

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social

Adriana Araújo Dutra Rodrigues

**ESQUADRINHANDO A CIÊNCIA: ESTUDO DA LINGUAGEM PRESENTE
EM QUADRINHOS DE CIÊNCIAS**

Belo Horizonte
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social

**ESQUADRINHANDO A CIÊNCIA: ESTUDO DA LINGUAGEM PRESENTE
EM QUADRINHOS DE CIÊNCIAS**

Adriana Araújo Dutra Rodrigues

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como exigência para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Fleury Mortimer

Belo Horizonte
2023

R696e
T Rodrigues, Adriana Araújo Dutra, -
Esquadrinhando a ciência [manuscrito] : estudo da linguagem presente em
quadrinhos de ciências / Adriana Araújo Dutra Rodrigues. - Belo Horizonte , 2023.
134 f. : enc, il., color.

Tese -- (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de
Educação.
Orientador: Eduardo Fleury Mortimer.
Bibliografia: f. 113-114.
Apêndices: f. 115-134.

1. Educação -- Teses. 2. Ciências -- Ensino -- Teses. 3. Ciências -- Estudo e
ensino -- Teses. 4. História em quadrinhos na educação -- Teses. 5. Histórias em
quadrinhos -- Estudo e ensino -- Teses.
I. Título. II. Mortimer, Eduardo Fleury. III. Universidade Federal de Minas
Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 370.71

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)
Bibliotecária: Raissa Michalsky Martins CRB6 3155/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL

ATA DA DEFESA DE TESE DA ALUNA

ADRIANA ARAÚJO DUTRA RODRIGUES

Realizou-se, no dia 13 de dezembro de 2023, às 16:00 horas, em plataforma virtual, a 943ª defesa de tese, intitulada *ESQUADRINHANDO A CIÊNCIA: ESTUDO DA LINGUAGEM PRESENTE EM QUADRINHOS DE CIÊNCIAS*, apresentada por ADRIANA ARAÚJO DUTRA RODRIGUES, número de registro 2019650520, graduada no curso de QUÍMICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Eduardo Fleury Mortimer - Orientador (UFMG), Prof(a). Ana Luiza de Quadros (UFMG), Prof(a). Penha Souza Silva (UFMG), Prof(a). Waldomiro de Castro Santos Vergueiro (USP), Prof(a). Flávia Cristina Gomes Catunda Vasconcelos (UFPE).

A comissão considerou a tese: aprovada, destacando a importância do tema trabalhado, seu ineditismo e as contribuições da tese para a educação em ciências.

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 13 de dezembro de 2023.

Prof(a). Eduardo Fleury Mortimer (Doutor)

Prof(a). Ana Luiza de Quadros (Doutora)

Prof(a). Penha Souza Silva (Doutora)

Prof(a). Waldomiro de Castro Santos Vergueiro (Doutor)

Prof(a). Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos (Doutor)



Documento assinado eletronicamente por **Ana Luiza de Quadros, Professora Magistério Superior - Voluntária**, em 13/12/2023, às 20:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Waldomiro de Castro Santos Vergueiro, Usuário Externo**, em 14/12/2023, às 07:42, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Eduardo Fleury Mortimer, Membro**, em 14/12/2023, às 10:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Penha das Dores Souza Silva, Membro de comissão**, em 14/12/2023, às 16:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávia Cristina Gomes Catunda de Vasconcelos, Usuária Externa**, em 14/12/2023, às 21:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2900727** e o código CRC **383966E7**.

Agradecimentos

Principalmente ao Eduardo Mortimer, meu orientador, pela paciência e dedicação para que isso pudesse acontecer, apesar da minha saúde balançada após a pandemia.

Também ao grupo FoCo, que ouviu tantas vezes minha apresentação e ajudou com tantas boas perguntas e apontamentos.

E um agradecimento especial à minha família e a meus amigos do CDLR, que seguraram as pontas de tantos mini-surtos.

“Portanto, buscar a essência dos quadrinhos é ter a certeza de encontrar não escassez, mas uma profusão de respostas.”

(Thierry Groenstein)

Resumo

O interesse pelo uso de quadrinhos no ensino de Ciências tem se mantido constante desde meados dos anos 2000, com intensificação do interesse por volta de 2015. Muitos estudos indicam que a utilização de quadrinhos no ensino de Ciências traz benefícios ao aprendiz. Entretanto, esses estudos se focam em benefícios ligados à motivação dos estudantes em relação ao ensino ou ao aspecto lúdico dos quadrinhos. Embora a interação entre linguagem visual e verbal dos quadrinhos seja apontada como um fator que favorece a aprendizagem, poucos trabalhos exploram essa interação e nenhum a estudou a fundo. Para fazer a caracterização e a análise do potencial que essa linguagem multimodal dos quadrinhos tem para impactar o ensino de ciências foram utilizados fundamentos da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF), especialmente os trabalhos de Kress e Van Leeuwen (2006) e Davies (2019), além das contribuições de Bruner (2002) para o estudo de como os aspectos narrativos dos quadrinhos interagem com os aspectos conceituais. Com esse arcabouço, esse trabalho faz uma análise qualitativa de um corpus de 184 quadrinhos de ciências para caracterizá-los quanto a seus aspectos pedagógicos (público-alvo, papel no ensino, etc.) e linguísticos, além de um estudo quantitativo de estruturas gramaticais típicas da linguagem científica (palavras técnicas, metáforas gramaticais, uso de voz passiva e estruturas representacionais conceituais) e de estratégias narrativas geralmente utilizadas para fazer uma mediação entre os leitores e essa linguagem científica. Nas duas análises, os aspectos linguísticos foram correlacionados com os pedagógicos e foram observadas variações significativas na presença e na quantidade dessas estratégias linguísticas para cada faixa etária e uso pedagógico. Enquanto praticamente todos os quadrinhos analisados tiveram a presença de pelo menos uma estrutura da linguagem científica, quadrinhos voltados ao público adulto e com finalidade explicativa apresentaram uma quantidade muito maior dessas estruturas do que quadrinhos voltados explicitamente ao público infantil. Com isso, defendemos que a visão de que quadrinhos são “simples” e “universais” mascara a riqueza e a diversidade desse modo de comunicação e que produtores de quadrinhos (professores ou estudantes) se utilizem mais das estruturas da linguagem científica em seus materiais para aproveitar seu potencial e se utilizem mais consistentemente das estratégias narrativas na mediação com o público.

Palavras-chave: quadrinhos; quadrinhos de Ciências; educação em Ciências; linguagem

Abstract

Interest in the use of comics for science teaching has remained constant since the mid-2000s, with an increase in interest around 2015. Many studies indicate that the use of comics in science teaching brings learning benefits. However, these studies focus on benefits linked to students' motivation to learn or the “fun” aspect of comics. Although the interaction between the visual and verbal language of comics is pointed out as a factor that favors learning, few works explore this interaction and none studies it in depth. In order to characterize and analyze the potential that this multimodal language of comics has to impact science teaching, fundamentals of Systemic-Functional Linguistics (LSF) were used, especially the works of Kress and Van Leeuwen (2006) and Davies (2019), in addition to Bruner's (2002) contributions to the study of how the narrative aspects of science comics interact with their conceptual aspects. With this framework, this work makes a qualitative analysis of a corpus of 184 scientific comics to characterize them in terms of their pedagogical (target audience, role in teaching, etc.) and linguistic aspects, in addition to a quantitative study of the typical grammatical structures of the scientific language (technical words, grammatical metaphors, use of passive voice and conceptual representational structures) and the narrative strategies generally used to mediate between readers and this scientific language. In both analyses, the linguistic aspects were correlated with the pedagogical ones and significant variations were observed in the presence and quantity of these linguistic strategies for each age group and pedagogical use. While practically all comics analyzed had the presence of at least one scientific language structure, comics aimed at an adult audience and with an explanatory purpose presented a much larger number of these structures than comics explicitly aimed at children. With this, we argue that the view that comics are “simple” and “universal” masks the richness and diversity of this mode of communication and that comic book producers (teachers or students) use more of the structures of scientific language in their materials to take advantage of their potential and make more consistent use of narrative strategies in mediating with the public.

Keywords: comics; Science comics; Science education; language

Sumário

1. Introdução	9
1.1 Motivação e objetivo	9
1.2 Revisão bibliográfica	11
2. Aspectos linguísticos dos quadrinhos	20
2.1 O que <i>não</i> são “quadrinhos”	20
2.2 O que são quadrinhos, afinal?	22
2.3 Uma conceituação funcional de quadrinhos	27
3 Os quadrinhos de ciências	38
4 Linguagem da Ciência em seus vários modos	43
4.1 Multimodalidade na linguagem da Ciência: equações e imagens científicas	44
5 - Narrativa e “atenuação da cientificidade”	52
6 O método de análise	58
6.1 O corpus	58
6.2 As categorias de análise	60
7 Resultados e discussão	71
7.1 Análise geral (três grupos)	71
7.1.1 Análise geral quanto à estratégia pedagógica	72
7.1.2. Análise quanto ao público-alvo	73
7.1.3 Análise geral de aspectos estilísticos e narrativos	77
7.1.4 Análise geral dos quadrinhos de ciências brasileiros	86
7.2 Análise quantitativa (Grupo 1)	88
7.3 Análise do Grupo 2 (tiras e cartuns)	97
7.4 Análise do Grupo 3 (<i>graphic novels</i>)	101
7.5 Composições de imagens científicas	106
8 Conclusões e Implicações para o ensino de Ciências	115
9. Bibliografia	120
APÊNDICE 1: Lista dos textos utilizados para as quantificações na revisão bibliográfica	122
1. Artigos	122
2. Dissertações e teses	125
APÊNDICE 2: Lista de quadrinhos analisados para a tese	132

1. Introdução

1.1 Motivação e objetivo

Desde muito cedo na minha vida escolar, sempre tive muita dificuldade de aprender ouvindo alguém falar. A menos que eu pudesse ver ou construir uma visualização do que estava sendo dito, não só eu levava muito tempo processando a informação escutada, mas uma boa parte dela simplesmente se perdia na minha memória antes mesmo de a pessoa terminar de falar. A principal razão de eu ter um histórico escolar de notas altas e aprovação em todos os conteúdos é que, por muitos anos, pude compensar parte desse déficit com outro diagnóstico: o de altas habilidades. Do Ensino Médio em diante, foi a leitura dos livros didáticos, dos esquemas passados pelos professores no quadro e a construção de diagramas que me carregaram pelo resto do caminho.

Ao fim do ensino fundamental, eu já tinha começado a me expressar melhor em trabalhos escolares fazendo quadrinhos, cartazes e (mais tarde) apresentações de slides e não textos corridos ou mesmo palestras verbais.

Muito mais tarde, na pandemia de COVID-19, o teletrabalho e a ansiedade inerente à ameaça do vírus finalmente me causaram uma crise potente o suficiente para eu finalmente buscar ajuda e colocar um nome no meu problema crônico de prestar atenção em estímulos visuais, ficar parada por longos períodos, encerrar mentalmente uma tarefa e começar outra, interromper pessoas compulsivamente e estimativas de tempo irrealis: Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH).

Entre muitas coisas, o diagnóstico e terapias de tratamento do TDAH mostraram que quadrinhos sempre foram e provavelmente continuarão sendo minha forma preferida de leitura e expressão, ainda que eu tenha desenvolvido habilidades de escrita por necessidade e longo período de escolarização.

E isso sempre me intrigou. O que os quadrinhos têm de tão especial, a ponto de se tornarem minha forma preferencial de expressão para explicações? Eles são extremamente trabalhosos de se produzir e requerem mais páginas que um texto para comunicarem o mesmo tanto de informação. Eu nunca criei explicações em quadrinhos porque é mais divertido ou mais fácil. Eu simplesmente prefiro me expressar assim, se tiver o tempo e o espaço para tal.

Por quê?

As primeiras leituras que fiz sobre o tema Quadrinhos e Educação, dos professores Vergueiro e Ramos (2010), ampliaram meu entendimento do papel dos quadrinhos para além do lúdico em muitas áreas do conhecimento, mas eu continuava intrigada, porque não estava tentando criar histórias. Não estava tentando fazer contextualizações. Eu gostava muito de ler na infância, facilmente entrava em estado de hiperfoco com livros. De novo, por quê?

Esse trabalho é mais um passo em um processo longo de estudos para tentar entender por quê. Por que uma pessoa preferiria criar quadrinhos a textos? Por que meus estudantes preferem meus materiais em quadrinhos, mesmo quando têm tantas palavras escritas quanto um texto sobre o mesmo tema, e mais páginas que ele? Isso tem a ver com a linguagem com que expressam informações?

Ainda há um longo caminho a percorrer para chegarmos a respostas definitivas a essas perguntas, mas espero que esse trabalho seja um dos primeiros passos. Desde o mestrado, pistas começaram a surgir, quando analisei o impacto de uma narrativa em quadrinhos em uma sequência didática de química (RODRIGUES, 2015). De lá para cá, analisando trabalhos de outras pessoas, uma coisa ficou clara para mim: os quadrinhos utilizados para comunicar conceitos científicos são frequentemente diferentes de quadrinhos comuns em muitos aspectos. Eles têm uma forma particular de expressarem conceitos, gráficos, fórmulas; incorporar ou não narrativas nesses processos; construir significados com estruturas visuais, e mais. Com isso, o estudo deles não pode se limitar às estruturas narrativas utilizadas para caracterizar os personagens e desenvolver o enredo, como os estudos usuais da área de quadrinhos.

Como veremos a seguir, na Revisão bibliográfica, há muitas lacunas no entendimento que temos sobre quadrinhos de ciências. Meu desafio passou a ser, portanto, fazer um recorte de uma curiosidade tão ampla e tão pessoal (“o que quadrinhos têm de especial, e como conseguem ‘driblar’ aspectos do meu TDAH?”) de forma que esse estudo contribua para o ensino de ciência como um todo. Talvez ao compreendermos as engrenagens por trás do modo de comunicação que ajudou uma criança neurodivergente a entender o mundo, mesmo outros estudantes que não têm esse transtorno possam se beneficiar.

Para delimitar nosso escopo para esse trabalho e tentar chegar a essas e outras respostas, nossa principal pergunta de pesquisa será, portanto: quais características de imagem e texto estão presentes nos quadrinhos usados no ensino e na divulgação de Ciências?

Esperamos que, ao responder essa pergunta, possamos iniciar um caminho de pesquisa que, eventualmente, nos permita compreender melhor o real efeito que a comunicação em quadrinhos tem a oferecer, não só para o ensino de Ciências, mas para a Educação em geral.

1.2 Revisão bibliográfica

Embora as obras mais antigas que são consideradas “ancestrais diretas dos quadrinhos” datem da metade do século XIX, foi nas décadas de 30 e 40 do século XX que tivemos “A Era de Ouro dos Quadrinhos”, a época em que os quadrinhos explodiram em popularidade nos Estados Unidos. Em 1945, eles contavam com cerca de 70 milhões leitores norte-americanos, entre crianças e adultos (KELLEY, 2009). Naquela época era comum que revistas em quadrinhos vendessem em torno de 200.000 a 400.000 cópias por edição, e a revista do Superman alcançou, na época, uma média de mais de um milhão de cópias por edição (KELLEY, 2009, p.4).

Toda essa popularidade foi um dos fatores mais prováveis para que quadrinhos começassem a ser usados em cartilhas de todas as áreas, inclusive na Ciência. As iniciativas mais antigas de que temos registro em termos de quadrinhos de ensino e/ou divulgação de Ciências datam de 1946, ano em que começaram as publicações de *Science Comics* (editora Ace Comics) e *Marvels of Science* (editora Charlton) nos EUA. Em 1949, a cartilha “*Learn how Dagwood split the atom*” foi distribuída gratuitamente em escolas norte-americanas para explicar a produção de energia nuclear. Ela utiliza blocos de quadrinhos associados a blocos de texto, explicando conceitos da estrutura atômica e fissão nuclear, e contém personagens famosos de tiras, como Dagwood e Blondie, Mandrake, Popeye e Olívia Palito, Fantasma e outros. No Brasil, a iniciativa mais antiga encontrada foi a série *Ciência em Quadrinhos* (editora EBAL), que começou em 1953.

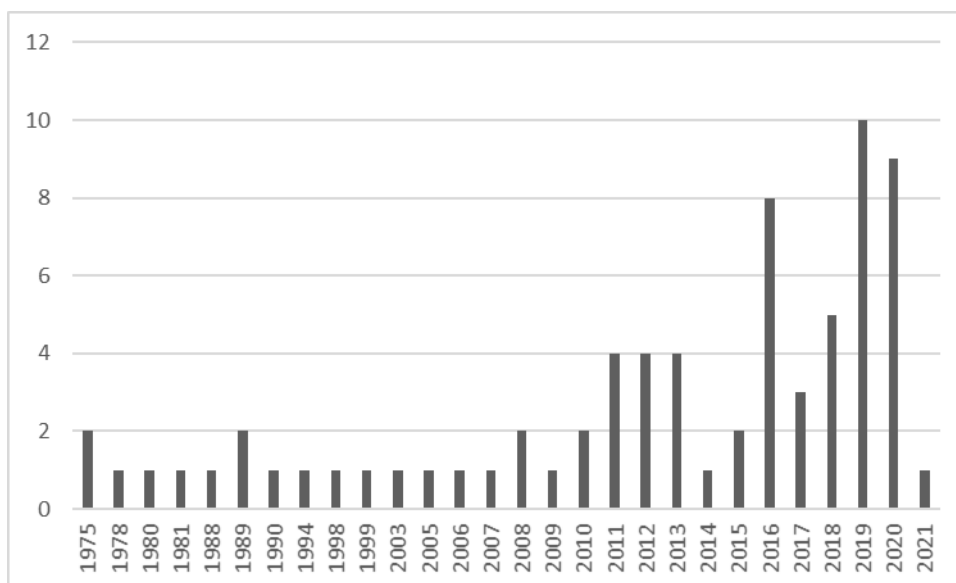
Essas revistas e cartilhas são anteriores à publicação do livro *A Sedução do Inocente* em 1954, que ligava quadrinhos a delinquência juvenil. Isso mostra que os quadrinhos educacionais não foram uma simples reação ao pânico moral resultante, nem uma tentativa dos quadrinhos de “se reabilitarem”, mas uma potencialidade que foi percebida

graças a essa grande popularidade. Desde o começo, as editoras de quadrinhos já tinham como intenção a aproximação com o grande público.

As menções mais antigas de periódicos científicos que pudemos encontrar sobre o uso de quadrinhos no ensino de Ciências foram de 1975: uma comunicação curta de um professor chamada “Comic Books – Another Visual Aid in Teaching Chemistry” (CARRAHER, 1975) e outra comunicação curta do mesmo autor chamada “Comics: no-nonsense classroom aids” (CARRAHER, 1975). Nelas, Charles Carraher explicou como gostava de ilustrar seus slides com super-heróis com poderes que evoquem o tema do ensino. Ele relatou que utilizava esses heróis para contextualizar problemas de química; que pedia que estudantes lessem HQs e julgassem a correção da ciência apresentada nelas e que estudantes com dificuldade de escrever desenhassem suas próprias HQs de herói contendo esses conceitos.

Depois dessas comunicações, artigos e outras produções continuaram aparecendo consistentemente ao longo dos anos, ficando mais abundantes depois de 2010 e, particularmente, depois de 2015. O gráfico na Figura 1 foi construído com base em buscas em bases de dados internacionais (como o ERIC e o Google Acadêmico) e representam todos os artigos encontrados em buscas por “comics” com filtros para “science”, “science education” e outras pequenas variações. O total de artigos internacionais encontrados foi de 72.

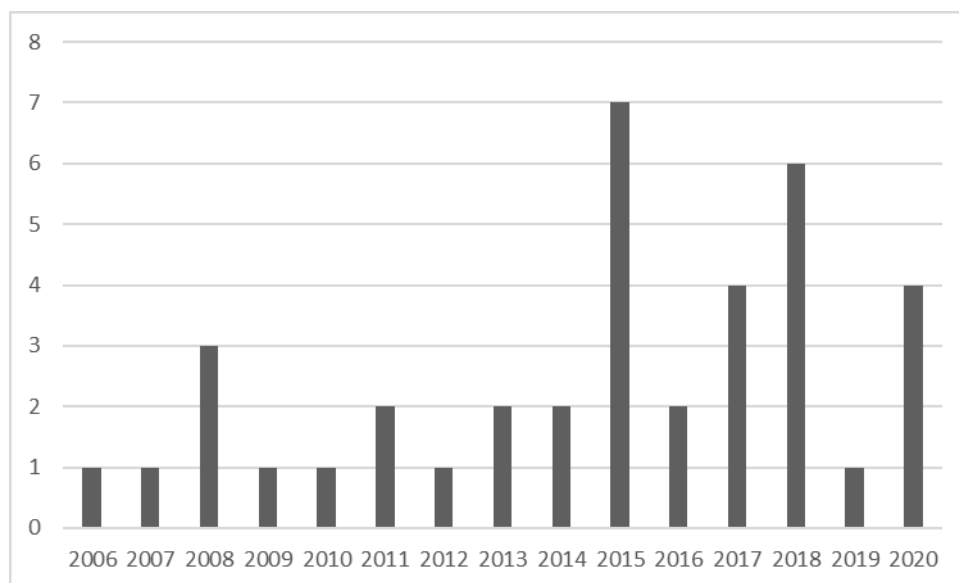
Figura 1: Distribuição dos artigos internacionais por ano de publicação.



Fonte: elaboração própria

No Brasil, a tendência é semelhante. A Figura 2 mostra todos os artigos encontrados em pesquisas nas bases de dados da CAPES, no Google Acadêmico e diretamente em alguns sites de revistas de Educação em Ciências. O total de artigos nacionais encontrados foi de 37.

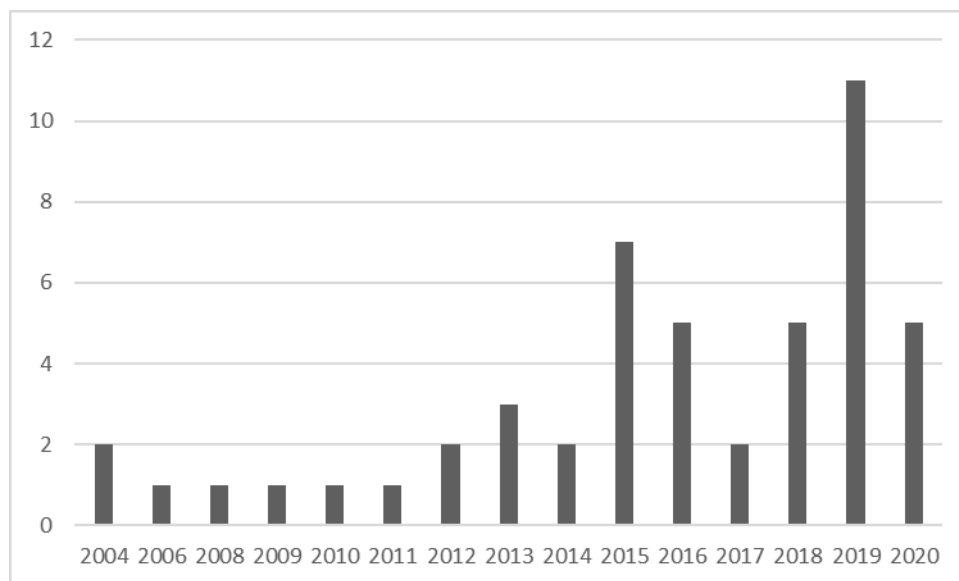
Figura 2: Distribuição dos artigos nacionais por ano de publicação.



Fonte: elaboração própria

Fora os artigos científicos, no Brasil ainda foram encontrados 50 dissertações ou teses (a maioria dissertações) sobre quadrinhos no Ensino de Ciências, e mais de 80 trabalhos em buscas preliminares de anais de eventos como ENPEC, ENEQ, EPEF e outros. A Figura 3 mostra a distribuição temporal das dissertações e teses brasileiras.

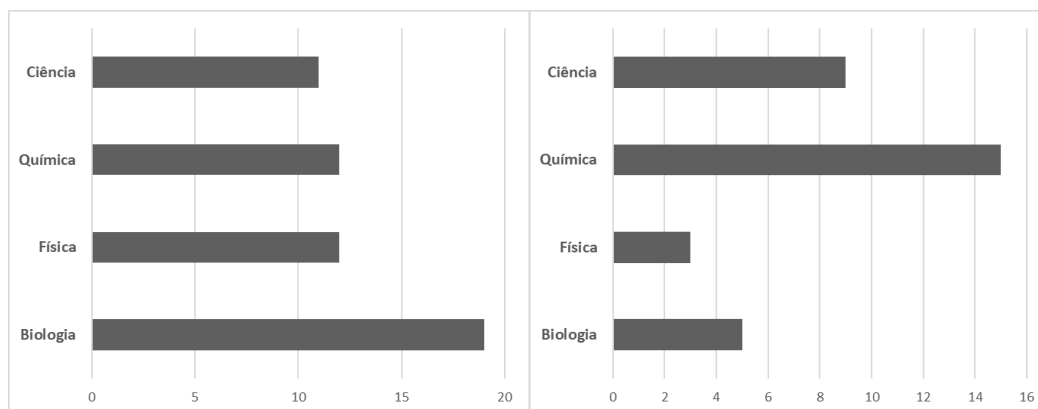
Figura 3: Distribuição das dissertações e teses por ano de publicação.



Fonte: elaboração própria

A Figura 4 mostra a distribuição dos artigos em relação a sua área de conhecimento dentro do Ensino de Ciências: Química, Física, Biologia (e Saúde) e Ciência em geral (Natureza da Ciência, História da Ciência, etc.). Artigos interdisciplinares contabilizam uma vez para cada área, o que pode fazer o total nas barras ser maior do que a soma de trabalhos. No cenário internacional, o interesse pelo uso de quadrinhos no ensino se distribui de forma homogênea entre as áreas, com exceção da Biologia, que também engloba artigos da área da Saúde. No cenário nacional, artigos sobre HQs no Ensino de Química aparecem em grande volume, seguidas por artigos abordando ensino de Ciências no geral.

