MOYLAN, A. R. Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In: Hacker, D. J.; Dunlosky, J.; Graesser, A. C. (Ed.). **Handbook of metacognition in education**. New York: Routledge, p. 299-315, 2009.

ZIMMERMAN, B. J. "Attaining self-regulation: A social-cognitive perspective". In: M. Boekaerts, M.; Pintrich, P.; Zeidner, M. (eds.). **Self-regulation: Theory, research, and applications**. Orlando, FL7 Academic Press, p. 13-39, 2000.

APÊNDICE A - Questionário Eletrônico- Estratégias de Autorregulação da proposta de produção das HQ

1) Idade?

2) Período?

3) Gênero?

4) Você gosta de HQs? Justifique sua resposta.

5) Você já leu ou costuma ler HQs? Justifique a resposta da questão 2, apresentando a frequência que você lê, em que momento você já leu, qual suas HQ preferida ou outra coisa que tenha vontade de falar.

6) Para você, as HQs podem ser utilizadas em que níveis de ensino? Justifique.

7) Sobre sua experiência docente?

ainda não tive a oportunidade de lecionar

já tive experiência como docente, mas não estou em sala de aula no momento

estou atuando como docente nesse semestre

8) Quanto tempo você atua/atuou como professor/professora de física/ciência?

menos de 1 ano

mais de entre 1 e 3 anos

mais de entre 3 e 5 anos

mais de 5 anos

9) Você já utilizou HQs para ensinar algum conteúdo de física/ciência?

sim

não

nunca lecionei

10) Com que frequência você utiliza/utilizou as HQs em sala de aula?

nunca

- () sempre
- () raramente
- () nunca lecionei

11) Como é/foi a recepção dos alunos quando são exigidos a produzir HQs? Eles conseguem representar corretamente o(s) os conceitos abordados? Justifique.

12) Como você identifica e percebe a necessidade do uso de HQs em sala de aula de física? Justifique.

13) Para você, a utilização de HQs em aulas de física pode ajudar na construção de significados de conceitos da física? De que forma?

14) Para você, os materiais didáticos (livros, sites, etc) contribuem para o professor utilizar HQs em suas propostas de ensino? Justifique sua resposta, mesmo que sua experiência seja apenas como estudante.

15) Os super-heróis e heroínas são bastante comuns nas HQs. Para você, é possível abordar algum conceito físico a partir desses personagens? Qual (quais) conceitos? Explique sua resposta.

16) Alguma vez você já elaborou uma HQ, seja para ensinar, ou como atividade em alguma disciplina (na sua trajetória escolar, acadêmica entre outros espaços), ou para fazer uma brincadeira, etc? Conte-nos sua experiência e possíveis dificuldades enfrentadas.

17) Durante sua trajetória escolar/acadêmica algum professor de física utilizou as HQs para explorar conceitos específicos? Se você respondeu sim na questão 13, você lembra em que conteúdos foram utilizadas as HQs ou como você construiu a HQ?

18) Você acha que as HQs contribuem/poderiam contribuir para sua aprendizagem enquanto acadêmico/a? Por quê?

19) Você acha que as HQs contribuem para a aprendizagem de conteúdos da física pelos/as estudantes? Justifique sua resposta.

20) Você consegue/conseguiu entender facilmente um conteúdo abordado pelo professor de ciências/física com a ajuda de umas HQs? Justifique.

21) Para você, qual ou quais são os maiores desafios/limites para o professor trabalhar HQs em sala de aula de física/ciência? Justifique sua resposta.

22) Para você, qual ou quais são as possibilidades de utilizar HQs em sala de aula de física/ciência como recurso didático para aprendizagem de um conceito físico? Justifique sua resposta.

23) Você teria algo importante e que não foi contemplado neste questionário para nos dizer, no que concerne a utilização das HQs para o ensino de física. Comente.

APÊNDICE B - Questionário Eletrônico- Estratégias de Autorregulação da proposta de produção das HQ

Momento 1 – **Crenças de automotivação/valor** (interesse na tarefa/autoeficácia/ expectativas de resultados)

- 1) Qual(is) motivo(s) levou(aram) você a realizar a matrícula na disciplina? Justifique sua resposta.
- 2) Qual(is) sua(s) perspectiva(s), hoje, para a utilização de HQ, na/para construção de significados de conceitos físico?? Justifique sua resposta.
- 3) Quais suas impressões sobre a proposta de atividades que solicitam a produção de HQs? Comente.
- 4) Você acredita que esse curso poderá contribuir para sua atuação profissional/para produção de outras HQ? Justifique sua resposta.