Figura 4: Distribuição dos artigos internacionais e nacionais (respectivamente) por tema.



Fonte: elaboração própria

Como a maior parte dos trabalhos foi publicada a partir de 2015, selecionamos os artigos do quinquênio 2016-2021, com alguns trabalhos de interesse selecionados de datas anteriores. A lista completa dos artigos selecionados por ser consultada no Anexo 1.

Nessa amostra, foram apontados diversos benefícios para o uso de quadrinhos na sala de aula, que podem ser agrupados em três categorias: fatores que facilitam a compreensão dos conceitos científicos; fatores que melhoram a atitude dos estudantes em relação ao ensino; e fatores que propiciam uma melhor dinâmica de aula. A Tabela 1 mostra uma categorização dos benefícios elencados nos estudos, seja na introdução (referindo-se a estudos passados) ou nos resultados e na conclusão.

Quadro 1: Benefícios do uso de quadrinhos elencados pelos pesquisadores

Grupos de benefícios	Benefícios
Compreensão de conceitos	Melhora retenção do conceito na memória
	Melhora as habilidades de leitura
	Contextualiza a informação
	Concretiza conceitos abstratos
	Possui linguagem mais fácil de ser compreendida
	Facilita certas operações cognitivas (acomodação de conceito, conexões entre eles, etc.)
Atitude dos estudantes em relação ao ensino	Favorece pensamento crítico e investigativo
	Faz o ensino mais divertido/interessante e, portanto, motiva o estudante.
	Ajuda na percepção da importância da ciência e/ou do aprendizado

	Favorece a curiosidade e/ou o engajamento
	Aumenta a percepção de sucesso do estudante no processo de aprendizado
	Favorece a criatividade
Dinâmica de aula	Possuem baixo custo financeiro
	Permitem a avaliação de forma eficiente
	São uma forma eficiente de diagnóstico de conceitos alternativos
	Favorece o protagonismo dos estudantes no processo
	Facilita a comunicação dos estudantes entre si e com o professor

Fonte: elaboração própria

Embora essas conclusões sejam bastante promissoras, não podemos ignorar que esses estudos possuem importantes limitações. Farinella (2018) aponta que a maioria dos estudos sobre o uso de quadrinhos de ciências em ambiente escolar são feitos com pequenos grupos de estudantes, o que torna difícil sua generalização. Além disso, quando os pesquisadores levam quadrinhos para a sala de aula, são geralmente quadrinhos de sua própria autoria, o que pode gerar vieses na interpretação dos dados (FARINELLA, 2018, p. 2). Na amostra que estudamos, de fato encontramos que apenas 6 estudos internacionais e 2 nacionais possuíam mais de 100 participantes, e que 20 dos 22 artigos em que quadrinhos eram levados para a sala de aula contavam com obras dos próprios pesquisadores.

É importante notar que isso não invalida completamente todos os bons resultados encontrados e todos os potenciais observados. Embora vários estudos envolvendo o uso de quadrinhos sejam individualmente pequenos, o grande número deles faz com que certos resultados sejam encontrados em diversos estudos, em vários países e em diversas condições e níveis de ensino, especialmente nos grupos de “atitude dos estudantes” e “dinâmica da aula”. Todos os grupos tiveram algum tipo de avaliação, seja por questionários, seja por observação direta dos pesquisadores, que serviram como indicadores desses benefícios. A Tabela 2 mostra o número de estudos que indicou determinado benefício nos resultados ou na conclusão e o total aproximado de estudantes participantes que demonstraram esse resultado (não foi possível um total real porque nem todos os estudos especificaram o número de estudantes; alguns apenas disseram o número

de turmas sem dar qualquer indicação do tamanho delas). É possível perceber que os benefícios relacionados às atitudes em relação ao ensino são os que possuem a maior quantidade de estudantes participantes.

Quadro 2: Quantidade de estudos que apontam benefícios nos resultados e na conclusão, com o número de estudantes participantes em cada um.

Grupo	Benefícios	Estudos que os apontam	Estudantes participantes
Atitude dos estudantes em relação ao ensino	Torna o ensino mais divertido/interessante e, portanto, motiva o estudante.	16	2730
	Favorece pensamento crítico e/ou investigativo	5	148
	Ajuda na percepção da importância da ciência e/ou do aprendizado	6	288
	Favorece a curiosidade e/ou o engajamento	3	1253
	Aumenta a percepção de sucesso do estudante no processo de aprendizado	1	37
Dinâmica de aula	Possuem baixo custo financeiro	2	398
	Permitem a avaliação de forma eficiente	3	200
	Favorece o protagonismo dos estudantes no processo	5	297

Fonte: elaboração própria

As maiores dúvidas surgem nos benefícios do grupo “compreensão de conceitos”. Apenas 13 dos 26 estudos que apontaram benefícios desse grupo demonstraram alguma forma de avaliação do aprendizado de conceitos, com apenas dois desses fazendo a comparação entre um grupo que teve acesso às informações avaliadas em uma revista em quadrinhos e um grupo que teve acesso às mesmas informações em um texto (LIN e LIN, 2016 e LIN et al., 2014). E nesses dois estudos, o resultado encontrado foi que os grupos que estudaram com a ajuda de uma revista em quadrinhos tiveram melhoras na aprendizagem similares aos grupos que estudaram com um texto. Esses grupos se diferenciariam apenas na atitude: os grupos que estudaram com quadrinhos relataram estar muito mais motivados para continuar aprendendo sobre o tema do que os grupos que leram o texto.

Em um primeiro momento, esse parece um resultado desencorajador, mas é preciso fazer algumas ponderações. Como Lin e Lin (2016) explicam, pesquisadores como Tatalovic (2009) preocupavam-se com o fato de que as características narrativas dos quadrinhos poderiam “distrair” os estudantes dos conceitos científicos, dificultando a aprendizagem. Em alguns outros estudos, como Ozdemir e Eryilmaz (2019), estudantes de alto desempenho reclamaram que quadrinhos eram uma “perda de tempo”. Nesse contexto, a demonstração de que quadrinhos têm um poder de comunicação pelo menos similar ao de um texto escrito já é um resultado importante, por ir contra a expectativa desses pesquisadores e estudantes.

Além disso, um estudo (LIN e LIN, 2016) separou 697 estudantes pelo nível de aproveitamento escolar que já haviam demonstrado anteriormente. Embora a melhora na aprendizagem **geral** tenha se mostrado semelhante nos dois grupos - os que leram o texto e os que leram a revista em quadrinhos - essa melhora se mostrou mais significativa em estudantes com aproveitamento médio, contrabalanceada pelo fato de que, entre estudantes de alto aproveitamento, o grupo dos que leram o texto se saiu melhor. O grupo de baixo desempenho teve uma melhora na aprendizagem muito baixa com os dois materiais (LIN e LIN, 2016). Nenhuma razão conclusiva para a diferença entre estudantes de aproveitamento alto e médio foi oferecida. Isso significa que ainda há potenciais de aprendizado dos quadrinhos que precisam ser melhor investigados.

Mais importante ainda que essas questões, para o presente trabalho, é outra questão inexplorada: embora muitos estudos falem da importância da interação entre imagem e palavra das HQs, muito poucos de fato buscaram comprovar se esse é um fator importante e qual sua importância. Nos dois grandes estudos dos quais falávamos nos parágrafos anteriores, os questionários antes e depois da leitura dos materiais não são disponibilizados, então não é possível saber se as perguntas que os estudantes tiveram que responder contavam com elementos visuais (representações de entidades e fenômenos de interesse científico, gráficos, símbolos, etc.). Como nenhuma atenção foi chamada para esse fato, imaginamos que não havia esses elementos, ou que os pesquisadores não se atentaram para eles.

Esse estudo busca, então, começar a trilhar um caminho de pesquisa diferente dos estudos anteriores, que é estudar os quadrinhos de ciência já disponíveis para melhor compreensão de como comunicam significados. Como os estudos sobre o uso de quadrinhos na Educação em Ciências muitas vezes não se valem de ferramentas linguísticas, e os estudos

linguísticos de quadrinhos não costumam contemplar quadrinhos pedagógicos, esse trabalho aspira a unir os dois campos para construir bases para investigações futuras que pretendam compreender que papel a linguagem híbrida dos quadrinhos pode ter em seu sucesso como ferramenta didática.

Nos capítulos 2 a 5, apresentaremos nosso referencial teórico. O capítulo 2 é dedicado a explorar os diferentes entendimentos a respeito do que são quadrinhos por diversos autores da área. O capítulo 3 irá abordar especificamente dos quadrinhos de ciências, suas características e funções. No capítulo 4, trataremos da linguagem científica e a multimodalidade associada a ela, e, no 5, proporemos uma interpretação para o papel dos elementos narrativos dos quadrinhos na comunicação dessa linguagem. Com esses elementos, podemos construir nossa metodologia de análise no capítulo 6 e, no capítulo 7, explorar as questões relativas à finalidade pedagógica, à faixa etária do público-alvo, às estruturas representacionais presentes e à complexidade composicional de um grande corpo de quadrinhos.

Além dos benefícios desse estudo para futuros pesquisadores, esperamos que, ao estudar características e recursos dos quadrinhos com temas científicos, produzidos por pessoas com formação na área, possamos oferecer ferramentas para aqueles que desejem: (1) produzir um quadrinho científico para usar em sala de aula; (2) escolher um quadrinho pronto com mais propriedade e criticidade; ou (3) orientar estudantes que irão produzir quadrinhos como parte do processo de aprendizagem.

Começaremos, então, com uma pergunta que é mais polêmica do que alguém de fora do campo poderia imaginar: o que são quadrinhos? Ao tentar responder a essa pergunta muito geral, temos a intenção de estudar quais são as características dos quadrinhos, para subsidiar nossas escolhas futuras de material para o *corpus* e de unidades de análise.

2. Aspectos linguísticos dos quadrinhos

2.1 O que *não* são “quadrinhos”

Antes de prosseguirmos, é importante definir certos termos que são considerados sinônimos de quadrinhos. Em português, o termo mais comum para os quadrinhos são “histórias em quadrinhos” ou HQs. Neste trabalho, embora utilizemos esse termo em alguns momentos para fins de clareza de comunicação, preferimos reduzir a expressão para “quadrinhos”, com o argumento de que nem todo quadrinho é necessariamente uma história. Will Eisner já reconhecia, em 1985, a existência dos quadrinhos “instrucionais”, utilizando como exemplo as cartilhas que ele próprio produziu para o exército dos EUA (EISNER, 1985).

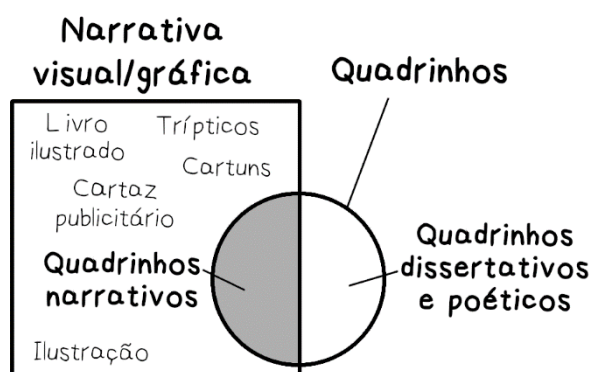
Insistimos em usar a terminologia “quadrinhos”, porque consideramos mais adequada que as alternativas. Ela não sugere um gênero específico de texto (como “*comics*” em inglês, que pode sugerir que eles são apenas humorísticos) nem um gênero específico de imagem. A palavra “quadrinhos” sugere uma informação contada em pequenos quadros, o que é uma das características mais fortes desse meio de comunicação.

Barbara Postema abre seu livro “Estruturas Narrativas dos Quadrinhos” com uma crítica a como algumas livrarias chamam todo seu conteúdo de quadrinhos de “*graphic novels*”, como se os termos fossem sinônimos. Na verdade, *graphic novel* é o nome dado a uma história em quadrinhos narrativa, publicada em formato de livro ao invés de formato de revista, normalmente contendo um grande número de páginas (mas não necessariamente) (POSTEMA, 2018). Em alguns casos, “*graphic novel*” é mais um formato de impressão que algo fundamentalmente diferente de uma revista em quadrinhos, embora o formato seja associado a narrativas mais complexas, como sugere o “*novel*” (“romance”) do nome. Essa sugestão de complexidade e o prestígio crítico que implica foram importantes para o processo de legitimação cultural dos quadrinhos, ocorrido principalmente dos anos 80 em diante (VERGUEIRO, 2017, p. 30).

Outros termos que são comumente usados como sinônimos de quadrinhos são “narrativas gráficas” e “arte sequencial”. Esses nomes, porém, são problemáticos porque nem todos os quadrinhos são narrativas, como veremos na seção seguinte, e nem toda obra de arte que envolve sequencialidade são quadrinhos. Nas Figuras 5 e 6, mostramos diferentes

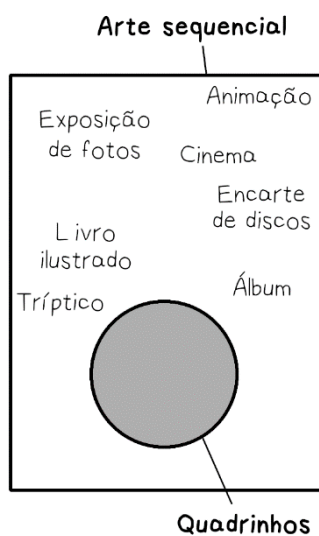
expressões artísticas que poderiam ser classificadas como “narrativas gráficas” ou “arte sequencial”:

Figura 5: Diagrama de Venn mostrando que há interseção entre narrativas visuais e quadrinhos, mas há áreas que não se interceptam.



Fonte: Elaboração própria

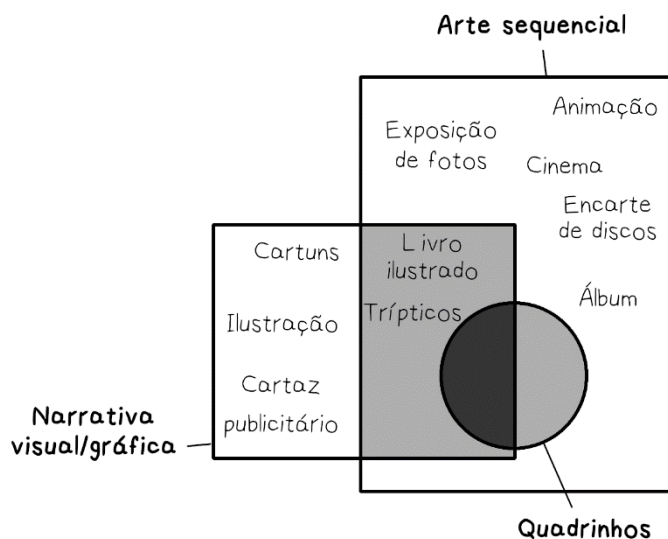
Figura 6: Diagrama de Venn mostrando que quadrinhos estão contidos em Arte Sequencial, mas há outros tipos de arte fundadas em seqüências de imagens.



Fonte: Elaboração própria

Como vemos, na Figura 7, quadrinhos narrativos existem na interseção das duas definições, mas não exclusivamente. Isso só reforça nossa escolha pelo termo “quadrinhos” como mais abrangente e menos direcionador do nosso olhar para esse ou aquele gênero específico.

Figura 7: Combinação das figuras 5 e 6.



Fonte: Elaboração própria

Na próxima seção, discutiremos de forma mais aprofundada, as definições existentes de quadrinhos e as suas limitações, que nos levaram a buscar uma definição menos ortodoxa, derivada da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF).

2.2 O que são quadrinhos, afinal?

A definição de “quadrinhos” ainda não é uma unanimidade entre pesquisadores, o que, a princípio, pode parecer surpreendente. Estamos falando de quadrinhos desde a introdução, e todo mundo que leu sabe o que são quadrinhos. Certo?

Ainda assim, a maioria das definições oferecidas continuam insuficientes, ou porque são tão restritivas que não conseguem abarcar tudo o que as pessoas consideram como “quadrinhos” ou porque são tão genéricas que coisas que não são quadrinhos acabam sendo abarcadas por elas. Daniele Barbieri reconhece isso em seu livro *As linguagens dos quadrinhos*, originalmente publicado em 1991, quando declina de citar quais características são exclusivas dos quadrinhos quando comparados a outros meios. Segundo ele,

E, por último, quais são as características da linguagem dos quadrinhos que são unicamente *suas*? O *balão*? Parece-me pouco. E é verdadeiramente tão sensato buscar o *proprium* de uma linguagem em uma característica (ou grupo de características) específica e não na relação que compartilham os distintos aspectos da linguagem entre si, e

no modo pelo qual esse conjunto de características constitui a comunicação específica de tal linguagem? (BARBIERI, 2017, p. 21)

Em seu livro, o mais próximo que ele chega de definir quadrinhos é dizer que eles são uma linguagem, e que linguagens “não são apenas instrumentos por meio dos quais comunicamos o que pretendemos: são também, e acima de tudo, ambientes no qual vivemos e que, em boa parte, determinam o que queremos, além do que podemos, comunicar.” (BARBIERI, 2017, p. 17) Após isso, apresenta todas as características que os quadrinhos têm em comum com 10 outras manifestações artísticas, como ilustração, teatro, poesia e cinema.

Uma das mais influentes definições de quadrinhos foi tentada dois anos antes de Barbieri, quando o famoso quadrinista Will Eisner batizou os quadrinhos de “Arte Sequencial”, que definiu 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” (EISNER, 2015, p. IV).

Elementos dessa definição aparecem nos ensaios selecionados por Gibbons e Varnum (2001) em *The language of comics: word and image*. Os editores resumem a heterogeneidade de definições com a constatação de que nenhuma definição oferecida no livro consegue abarcar todas as formas de expressão visual semelhantes entre si e que foram analisadas como sendo quadrinhos ou “da família” dos quadrinhos, como tiras, revistas em quadrinhos, *graphic novels*, cartuns, quadrinhos sem fala, desenhos animados e várias outras formas de textos visuais (GIBBONS e VARNUM, 2001).

Outra tentativa de definir quadrinhos, e essa possivelmente a mais influente de todas, foi a do quadrinista norte-americano Scott McCloud, em 1993. Em seu livro *Desvendando os Quadrinhos*, um clássico dos estudos da área, ele define quadrinhos como “imagens pictóricas e outras justapostas em sequência deliberada destinadas a transmitir informações e/ou a produzir uma resposta no espectador.” (MCCLLOUD, 2005, p. 9).

Em *Framing Education*, Lars Wallner (2017) argumenta que essa definição de McCloud é muito abrangente e faz suposições a respeito das intenções dos criadores dos quadrinhos, o que não deveria fazer parte da definição. Assim, ele propõe uma modificação: quadrinhos são “*surveyable juxtaposed pictorial narratives*” (WALLNER, 2017, p. 26), uma expressão de difícil tradução que significa algo como “narrativas pictóricas compostas de imagens justapostas e que podem ser abarcadas completamente

com um olhar”, definição que excluiria livros ilustrados, uma vez que suas imagens justapostas ficam em páginas diferentes, logo não podem ser visualizadas juntas. É interessante notar que, logo após a definição, Wallner (2017) aponta que é esperado que alguns quadrinhos não sigam sua definição.

Uma das definições mais restritivas de quadrinhos, porém, é a definição de Douglas Wolk, trazida por Mico Tatalovic (2009): “narrativa sustentada, o que significa revistas em quadrinhos e *graphic novels*, muito mais do que tiras de jornal ou cartuns isolados” (tradução minha).

Diferenciando-se de todas as definições anteriores, Neil Cohn (2013) propõe que quadrinhos são um produto cultural produzido com o uso de uma “linguagem visual” específica de cada cultura, da mesma forma que um livro é um produto cultural produzido com o uso de uma linguagem nacional. Segundo ele, “Quadrinhos, então, se tornam o espaço cultural predominante em que essa linguagem visual é usada, frequentemente pareada com a escrita (uma importação da modalidade verbal para o visual-gráfico).” (COHN, 2013, p. 2).

Agora que foram apresentadas as definições, gostaria de primeiro apontar quais os problemas de cada uma delas, para que possamos nos mover para uma proposta de definição que atenda aos interesses desta tese e possa, talvez, ser útil a outros pesquisadores.

Começando pela mais antiga delas, a de Will Eisner. Encontramos dois problemas principais: em primeiro lugar, quadrinhos não são a única forma em que a disposição de imagens e palavras é usada para contar histórias ou dramatizar ideias. Essa mesma descrição pode ser estendida para livros ilustrados, certos álbuns de figurinhas, folhetos de CDs, certas ilustrações intrincadas, exposições de fotos, peças publicitárias, apresentações de slides, desenhos animados, vídeos e muitas outras formas de arte e/ou comunicação.

O segundo problema é que os quadrinhos não se prestam apenas para “contar histórias” ou “dramatizar ideias”. Eles também servem para contar piadas, passar instruções (como os manuais militares desenhados pelo próprio Eisner em 1951), ensinar conceitos ou podem ser simplesmente exercícios poéticos ou imagéticos, sem qualquer intenção narrativa ou pragmática.

O próprio nome “Arte Sequencial” é justamente criticado por Wallner (2017) como sendo “muito vago” (p.25), uma vez que a fala é uma sequência de sons, melodias são sequências de notas, danças são sequências de movimentos corporais e muitas outras formas artísticas não-imagéticas também se caracterizam por sequências.

Nas definições colhidas no livro de Gibbons e Varnum (2001), ora a característica definitiva dos quadrinhos é tida como a sequência de imagens (fazendo coro ao rótulo “Arte Sequencial” de Eisner), ora é a combinação de imagens e palavras, mas continuamos com o problema de que essas características podem ser encontradas em meios que decididamente não são quadrinhos. É sintomático que os editores tenham lamentado a impossibilidade de uma definição que abarque tiras e *desenhos animados*, como se tal definição fosse esperada pelo leitor.

Além da crítica à definição de McCloud (2005) por assumir as intenções dos criadores, Wallner (2017) também pontua que “imagens pictóricas justapostas em uma sequência deliberada” abrange peças que não são classificadas como quadrinhos, como pinturas rupestres, afrescos egípcios e a tapeçaria de Bayeux (MCCLLOUD, 2005, p. 25), uma crítica compartilhada por outros acadêmicos da área dos quadrinhos, como Hannah Miodrag (MIODRAG, 2013, p. 3).

A definição de Cohn (2013) é interessante, a princípio, mas levanta algumas questões. Por que apenas quadrinhos utilizam a Linguagem Visual, quando pesquisadores como Kress e Van Leeuwen (2006) foram capazes de encontrar estruturas textuais em ilustrações e peças publicitárias? Por que a linguagem escrita é uma “importação” para o visual-gráfico, quando os ancestrais diretos dos quadrinhos sugerem que texto costumava ser mais importante (ou pelo menos tão importante quanto) imagens nessa época e foi gradualmente perdendo espaço? Outra limitação de sua teoria é que a gramática da Linguagem Visual é chamada em seu livro de “Gramática da *Narrativa Visual*”, quando já comentamos que nem todos quadrinhos são narrativas e necessariamente seguirão arcos narrativos.

A definição de Wolk (TATALOVIC, 2009) é bastante restritiva, pois foca-se no aspecto narrativo ao exigir uma “narrativa sustentada” e exclui tiras, que são tão próximas das revistas em quadrinhos em termos de origem comum e compartilham tantos recursos visuais que são consideradas “quadrinhos” pela maioria das pessoas e podem ser analisadas em conjunto em muitas situações.

Por fim, a definição de Wallner (2017) foca-se também no aspecto narrativo dos quadrinhos, e também sofre do problema de poder ser estendida para manifestações que não são quadrinhos, como cartazes publicitários de teor narrativo e trípticos (sequências de três pinturas, geralmente com relação entre si, que são expostas uma ao lado da outra e podem contar uma história).

Essas críticas não querem dizer que as definições que temos até o momento não trazem informações importantes a respeito do que são quadrinhos e que não funcionem para os propósitos daqueles que as cunharam, mas apenas que possuem limitações. O que essas definições têm em comum (e o que as críticas a elas indiretamente revelam) é que quadrinhos têm as seguintes características:

- Interação entre imagem e texto;
- Imagens em sequência;
- Frequentemente narrativos;
- Pontos de semelhança com outras formas de expressão visual;
- Características morfológicas próprias e distintivas, como a divisão em quadros, balões de fala, linhas de ação, etc.

Esses pontos seriam o suficiente para elaborarmos uma definição de quadrinhos, se não fosse o fato de que, por um lado, expressões visuais que não são quadrinhos podem ter todas essas características (como um livro ilustrado com cartuns, por exemplo), enquanto certos quadrinhos podem não possuir alguns desses pontos fundamentais e continuarem sendo considerados quadrinhos.

Até o momento, as únicas saídas consistentes parecem ser: (1) abrir mão de uma definição (como Barbieri), (2) admitir que uma definição não cobre todos os quadrinhos e serve apenas para um trabalho em particular (como Wallner) ou (3) mais ou menos arbitrariamente listar quais gêneros de quadrinho o trabalho considerará como “quadrinhos” de fato, baseado em características que o autor considera mais importante para essa definição (como Wolk).

Entretanto, como o objetivo principal desse trabalho é analisar quadrinhos cuja principal função é ensinar ou comunicar Ciência, não estaremos trabalhando sempre com os quadrinhos narrativos que costumam ser os principais objetos de análise dos teóricos que citamos até o momento. Além disso, sem uma definição um pouco menos vaga do que são quadrinhos e da natureza de sua linguagem, é difícil definir unidades de análise.

Quadrinhos devem ser analisados apenas no todo, ou podem ser divididos em unidades menores? Quais seriam essas partes? (Quadros? Páginas?) Uma tira humorística é equivalente a uma *graphic novel* em termos de estrutura? Se não, o que é semelhante e o que é diferente entre elas? É possível analisar a imagem e o texto separadamente em um quadrinho?

Para que possamos construir uma definição de quadrinhos que nos ajude a navegar por essas perguntas enquanto definimos nosso *corpus* e nossos métodos de análise, recorreremos a pesquisadores que seguiram por caminhos diferentes e justificaremos nossa escolha final pelas ferramentas da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF).

2.3 Uma conceituação funcional de quadrinhos

Paul Fischer Davies publicou, em 2019, seu livro *Comics as Communication: a Functional Approach*, em que faz uma análise de *graphic novels* usando a Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) de Michael Halliday e Mathiessen como base (falaremos mais sobre a LSF e a teoria de Davies no Capítulos 3 e 4). Na introdução do livro, ele declina de definir o que os quadrinhos *são* para se focar no que os quadrinhos *fazem*.

Essa abordagem funcional, que muda o olhar do “ser” para o “fazer”, abre linhas de pensamento que permitem explorações para além dos limites estritos das definições anteriores. Mais importante que os elementos que os quadrinhos *têm*, uma abordagem funcional é mais preocupada com como os quadrinhos *se utilizam* da paleta de elementos que os artistas trazem para o contexto de sua produção.

Uma forma de definir quadrinhos que abre caminho para essa visão funcional é a definição de Paulo Ramos (2009) em *A leitura dos quadrinhos*: “quadrinhos” seria o nome de um hipergênero que abriga diversos gêneros com características linguísticas próprias, como o cartum, a charge, as tiras, etc. Gêneros, aqui, são definidos como um conceito semelhante ao proposto por Bahktin: “tipos relativamente estáveis de enunciado usados numa situação comunicativa para mediar o processo de interação” (RAMOS, 2009, p. 16).

Nessa ideia de quadrinhos como hipergênero, cada gênero de quadrinho seria um “tipo de enunciado”, isso é, uma maneira característica de combinar os elementos pertencentes

à “linguagem dos quadrinhos”, adequando ao contexto das interações que esse gênero é usado para mediar.

Essa visão é bastante interessante, pois, ao focar no que os quadrinhos *fazem* (comunicar certas ideias, em certos contextos, com certas ferramentas), rompe com a ideia de que existe uma lista fixa de elementos que irão definir se algo é um quadrinho ou não.

Para o presente estudo, entretanto, tanto o livro de Ramos (2009), quanto o livro que o inspirou, o importante *Os Quadrinhos: linguagem e semiótica*, que Antonio Luiz Cagnin publicou pela primeira vez em 1975 (CAGNIN, 2015), apresentam uma importante limitação. Ambos têm foco nos quadrinhos narrativos, uma vez que são o tipo mais comum de quadrinhos. Os gêneros não-narrativos dos quadrinhos não são explorados, de forma que seus elementos linguísticos, a função desses elementos na construção de sua mensagem e sua estrutura “morfológica” não são discutidos.

Entra aí a importância de *Comics as Communication: a Functional Approach*. A LSF é uma tradição linguística que põe mais ênfase nas escolhas dos comunicantes de como realizar as metafunções da linguagem do que no estudo de seus elementos individuais. Sendo assim, Davies não se preocupa, necessariamente, em listar os elementos dos quadrinhos, mas em entender o que os elementos dos quadrinhos *fazem*, independente da forma exata que assumem. Uma abordagem sistêmico-funcional de quadrinhos busca entender como as escolhas comunicativas dos autores moldam a *gramática* dos enunciados.

Em seu livro, Davies propõe uma conceituação de quadrinhos baseada nos conceitos de parataxe (coordenação) e hipotaxe (subordinação e projeção) de orações. Segundo ele, as definições clássicas propõem que quadrinhos fazem construções paralelas de palavras e imagens, em regime de parataxe. Em algumas dessas definições, palavras e imagens seriam semelhantes a trilhas em um filme: sequências de existência independente, que podem ou não se referenciar, mas que são passíveis de serem estudadas separadamente (DAVIES, 2019). Essa estrutura é exemplificada na Figura 8.

Figura 8: Conceituação de quadrinhos em que as palavras e as imagens formam “trilhas independentes”.



Fonte: DAVIES, 2019

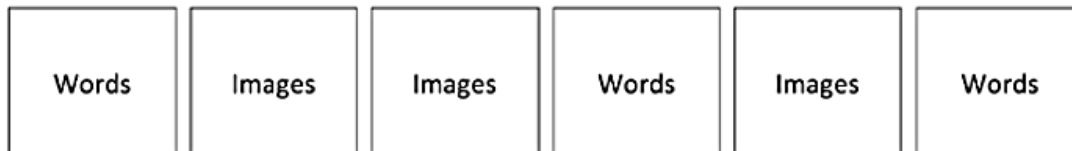
Em outras definições que estudamos, imagens e palavras (ou apenas imagens, no caso de quadrinhos “mudos”) seriam “misturas” de palavras e imagens, sem nenhuma especificação de como essa “mistura” se daria.

Uma leitura breve de uma amostra de quadrinhos demonstra que imagens e palavras não são “trilhas” separadas, e frequentemente se entrelaçam de formas que praticamente impossibilitam a análise separada.

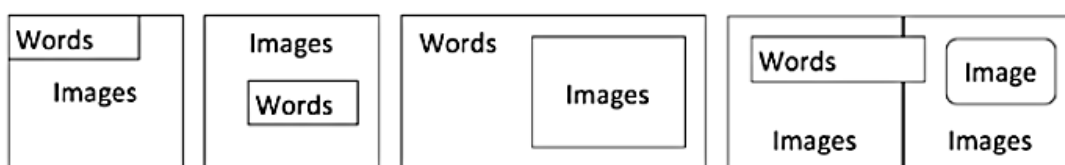
Davies (2019), então, compara duas possíveis organizações de quadrinhos: uma inteiramente paratática (isso é, todos os elementos do quadrinho seriam igualmente dominantes e independentes entre si, como em orações coordenadas), relativamente semelhante à ideia das “trilhas” separadas; e uma estrutura hipotática (isso é, há uma hierarquia em que alguns elementos são subordinados a outros). As duas estruturas propostas por ele estão na Figura 9, e é visível que a estrutura hipotática é muito mais representativa da estrutura de um texto em quadrinhos.

Figura 9: Duas outras conceituações de quadrinhos: como uma sequência paratática (2) e hipotática (3).

Conceptualisation of Comics #2: Paratactic Sequence



Conceptualisation of Comics #3: Hypotactic Organisation



Fonte: (DAVIES, 2019)

Sendo assim, um artefato qualquer não precisa seguir uma série predeterminada de características fixas, ele precisa ter unidades que seguem uma estrutura lógica hipotática de palavras e imagens dentro de delimitações (quadros, balões, círculos, áreas de cor, páginas, etc.), semelhante à traçada acima.

Uma vantagem da abordagem de Davies é que ela é flexível quanto à importância da linguagem escrita e da linguagem gráfica nas HQs: uma ou outra podem ser dominantes,

ou ambas podem ser co-dominantes, dependendo da intenção do comunicante e de como são posicionados na página.

Essa abordagem vai contra falas como a de Cohn (2013), que considera a escrita como uma “importação” nos quadrinhos, que seriam primariamente visuais (COHN, 2013, p. 2) ou Cagnin (2015), que considera que os quadrinhos “mudos” (sem palavras) seriam as “verdadeiros e autênticas histórias em quadrinhos” por expressarem suas ideias exclusivamente pelo meio visual (CAGNIN, 2015, p. 34). Também vai contra a “supervalorização do texto escrito” que o mesmo Cagnin critica com propriedade, quando a linguagem escrita ou falada é tratada como o único código existente, com imagens sendo apenas ilustrações que ecoam o que é falado e “imitam o real” por sua natureza icônica¹.

A ideia de que uma imagem pode assumir a função de elemento coordenado, subordinado ou principal em relação ao texto, e que um quadrinho é uma sequência de elementos textuais ou gráficos em organizações hipotáticas também tem a vantagem de dar uma forma mais definida à “interação de imagem e texto” presente em muitas definições de quadrinhos sem colocar um ou outro como “o mais importante”. Conforme a bela metáfora construída por Nick Sousanis (2015) em *Desplanar*, texto e imagem formam um par que aprofunda a compreensão de uma mensagem, da mesma forma que o efeito de paralaxe gerado por nossos dois olhos nos permite perceber visualmente a dimensão de profundidade (SOUSANIS, 2015, p. 64).

Para nossos fins de estudo, portanto, definiremos, quadrinhos como:

Sequência de unidades estruturais, cada unidade sendo um arranjo de palavras e/ou imagens em delimitações (páginas, quadros, balões, etc.) com estrutura visualmente hipotática.

Essa definição é diferente de definições anteriores por especificar que tipo de sequência de palavras e imagens forma a linguagem dos quadrinhos e por levar em consideração sua organização espacial, que é seu traço mais distintivo. Aplicando a definição derivada da

¹ O termo “icônico” é usado aqui em sua acepção linguística, de um signo que mantém relação de forma com o objeto que representa, em oposição aos signos linguísticos ou simbólicos, que são completamente arbitrários em relação ao que representam.

conceituação de Davies, vemos que o visual da revistinha em quadrinhos típica atende às condições propostas (Figura 10).

Figura 10: Página de quadrinhos da Turma da Mônica.

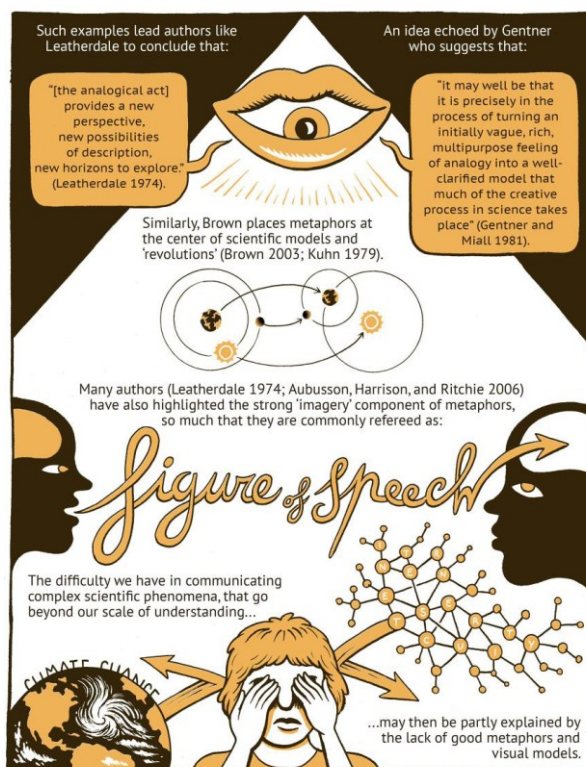


Fonte: www.institutomauriciodesousa.org.br

Essas condições independem do número de páginas. A diferença, entre uma revista em quadrinhos com várias páginas e um quadrinho de uma página, são estruturas extras que podem aparecer por conta da paginação, como as que Davies estuda no seu capítulo sobre a interpessoalidade nos quadrinhos (DAVIES, 2019, p. 126-127).

Alguns quadrinhos têm estilos diferentes das “revistinhas de banca”, com delimitações não tão fortemente definidas, mas ainda assim têm uma estrutura hipotática semelhante à da Figura 9, como é o caso do exemplo na Figura 11. Nesse caso, várias delimitações são omitidas (poderíamos dizer que é uma elisão das linhas), mas é possível deduzir onde estariam pela posição dos blocos de texto e as imagens diretamente relacionadas a eles.

Figura 11: Página de quadrinho em que a definição de quadros se dá pelo posicionamento de blocos de texto e de imagem, sem uma linha delimitadora explícita.



Fonte: *Of Microscopes and Metaphors*, de Matteo Farinella

Tiras humorísticas, embora desprezadas por Wolker, ainda demonstram claramente a estrutura hipotática, como demonstrado na Figura 12, e são, em geral, classificadas como quadrinhos.

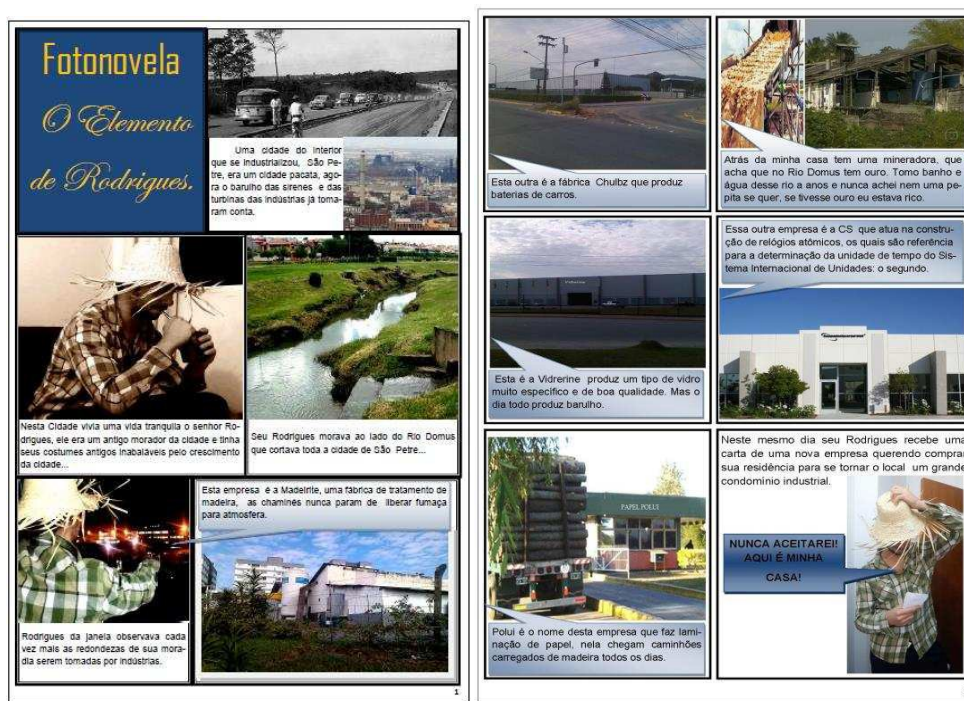
Figura 12: Tira humorística que segue o esquema hipotático.



Fonte: Humor com Ciência

Fotonovelas também se enquadram na definição de quadrinhos. A única diferença dos exemplos anteriores é utilizarem fotografias ao invés de desenhos, como o exemplo da Figura 13.

Figura 13: Páginas de uma fotonovela de temática química.



Fonte: CEREGATTI et al., 2016

A partir daqui, começam as controvérsias. Por exemplo, há uma diferença entre um quadrinho de um único quadro e um cartum? Cartuns são quadrinhos?

A princípio, eles não seriam, pois possuem uma única unidade estrutural (um único quadro), ao invés de uma sequência delas. Para usar uma metáfora (apenas para fins de comparação, não de definição), os quadrinhos seriam parágrafos, textos de uma página ou mesmo romances, enquanto cartuns e quadrinhos de um quadro seriam frases. Eles podem, portanto, fazer parte de uma análise de quadrinhos com algumas ressalvas, assim como uma frase pode ser analisada ao lado de um romance sob alguns aspectos, mas não possuirá muitas das características de um romance por não ter o mesmo tamanho e complexidade dele.

Outra controvérsia é quando temos um quadrinho transformado em apresentação de slides, em que apenas um quadro é mostrado por vez. Eles são exemplos menos fortes de quadrinhos, parecendo com uma versão “desconstruída” deles, mas tecnicamente se encaixam na definição que demos.

Essa definição exclui definitivamente desenhos animados e gifs de serem considerados quadrinhos, ainda que eles sejam fronteiros aos quadrinhos em “formato slide” de que falamos. Também ficam excluídos livros ilustrados, trípticos, infográficos e pôsteres com composição de imagens, que são estruturados de forma um pouco mais paratática e menos delimitada, como mostra a Figura 14.

Figura 14: Tríptico de Pieter Brueger Pai (1520)



Fonte: Foto de Jan van Domicke (domínio público)

Pôsteres e infográficos são mais fronteiros aos quadrinhos que os trípticos, mas não são (via de regra) sequenciais e as relações entre seus blocos de informação (os equivalentes às unidades estruturais dos quadrinhos) são principalmente de parataxe.

Um argumento poderia ser feito de que o criador de um pôster ou de um infográfico pode induzir uma sequência de leitura ao posicionar e dimensionar os elementos na página corretamente, chamando a atenção para certos elementos mais do que outros. Na Figura 15a, por exemplo, as palavras “Raggae Night” estão escritas no topo do pôster com letras maiores que o resto dos blocos de texto e um fundo vermelho, com a adição de uma foto tonalizada em vermelho no topo, à direita, o que chama a atenção para esse ponto como o “início” da leitura das informações, emulando a leitura de uma página de quadrinhos.

Porém, esse tipo de “indução” à ordem de leitura é mais semelhante aos recursos que utilizamos na linguagem escrita para destacar o tema² da comunicação do que a sequencialidade gerada pelas frases que formam um texto.

Consideremos as frases: “o menino perdeu a bola ontem”, “ontem, o menino perdeu a bola” e “a bola foi perdida, ontem, pelo menino”. Elas são todas compostas dos mesmos três elementos fundamentais e de igual importância entre si: o menino, a bola, o ato de perder. Entretanto, o posicionamento de cada elemento em relação ao outro dá diferentes significados a cada frase: na primeira, o tema da comunicação é o menino; na segunda, o dia em que a ação aconteceu; na terceira, é a bola. Na linguagem falada, é possível que mais ênfase ainda seja dada aos elementos do tema através do volume da voz e de gesticulações.

Com isso em mente, podemos comparar a página de quadrinho e o pôster na Figura 15. O pôster (Figura 15a) é dividido em quadros, evocando superficialmente uma página de quadrinhos, enquanto a página de quadrinhos (Figura 15b) não tem quadros visíveis, evocando superficialmente um pôster. Apesar disso, a experiência de ler o pôster de baixo para cima é bem diferente da experiência de ler a página de quadrinhos de baixo para cima (ou de começar pela última página e ir voltando até a primeira). No caso do pôster, a ordem invertida de leitura muda a ênfase com que cada informação é recebida, mas é improvável que cause confusão a ponto de ser considerada uma leitura inválida, o que sugere uma justaposição paratática de informações, com os elementos considerados mais temáticos sendo enfatizados para serem lidos primeiro. O mesmo não ocorre na página de quadrinhos, em que uma leitura das unidades estruturais fora de ordem não necessariamente comunica uma mensagem coerente. Em uma página de quadrinhos, há obrigatoriamente uma sequencialidade na apresentação das unidades visuais e escritas, derivada não só da sua natureza narrativa (a página apresentada na Figura 15b não é narrativa, por exemplo), mas principalmente das relações gramaticais de coesão entre seus elementos.

² “Tema” aqui é usado na sua acepção linguística. Michael Halliday, em sua gramática funcional, considera o tema como sendo o primeiro elemento de uma amostra de texto, o resto sendo o “rema”. Esse estudo é ligado ao aspecto de coesão do texto e pertence à metafunção textual da linguagem (explicaremos esse termo mais adiante).

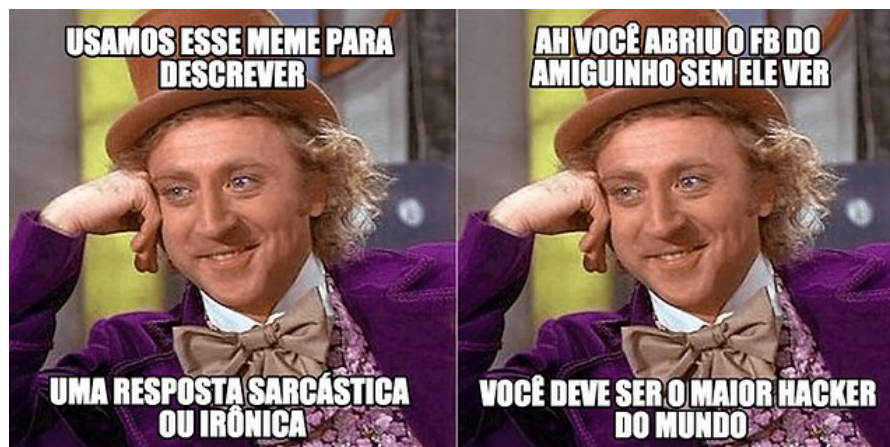
Figura 15: (a) Modelo de pôster publicitário que evoca uma página de quadrinhos; (b) página do artigo em quadrinhos “*Of Microscopes and Metaphors*”.



Fonte: (a) adobe.com³ (b) *Of Microscopes and Metaphors*, de M. Farinella

Por fim, há uma categoria de imagens humorísticas digitais chamada de “memes”. Um estudo aprofundado de memes seria uma digressão desnecessária no momento, mas, assim como cartuns, alguns memes são próximos o bastante de quadrinhos para qualificarem para a definição, enquanto outros são muito distantes, como mostrado nas Figuras 16 e 17. Nessa acepção, uma tira humorística pode ser chamada de “meme”, sem perder sua classificação como quadrinho.

Figura 16: Imagem explicando a estrutura e o significado de um meme (esquerda) e exemplo desse meme preenchido (direita).



³ <https://www.adobe.com/br/express/create/poster>, acessado em 11/08/2023

Fonte: Gerados em <https://www.gerarmemes.com.br/criar-meme-galeria/307-willy-wonka-ironico>

Figura 17: Exemplo de meme usando outra estrutura pronta, como o anterior, mas organizado como uma tira em quadrinhos, com quadros delimitados e blocos de fala.



Fonte: [instagram.com/@sergioscherrer](https://www.instagram.com/sergioscherrer)

Neste trabalho, para que possamos abarcar uma boa diversidade de quadrinhos de ciências, iremos, portanto, analisar qualquer trabalho que siga a estrutura hipotática de Davies (2019), mesmo que ele seja ostensivamente denominado como “cartum”, “charge” ou “meme”. Um exemplo de cartuns incluídos por serem suficientemente estruturados como quadrinhos, principalmente quando vistos em conjunto, são os cartuns de Larry Gonick (ver figura 18).

Figura 18: Exemplo de cartum de Larry Gonick, que se organizam em seu livro entre blocos de texto.



Fonte: Química em Quadrinhos, de Larry Gonick

Agora que definimos o que chamamos de “quadrinhos”, apresentaremos os quadrinhos de ciências e a literatura que temos a respeito de seus papéis pedagógicos e de suas estruturas.

3 Os quadrinhos de ciências

Existe uma vasta literatura que busca analisar as características linguísticas e discursivas dos quadrinhos. Os dois referenciais mais comuns são dois quadrinistas profissionais, Will Eisner e Scott McCloud, que produziram duas das primeiras reflexões a esse respeito (o livro de Eisner é de 1985 e o de McCloud, de 1993), mas existem diversos acadêmicos dedicados a trazer essa discussão para teorias linguísticas e discursivas já existentes, como Barbieri, Postema, Cohn, Miodrag, Ramos, Cagnin e Davies, para citar apenas alguns.

Um problema que rapidamente se apresenta em alguns desses teóricos, como já discutimos, é que sua amostra de análise geralmente se resume a quadrinhos narrativos, isso é, quadrinhos que têm como principal função contar uma história. Sendo assim, eles se focam em técnicas narrativas, e não expositivas ou argumentativas, de forma que é preciso ir um pouco além do que oferecem para que possamos estudar o que iremos chamar de *quadrinhos de ciências*.

O termo vem de uma das primeiras revisões de literatura que busca apresentar os quadrinhos que são concebidos especificamente para a comunicação científica: o artigo de Mico Tatalovic, de 2009. Ele define quadrinhos de ciências (*science comics*, no original) como

“quadrinhos que têm como um de seus principais objetivos comunicar ciência ou educar o leitor em relação a algum tema ou conceito científico não-ficcional, mesmo que isso signifique usar técnicas narrativas e ficcionais para explicar a informação não-ficcional”.

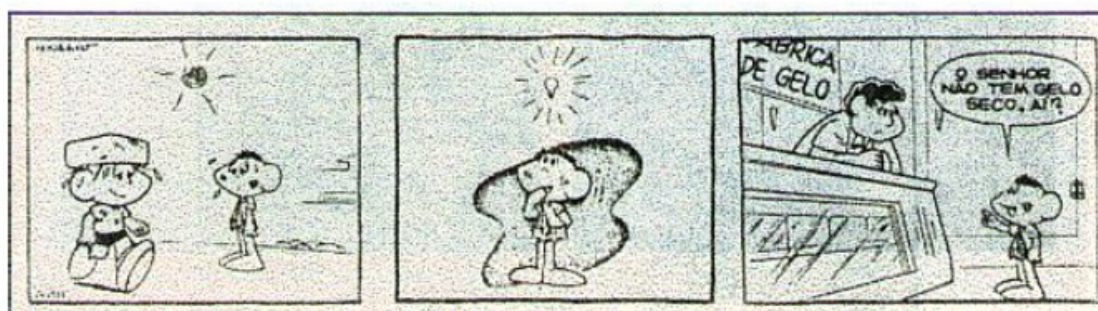
Tradução nossa (TATALOVIC, 2009, p. 4)

O artigo de Tatalovic (2009) apresenta vários quadrinhos de ciências, descrevendo suas temáticas e formatos e diferentes níveis de interatividade. Ele cita quadrinhos usados para o ensino, para comunicação com o público geral e para comunicação entre cientistas, e conclui advogando pela necessidade de mais estudo sobre esses materiais.

Outro pesquisador a analisar quadrinhos de ciências, dessa vez focando em quadrinhos em livros didáticos de Física, é Leonardo Testoni. Em sua dissertação, Testoni (2004) classifica esses quadrinhos de acordo com o papel pedagógico que cumprem no contexto do livro: ilustrativos, motivadores, explicativos e instigadores.