Momento 2- **Autocontrole**- imaginação / estratégia de tarefa

Auto-observação- monitoramento metacognitivo

- 5) A produção da HQ está indo de acordo com aquilo que a dupla planejou ou é/foi necessária alguma mudança de estratégia? Comente.
- 6) Caso exista a presença de algum elemento (pode até ser mais de um) que esteja dificultando a produção da HQ, qual é/foi esse elemento e o que pretendem fazer/fizeram?
- 7) Descreve o ambiente para os encontros da dupla produção das HQ. Você acha que isso pode influenciar na produção ou na aprendizagem: Justifique sua resposta.
- 8) Marque as ações que você executou na preparação da HQs:
 - () Estudou novamente o conteúdo da biofísica.
 - () Consultei novamente como produzir uma HQ.
 - () Elaborei mais de uma versão diferente da HQ final.
 - () Produziu mais de uma vez versão da sua HQ.
 - () Consultei os elementos da GDV.
 - () Outras.
- 9) Se respondeu outros na questão 5, por favor, especifique.
- 10) Quais destas estratégias você utilizou para produção da HQ:

- Criou o texto junto com a imagem.
 - Criou o texto primeiro, e depois, as imagens junto ao texto.
 - Criou analogias com outras HQs.
 - Criou as imagens, e depois, o texto junto a imagem.
 - Criou personagens próprios.
 - Utilizou elementos da GDV para produção.
 - Outras.
- 11) Se respondeu outras na questão 7, por favor, especifique.
- 12) Quais destas estratégias você utilizou para organização da HQ:
- Selecionou ideias iniciais.
 - Fez roteiros.
 - Fez algum esquema.
 - Fez algum tipo de mapa.
 - Outras.
- 13) Se respondeu outras na questão 9, por favor, especifique.
- 14) Que estratégias precisaram ser repensadas, abaixo, você considera que utilizou:
- Refazer a HQ.
 - Rever o texto sobre HQ.
 - Refazer personagens.
 - Rever os enquadramentos dos quadrinhos.
 - Rever a "junção" do texto e da imagem.
 - Outras.
- 15) Se respondeu outros na questão 11, por favor, especifique.
- 16) Nesse processo de produção, caso precisou, onde e/ou em quem você procurou essa ajuda? Por quê?

Autorreação- autossatisfação e afeto

17) Para cada item abaixo, descrito na Coluna 1, marque a opção que você considera ter conseguido alcançar na fase prévia e na produção da HQ, e justifique.

	Insuficiente	Pouco suficiente	Regular	Suficiente	Excelente
A minha participação na organização da atividade foi:					
A participação da minha dupla foi importante:					
Você considera que sua preparação para execução da HQ foi:					
Você considera que sua HQ permitiu a compreensão dos seus colegas de modo:					

18) Você considera que houve a aprendizagem de novos conhecimentos ou da resignificação dos mesmos? Quais?

19) O que você considera que poderia melhorar, pessoalmente, se fosse pedido uma nova HQ? Justifique sua resposta.

21) Quanto a sua satisfação em relação ao curso, como você classificaria? Justifique sua resposta.

22) Você teria algum comentário a fazer e que não foi abordado neste questionário?

APÊNDICE C- Ementa do Curso Histórias em quadrinhos e sua multimodalidade para o ensino de física

CURSO DE EXTENSÃO

Título: Histórias em quadrinhos e sua multimodalidade para o ensino de física.

1 **Ministrante Responsável**

Nome completo: Ribbyson José de Farias Silva.

Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

E-mail: ribbyson.farias@ufpe.br

Telefone: (81) 99931-4646.

Carga Horária: 60h

Data / horário de início da atividade/modalidades: Quintas-feiras, início 06/10/2022 a 08/12/2022, com encontros 24h de encontros síncronos e 36h de atividades assíncronas.

Tempo estimado de duração de cada atividade síncrona: 3h (duas horas), das 14h às 17h,

Quantidade máxima de vagas: 30 vagas.

2 **Objetivo geral:**

✓ Produzir HQs para o Ensino de Física e com ênfase em divulgação científica, utilizando conceitos relacionados a biofísica da visão.

3 **Objetivo específicos:**

- ✓ Conhecer o processo de inserção das HQs na Educação a partir de documentos oficiais, como a LDB (9394/96) e a BNCC (2018),
- ✓ Levar os alunos ao uso efetivo e reflexivo das HQs em sala de aula,
- ✓ Reconhecer a linguagem e elementos que compõe os quadrinhos,
- ✓ Reconhecer a ciência e sua natureza presente nas HQs,
- ✓ Conhecer aspectos da multimodalidade ou multimodais para produção das HQs,
- ✓ Analisar a relação entre texto e imagem para produção de significados dos fenômenos físicos,
- ✓ Conhecer, explorar e utilizar o software Pixton para produção de HQs.