Os quadrinhos *ilustrativos* vêm tipicamente ao fim do capítulo do livro e não costumam apresentar nenhum tipo de conteúdo científico. Eles se relacionam de maneira tangencial ao assunto do capítulo e sua única função é gerar alívio cômico após uma longa discussão teórica (TESTONI, 2004, p. 24). Esses quadrinhos dificilmente se encaixam na definição de “quadrinhos de ciências”, visto que geralmente são tiras de jornal que não foram criadas com o objetivo de comunicar ou divulgar qualquer assunto científico. Um exemplo é a tira da Figura 19, que poderia ser usada para ilustrar um capítulo sobre calor e temperatura ou sobre mudanças de estado físico.

Figura 19: Tira da Turma da Mônica retirada de um livro didático de Física.



Fonte: TESTONI, 2004

Os quadrinhos *motivadores* serão aqueles que oferecem um fenômeno ou tema científico, mas não se preocupam em explicá-lo. O leitor é, então, motivado a buscar mais sobre o tema para entender a piada ou a metáfora. Normalmente são apresentados no início do capítulo do livro. (TESTONI, 2004, p. 27). Na figura 20 apresentamos um quadrinho motivador.

Figura 20: Exemplo de quadrinho motivador.



Fonte: TESTONI, 2004

Os quadrinhos *instigadores* serão aqueles que apresentem interação explícita com o leitor, fazendo uma pergunta direta a ele. Assim como os quadrinhos motivadores, aparecem no

início da lição. Esse tipo de quadrinhos também é estudado no exterior sob o nome de *concept cartoons* (TESTONI, 2004, p. 28). Na Figura 21 apresentamos um quadrinho instigador.

Figura 21: Exemplo de quadrinho instigador.



Fonte: TESTONI, 2004

Já os quadrinhos *explicativos* serão aqueles em que as explicações do tema ou do fenômeno são dadas pelo próprio quadrinho, que se propõe a ensinar um conceito ou tirar dúvidas sobre ele, fazendo papel de um texto de livro didático. Nessa categoria estão, por exemplo, as cartilhas quadrinizadas e campanhas publicitárias. Testoni (2004) constata uma não-utilização desse tipo de quadrinhos na Física, devido a sua dificuldade de produção e desinteresse das editoras nacionais (TESTONI, 2004, p. 25). Na Figura 22 apresentamos um exemplo de quadrinho explicativo.

Figura 22: Exemplo de quadrinho explicativo.



Fonte: TESTONI, 2004

Mendonça (2010) também fez um estudo de quadrinhos de ciências, estudando cartilhas quadrinizadas (CQ) institucionais. Esses quadrinhos normalmente são direcionados ao público com o objetivo de gerar mudanças de atitude em situações de saúde pública. Como pesquisadora de Letras, o objetivo de Mendonça é caracterizar essas cartilhas como gênero textual. Entre outras coisas, ela estuda o que chama de “cientificidade” das CQ, isso é, as estratégias de discurso científico. Essas estratégias estão resumidas no Quadro 3. Uma característica interessante desse trabalho é que ele também caracteriza a cientificidade na linguagem não-verbal das CQ.

Quadro 3: Cientificidade nas cartilhas quadrinizadas (CQ).

Linguagem verbal	Preferência por construções passivas e sequências tipológicas expositivas (imparcialidade/objetividade), seleção de assuntos “sérios”, identificação da instituição e/ou formação do cientista, ausência de questões existenciais do cientista, explicitação das bases teóricas do estudo, uso de jargão técnico (credibilidade/legitimidade).
Linguagem não-verbal	Desenhos realistas não-caricaturais e esquemáticos, em preto-e-branco (credibilidade/legitimidade), enquadramentos mais convencionais, desenhos esquemáticos com poucos detalhes (imparcialidade/objetividade).

Fonte: Mendonça, 2010.

Como parte do objetivo das CQ é fazer a aproximação com o público-alvo, elas também se utilizam de estratégias que “atenuam” a cientificidade do texto para dar um caráter mais cotidiano a elas. As estratégias de atenuação da cientificidade mais comuns são resumidas no Quadro 4.

Quadro 4: Estratégias de atenuação da cientificidade.

Linguagem verbal	Priorizam gírias sobre o jargão técnico.
Linguagem não-verbal	Transição entre os quadros cena-para-cena e cena-para-aspecto na exemplificação, uso de primeiro plano e close-up para destacar procedimentos e envolver leitores, preferência por um traço estilizado e caricatural, desenhos científicos destacados da narrativa.

Fonte: Elaboração própria a partir do texto de Mendonça, 2010.

Em conclusão, de acordo com a literatura consultada, os quadrinhos de ciências têm como objetivo comunicar e/ou ensinar temas científicos, podem assumir pelo menos quatro

papeis pedagógicos (ilustrar, motivar, instigar, explicar) e possuem características próprias que não são encontradas em outros quadrinhos – as estratégias de cientificidade.

O trabalho de Mendonça (2010), apesar de bastante completo e interessante, foi focado em apenas um tipo muito particular de quadrinho (as cartilhas), que são um tipo particular de quadrinhos com fins pedagógicos (explicativos), de uma área específica (saúde). Outro aspecto a ser destacado é que ela usa a distinção entre linguagem verbal e linguagem não-verbal, que é uma nomenclatura que reflete a priorização da linguagem escrita sobre os outros modos de comunicação. Numa abordagem multimodal, como a que adotamos neste trabalho, preferimos falar de *modo escrita* e *modo imagem*.

Na acepção de semiótica social de Gunther Kress, “modo” é um “recurso modelado cultural e socialmente para construir significado” (Kress e Bezemer, 2008, 171). Exemplos de modo são a escrita, a fala, as imagens, gestos, etc. Cada modo possui recursos, que dão a eles potenciais e limitações nessa criação do conhecimento, o que é conhecido como “*affordance*” do modo. O que conta como um modo depende fortemente do contexto. Para usar o exemplo de Kress e Bezemer (2008), a fonte em que um texto está escrito (**arial**, **comic sans**, etc.) pode, para um linguista, ser vista apenas como um recurso do modo escrito. Porém, em um poster criado por um designer, a fonte de cada palavra pode envolver tantos recursos de criação de significado que é considerada um modo à parte.

Para que possamos expandir sua análise para mais contextos e buscarmos entender melhor o que é a “cientificidade” da linguagem, precisaremos compreender a fundo a comunicação científica em todas os seus modos. Quais são eles? Como se estruturam? Precisamos também expandir e situar o que consideramos que está acontecendo nos momentos que Mendonça (2010) considera como de “atenuação da cientificidade”.

4 Linguagem da Ciência em seus vários modos

Diversos trabalhos tiveram como objetivo caracterizar as particularidades da linguagem usada pelos cientistas em relação à linguagem dos não-cientistas (formal ou informal) ao longo dos anos.

Um dos mais antigos desses trabalhos se encontra no livro *Aspectos Linguísticos da Ciência*, de 1939. Nele, Leonard Bloomfield afirma que uma característica importante da linguagem científica é ser mais compacta que a linguagem cotidiana, envolvendo grande precisão e uniformidade, o que faz dela uma linguagem que busca ser eficaz e eficiente (BLOOMFIELD, 1973, p.13). Para ele, a vastidão dos termos técnicos científicos e as construções sintáticas típicas da escrita acadêmica permitem essa eficiência comunicativa. Ele não considera o uso de fórmulas matemáticas na escrita científica como uma prática separada da escrita das palavras, mas como um desenvolvimento dessa busca cada vez maior por eficiência comunicativa e exatidão na recepção da mensagem (BLOOMFIELD, 1973, pp. 97-100).

Outra perspectiva interessante de análise da linguagem científica vem da teoria do psicólogo norte-americano Jerome Bruner. Em *Realidade Mental, Mundos Possíveis*, Bruner (2002) separa a linguagem em dois modos: o **modo paradigmático** e o **modo narrativo**. No momento, iremos nos focar no modo paradigmático, que seria o modo de comunicação predominante em comunicações científicas.

Este modo se basearia em um sistema de categorias idealizadas, relacionadas umas com as outras por operadores de lógica (conjunções como “então”, “somente”, “senão”, etc.) que lembra a construção de proposições matemáticas. As afirmações feitas nesse modo precisam ser claras e livres de subentendidos, de forma a permitir conclusões verificáveis e generalizáveis. Para isso, os operadores de lógica que citamos devem ser sempre usados com um único sentido e de maneira convencional, o que faz desse um modo de comunicação de caráter mais formal.

Quando histórias são contadas em textos que aderem a esse modo, elas tendem a ser pontos de partida, proposições teóricas que serão expandidas até se tornarem argumentos verificáveis. Quanto mais consistente uma argumentação, maior sua legitimidade para os leitores/ouvintes. Esse não é um modo que rejeita o uso de imaginação, mas a imaginação que ele permite é uma que “leva à boa teoria, à análise profunda, à prova lógica, ao

argumento legítimo e à descoberta empírica guiada por hipóteses racionais. (...) Trata-se, na verdade, de enxergar conexões formais possíveis antes que se seja capaz de prová-las de qualquer modo formal” (BRUNER, 2002, p. 14).

Por fim, também chamamos a atenção para o trabalho de Halliday e Martin, em *Writing Science*, de 1993. Eles definem a linguagem científica como uma variante da língua materna do cientista, com características específicas, no vocabulário e na gramática. Algumas de suas características principais seriam o uso constante de “metáforas gramaticais”, em que ações passam a ser expressas por substantivos ao invés de verbos, tornando-se “coisas”, e o vocabulário técnico específico, com um significado que, frequentemente, destoa daquele que é dado a tais palavras no senso comum (HALLIDAY e MARTIN, 1993, pp. 13-16).

Podemos, então, concluir que a linguagem da Ciência tende a ser mais sistematizada e mais voltada à eficiência comunicativa e exatidão na expressão dos conceitos científicos e da relação entre eles.

Essas discussões são restritas a um aspecto da linguagem científica, que é o modo verbal (falado ou escrito). Porém, a Ciência não é comunicada apenas por esses modos, fala e escrita. Diagramas, fotografias, gráficos, equações, símbolos e muitas outros modos de comunicação aparecem nos livros e artigos científicos, para não falar de modelos plásticos do corpo humano, globos terrestres, kits para montagem de moléculas orgânicas e outras representações materiais.

Em outras palavras, a linguagem da Ciência é *multimodal*, o que traz a necessidade de expandir o escopo de suas características.

4.1 Multimodalidade na linguagem da Ciência: equações e imagens científicas

Até o momento, falamos apenas do modo “escrita”, que caracteriza a linguagem da Ciência. Algumas observações servem também para o modo “fala”, ainda que, na fala, a presença das entonações seja uma das características que a diferencia do modo “escrita”. Uma das razões da pouca abordagem de outros modos é de esse ser um aspecto da comunicação científica que apenas recentemente passou a receber atenção dos pesquisadores (KRESS, 2001). Kress (2001) chama a atenção para o fato de que o termo “linguagem” expressa um construto teórico que existe apenas na elaboração dos

linguistas. Na expressão dada pelos falantes e escreventes de uma língua, o que existe realmente são modos pelos quais nos expressamos: os modos “escrita”, “fala”, “imagem” e “símbolos (matemáticos ou não).” Apesar disso, muitos autores continuam a usar a expressão “linguagem científica” para se referir ao modo como expressamos fatos e explicações científicas no modo “escrita”. De modo que, neste texto, usaremos a forma recomendada pelos autores que adotaram a multimodalidade e são citados neste trabalho.

Uma das análises mais atuais da escrita científica que integra os outros modos de comunicação é a contida no livro de Yaegan Doran (2018). Ele fez uma análise do discurso da Física sob a ótica da Linguística Sistêmico-Funcional (LSF) e da Teoria da Legitimação dos Códigos (LCT). Sua análise inclui, além do modo escrita, o papel das imagens e das operações matemáticas em livros didáticos e artigos.

A Linguística Sistêmico-Funcional é uma tradição linguística iniciada por Michael Halliday na década de 60 (ALMURASHI, 2016). Ao invés de apresentar a gramática como uma série de regras formais que precisam ser respeitadas pelos falantes de uma língua, a LSF considera a gramática como um sistema que produz significados a partir das escolhas dos falantes. Na LSF, a linguagem realiza três grandes funções (chamadas de **metafunções**) na comunicação: a metafunção ideacional (modelar o mundo), a metafunção interpessoal (criar relações entre as pessoas) e a metafunção textual (criar sequências comunicativas coerentes) (SANTOS, 2014, p.168). Embora tenha sido desenvolvida para análise da “linguagem verbal”, nos seus modos fala e escrita, a LSF possui ferramentas que podem ser utilizadas para a compreensão dos outros modos de comunicação.

Doran (2018) também recorre à Teoria dos Códigos de Legitimação (LCT) para estudar o discurso da Física por meio das múltiplas dimensões que governam as práticas semióticas de um campo. Ele estuda principalmente a **densidade** e a **gravidade semânticas**, que são dois conceitos da dimensão semântica das práticas científicas. A densidade semântica é uma medida da complexidade das práticas (no caso da linguagem, de quanto significado está concentrado em um termo) e a gravidade semântica é uma medida do quanto o significado das práticas depende de seu contexto. (MATON, 2014).

O que mais nos interessa aqui é o estudo que Doran faz das expressões matemáticas e das imagens em livros de Física para caracterizar seu uso e suas possíveis *affordances*. Ele estrutura essas *affordances* no Quadro 5.

Quadro 5: Reprodução do quadro de Doran resumindo as *affordances* da linguagem [escrita], da matemática e das imagens na Física em diferentes contextos:

		Matemática	Linguagem	Imagem
Atividade	Expectativa	---	<i>Sim</i> Através de <u>procedimentos</u>	<i>Sequências</i> Através de <u>diagramas</u>
	Implicação	<i>Complexos</i> Através de <u>derivações</u>	<i>Sequências</i> Através de <u>explicações</u>	<i>Não há distinção clara de Expectativa e Implicação</i>
Taxonomia	Composição	---	<i>Sim</i> Através de <u>relatos composicionais</u>	<i>Sim</i> Através de <u>diagramas</u>
	Classificação	<i>Mínimas</i> (Especificadas por <u>subscritos</u>)	<i>Sim</i> Através de <u>relatos taxonômicos</u>	<i>Sim</i> Através de <u>diagramas</u>
Arranjo		---	<i>Sim</i> (Nenhum gênero aparente)	<i>Sim</i> Através de <u>gráficos</u>
Generalização		<i>Sim</i> Através de <u>quantificações</u>	<i>Sim</i> (Nenhum gênero aparente)	<i>Sim</i> Através de <u>gráficos</u>

Fonte: DORAN, 2018, p.210, tradução nossa

Doran, então, conclui que a linguagem escrita cria as bases do conhecimento físico ao criar constelações de relações entre os conceitos e aumentar a densidade semântica dos termos. A partir das relações criadas pelas palavras, as imagens e as fórmulas matemáticas estenderiam esse conhecimento (DORAN, 2018, p.211).

As imagens fortaleceriam a densidade semântica da Física e, ao tornar explícitas certas relações taxonômicas, permitiriam que novas relações sejam criadas, aumentando essa densidade ainda mais. As fórmulas matemáticas expandiriam a densidade semântica da Física ao mobilizar símbolos de alta densidade semântica para criar ainda mais relações

de implicação entre eles (DORAN, 2018, p.211). Tanto imagens quanto fórmulas também seriam instrumentais para os processos de levitação (diminuição da gravidade semântica) e gravitação (aumento da gravidade semântica), ao permitir interfaces entre a teoria e os dados empíricos (DORAN, 2018, p.212).

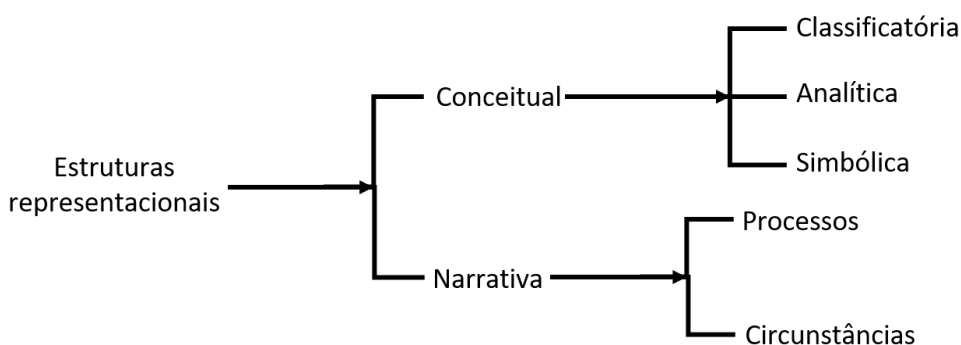
Com isso, ele traça um panorama em que as partes (linguagem escrita, fórmulas matemáticas e imagens) do discurso da Física se combinam para criar significados maiores do que cada modo isolado, reforçando a necessidade de se estudar as interações entre esses modos para se entender melhor como se dá a construção desse discurso (DORAN, 2018, p.118). Em seu livro, porém, ele não estuda a estrutura das imagens e a forma como cumprem seu papel comunicativo.

Para fazer esse estudo, podemos recorrer ao livro *Reading Images – The Grammar of visual design*, de Gunther Kress e Theo van Leeuwen (2006). Nele, são descritos aspectos gramaticais de composições gráficas em geral, e, em alguns pontos, são discutidas as imagens científicas.

Esse livro é construído utilizando-se da LSF como suporte para sua gramática. Nele, Kress e Van Leeuwen (2006) demonstram que as imagens possuem recursos para realizar as três metafunções de Halliday, possuindo, portanto, a capacidade de comunicar significados que não *dependem* de um texto escrito (mesmo que às vezes se *conectem* com ele). A metafunção ideacional (modelagem do mundo) é realizada pelos elementos de uma imagem e aquilo que eles buscam representar, o que os autores chamam de “estruturas representacionais”. A metafunção interpessoal (construção de relações) é realizada pela interação sugerida entre os personagens da imagem e o visualizador. A metafunção textual (construção de textos) é realizada pelas composições de imagens, formando uma imagem maior.

Kress e Van Leeuwen (2006) dividem as estruturas representacionais de uma imagem em dois tipos, conforme a Figura 23: *conceituais* (representam conceitos ou relações entre eles) e *narrativas* (representam ações). Estruturas conceituais podem estabelecer relações de hierarquia entre seus elementos (*classificadoras*), relações de parte-todo (*analíticas*) ou apenas apresentar um elemento gráfico e informar ao visualizador o que ele simboliza (*simbólicas*). Já as estruturas narrativas podem apresentar um *processo* ou as *circunstâncias* desse processo (por exemplo, o cenário ou o momento em que ele ocorre). Cada uma dessas estruturas pode ser refinada em subtipos, se necessário.

Figura 23: Estruturas representacionais da metafunção ideacional das imagens.



Fonte: Kress e Van Leeuwen, 2006 (tradução nossa).

Estruturas conceituais são típicas de publicações acadêmicas, enquanto estruturas narrativas são as mais comuns em quadrinhos tradicionais, por serem as estruturas utilizadas para se contar uma história. Em um quadrinho que pretende explicar um conceito científico, porém, as estruturas conceituais passam a ser esperadas, como elementos visuais importantes para a Ciência.

Kress e Van Leeuwen observam quatro características principais em uma imagem que comunicam significados interpessoais: ângulo de visão (pode causar hierarquização entre o ser representado e o observador), variações de estilo (como, por exemplo, um pequeno trecho colorido em um desenho todo preto-e-branco, que pode comunicar uma apreciação subjetiva a respeito do objeto destacado), ângulo de representação das pessoas na imagem (uma pessoa representada olhando diretamente para o observador pode comunicar contundência ou autenticidade, uma pessoa olhando de lado no desenho pode comunicar distanciamento ou malícia), demanda ou oferecimento de informações ou bens e serviços (a imagem, especialmente quando tem um ser humano ou antropomorfizado representado, pode oferecer ou demandar coisas ao observador).

Em relação às imagens científicas, podemos observar as seguintes características:

- A visão é sempre frontal (isso é, como se o objeto representado estivesse imediatamente adiante da linha do horizonte do observador);
- O uso de cores é frequentemente reduzido ao estritamente necessário para comunicar significados representacionais;

- O ser é sempre representado virado de frente para o observador, ou em ângulos padronizados para que o máximo de estruturas relevantes esteja visível. O autor da imagem tem pouca ou nenhuma liberdade para criar variações desses ângulos que tenham como objetivo comunicar avaliações subjetivas sobre o ser (um ângulo que o faça parecer “mais ameaçador” ou “mais adorável” ou “mais bonito”).
- As imagens sempre oferecem informação. Mesmo em textos que demandam ação, como instruções experimentais, é comum que nem a legenda das imagens contenha imperativos diretos (“**acrescenta-se** tal reagente ao béquer” ao invés de “**acrescente** tal reagente ao béquer”).

Tomando esses aspectos em conjunto, poderemos dizer que as imagens científicas, assim como a escrita, buscam fortemente comunicar uma despersonalização e objetividade da representação.

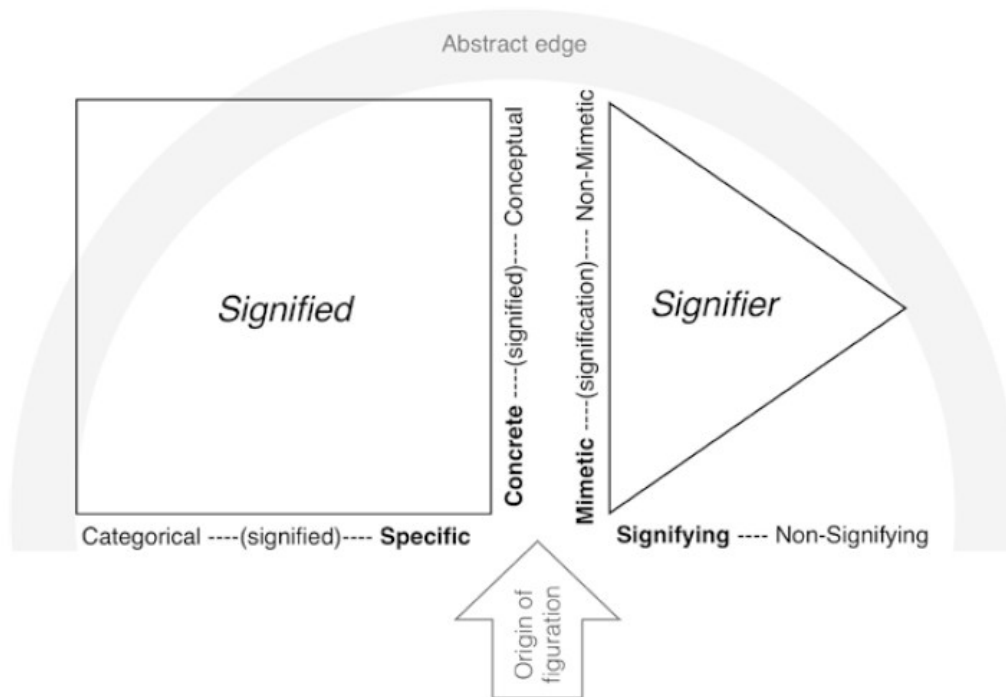
Em termos da metafunção textual, Kress e Van Leeuwen estudam os esquemas de posicionamento dos elementos em composições de imagens e suas possíveis funções e significados. Não iremos utilizar o sistema que os autores constroem, por ele ser muito voltado a pinturas e pôsteres publicitários, mas algumas de suas observações mais gerais ainda se aplicam em termos da organização de diagramas científicos: por exemplo, em sequências de imagens, as que aparecem mais à esquerda tendem a ser o **dado** (segundo a SFL, “dado” é aquilo que presumimos que o observador conheça para que a ideia nova possa ser construída adiante) e o **tema** (também de acordo com a SFL, “tema” é o elemento ao qual o resto da comunicação se refere) em relação às seguintes, que serão o **novo** e o **rema** das anteriores.

Como podemos perceber, usando as ferramentas de Kress e Van Leeuwen, diremos que as imagens científicas são impessoalizadas, objetivas e densas de significados em maneiras muito particulares. Outro aspecto que eles analisam brevemente é o fato de diagramas científicos serem frequentemente “abstratos”, mas o que, exatamente, define uma imagem abstrata?

Para uma definição mais refinada de “abstração”, utilizamos uma ferramenta de Davies (2019), e seu estudo sistêmico-funcional de quadrinhos, no qual destaca os espectros de abstração (Figura 24). Quanto mais próxima uma imagem está do centro do semicírculo, mais concreta ela é, quanto mais próxima da borda, mais abstrata.

“*Signified*”, no diagrama, é o conceito que está sendo representado na imagem, e “*signifier*” é a imagem em si. Uma imagem apresenta o máximo de concretude quando é **mimética** (busca representar a entidade com o máximo de detalhes e fidelidade de proporções e cores), **representativa** (isso é, busca ser lida como representação e não como riscos no papel) e quando representa uma entidade **concreta e específica**.

Figura 24: Diagrama dos espectros da abstração.



Fonte: Davies, 2019

Uma fotografia comum (Fig. 25A) possui todas essas características: é bastante mimética (retendo uma parte considerável das características do que é fotografado) e representativa (é rara uma fotografia que não busca representar aquilo que foi captado pela câmera) e o objeto fotografado por ela é necessariamente concreto e específico, ainda que ela possa ser usada para ilustrar uma categoria em um texto. Graças a essa concretude, é geralmente considerada uma representação bem próxima de uma entidade real.

Por outro lado, um ícone como o da Figura 25B representa uma entidade concreta (pessoa), mas é **categórica** (não representa uma pessoa específica) e muito pouco mimética, então é mais abstrata que a fotografia e não é considerada uma representação tão próxima de uma pessoa real.

Figura 25: (A) Fotografia de uma pessoa e (B) ícone representando uma pessoa genérica.



Fonte: (A) autoria própria (B) biblioteca de ícones do Microsoft Word.

Quanto às imagens científicas, mesmo as que buscam retratar entidades concretas e específicas tendem a ser fortemente não-miméticas, representando essas entidades com o mínimo possível de detalhes ou mesmo por símbolos, que possuem mimese baixa ou nula, como os diagramas de força da Física, em que objetos complexos são reduzidos a um bloco quadrado ou a um ponto na representação.

Embora a conclusão “sim, imagens científicas são mesmo abstratas” pareça superficial a essa altura, essa análise de **o que** as faz abstratas será muito importante no capítulo seguinte. Nele, analisaremos o que muda quando a linguagem científica aparece em livros didáticos, quadrinhos de ciências e materiais de divulgação científica no geral. Como os autores modificam a linguagem científica, tenham eles consciência ou não, ao buscar a conexão com o público, e por que isso funciona?

5 - Narrativa e “atenuação da cientificidade”

O uso dos quadrinhos enquanto motivador da aprendizagem, no ensino de ciências, foi o mais analisado e discutido na literatura, como demonstrado na prevalência de estudos que analisaram e destacaram a atitude dos estudantes em relação ao ensino de Ciências em relação a outros efeitos dos quadrinhos (Quadro 2, Introdução). Mendonça (2010) reforça que as cartilhas quadrinizadas (que estudou) tinham como objetivo a aproximação com o público e, para isso, realizam “atenuações da cientificidade”.

A ludicidade dos quadrinhos e sua “atenuação do científico” podem ser ressignificadas retornando ao referencial teórico de Bruner e sua divisão da comunicação entre “modo narrativo” e “modo paradigmático”. Embora Bruner não seja um teórico da semiótica social e da Linguística Sistêmico-Funcional, que temos utilizado como base, ele é um psicólogo inspirado pelo socioconstrutivismo de Lev Vygotsky, que também propõe que significados são construídos socialmente.

A maior vantagem de utilizar a divisão de Bruner é que ela foi criada com a comunicação verbal em mente e é semelhante à divisão proposta por Kress e Van Leeuwen (2006) para as estruturas representacionais do modo visual: estruturas narrativas e estruturas conceituais. Além disso, estudar narrativas em quadrinhos sob a perspectiva de Bruner rendeu frutos interessantes em pesquisa anterior (RODRIGUES, 2015), e acreditamos que sua teoria será útil para essa discussão particular.

Primeiramente, precisamos definir os dois modos de comunicação, conforme Bruner (2002). Como já mostrado na parte 2.4, para Bruner, o modo paradigmático é definido como uma série de conceitos e argumentos organizados por operadores de lógica, e é o principal modo em que acontece a comunicação científica. Porém, o modo de comunicação que as pessoas utilizam em suas interações diárias, é, para ele, o *modo narrativo*.

O modo narrativo pode ser definido como aquele que lida com as intenções humanas e suas vicissitudes. Ao invés de criar bons argumentos, a narração se preocupa com as condições humanas. Ela se legitima não por ser *verdadeira*, mas por ser *verossímil*, isso é, por retratar com autenticidade o ser humano e sua consciência. Segundo Bruner, “pode ser que as condições e os estados intencionais descritos em uma ficção ‘bem-sucedida’ nos sensibilizem a experimentar nossa própria vida de maneira semelhante” (BRUNER, 1991, p.12).

Em *Atos de Significação* (BRUNER, 2002b), são apresentadas três características inerentes da narrativa: (1) sua sequencialidade – isso é, ser composta de uma sequência intencional de fatos, (2) não necessariamente se prender à realidade do fato narrado (isso é, ser verossímil, mas não necessariamente verdadeira, como já dito) e (3) sua capacidade de, nas palavras de Bruner (2002), “encontrar um estado intencional que atenua ou pelo menos torne compreensível um afastamento de um padrão cultural canônico”. Isso é, a narrativa torna possível a explicação de algo que se afaste do esperado pelo interlocutor.

Ao começar a leitura de um texto do modo narrativo, o leitor o enquadra em um gênero, como humor, romance ou suspense. Gêneros literários não são apenas uma classificação de histórias já prontas, mas um conjunto de “gatilhos” que gerarão expectativas e indicarão o conjunto de ferramentas interpretativas que o leitor irá utilizar durante seu processo de leitura. Gêneros podem ser mais ou menos explícitos em uma narrativa e, quanto menos explícito é um gênero, maior a multiplicidade de interpretações que um texto pode receber. A leitura de uma narração é, assim, uma atividade imensamente interativa e particular.

Ou seja, “sensibilizar”, “conscientizar”, “aproximar-se de” são parte integrante desse modo de comunicação. Como observamos no Quadro 6, os dois modos são bem diferentes na forma de se estruturar, porque seus objetivos são diferentes.

Quadro 6 - Síntese das diferenças dos modos paradigmáticos e narrativo.

Modo paradigmático	Modo narrativo
Busca uma verdade universal	Busca a verossimilhança
Precisa apresentar consistência interna	Transgride a consistência, pode ser contraditório
Convencimento do interlocutor fornecendo provas empíricas ou lógicas	Convencimento do interlocutor por apresentar uma experiência humana plausível dentro das condições apresentadas
Causalidade (se x, então y)	Apresenta condições prováveis entre dois eventos
Preenchimento de um ideal de um sistema formal e matemático de descrição e	Criação de uma história que faça com que comportamentos humanos que se afastam do cânone cultural possam ser explicados.

explicação, empregando a categorização ou a conceituação;	
Formação de proposições	Existência de gatilho para mudança de um plano para o outro

Fonte: Elaboração própria, baseado em Bruner (2002)

Apesar dessas diferenças, Bruner (2010) acredita que esses dois modos se complementem na mente humana. Se, por um lado, o modo paradigmático busca formar teorias que se ajustem a fatos observados, por outro, “nós vimos a conceber um ‘mundo real’ de modo que caibam nele as histórias que contamos a seu respeito” (BRUNER 2010, p. 113). Ou seja, embora o modo paradigmático busque construir um “mundo real” objetivo e universal, que seja o mesmo para todos os pesquisadores de qualquer parte do mundo, a percepção de realidade das pessoas depende das histórias criadas sobre esse mundo no modo narrativo.

Trazendo essa discussão para o ensino de ciências, vemos que ele tem como preocupação principal permitir que os alunos se comuniquem através do modo paradigmático. Segundo Bruner, “Dedicamos uma quantidade enorme de esforço pedagógico para ensinar os métodos da ciência e o pensamento racional: o que está envolvido na verificação, o que constitui contradição, como transformar meros enunciados em proposições testáveis, e assim por diante” (BRUNER, 2001, p.141). Porém, as narrativas são parte fundamental de como o ser humano experimenta a vida e como ele retém essa experiência na memória e na construção do ser. Assim, uma desconexão completa do modo narrativo também causa uma desconexão com o sentido de realidade da pessoa, especialmente daquela que não tem muita habilidade em compreender o modo paradigmático.

Em nossa pesquisa anterior, estudantes conseguiram recorrer à memória das informações que leram em uma HQ para tentar resolver um problema, o que aconteceu três meses depois do único contato com que tiveram com essa HQ. Acreditamos que essa foi uma manifestação desse princípio, já que, ao mesclar uma explicação de um conceito de Química com uma narrativa, a HQ permitiu que o conceito fizesse parte de um contexto emocional e de uma estrutura psicológica mais familiar, favorecendo assim a formação da memória (RODRIGUES, 2015).

De maneira mais ampla, o que praticamente todos os quadrinhos de ciências fazem, em maior ou menor grau, é justamente a junção desses dois modos de comunicação, de muitas

maneiras diferentes. A “atenuação da cientificidade” e a “abordagem lúdica” dos quadrinhos, quando analisadas em maior profundidade, podem ser traduzidas aproximadamente como “quadrinhos utilizam elementos narrativos para trabalhar assuntos que normalmente só são comunicados de maneira paradigmática”.

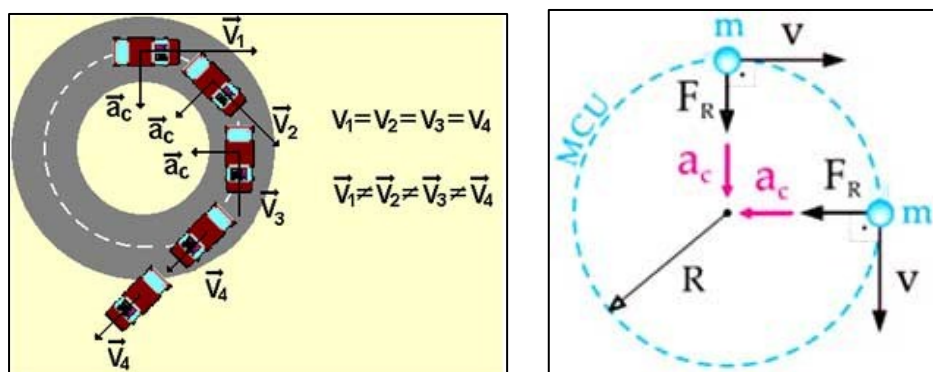
Um exemplo é a presença de um personagem que oferece explicações científicas ao longo dos quadrinhos. A existência de um personagem que fala com o leitor, tem expressões faciais e movimento é uma característica das narrativas, que vai de encontro à despersonalização da informação típica do modo paradigmático. Outro exemplo, citado por Mendonça (2010), é o uso do traço cartunesco ou caricatural nas cartilhas quadrinizadas. Esse traço remete a gêneros narrativos, como desenhos animados ou quadrinhos de herói, servindo como “gatilho” para que o leitor do quadrinho mobilize as estratégias de leitura que usaria para esses gêneros. Se o leitor fosse confrontado com os desenhos esquemáticos típicos da linguagem científica, poderia se sentir intimidado, caso ainda não tenha a habilidade de interpretá-los com facilidade.

Kress e Van Leeuwen (2006) também reconhecem o papel da “narrativização” da linguagem científica em seu trabalho, ao discutir o sistema de modalidade em imagens. Modalidade, na metafunção interpessoal, são estratégias linguísticas interpessoais que indicam o nível de certeza e realidade de uma comunicação. Na linguagem verbal, seria o ato de acrescentar expressões como “tenho certeza que”, “acho que”, “dizem que” a uma afirmação. Na linguagem visual, isso varia. Os autores afirmam que, na maioria dos contextos, o maior realismo é dado pela aproximação àquilo que é visualizado, sendo que fotografias geralmente alcançam o nível máximo de percepção de realismo de uma imagem. Em imagens científicas, entretanto, detalhes naturalistas são frequentemente vistos como “decorativos” (KRESS E VAN LEEWUEN, 2006, p.164.).

Kress e Van Leeuwen concluem que, quando uma imagem científica precisa ser apresentada a uma criança ou a um leigo ela é, então, “naturalizada”, isso é, assume elementos que contextualizam aquele princípio. Essa imagem, então, será mais facilmente interpretada pelo público-alvo (KRESS E VAN LEEWUEN, 2006, p.172). Fazendo uma ligação com o espectro da abstração de Davies (2019), que discutimos no item anterior, Kress e Van Leeuwen consideram as imagens mais próximas à realidade no contexto cotidiano quando são mais concretas, mas que, no campo científico, o desejável é a abstração.

Em textos didáticos, nós vemos essa “naturalização” frequentemente. Na Figura 26, o diagrama de movimento circular (à direita) é transformado na representação de uma situação de trânsito em um blog que explica esse conceito a alunos do Ensino Médio.

Figura 26: Representação da aceleração centrípeta em movimento circular uniforme em um diagrama “naturalizado” e num diagrama científico, respectivamente.



Fonte: http://fisicapaidegua.com/conteudo/conteudo.php?id_top=010211

Utilizando os referenciais que temos até o momento, é possível deduzir que a “naturalização” da Figura 26 funciona ao tornar a imagem mais concreta (dando identidade específica ao ator generalizado “m” – um carro – e tornando sua representação mais mimética, ao invés de continuar utilizando uma pequena esfera) e adicionando estruturas representacionais narrativas (adicionando circunstâncias – cenários e cores), o que torna a descrição de um fenômeno genérico mais próximo de uma situação real e que poderia ter sido presenciada por um estudante. Isso faria com que o estudante seja capaz de compreender as forças envolvidas no movimento circular como parte de sua história de vida e da narrativa com que constrói sua realidade, ao invés de algo externo à realidade, favorecendo seu aprendizado.

Outra estratégia de comunicação da ciência em quadrinhos que também traz elementos narrativos para o discurso paradigmático é o uso de metáforas, tanto verbais quanto as metáforas visuais estudadas por Farinella (2018). Um tipo particular dessas metáforas, a antropomorfização, faz com que elementos que figurariam em estruturas relacionais como atributos ou portadores, por exemplo, apareçam como atores dotados de faculdades mentais e verbais, como na Figura 27.

Figura 27: Cartum humorístico em que uma molécula orgânica com olhos e mãos está se cobrindo em uma cama e dizendo “I’m scared!”. A legenda é “A fixed bed reactor!”.

A FIXED BED REACTOR!



Fonte: *Chemsrapes*

Embora existam contextos em que essa personalização de objetos pode ter consequências indesejáveis ao aprendizado, a antropomorfização se torna um recurso importante ao considerarmos que a descrição de muitos fenômenos naturais são histórias sem protagonistas: quando dizemos “o hidróxido de sódio absorveu água”, isso é uma narrativa, mas não há nenhuma vontade por trás do fenômeno, da mesma forma como não há um sujeito nas frases “choveu ontem” ou “ventou muito”. Como, de acordo com Bruner (2002), a narração tem os personagens como um dos elementos principais, para que fenômenos naturais, substâncias químicas e organismos desprovidos de estruturas neurais possam ser os protagonistas de uma história sobre eles, ao invés de elementos circunstanciais como a chuva ou vento, precisam ser antropomorfizados em maior ou menor grau. Mesmo o discurso em sala de aula usa esse recurso ocasionalmente, quando um professor de química, diz, por exemplo, que elétrons “preferem” ocupar menores estados de energia.

Portanto, além do caráter híbrido que os quadrinhos têm por combinarem blocos de texto e de imagens, os quadrinhos de ciências ainda lidam com os hibridismos narrativo/paradigmático e concreto/abstrato.

No próximo capítulo, então, estudaremos um volume considerável de quadrinhos de ciências, para identificar neles as estruturas advindas da escrita científica, as estruturas de “narrativização” desse discurso paradigmático e verificar quais estratégias são mais utilizadas em que contextos, além de fazer uma análise de qual o potencial dessa discussão para as estratégias de ensino de ciências utilizando quadrinhos.

6 O método de análise

6.1 O corpus

Foram selecionados 168 quadrinhos, segundo nossa definição de quadrinhos de ciências:

Sequência de unidades estruturais, cada unidade sendo um arranjo de palavras e imagens em delimitações (páginas, quadros, balões, etc.) com estrutura visualmente hipotática, que tem como objetivo comunicar temas científicos e/ou assumir diferentes papéis pedagógicos no Ensino de Ciências.

Os quadrinhos para o corpus foram selecionados em websites, lojas, bibliotecas, dissertações, teses, disponibilização direta pelos autores ou instituições distribuidoras e perfis de redes sociais. Nos bancos de dados de artigos, teses e dissertações, lojas online, redes sociais e sites de busca, foram feitas buscas das seguintes palavras-chave em diversas combinações: “quadrinhos”, “ciências”, “educação”, “ensino”, “comics”, “cartoons”, “science” e “science education”, e todos os quadrinhos encontrados foram acrescentados ao corpus. Foram também acrescentadas indicações feitas por terceiros, trabalhos encontrados nas referências dos artigos e teses lidos e toda a base de dados conforme estava disponível em 03/07/2022 no website CartoonScience.Org, mantido pelo pesquisador de quadrinhos de ciências Matteo Farinella. O objetivo era fazer uma busca tão exaustiva quanto possível, para contemplar o máximo de variação.

Também se determinou que os quadrinhos deveriam ter uma pessoa com formação universitária em Ciências Puras, Ciências Aplicadas ou Educação em Ciências como autor ou consultor do trabalho, para haver uma garantia de que pelo um envolvido no processo tenha experiência em leitura ou produção de textos científicos. Com isso, foram excluídos trabalhos de ficção científica para fins de entretenimento e trabalhos em que a consultoria científica não pôde ser verificada. O objetivo desse critério era o de ter uma maior garantia de que o(s) autor(es) do quadrinho tinha(m) a formação necessária para compreender e expressar conceitos científicos corretamente, além de familiaridade com a leitura e a produção de imagens de cunho científico.

Esses 168 quadrinhos foram recolhidos em português, inglês e espanhol, de fontes de vários países. Em alguns casos, a língua em que o quadrinho foi lido para esse trabalho não era a primeira língua dos autores. Nesse caso, assumiu-se que a tradução foi fiel ao

texto original para fins de aproximação. A lista completa dos quadrinhos, contendo o endereço virtual em que estão disponíveis (se for o caso) está no Anexo 2.

No segundo momento da análise, o corpus foi dividido em três partes: o Grupo 1, com 62 quadrinhos de extensão variando de 1 a 30 páginas, que foi utilizado nas análises quantitativas, o Grupo 2, com 59 cartuns e tiras, e o Grupo 3, com 40 *graphic novels*, que foram analisados quanto às suas peculiaridades em relação ao primeiro grupo.

O Grupo 2 foi criado porque a maioria dos cartuns e tiras tem uma estrutura muito breve, com poucos quadros e estrutura narrativa de piada, e isso trazia resultados destoantes na quantificação. Algumas tiras apresentavam porcentagens desproporcionalmente altas de estruturas da linguagem científica apenas por possuírem três ou quatro quadros. Além disso, são um grupo bem mais uniforme que os outros dois em termos de função comunicativa.

O Grupo 3, das *graphic novels*, foi criado porque a extensão desses quadrinhos também leva a porcentagens de estruturas não comparáveis aos dos outros quadrinhos, e porque sua estrutura longa traz possibilidades que trabalhos menores não apresentam, como uma maior “diluição” do conteúdo científico, ou páginas não-quadrinizadas trazendo aprofundamento das explicações científicas.

O Grupo 1 originalmente tinha 72 quadrinhos. Os 10 quadrinhos que não fizeram parte da análise quantitativa foram retirados da análise por vários motivos. Um grupo de 7 deles era parte da coleção de 9 quadrinhos roteirizados por Jim Ottaviani para a revista *Chemistry World* que foi disponibilizada gratuitamente na internet apenas em uma forma desconstruída para o formato de slides ao invés de sua forma original de quadrinhos de uma ou duas páginas. Apenas 2 deles foram encontrados nessa forma original, e utilizados nas análises quantitativas, uma vez que eram os únicos que poderiam ter seu número de quadros consistentemente determinados. Dos outros 3 quadrinhos que não foram incluídos no Grupo, 2 são quadrinhos de Jorge Cham que têm o mesmo estilo de desenho e roteiro que ele emprega em “*PHD Comics: Dark Matter*” e que estão disponíveis de forma fragmentária na internet, podendo ter uma ou duas páginas perdidas no formato em que são encontrados. Embora essa falta não prejudique as análises qualitativas, poderia atrapalhar as quantitativas, razão por constituírem o corpus principal, mas não esse grupo. Por fim, *General Relativity* é um quadrinho que, semelhante à coleção da *Chemistry World*, é disponibilizado online em um formato que não permite uma contagem confiável

de seu número de quadros. Os grupos a que cada quadrinho pertence está registrado no quadro do Anexo 1.

6.2 As categorias de análise

Na primeira etapa de análise, os quadrinhos foram, primeiro, categorizados quanto a seus autores, seu número de páginas, sua data de publicação, sua área de conhecimento, seus países de origem e a língua em que foram lidos para esse trabalho (ver aba “corpus” no Google Drive, por ser muito extenso para um anexo: https://docs.google.com/spreadsheets/d/1V1bL66F2RIonNtM6ZCLs1ifjwOoefd-y/edit?usp=share_link&ouid=103214477529000799864&rtpof=true&sd=true).

Juntamente com essa classificação, fizemos um levantamento da faixa etária a que os quadrinhos eram explicitamente direcionados no próprio artefato ou no contexto em que foi coletado (loja, website, livro, etc.). Usou-se a seguinte convenção para a identificação no quadro 7.

Quadro 7: Idade considerada para cada público

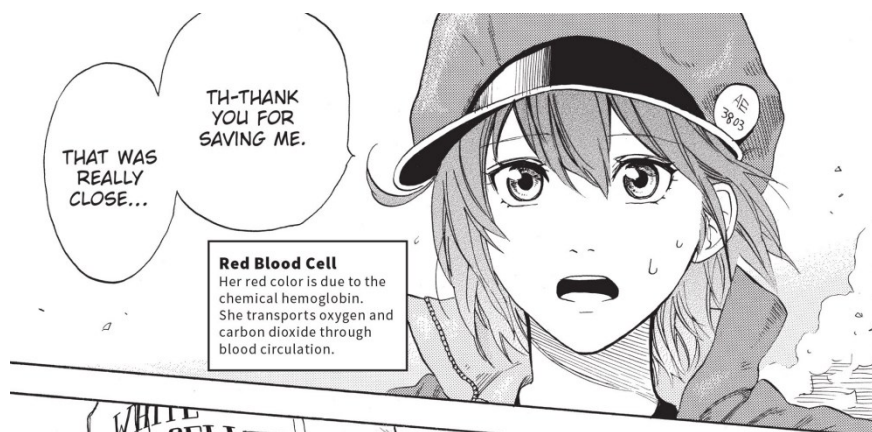
Público infantil (I)	até 13 anos
Público juvenil (J)	14 a 18 anos
Público adulto (A)	acima de 18 anos
Público geral (G)	faixa etária não indicada

Após esse levantamento preliminar de dados gerais, os quadrinhos também foram classificados em um sistema derivado das categorias de Testoni (2004) para o uso pedagógico dos quadrinhos. As três categorias utilizadas foram:

Quadrinhos motivadores (M) são aqueles quadrinhos em que conceitos científicos não são explicitamente explicados, ou são de forma muito breve e separada da narrativa, como as “caixas informativas flutuantes” de Cells at Work! (Figura 28). O principal objetivo desses quadrinhos no ensino de ciências é o de despertar o interesse dos estudantes para o estudo de certo tema e/ou de servirem como metáforas para que o professor faça as correspondências entre os acontecimentos da história e os fenômenos científicos representados. Certos quadrinhos comumente utilizados para a motivação do interesse de

estudantes sobre o tema, como quadrinhos de super-heróis, não foram contabilizados nessa categoria por não cumprirem o requisito de serem produzidos por cientistas ou com assessoria de cientistas.

Figura 28: Excerto de *Cells at Work!*, com uma caixa informativa explicando células sanguíneas vermelhas. Caixas assim são raras na história e não são percebidas ou comentadas por nenhum dos personagens.



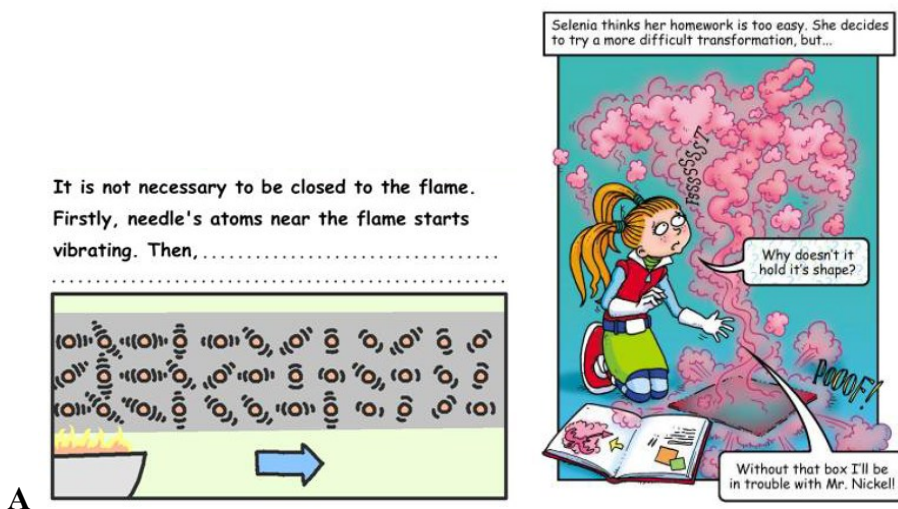
Fonte: *Cells at Work!* – Volume 1, de A. Shimizu

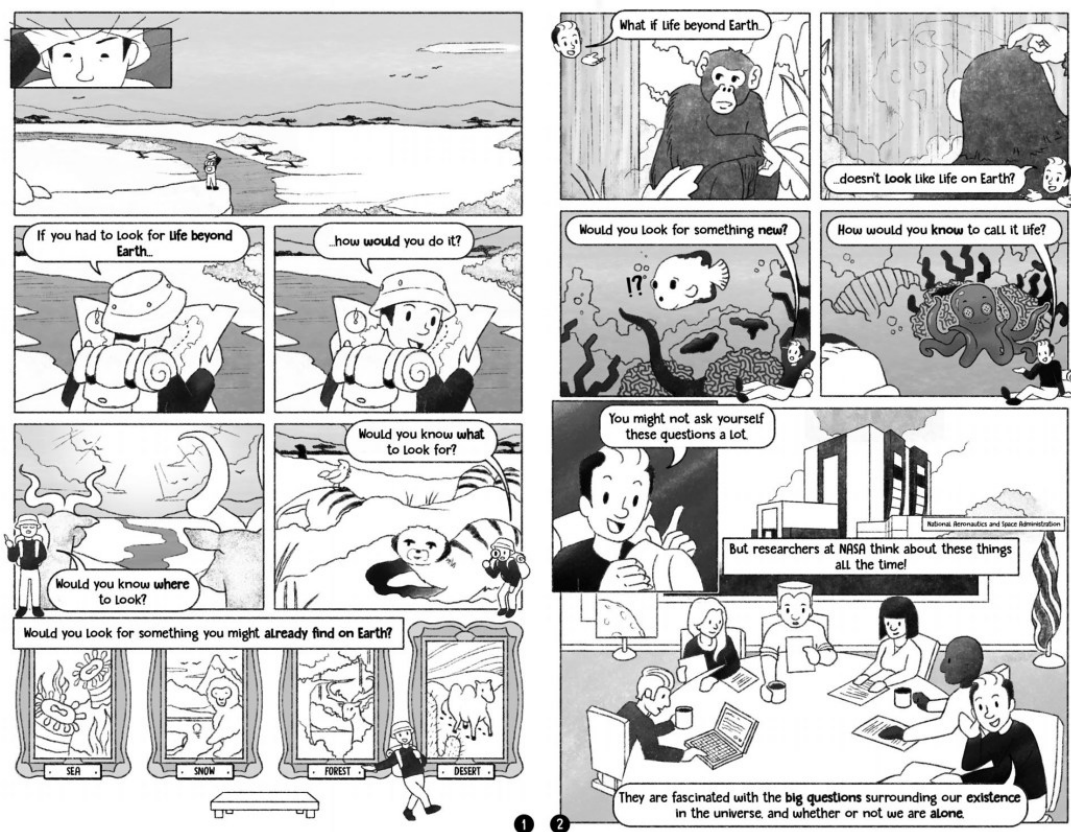
Quadrinhos instigadores são aqueles que incluem perguntas a serem respondidas pelos leitores e, em alguns casos, balões vazios a serem preenchidos com as palavras corretas. Entram nessa categoria *concept cartoons* (que apresentam uma situação-problema e terminam com uma pergunta), quadrinhos criados para serem preenchidos durante uma prática de laboratório e quadrinhos em que as perguntas interativas surgem durante a história, seja com os personagens quebrando a quarta parede⁴ para se direcionarem explicitamente ao leitor ou com eles fazendo a pergunta em voz alta como se estivesse

⁴ “Quarta parede” é um termo que foi criado inicialmente para designar a “parede invisível” que separa atores de teatro e o público da peça, criando a ilusão de que o palco é um mundo à parte do “mundo real”, uma “janela” para acontecimentos em outro tempo e espaço. “Quebrar a quarta parede” é uma expressão do meio artístico, que significa que um personagem ficcional de qualquer mídia ignorou essa ilusão e se dirigiu diretamente às pessoas do “mundo real”.

falando consigo mesmo (Figura 29A). Alguns quadrinhos com quebra de quarta parede não foram contabilizados como instigadores, quando as perguntas feitas eram meramente retóricas e a resposta era imediatamente apresentada pelo próprio personagem (Figura 29B).