4 **Público-alvo:**

- ✓ Estudantes do Cursos de Licenciatura em Física matriculados/as em qualquer período na UFPE/CAA.

5 Cronograma:

Cronograma de atividades

Módulos*	Data	Encontros	CH
MÓDULO I- HQs e Educação/Sala de aula	06/10//2022 a 19/10//2022	- Apresentação e discussão geral do curso - Discussão sobre características gerais das HQs e sua inserção na Educação/Ensino de Ciências	10h
MÓDULO II- HQs, Ciência e Pseudociência	20/10//2022 a 02/11//2022	- Discussão sobre as HQs e sua utilização para discutir diferentes temáticas que relacionam a sociedade e a ciência/pseudociência.	10h
MÓDULO III- Preparação para produção das HQs	03/11//2022 a 16/11//2022	- Discussão sobre os elementos históricos e conceituais relacionados a biofísica da visão, - Discussão sobre a Gramática do Design Visual como proposta para apresentar os conceitos estudados. - Apresentação da plataforma pixton	15h
MÓDULO IV- Produção das HQs	17/11/2022 a 08/12/2022	- Elaboração do roteiro para produção das HQs: criação de personagem, de cenário e da narrativa. -Elaboração de uma tirinha utilizando o pixton.	25h

* Os encontros síncronos do Módulo I ocorrerão dias: 06/10/2022 e 13/10/2022; do Módulo II ocorrerá dia: 20/10/2022 e 27/10/2022; do Módulo III ocorrerão dias: 03/11/2022 e 10/11/2022 e do Módulo IV ocorrerão dias: 24/11/2022 e 08/12/2022.

6 Bibliografia Básica:

CARUSO, Francisco; CARVALHO, Mirian; SILVEIRA, Maria C. O. Uma proposta de ensino e divulgação de ciências através dos quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, n.8. Rio de Janeiro. 2002.

MCCLOUD, Scott. Desvendando os quadrinhos—São Paulo: M. **Brooks do Brasil Editora Ltda**, 2005.

HECHT, E. Óptica. trad. José Manuel N. V. Rebordão. 3ª ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2012.

KRESS, G. **Multimodality**: a social semiotic approach to contemporary communication. London: Routledge, 2010.

KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading images**: the grammar of visual design. London/New York: Routledge, 2006.

NASCIMENTO, S. C. **Biofísica da Visão e Audição: Uma Abordagem Multidisciplinar no ensino da Física no Ensino Fundamental**. 121f. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Rondônia, Rondônia, 2015.

NASCIMENTO JUNIOR, Francisco de Assis. **Crise de identidade: gênero e ciência nos quadrinhos de super-heróis**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NICOLAU, Marcos. As tiras e outros gêneros jornalísticos: uma análise comparativa. **Revista Eletrônica Temática**. João Pessoa-PB v.2, 2010.

PIETROFORTE, Antonio. V. S. **Análise textual da história em quadrinhos: uma abordagem semiótica da obra de Luiz Gê**. São Paulo: Annablume; Fapesp, 2009.

RAMOS, Paulo Eduardo. **A leitura dos quadrinhos**. Editora Contexto, 2010.

RAMOS, Paulo. **Faces do humor: uma aproximação entre piadas e tiras**. Campinas, SP: Zarabatana Books, 2011.

RAMOS, Paulo; VERGUEIRO, Waldomiro. **Quadrinhos na educação**. Editora Contexto, 2013.

7 **Bibliografia Complementar:**

DE OLIVEIRA, Letícia Maria; FERREIRA, Kassiano Ademir Amorim. A Física e os super-heróis: uma forma divertida de falar de Ciência. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 9, n. 3, p. 169-182, 2019.

KRENING, Thiago da Silva; SILVA, Tania Luisa Koltermann da; SILVA, Regio Pierre da. Histórias em quadrinhos digitais: linguagem e convergência digital. **9ª Arte: revista brasileira de pesquisas em histórias em quadrinhos**. São Paulo. Vol. 4, n. 2 (2015), p. 35-44, 2015.

NASCIMENTO JUNIOR, Francisco de Assis. **Quarteto fantástico: ensino de física, histórias em quadrinhos, ficção científica e satisfação cultural**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NETO, José Euzebio Simões; DE SOUZA, Larissa Oliveira; DA SILVA ALVES, Cláudia Thamires. Ciência, Pseudociência e Super-Heróis Science, Pseudoscience and Superheroes. **Exatas Online**. Vol. 8, n.2, 2017.

VAN LEEUWEN, T. Multimodality. In: SIMPSON, J. (Ed.). **The Routledge handbook of applied linguistics**. New York: Routledge, p. 668-682, 2011.

VAN LEEUWEN, T. **Introducing Social Semiotics**. New York: Routledge, 2005.