Figura 29: A) Esquerda: excerto dos quadrinhos de calor de Ozdemir e Eryilmar (2019), em que o leitor deve completar a lacuna com informação. Direita: excerto de *Selenia*, em que a pergunta ao leitor é feita no decorrer da história (destacada com interrogações azuis no balão), mas nunca respondida na sequência, requerendo pesquisa. B) Excerto de *Footprints of Life*, que começa com várias perguntas direcionadas ao leitor, mas são perguntas retóricas que servem para abrir caminho à explicação.





B

Fonte: Selenia, da University of the West of England, e *Finding the Footprints of Life*, de Mark Belan.

Quadrinhos explicativos são aqueles que se propõem a explicar um determinado conceito científico. As cartilhas quadrinizadas de Mendonça (2010) estão nessa categoria, assim como qualquer tipo de explicação quadrinizada. Alguns desses quadrinhos têm a explicação integrada a uma história, outros são compostos apenas da explicação. Nessa categoria, também foram classificados os artigos científicos concebidos em quadrinhos ou quadrinizados posteriormente (como FARINELLA, 2016).

Em resumo, podemos dizer que os quadrinhos **motivadores** e **instigadores** incentivam o leitor a buscar o conhecimento científico que dá sentido à história. A diferença entre os dois é que o quadrinho **instigador** demanda a informação de maneira mais direta e pode até deixar o espaço vazio onde ela deve ser adicionada. Por outro lado, os quadrinhos **explicativos** oferecem o conhecimento científico em suas páginas. Mesmo quando fazem perguntas ao leitor, são perguntas retóricas que não atrapalham a experiência de leitura.

A intenção dessa classificação é ver se há alguma correlação entre as estratégias que iremos observar e público-alvo, ou se são estratégias gerais.

Também foram levantados alguns aspectos que podem indicar o nível de “narrativização” dos quadrinhos dos três grupos. Os aspectos escolhidos foram:

1) Estilo de desenho: Foi indicado se o quadrinho utiliza um estilo de desenho caricatural (estilizado) ou realista (o quadrinho busca representar anatomia humana e animal com proporções reais ou utiliza fotografias, como as fotonovelas). O estilo caricatural é um pouco mais abstrato que o estilo realista, conforme os espectros de abstração (DAVIES, 2019), por tentar imitar menos a Natureza (menos mimético), e é um gatilho frequente para gêneros voltados ao público infantil e/ou ao humor, então pode ser interessante observar se sua prevalência nos quadrinhos de ciências coincide com essas condições.

2) Presença de antropomorfismo: A transformação de seres não-humanos em seres capazes de processos mentais e/ou verbais é uma estratégia metafórica muito comum e também associada a fábulas infantis. Também achamos interessante avaliar sua prevalência e em que contextos aparece nos quadrinhos de ciências.

3) Presença de imagens científicas não modalizadas: como discutido no Capítulo 5, é comum que materiais didáticos e quadrinhos de ciências normalmente “narrativizam” as imagens científicas adicionando elementos concretos a elas. Consideramos interessante pontuar caso o quadrinho que estamos analisando desafie essa tendência com uma imagem científica inalterada e observar se há regularidades nessa ocorrência.

4) Presença de personagem “porta-voz da Ciência”: a presença de um personagem explicando o conceito científico é uma estratégia que vai contra a tendência de despersonalização da linguagem científica, com seu uso de voz passiva e sujeito oculto, então é interessante mapear sua ocorrência.

4a) Presença de “porta-voz da Ciência” implícito: em alguns casos, o “porta-voz da Ciência” não aparece desenhado no quadrinho, mas sua “voz” aparece nos recordatórios da página de modo a implicar que é a “fala” direta do autor do quadrinho. Embora sua presença não seja visível, ainda fica claro que não é uma fala genérica.

5) Presença de estruturas da linguagem coloquial (gírias, construções gramaticais não-cultas): essas construções não são comuns na linguagem científica, mas aparecem em muitos quadrinhos de ciências. A análise visa saber se é uma estratégia comum a todos eles e se tem alguma correlação com público-alvo ou pode ter mais a ver com preferências do autor.

Na segunda etapa de análise, para o Grupo 1, foram levantados os aspectos quantitativos a seguir:

1) Linguagem escrita:

Para essas análises, a unidade de referência foram os balões ou recordatários, que, nos quadrinhos, são delimitações de texto dentro de um quadro. Em casos que a delimitação não era visível, considerou-se com “balão” ou “recordatário” uma porção de texto separada espacialmente das outras, como na Figura 30.

Figura 30: Página com blocos de texto separados espacialmente, mas não explicitamente delimitados. Considerou-se um quadro cada porção separada do texto, como exemplificada pela porção circulada em vermelho.



Fonte: Of Microscopes and Metaphors, destaque nosso.

As categorias de texto contabilizadas foram:

1a) Número de usos de voz passiva ou sujeito oculto: essas são estruturas gramaticais típicas da escrita técnica, e acrescentam formalidade ao texto. Uma alta porcentagem dessas estruturas no quadrinho pode significar que ele todo mantém um nível de escrita formal, enquanto porcentagens mais baixas podem indicar que apenas um personagem se utiliza de linguagem formal. A porcentagem foi determinada baseada no número de balões de fala e recordatórios, porque eles tendem a ter apenas uma ou duas frases e ser relativamente homogêneos em tamanho no interior de cada história, sendo uma unidade mais fácil de contabilizar.

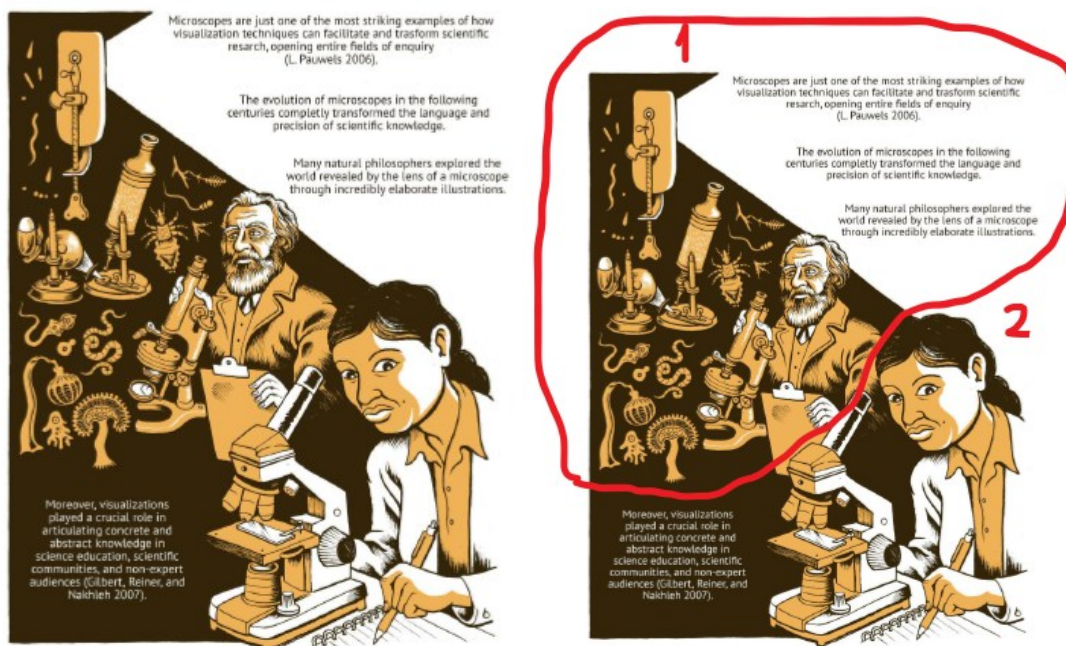
1b) Número de metáforas gramaticais: como foi discutido no capítulo 4, metáforas gramaticais são típicas da linguagem científica. A escrita formal também emprega essas metáforas (embora, nesse caso, não sejam termos técnicos). Dessa forma, a porcentagem de uso de metáforas gramaticais por balão também dá uma medida do nível de formalidade da linguagem utilizada.

2) Linguagem visual:

Para essas análises, a unidade de análise foi o “quadro”, conforme nossa definição de quadrinhos: um arranjo de palavras e imagens em delimitações com estrutura visualmente hipotática. As “delimitações” para fins de definir um “quadro” foram contornos geométricos contendo um arranjo de imagem/plano de fundo e um bloco de palavras.

Alguns quadrinhos fazem uma elisão desses contornos geométricos e se utilizam de outras estratégias, como utilizar diferentes planos ou enquadramentos, para marcar a união dos elementos, como na Figura 30. Na Figura 31, temos um exemplo de página em que os quadros não são claramente delimitados. A página à esquerda possui duas áreas de texto separadas e duas imagens colocadas em planos diferentes: o cientista barbudo com os antigos microscópicos ao fundo e a cientista de jaleco com um microscópio moderno à frente. Para fins de contagem, essa página foi dividida em dois “quadros”, cada um contendo um plano da imagem e um bloco de texto.

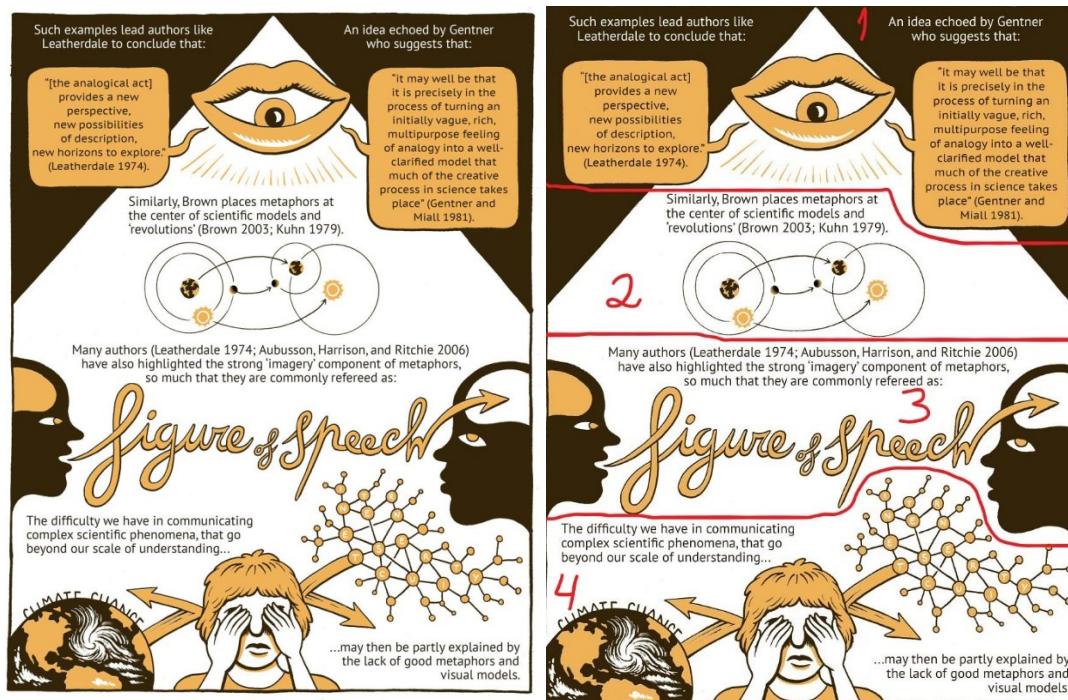
Figura 31: Esquerda: página que apresenta delimitações de quadros por plano de representação. Direita: divisão de quadros proposta para essa página para fins de contagem e referência futura.



Fonte: Of Microscopes and Metaphors, de Matteo Farinella

Nos casos em que nenhuma estratégia de delimitação foi utilizada no lugar do contorno, a separação foi feita por elementos com relação hipotática, como na Figura 32, que foi dividida em quatro quadros - quatro blocos de elementos interdependentes. O primeiro quadro compreende os blocos flutuantes de texto, que funcionam como orações projetivas para os balões de fala, e o elemento central que funciona como projetor dos balões. Os balões estão em hipotaxe em relação aos blocos de texto e estão em hipotaxe em relação ao elemento gráfico central, portanto todos esses elementos formam uma unidade de análise. No segundo quadro, a imagem da comparação entre o modelo atômico de Rutherford e o sistema solar está em hipotaxe em relação ao bloco de texto: o bloco de texto fala sobre a importância das metáforas para modelos científicos, e a ilustração exemplifica uma dessas metáforas, servindo como um aposto à frase do bloco de texto. Esses dois blocos estão em parataxe em relação ao primeiro quadro.

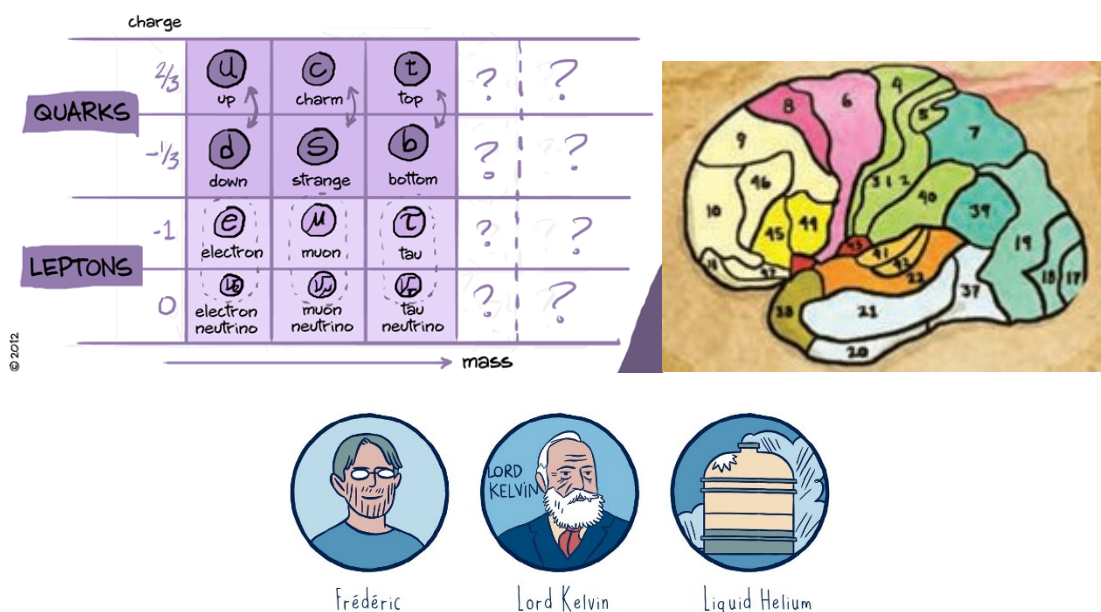
Figura 32: Esquerda: página que não apresenta delimitações aparentes de quadros. Direita: divisão de quadros proposta para essa página para fins de contagem e referência futura.



Fonte: *Of Microscopes and Metaphors*, de M. Farinella

2a) Porcentagem de quadros com estruturas representacionais conceituais: Um quadro foi contabilizado quando continha pelo menos uma das estruturas representacionais conceituais de Kress e Van Leeuwen (simbólica, analítica ou classificatória). Como todo desenho representativo poderia, a rigor, ser considerado uma estrutura simbólica, um quadro só é contabilizado como contendo uma estrutura simbólica se o propósito da estrutura era estabelecer a identidade daquele desenho (o desenho tipicamente terá uma legenda com seu nome abaixo, ou será referenciado no texto do quadro), como é o caso da terceira imagem da Figura 33.

Figura 33: Excertos de quadrinhos exemplificando as estruturas representacionais conceituais contabilizadas nos quadrinhos. Respectivamente: estrutura classificatória (taxonomia implícita), estrutura analítica e estruturas simbólicas.



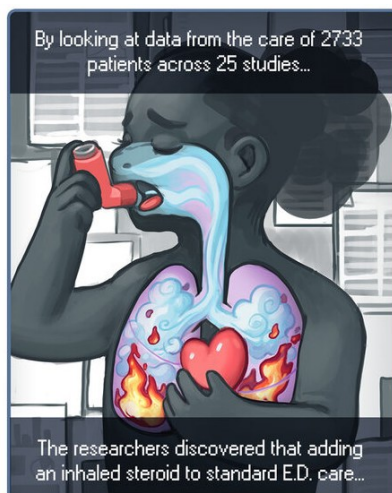
Fonte: PHD Comics, Brain Comics, Embedded in Physics (endereços no Anexo).

2b) Porcentagem de quadros com apenas estruturas representacionais narrativas:

Esse número foi registrado como o total dos quadros menos o número de quadros com estruturas conceituais e menos o número de quadros que contém exclusivamente texto. Essa contabilização foi feita para fins de comparação com o número de quadros contendo as estruturas conceituais.

2c) Metáforas visuais: utilizamos a definição de Davies (2019) para metáfora visual: “representação pontual ou sustentada de algo em uma forma que não pode ser literal na realidade daquela história, de forma que o leitor eventualmente conclui que é uma metáfora (DAVIES, 2019, p. X)”. Por exemplo, na Figura 33, temos um diagrama do corpo humano que se propõe a representar um corpo real. Nele, há um desenho de chamas dentro do pulmão de uma pessoa. Como o coração real não tem o formato representado e os pulmões humanos não pegam fogo de verdade durante uma crise de asma, o leitor desse quadrinho deve concluir que as chamas são uma metáfora para uma sensação de “queimação” nos pulmões.

Figura 34: Excerto de uma página de *Artibiotics* sobre asma, em que o inalador é mostrado “apagando o fogo” dos pulmões da menina. O coração é representado da maneira simbólica, reforçando que o conteúdo do desenho é metafórico.



Fonte: Antibiotics, de Kern.

Essas metáforas têm como principal função representar sensações e outros fenômenos e entidades invisíveis ou simbólicos. Decidimos contabilizá-las porque podem servir para tornar conceitos e representações científicas mais concretos, então nos interessamos em saber se são uma estratégia comum dos quadrinhos e, se sim, em quais condições.

Os resultados dessas contabilizações foram compilados em uma planilha do excel que, por sua extensão, está disponível no seguinte arquivo do Google Docs para consulta:

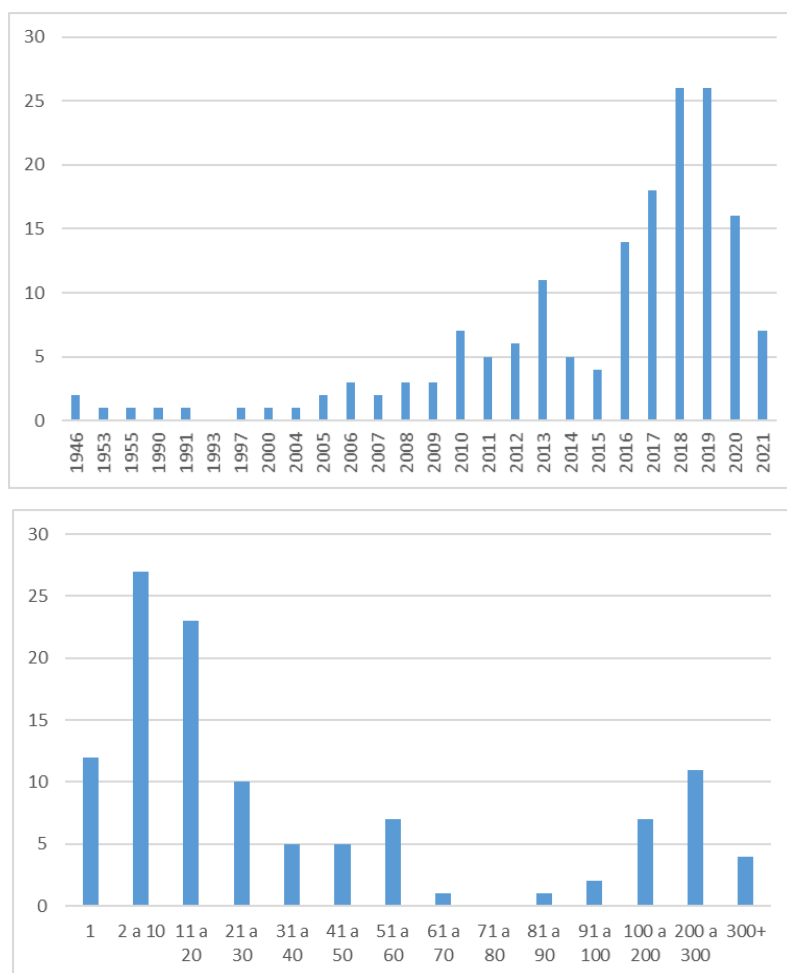
https://docs.google.com/spreadsheets/d/1V1bL66F2RIONtM6ZCLs1ifjwOoefdy/edit?usp=share_link&oid=103214477529000799864&rtpof=true&sd=true

7 Resultados e discussão

7.1 Análise geral (três grupos)

Em primeira análise do corpus completo, de 168 quadrinhos, podemos ver que a maioria deles foi publicada entre 2016 e 2020 e encontra-se na faixa de 1 a 30 páginas (Figura 35). Essa contagem de páginas excluiu as 49 coleções de cartuns ou tiras, porque eles não se estruturam por páginas. Em trabalhos com vários capítulos independentes ou vários volumes, como mangás, apenas as páginas do primeiro capítulo ou volume foram contabilizadas.

Figura 35: Distribuição dos quadrinhos analisados por data de publicação (acima) e por número de páginas (abaixo).



Fonte: elaboração própria

Sua distribuição por área de conhecimento está registrada na Tabela 1. A área com mais quadrinhos por larga margem foi Biologia. Desse total, apenas 8 eram cartilhas de saúde,

então essa não é a razão para essa diferença. Nossos dados não nos permitem oferecer qualquer tipo de explicação.

Tabela 1: Distribuição dos quadrinhos por área de conhecimento.

Área de conhecimento	Número de quadrinhos
Ciência em geral	47 (28%)
Biologia	62 (37%)
Química	30 (18%)
Física	29 (17%)

Fonte: elaboração própria

7.1.1 Análise geral quanto à estratégia pedagógica

Em termos da classificação da estratégia pedagógica, a quantidade de quadrinhos motivadores foi aproximadamente a mesma de quadrinhos explicativos, e apenas 6 quadrinhos contaram como instigadores (Tabela 2). Observamos que alguns quadrinhos (4 motivadores e 6 explicativos) continham atividades de fixação ao fim, como cruzadinhas, caça-palavras e perguntas. Esses quadrinhos não foram considerados instigadores porque as atividades apareceram após o “fim” das histórias respectivas, o que parece ter estabelecido que são coisas separadas, mas achamos interessante pontuar que, embora o quadrinho analisado em si não seja instigador, o meio em que está contido é. Na Tabela 2, estão destacados em cinza.

Tabela 2: Distribuição dos quadrinhos por estratégias pedagógicas utilizadas. As porcentagens entre parênteses foram calculadas em relação ao total de 168 quadrinhos.

Tipo de quadrinhos	Número de quadrinhos
Motivador	77 (45,8%)
Instigador	6 (3,6%)
Explicativo	84 (50%)
Coleção contendo todos os tipos	1 (0,6%)
Motivadores com exercícios anexos	4 (2,4%)
Explicativos com exercícios anexos	6 (3,6%)

No caso dos quadrinhos motivadores, o humor das tiras e cartuns foi a principal estratégia utilizada, equivalente a mais da metade dos quadrinhos observados. Os que não são tiras contaram com outros tipos de estratégias: alguns se utilizaram de antropomorfização para contar uma história, outros usaram ficção científica, fantasia ou casos domésticos para apresentar um fenômeno. Outros continham fatos históricos ficcionalizados, como o quadrinho exemplificado na Figura 36. Esses últimos ficaram no limite entre um

quadrinho explicativo e motivador: por um lado, eles se propõem a explicar um caso da história da Ciência e contém essa informação em seu corpo; por outro, o público leigo frequentemente precisa de um mediador que aponte quais partes da história são reais e quais são uma ficcionalização para acessar essa informação.

Figura 36: Excerto de um quadrinho sobre a criação da tabela de Mendeleev que mostra um diálogo entre os dois cientistas que nunca ocorreu em pessoa, nem dessa maneira exagerada.



Fonte: www.chemistryworld.com

Essa necessidade de mediação parece ser uma preocupação de alguns autores desse tipo de quadrinhos, que disponibilizam um material complementar por escrito anexado ao quadrinho ou disponibilizado no website respectivo. Esse material busca fazer o papel do mediador, explicando o conhecimento científico relacionado à história e explicando as metáforas e ficcionalizações feitas pelos autores. O mesmo pode ser dito das “caixas de informações flutuantes” que já mencionamos no mangá *Cells at Work!*. Observamos esse material complementar em 12 quadrinhos motivadores dos 77 totais.

7.1.2. Análise quanto ao público-alvo

Apenas 60 dos 168 quadrinhos indicaram explicitamente um público-alvo ou estavam em uma publicação direcionada a um público específico (como a revista *Nature*, direcionada ao público adulto). Nos Quadros 6 e 7, cruzamos os dados mostrados anteriormente com as faixas etárias:

Quadro 6: Caracterização dos 168 quadrinhos por faixa etária e áreas de conhecimento.

Faixa etária	Número de quadrinhos	Faixa de páginas (média)	Áreas do conhecimento	Porcentagem (em relação ao total da faixa etária)
--------------	----------------------	--------------------------	-----------------------	---

Infantil (I)	15	1 a 122 (25)	Biologia	7	47%
			Física	3	20%
			Química	2	13%
			Ciência	3	20%
Juvenil (J)	26	1 a 170 (20)	Biologia	2	8%
			Física	12	46%
			Química	8	31%
			Ciência	4	15%
Adulto (A)	19	1 a 382 (30)	Biologia	6	32%
			Física	2	10%
			Química	0	0%
			Ciência	11	58%
Geral (G)	108	1 a 839 (60)	Biologia	46	43%
			Física	12	11%
			Química	21	19%
			Ciência	29	27%

Quadro 7: Caracterização dos 168 quadrinhos por faixa etária e estratégias pedagógicas.

Faixa etária	Número de quadrinhos	Estratégias		Porcentagem (em relação ao total da faixa etária)
Infantil (I)	15	Motivador	2	13%
		Instigador	3	20%
		Explicativo	9	60%
		Variadas	1	7%
Juvenil (J)	26	Motivador	15	58%
		Instigador	3	11%
		Explicativo	8	31%
		Variadas	0	0%
Adulto (A)	19	Motivador	4	21%
		Instigador	0	0%
		Explicativo	15	79%
		Variadas	0	0%
Geral (G)	108	Motivador	58	54%
		Instigador	1	1%
		Explicativo	48	45%
		Variadas	0	0%

Em termos de tamanho, os quadrinhos específicos das três idades têm tamanhos médios semelhantes. Os quadrinhos abertamente infantis privilegiam temáticas de Biologia (47%) e são, na sua maioria, explicativos (60%). Em termos dos temas desses quadrinhos infantis, 4 são sobre saúde, 4 sobre animais e meio ambiente, 4 sobre conceitos químicos (água e materiais) e físicos (calor e som) e 3 sobre temas variados do dia-a-dia.

Os quadrinhos explicitamente marcados como voltados para adolescentes são mais voltados a temáticas de Física e Química (77%) e são principalmente motivadores (58%). Dos 26 quadrinhos juvenis, 8 são tiras humorísticas sobre temas variados, e os demais 18 são narrativas ficcionais. Dessas narrativas, 10 têm protagonistas adolescentes. Em termos das temáticas abordadas, apenas 4 dos 26 lidavam com questões sociocientíficas (2) ou de História da Ciência (2), os demais se estruturavam em torno de conceitos de Química, Física ou Biologia do Ensino Médio.

Quadrinhos adultos são principalmente voltados a temas de Ciência em geral (58%) e são principalmente explicativos (79%). Os 4 quadrinhos motivadores voltados explicitamente para adultos são tiras e/ou cartuns humorísticos voltados a universitários ou publicados em revistas científicas. Entre os de estrutura explicativa, temos 4 artigos publicados em periódico no formato quadrinhos, 2 materiais didáticos voltados ao Ensino Superior, 1 cartilha de saúde, 1 manual de segurança no laboratório voltado aos trabalhadores técnicos e 3 quadrinhos fazendo divulgação de temas científicos (quântica e neurociência) e 4 falando sobre questões sociocientíficas, como mudanças climáticas.

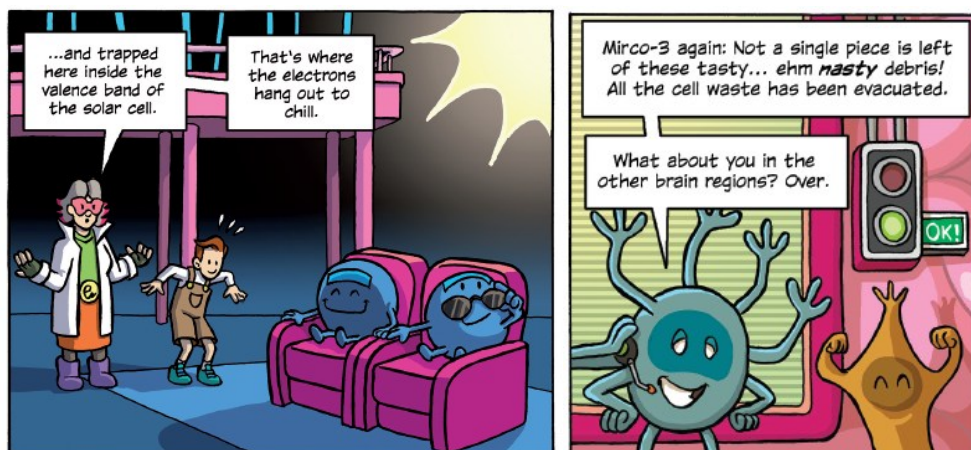
Além dessa caracterização geral, um dado interessante é sobre a autoria desses quadrinhos com faixa etária indicada. Entre os quadrinhos infantis, 4 dos 15 foram encontrados em artigos, 9 eram materiais institucionais e 2 eram comerciais. 11 dos 26 quadrinhos voltados a adolescentes foram encontrados em artigos, dissertações e teses e outros 8 são iniciativas institucionais (programas de extensão de universidades, secretarias de educação, etc.), 3 são tiras online voltadas a vestibulandos e 4 são iniciativas comerciais (três mangás e um quadrinho britânico). Entre os quadrinhos para o público adulto, a maioria recebeu essa classificação pelo contexto de sua publicação (revistas voltadas a adultos ou revistas científicas); o único que especificamente afirmou ser voltado a universitários foi encontrado em um artigo sobre Educação.

Esse resultado é interessante, porque mostra que, fora do contexto da pesquisa em Educação e da produção de materiais institucionais, quadrinhos de ciências em geral não são propagandeados como destinados a uma faixa etária específica, mas a “pessoas de todas as idades”.

Em alguns casos, como quadrinhos a respeito de episódios da História da Ciência, questões sociocientíficas ou assuntos de saúde pública, é compreensível que sejam considerados temas de interesse geral e direcionados à sociedade como um todo. Por outro

lado, alguns quadrinhos têm um estilo, uma linguagem e uma temática que remetem muito ao público infantil, e é possível que, em alguns contextos, adolescentes e adultos não os levem a sério como uma fonte de informação (p.ex., os quadrinhos *Lux:ploration*, exemplificados na Figura 37).

Figura 37: Excertos de duas seções do vol. 1 de *Lux:plorations*, que utilizam cores fortes, antropomorfização de elétrons e células, além de falas com gírias (como “*hang out to chill*”).



Fonte: *Lux:plorations*

No extremo oposto a eles, há quadrinhos direcionados ao público geral que dificilmente chamariam a atenção de um público infantil ou adolescente sem uma mediação escolar, por conterem temáticas ligadas ao mundo adulto ou uma quantidade grande de informação que uma criança e um adolescente poderiam ter dificuldades de compreender e interpretar (p. ex., *Heróis do clima*, Figura 38).

Figura 38: Excerto do quadrinho *Heróis do clima*, contendo bastante informação em um único quadro (de uma média de 10 por página) e linguagem formal.



Fonte: *Heróis do Clima*

Alguns dos casos de não especificação do público-alvo, especialmente em quadrinhos comerciais, pode ser simplesmente o desejo de vender mais exemplares. Outros fatores que podem influenciar essa falta de classificação são duas preocupações advindas de entendimentos equivocados a respeito da afirmação de que “quadrinhos são um meio de comunicação para todas as idades”. Essa frase quer dizer que é possível criar quadrinhos para as variadas faixas etárias, no sentido de que um texto em quadrinhos não é automaticamente infanto-juvenil apenas por estar em quadrinhos. Existem quadrinhos infantis, juvenis, adultos, acadêmicos. Porém, algumas pessoas podem interpretar essa frase como querendo dizer que **todos** os materiais em quadrinhos são adequados para pessoas de todas as idades.

Embora alguns quadrinhos de fato consigam atingir um balanço entre um estilo colorido com uma linguagem compreensível a crianças mais velhas (em torno de 10 anos ou mais) e informações interessantes a adultos, mesmo que já tenham um conhecimento superficial do tema científico em questão (*Science Comics: Bats* seria um exemplo, embora se declare voltada apenas a “*middle schoolers*” em sua introdução), isso não significa que todo material tem sucesso com essa estratégia. É importante, portanto, que mesmo materiais voltados a “todas as idades” sejam avaliados antes de utilizados em um contexto educacional, para garantir que realmente serão adequados à turma a que se destinam.

7.1.3 Análise geral de aspectos estilísticos e narrativos

Apenas 1 dos 168 quadrinhos analisados não apresentou nenhuma das estratégias de “narrativização” da linguagem científica (isso é, de inserir conceitos e diagramas científicos em uma estrutura narrativa, com personagens e cenários) ou de uma quebra deliberada das características das imagens científicas: uma fotonovela direcionada a estudantes do Ensino Médio que apresenta o mistério da morte de um homem e as descobertas em sua autópsia. E mesmo esse quadrinho utiliza linguagem figurativa na cena da autópsia, em que os órgãos são representados por desenhos de canetinha sobre a pele do personagem e não por órgãos mais realistas ou uma fotografia de uma autópsia real. Todos os demais quadrinhos do corpus possuíam pelo menos uma forma dessa estratégia. No Quadro 8, é possível ver que todas as estratégias que aproximam a linguagem paradigmática da narrativa aparecem em mais de metade dos quadrinhos, e as duas estratégias que aproximam a narrativa da linguagem paradigmática estão presentes em menos de 25%.

Quadro 8: Prevalência geral de estratégias de desenho e de narrativa.

Característica	Nº de quadrinhos	Porcentagem
Estilo de desenho cartunesco/caricatural	154	91,7%
Antropomorfismo	85	50,6%
Imagens científicas não modalizadas	34	20,2%
Personagem “porta-voz da Ciência”	102	60,7%
“Porta-voz da Ciência” implícito	41	24,4%
Estruturas da linguagem coloquial	107	63,7%

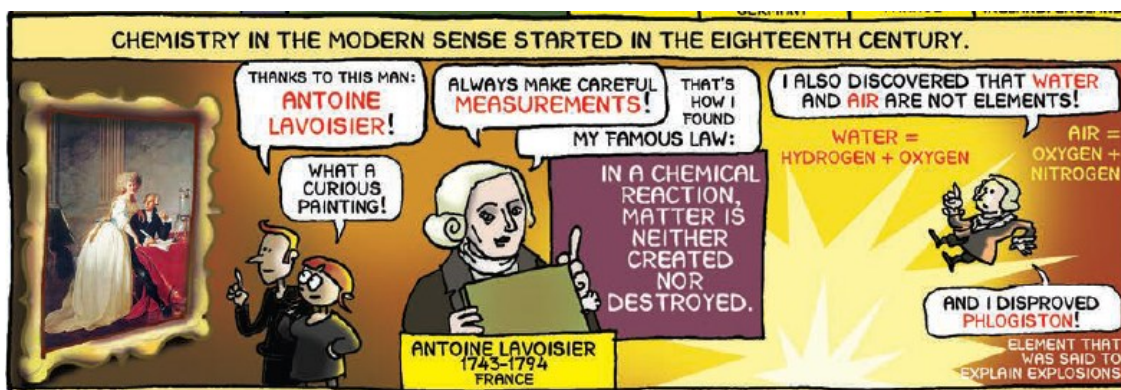
Fonte: Elaboração própria

A estratégia mais comum, presente em cerca de 92% dos quadrinhos foi a utilização de um estilo de desenho mais simplificado e mais similar a desenhos animados em detrimento de uma representação mais visualmente fiel (mais “realista”). Esse tipo de imagem é abstrata de uma forma diferente do tipo de abstração de uma imagem científica: não há nenhum compromisso por parte do desenhista de manter algum aspecto da representação em uma escala correta ou de chamar a atenção para alguma característica intrínseca da pessoa ou objeto representado (pode acontecer, como em caricaturas, mas não é obrigatório). Retomando o espectro da abstração de Davies (2019), o estilo cartunesco é mais abstrato que uma fotografia ou um estilo realista por ser menos mimético em relação ao representado.

Para além do aspecto que já apontamos na discussão, de esse ser um estilo familiar às crianças por ser semelhante ao dos desenhos animados, alguns quadrinhos utilizam o espectro da abstração para comunicar significados visualmente. Um exemplo que aparece em mais de um quadrinho do nosso *corpus* foi a dicotomia entre figuras realistas para representar cientistas reais e figuras cartunescas representando os personagens ficcionais, genéricos e/ou fantásticos, delimitando o domínio narrativo e o domínio das informações relativas ao mundo real. Davies (2019) chama essa separação entre o que está acontecendo no mundo dos personagens do quadrinho e no mundo de sua imaginação ou de suas memórias de uma criação de “níveis de realidade”. A Figura 39, por exemplo, usa esse recurso para representar Lavoisier em três situações diferentes. No primeiro quadro, os personagens que narram a história são desenhados como cartuns. Já Lavoisier aparece,

primeiro, na reprodução realista de sua pintura para apresentá-lo como indivíduo que existe no nível de realidade dos leitores do quadrinho. Depois, aparece em um estilo simplificado, mas ainda mais realista que os personagens da história para ilustrar um caso que mistura ficção e realidade: Lavoisier não necessariamente falou aquelas palavras em voz alta na realidade dos leitores do quadrinho, mas suas falas são paráfrases de seus escritos reais. Por fim, ele aparece completamente cartunizado no cenário completamente ficcional em que ele é projetado por uma explosão. Com isso, nessa sequência de quadros, o leitor experimenta quatro diferentes níveis de realidade: a realidade em que ele próprio vive, representada pela pintura, a realidade dos personagens protagonistas do quadrinho, a realidade do Lavoisier falando seus escritos em voz alta e a realidade do hipotético Lavoisier projetado pela explosão.

Figura 39: Excerto de um quadrinho com três representações diferentes de Lavoisier.



Fonte: Science: a discovery in comics

Outros exemplos com menos camadas são ilustrados na Figura 40. O primeiro (Figura 40a) apresenta o desenho da pesquisadora da vida real em um estilo muito mais realista que a do homem ao fundo, que representa um assistente genérico. A Figura 40b contém quadros de dois quadrinhos diferentes da coletânea Brain Comics: o quadrinho sobre dor de cabeça que utiliza um homem genérico em suas explicações e um quadrinho biográfico sobre Henry Molaison. O homem genérico é representado em estilo bem mais cartunesco que a pessoa real.

Figura 40: Mais excertos exemplificando o uso de estilo realista para enfatizar o que representa figuras do mundo real e o que representa personagens ficcionais.



Fonte: (a) Finding the Footprints of Life, de Mark Belan e (b) Brain Comics, de Dwayne Godwin e Jorge Cham

O interessante dessa estratégia é ser uma maneira puramente visual de separar conteúdo metafórico, ficcional ou puramente ilustrativo de um conteúdo mais literal, além de separar as pessoas reais dos personagens ficcionais falando sobre elas.

As demais estratégias vão ser mais discutidas à luz de sua prevalência por faixa etária e por estratégia pedagógica.

Quadro 10: Prevalência de estratégias de desenho e de narrativa por faixa etária (quadrinhos infantis – I, quadrinhos juvenis – J, quadrinhos para adultos – A, quadrinhos para o público geral – G).

Característica	Nº de quadrinhos	Faixa etária		Porcentagem (em relação ao total da faixa etária)
		I	J	
Estilo de desenho	154	I	15	100%
		J	25	92,6%
		A	17	89,5%
		G	98	89%
Antropomorfismo	85	I	7	46,7%
		J	11	40,7%
		A	6	31,5%
		G	61	56%
Imagens científicas não modalizadas	34	I	1	6,7%
		J	6	22,2%
		A	7	41,2%
		G	20	18,3%
Personagem “porta-voz da Ciência”	102	I	13	86,7%
		J	19	70,4%
		A	13	68,4%
		G	57	52,3%
	41	I	3	20%

“Porta-voz da Ciência” implícito		J	2	7,4%
		A	9	47,4%
		G	28	25,9%
Estruturas da linguagem coloquial	107	I	10	66,7%
		J	23	85,2%
		A	9	47,4%
		G	64	58,7%

Fonte: Elaboração própria

A prevalência das estratégias foi diferenciada em relação à faixa etária: de maneira geral, os quadrinhos infantis demonstraram maior presença de estruturas de aproximação da linguagem narrativa, enquanto os quadrinhos adultos demonstraram maior presença de estruturas de aproximação da linguagem científica. Entretanto, nenhuma estrutura esteve completamente ausente de algum dos públicos. Pelo menos um quadrinho, voltado ao público do ensino fundamental, utilizou um diagrama científico sem qualquer modalização (acréscimo de personagens, circunstâncias, elementos gráficos metafóricos ou decorativos), enquanto 9 dos quadrinhos voltados a adultos (47,4%) apresentaram gírias e/ou construções frasais coloquiais em seus textos, por exemplo.

No caso específico dessas construções coloquiais, os quadrinhos voltados ao público juvenil tiveram disparado a maior prevalência, em parte por adolescentes serem o grupo social que o senso comum mais associa ao uso de gírias.

O caso do antropomorfismo, isso é, dar características humanas a seres não-humanos, é interessante porque, mesmo sendo uma estratégia comumente associada ao público infantil, ainda está presente em quase um terço dos quadrinhos do público adulto.

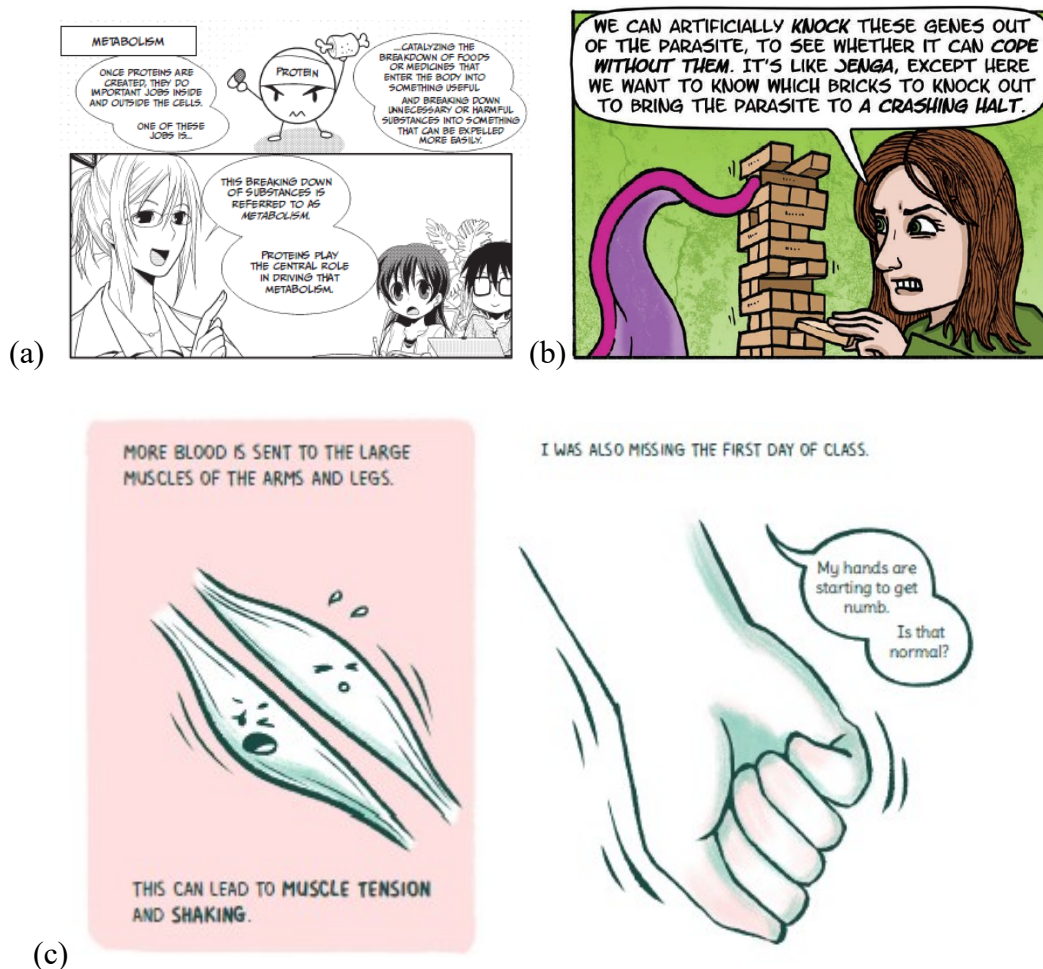
Embora existam quadrinhos protagonizados por personagens antropomorfizados em todos os públicos, boa parte dos exemplos possui animais, objetos e conceitos antropomórficos apenas nos momentos de explicação, em que o cenário de fundo abstrato e, frequentemente, um estilo mais cartunizado, comunicam que essa antropomorfização não está no mesmo nível de realidade que o resto da situação representada. No “Guia Mangá da Bioquímica”, por exemplo, os personagens antropomórficos são representados em um estilo ainda mais cartunizado que os demais personagens (Figura 41, a).

No quadrinho “*False Alarm*”, os órgãos antropomórficos ilustram os sintomas de uma crise de pânico. Nesse quadrinho, o nível de realidade dessa antropomorfização é

reforçado como sendo diferente do que a garota experimenta em sua realidade pelo uso de um fundo cor-de-rosa sempre que ele ocorre, como mostrado na Figura 41, c.

O quadrinho “*Parasites!*” é um dos poucos casos em que os níveis de realidade são separados apenas pela fala de um personagem e/ou pelo contexto: o tripanossoma é antropomorfizado como sendo capaz de jogar jenga com a pesquisadora, o que o quadrinho só confirma ser uma metáfora no balão de fala que acompanha o desenho (“It’s like **jenga**...”). A outra estratégia que fortalece esse quadro como metáfora é que os parasitas já foram apresentados como seres microscópicos, então o parasita gigante do quadrinho é realmente metafórico (Figura 41, b).

Figura 41: Excertos de quadrinhos com elementos antropomorfizados utilizando duas estratégias: (a) personagem antropomórfico em um estilo diferente dos demais; (b) micro-organismo sendo antropomorfizado para ilustrar a metáfora no bloco escrito; (c) diferentes cores de planos de fundo (um quadro de fundo rosa com músculos antropomorfizados ilustra o sintoma da tensão muscular e do tremor e um quadro de fundo branco representando a dormência no corpo real da garota).



Fonte: “Guia Mangá da Bioquímica”, de Takemura, Kikuyaro e Sawa; “*Parasites!*”, de Hall, Morris e Ross; “*False Alarm*”, de Lin.

Esses tipos de estratégia ocorreram em todos os públicos, exceto no infantil. Esses quadrinhos, quando utilizaram antropomorfizações, foi apenas como personagens no mesmo nível de realidade dos seres humanos ao redor.

A outra estratégia de aproximação da narrativa presente em cerca de 60% dos quadrinhos é o uso de um “porta-voz da Ciência” (conforme Mendonça, 2010), uma pessoa que exclusivamente insere as informações científicas no quadrinho. Muitas vezes, são professores, cientistas ou colegas de escola com boas notas, mas personagens fantásticos (animais falantes, robôs sencientes, alienígenas, etc.) também são comuns. Essa seria uma forma de ir na contramão da despersonalização que o discurso científico busca ao usar a voz passiva ou o sujeito oculto na sua linguagem escrita.

Os quadrinhos que não possuem esse “porta-voz da Ciência” podem lidar com o discurso científico de outras maneiras: (1) ele é retirado dos quadrinhos completamente e colocado em um material escrito complementar (estratégia que discutiremos melhor ao falar sobre as *graphic novels*), (2) ele é dividido igualmente entre os personagens do quadrinho, de forma que o discurso científico não provém de uma única fonte, ou (3) o quadrinho adota uma estratégia híbrida entre o material complementar completamente separado e a adição do personagem “porta-voz da Ciência”: o que chamamos de “porta-voz da Ciência implícito”.

Nessa abordagem, os personagens do quadrinho não utilizam (ou utilizam muito pouco) o discurso científico, que fica principalmente restrito a quadros em que o texto científico é colocado em recordatórios – blocos de texto que quadrinhos narrativos reservam ao invisível narrador onisciente da história. Essa abordagem implica a existência desse narrador, talvez fora do nível da realidade-base do quadrinho, mas, como nunca vemos esse indivíduo, é o equivalente dos quadrinhos da utilização de um sujeito oculto em uma frase. Um exemplo pode ser visto na Figura 42, em que uma voz externa aos personagens do quadrinho traz o discurso científico, enquanto os personagens encenam cenas cotidianas.

Figura 42: Excerto de alguns quadros de uma página da coleção Brain Comics contendo um “porta-voz da ciência implícito”.



Fonte: *Brain Comics* de D. Godwin e J. Cham

Congruentemente com sua função de aproximação do discurso científico, essa estratégia aparece muito mais frequentemente nos quadrinhos voltados aos adultos que às crianças ou adolescentes.

Quanto à estratégia pedagógica, os porta-vozes da ciência aparecem muito mais nos quadrinhos explicativos do que em quadrinhos motivadores (Quadro 11). E, dentro desses quadrinhos que usam a estratégia, os explicativos também são os que mais empregam o porta-voz da Ciência implícito. Esse é o único caso em que quadrinhos explicativos não seguem as mesmas tendências dos quadrinhos do público adulto, de possuírem as menores frequências de estruturas de “narrativização” e as maiores frequências de estruturas mais próximas da linguagem científica. Isso pode ser explicado pela própria natureza desses quadrinhos: o porta-voz da Ciência oferece primariamente explicações científicas, então é compreensível que sejam mais proeminentes em quadrinhos explicativos, especialmente os infantis.

Quadro 11: Prevalência de estratégias de desenho e de narrativa por estratégia pedagógica (quadrinhos motivadores – M, quadrinhos explicativos – E, quadrinhos instigadores – I).

Característica	Nº de quadrinhos	Estratégia pedagógica		Porcentagem (em relação ao total da característica)
Estilo de desenho	154	M	76	92,7%
		E	70	89,7%
		I	10	100%
Antropomorfismo	85	M	48	58,5%
		E	36	46,1%
		I	5	50%
Imagens científicas não modalizadas	34	M	7	8,5%
		E	24	30,8%
		I	1	10%
Personagem “porta-voz da Ciência”	102	M	28	34,1%
		E	65	83,3%
		I	8	80%
Personagem “porta-voz da Ciência” implícito	41	M	12	14,6%
		E	30	38,4%
		I	3	30%
Estruturas da linguagem coloquial	106	M	57	69,5%
		E	42	57,7%
		I	9	90%

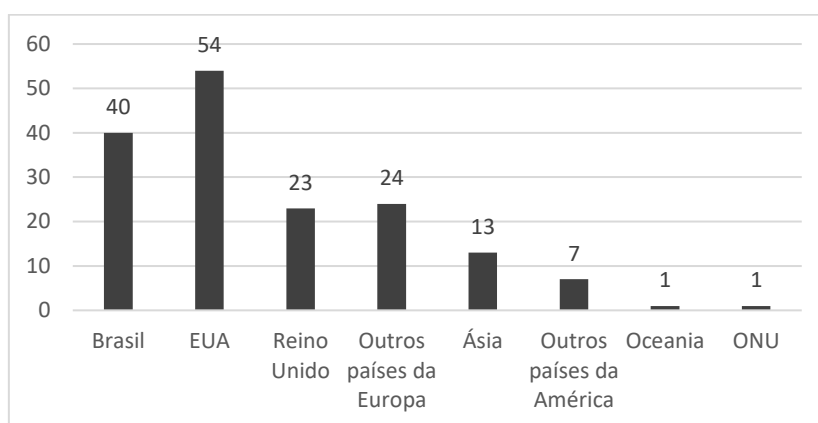
Fonte: Elaboração própria

No caso dos quadrinhos instigadores, analisamos 10 desses quadrinhos ao invés dos 6 mencionados na Tabela 2, porque, como o número deles era pequeno, escolhemos uma amostra de cada uma das coletâneas com abordagens variadas. Como 5 desses 10 quadrinhos são infantis, eles seguem as mesmas tendências dos demais quadrinhos infantis, exceto no que diz respeito à antropomorfização. Todos eles têm animais ou objetos falantes como parte dos personagens principais. Seu menor teor dessa estratégia parece ser resultado da função dos quadrinhos instigadores: demandar do estudante a resposta a uma pergunta. Por isso, eles não tendem a ter seções de explicação ou outros níveis de realidade, que são onde personagens antropomorfizados tendem a aparecer.

7.1.4 Análise geral dos quadrinhos de ciências brasileiros

A Figura 43 mostra a distribuição dos quadrinhos por países de origem. A maioria deles tem origem nos EUA ou na Europa, com o Reino Unido sendo o país europeu mais representado. No tempo que tínhamos disponível para a construção do *corpus*, não conseguimos materiais de países africanos e conseguimos muito pouco fora do eixo EUA-Europa, mas é importante salientar que isso pode se dever a distribuições mais locais desses quadrinhos, que dificultam seu acesso internacional.

Figura 43: Distribuição dos quadrinhos por país de origem.



Fonte: Elaboração própria.

Em termos de países individuais, o Brasil é o segundo maior contribuinte do *corpus*, em parte graças à facilidade de acesso a quadrinhos locais de pouca distribuição e a bancos de dissertações e teses, onde foram recolhidos boa parte deles. No Quadro 12, temos os dados dos quadrinhos brasileiros, para fins de comparação com os dados gerais. Imediatamente percebemos que os quadrinhos brasileiros tendem a ter menos páginas (em média) em relação ao total, e têm como principal público-alvo os adolescentes. De fato, 22 dos 26 quadrinhos juvenis do *corpus* são brasileiros. Isso se alinha com o fato de que vários desses quadrinhos são de autoria de professores-pesquisadores que atuam no Ensino Médio, em que há a separação entre Química, Física e Biologia. Há uma tendência um pouco maior aos quadrinhos motivadores que aos explicativos em relação ao total.

Quadro 12: Caracterização dos quadrinhos brasileiros quanto às características gerais.

Data de publicação (média)	2004 a 2021 (2015)	
Número de páginas (média)	1 a 64 (11)	
Faixa etária	Infantil (I)	2
	Juvenil (J)	22
	Adulto (A)	2
	Geral (G)	14
Áreas do conhecimento	Biologia	8
	Física	12
	Química	11
	Ciência	9
Estratégias	Motivador	23
	Instigador	3
	Explicativo	14
	Variadas	0

Em termo das fontes, 12 dos 40 quadrinhos vêm de artigos, dissertações e teses, 16 são materiais financiados e distribuídos por instituições e 12 são publicações independentes (11 delas disponíveis gratuitamente online). O que mais chama a atenção é que apenas 9 dos 40 chegaram a ser comercializados e, desses, apenas 4 podem ser encontrados novos em livrarias (4 outros são encontrados apenas em sebos e 1 deles, atualmente, só pode ser lido gratuitamente online). Desses 8, apenas 1 quadrinho não tinha a produção veiculada diretamente a uma instituição de ensino ou órgão governamental. Para comparação, nos EUA, 20 quadrinhos dos 54 coletados eram produzidos e comercializados independentemente (sendo que apenas 3 deles foram traduzidos e publicados no Brasil). Isso chama a atenção porque ilustra como pode ser difícil a um brasileiro leigo conseguir um material científico em quadrinhos, ainda mais um que tenha passado por um processo editorial profissional.

Agora que temos uma visão geral dos quadrinhos de ciências coletados e suas características gerais, passaremos à análise da linguagem encontrada neles.

7.2 Análise quantitativa (Grupo 1)

Realizamos um apanhado dos dados gerais do Grupo 1 (61 quadrinhos), para ter uma ideia de como ele se parece em relação ao *corpus* total (168 quadrinhos). A data média de publicação continua a mesma e a média de páginas continua sendo a mesma do primeiro pico visto no gráfico da Figura 34. O número de quadrinhos sem indicação de faixa etária ficou bem menor em relação aos outros, porque a redução do corpus também reduziu o número deles. Como as tiras eram majoritariamente motivadoras e foram retiradas, já era esperado que os quadrinhos motivadores começassem a ficar em desvantagem numérica em relação aos explicativos, e isso pode ser visto no Quadro 13.

Quadro 13: Caracterização dos 61 quadrinhos do Grupo 1.

Faixa de publicação (média)	1953 a 2021 (2015)	
Faixa de páginas (média)	1 a 140 (15)	
Faixa etária	Infantil (I)	7
	Juvenil (J)	16
	Adulto (A)	11
	Geral (G)	27
Áreas do conhecimento	Biologia	21
	Física	9
	Química	15
	Ciência	16
Estratégias	Motivador	10
	Instigador	5
	Explicativo	46
	Coleção	0

O primeiro passo da análise dessa amostra foi verificar a presença de estruturas da linguagem científica e de estratégias narrativas para estabelecer contato com os leitores. Praticamente todos os quadrinhos (58 de 61) tinham alguma estrutura da linguagem científica, escrita ou visual, e todos tinham pelo menos uma estratégia narrativa.

Quadro 14: Registro da presença das características estudadas no grupo 1.

Característica	Número de quadrinhos
Palavras técnicas	54
Voz passiva	36
Metáfora gramatical	51
Estruturas representacionais conceituais	52
Linguagem coloquial	39
Estilo cartunesco	54

Metáforas visuais	33
Pelo menos uma estrutura da linguagem científica	58
Todas as estruturas da linguagem científica	29
Uso de pelo menos uma estratégia narrativa	61
Uso de todas as estratégias narrativas	17

Dos três quadrinhos que não mostraram estruturas da linguagem científica, 1 era um quadrinho infantil sobre boas práticas de sono e 2 eram quadrinhos motivadores voltados a adolescentes. Um deles é uma quadrinização de uma cena de uma série de TV para que o fenômeno físico-químico retratado seja discutido e o outro é uma história sobre adolescentes que descobrem um asteroide em rota de colisão com a Terra.

Quando dividimos esse resultado por faixa etária, é possível observar alguns dados interessantes, como é possível ver no Quadro 15. Apresentamos os resultados em frações ao invés de porcentagem para melhor visualização dos totais envolvidos.

Quadro 15: Número de quadrinhos que apresentou as características estudadas em relação ao total com desdobramento em faixa etária.

Característica	Total	Infantis	Juvenis	Adultos	Geral
Palavras técnicas	52/61	3/7	14/16	10/11	25/27
Voz passiva	36/61	2/7	8/16	9/11	17/27
Metáfora gramatical	51/61	5/7	12/16	10/11	10/27
Estruturas representacionais conceituais	52/61	5/7	10/16	11/11	26/27
Pelo menos uma estrutura da linguagem científica	58/61	6/7	15/16	11/11	27/27
Todas as estruturas da linguagem científica	29/61	2/7	8/16	10/11	21/27

Em comparação com os demais, poucos quadrinhos infantis apresentaram palavras técnicas ou a presença de todas as estruturas de linguagem científica analisadas. Todos os quadrinhos adultos, com a exceção de um, apresentaram todas as estruturas da linguagem científica, e os quadrinhos juvenis ficaram em um meio termo entre os dois.

Além disso, as estruturas de linguagem científica nos quadrinhos infantis tendiam a ser mais simples. A maioria das estruturas representacionais conceituais encontradas, por exemplo, eram do tipo simbólico, em que a imagem é apresentada como símbolo de um termo, como detalhado no Quadro 16.

O único caso destoante foi a *graphic novel* “*Bats – Learn to Fly*” (que tem, para dar a devida proporção, 122 páginas e 421 quadros, portanto seus 60 quadros contendo estruturas conceituais representam apenas 14% do total). Discutiremos as peculiaridades desse quadrinho em mais detalhes na seção 7.4, mas podemos adiantar que a maior parte das estruturas analíticas (parte-todo e redes) e classificatórias (hierarquias) estão presentes em um tipo especial de quadro descolado da narrativa principal. Além disso, todas estruturas classificatórias desse quadrinho são do tipo implícito, em que é apresentado um grupo de objetos que implicitamente pertencem à mesma classificação, ao invés de uma estrutura em mais níveis, como ilustrado na Figura 44.

Figura 44: Exemplo de estrutura classificatória de hierarquia implícita em *Bats – Learning to Fly*.



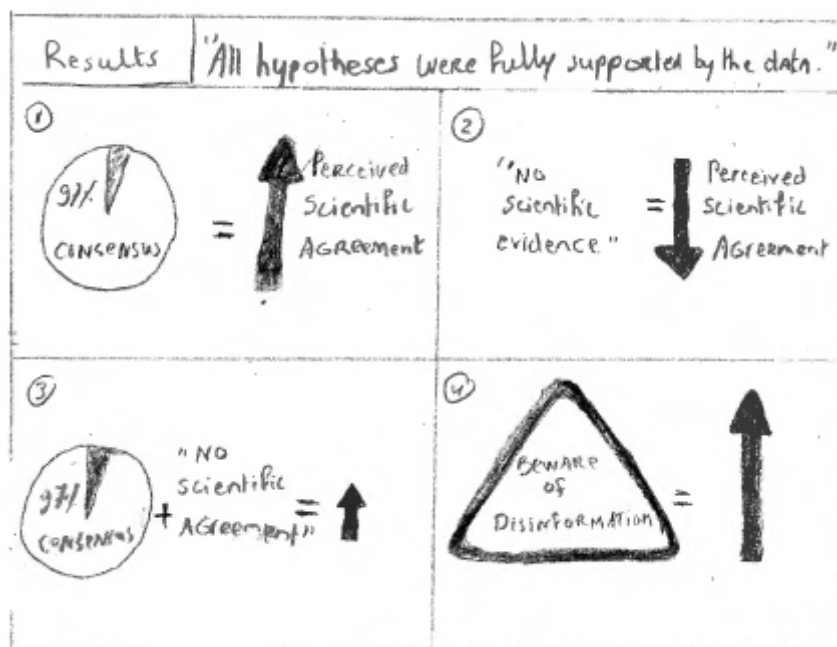
Fonte: *Bats – Learning to Fly*, de F. Koch.

Quadro 16: Tipos de estruturas conceituais encontradas nos quadrinhos infantis.

Quadrinho	Simbólica	Analítica	Classificatória
Ronco dorme em casa	0	0	0
The Evolution of the Whale	6	1	0
Science Comics: Bats - Learn to Fly*	21	15	24
My MRI	3	1	1
The Use of Comics in Experimental Instructions in a Non-formal Chemistry Learning Context	0	0	0
Selenia*	7	0	0
Comics in Science Teaching: A Case of Speech Balloon Completing Activity for Heat Related Concepts	8	1	0

Comparativamente, os quadrinhos voltados a adultos apresentaram maior presença de estruturas analíticas e classificatórias, com destaque para os artigos científicos quadrinizados (*Inoculating the public against misinformation about climate change*, *The Fragile Framework* e *Of Microscopes and Metaphors*) e para o quadrinho explicando as implicações da existência da matéria escura para a astronomia e para a física de partículas. Além do maior número de estruturas, mostrado no Quadro 9, as estruturas analíticas e classificatórias tendiam a uma maior complexidade, como os exemplos demonstrados na Figura 45.

Figura 45: Exemplo de estrutura classificatória complexa em um quadrinho voltados ao público adulto – em alguns dos itens da hierarquia implícita, há outras estruturas conceituais.



Fonte: *Inoculating the public against misinformation about climate change: A graphic translation*, de L. Rooyens.

Quadro 17: Tipos de estruturas conceituais encontradas nos quadrinhos adultos.

Quadrinho	Simbólica	Analítica	Classificatória
Are We Screwed On Climate Change?	10	2	0
Biology comics	8	1	3
The Fragile Framework	3	24	1
Inoculating the public against misinformation about climate change: A graphic translation	2	4	3
Journal of Sketching Science (Sharks)	1	1	0
Maria Goepfert-Mayer	7	1	0
Of Microscopes and Metaphors	3	6	2

Os braços de Nildo e Rony	2	0	4
PHD Comics: Dark Matter	4	5	4
Quantum Landscape	0	3	0
Segurança no Laboratório	2	0	2

Fonte: Elaboração própria

Em termos de porcentagem das características da escrita (em relação ao total dos balões) e de porcentagem de estruturas representacionais conceituais (em relação ao total dos quadros), é possível ver no Quadro 18 que a frequência de aparecimento de estratégias de escrita científica aumenta com o aumento da idade do público-alvo. No caso das estruturas conceituais, porém, ela se mantém baixa nos quadrinhos infantis e juvenis e têm um salto pronunciado nos quadrinhos adultos.

Quadro 18: Porcentagem mínima, máxima e média⁵ de estruturas da linguagem científica, tanto escritas como visuais, encontrados em quadrinhos de cada faixa etária.

Segmento	Características da escrita			Estruturas representacionais conceituais		
	Menor	Maior	Média	Menor	Maior	Média
Infantis	0%	9%	3%	0%	22%	8%
Juvenis	0%	33%	10%	0%	25%	6%
Adultos	3%	100%	34%	9%	50%	30%
Geral	0%	48%	16%	0%	52%	21%

Fonte: Elaboração própria

Os números podem ser divididos também em termos da estratégia pedagógica, como pode ser visto na Quadro 19. A princípio, não parece haver uma diferença muito dramática entre os quadrinhos motivadores, instigadores e explicativos, apenas uma tendência maior dos quadrinhos explicativos possuírem uma linguagem escrita que conta com voz passiva e/ou metáfora gramatical, o que está de acordo com suas funções. Quadrinhos motivadores buscam estabelecer uma linguagem mais próxima dos estudantes para incentivá-los ao estudo próprio, enquanto quadrinhos explicativos trazem definições e argumentos que tendem a empregar uma linguagem verbal mais próxima da acadêmica.

Quadro 19: Número de quadrinhos que apresentou as características estudadas em relação ao total.

Característica	Total	Motivadores	Instigadores	Explicativos
Palavras técnicas	52/61	7/10	3/5	43/46
Voz passiva	36/61	5/10	5/5	38/46

⁵ Média aritmética simples de todas as porcentagens encontradas nos quadrinhos de cada grupo.

Metáfora gramatical	51/61	5/10	5/5	40/46
Estruturas representacionais conceituais	52/61	6/10	3/5	42/46
Pelo menos uma estrutura da linguagem científica	58/61	9/10	5/5	45/46
Todas as estruturas da linguagem científica	29/61	0/10	2/5	30/46

As diferenças mais interessantes entre as estratégias pedagógicas não estão na presença das estruturas, mas na quantidade delas, que podem ser encontradas no Quadro 20.

Quadro 20: Porcentagens mínima, máxima e média⁶ de estruturas da linguagem científica, tanto escritas como visuais, encontrados em quadrinhos de cada faixa etária.

Segmento	Características da escrita			Estruturas representacionais conceituais		
	Menor	Maior	Média	Menor	Maior	Média
Motivadores	0%	25%	6%	0%	25%	7%
Instigadores	0%	33%	12%	0%	16%	5%
Explicativos	0%	100%	19%	0%	52%	21%

Quadrinhos motivadores e instigadores tiveram, em média, 12% ou menos de balões com metáfora gramatical ou voz passiva/sujeito oculto. As duas exceções a essa situação foram um quadrinho de apenas 4 balões (1 tinha uma metáfora gramatical, o que acabou resultando em 25% dos balões) e um quadrinho instigador juvenil em que, apesar do uso ocasional de termos de gíria, as falas dos personagens são bastante formais (Figura 44).

⁶ Média aritmética simples de todas as porcentagens encontradas nos quadrinhos de cada grupo.

Figura 44: Excerto do quadrinho instigador *A água nossa de cada dia*, contendo alguns exemplos de falas dos estudantes que possuem estruturas formais (“não falto uma aula sequer” ao invés da dupla negativa informal “não falto aula nenhuma”, “cotidiano” ao invés de “dia-a-dia”, ou a expressão “foi ambiente de muito aprendizado” ao invés de algo sem a metáfora gramatical, como “a gente aprendeu muito hoje”), contrastando com termos de gíria como “antenado” ou “lance”.



Fonte: *A água nossa de cada dia*

Em uma leitura inicial desse quadrinho, ele parece usar linguagem cotidiana por conta dos termos de gíria, mas a contabilização das metáforas gramaticais e usos de voz passiva imediatamente mostra que essas gírias não são o bastante para que ele se aproxime das baixas porcentagens desses usos encontrados em outros quadrinhos juvenis. Essa é, portanto, uma ferramenta interessante para que o autor revise seu texto e use formalidade e informalidade com mais propriedade.

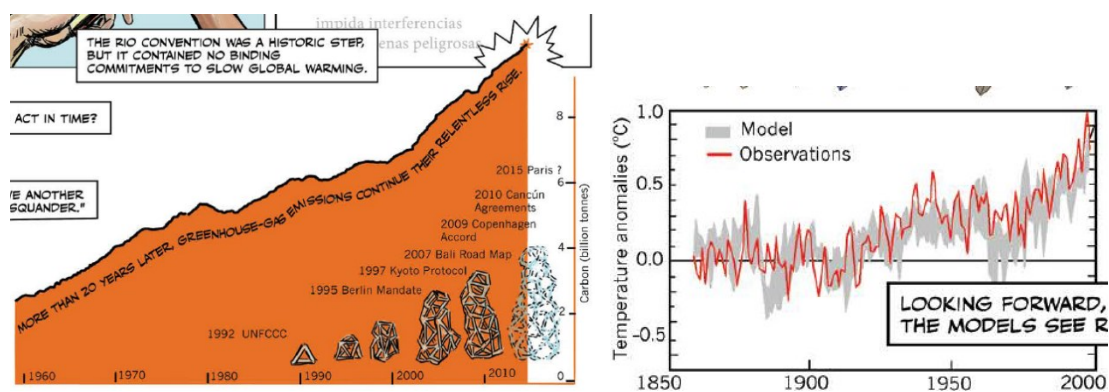
Fora situações como essa, quadrinhos motivadores e instigadores, no geral, demonstraram a tendência de ter poucas estruturas representacionais conceituais. Isso se alinha com o propósito pedagógico desses quadrinhos, que não é trazer a informação científica, mas motivar seu aprendizado. O único quadrinho dessas categorias que apresentou uma alta porcentagem de estruturas conceituais em relação ao total era um quadrinho de uma página e 4 quadros, sendo que 1 tinha uma estrutura conceitual. Nesse caso, a porcentagem só ficou alta por conta do número baixo de quadros. Os demais tiveram apenas um máximo de 16% de estruturas conceituais.

Entre os quadrinhos explicativos, as tendências observadas foram que os que tiveram menor número de estruturas eram os quadrinhos voltados a crianças e adolescentes, e que criaram uma história para “emoldurar” a explicação dos conceitos. 23 quadrinhos tinham

20% ou menos de quadros com estruturas conceituais – desses, 17 tinham uma história de fundo (74% do total de 46 explicativos). Quando reduzimos nossa amostra apenas para os 20 quadrinhos com mais que 20% de estruturas conceituais, essa porcentagem cai para 50%, consistente com a observação de que as estruturas conceituais são mais fortemente relacionadas com explicações do que com narrações.

Alguns quadrinhos (27 dos 61) apresentaram estruturas conceituais que não tiveram nenhum tipo de “narrativização”, como cores decorativas ou adição de elementos concretos (exemplos na Figura 41). Desses, 1 era infantil (14% dos infantis), 5 eram juvenis (31% dos juvenis) e 7 eram adultos (67% dos adultos).

Figura 45: Esquerda: gráfico contendo cores e visualizações que não ocorreriam em um gráfico comum, como a linha das emissões de carbono ser representada como um pavio aceso, ou os tratados serem simbolizados por andaimes. Direita: gráfico típico de uma comunicação científica, sem visualizações narrativas.



Fonte: Fragile Framework

Essa tendência se alinha ao propósito principal da “narrativização” de um diagrama científico, que é fazê-lo mais acessível à compreensão do público-alvo ao torná-lo mais concreto. O público infantil tem mais a aprender, portanto precisaria mais desse recurso, enquanto é esperado que o público adulto compreenda diagramas como foram construídos.

Outro recurso de “narrativização” são as metáforas visuais, que apareceram em 36 dos 61 quadrinhos. Em 18 desses casos, há a ocorrência de antropomorfização. Apenas 2 quadrinhos infantis têm a presença dessas metáforas, enquanto apenas um quadrinho adulto **não** tem. Os quadrinhos juvenis ficaram divididos quase na metade: 9 desses não tinham metáforas e 7 tinham. A princípio, esse parece um resultado contraditório, uma vez que a antropomorfização está fortemente associada a desenhos animados e fábulas,

que são voltadas ao público infantil, mas há uma consideração importante a esse respeito. Como Davies (2019) explica em sua definição, as metáforas visuais só são lidas como metáforas pelo leitor, quando fica claro que elas não fazem parte do universo canônico da história. No caso dos quadrinhos de ciências, o “universo canônico” é o universo real habitado pelo estudante. Para que entendam que o que estão vendo é metafórico, eles precisam entender como o universo real funciona.

Crianças bem jovens já sabem que animais não falam no universo real, portanto compreendem que um animal falante em uma história é metafórico. Porém, uma criança que ainda não compreenda como o chumbo afeta o sistema nervoso, terá dificuldades de interpretar o metafórico no excerto mostrado pela Figura 46 e pode pensar que o problema é realmente causado por um bloco de chumbo pressionando o cérebro. Em casos como esse, a mediação do professor é importante para que essas metáforas sejam identificadas e trabalhadas, para evitar compreensões equivocadas entre os estudantes.

Figura 46: Excerto de um quadrinho sobre mudanças climáticas em que os danos de contaminação por chumbo são representados metaforicamente.



Fonte: Are we screwed on climate change?, de J. Deaton e M. Farinella.

Por fim, ao analisarmos quantos quadrinhos se utilizaram de um estilo de desenho mais cartunesco e estilizado e quantos se utilizaram de um estilo mais fotorrealista, encontramos que apenas 8 quadrinhos tendiam mais ao fotorrealismo. Desses, 2 eram fotonovelas (uma motivadora e uma instigadora) voltadas ao público juvenil, 2 eram quadrinhos explicitamente voltados a adultos e os outros 4 eram voltados ao público geral.

Consolidando todas essas observações, percebemos que, visualmente, os quadrinhos analisados têm as seguintes características gerais: quadrinhos com menos estruturas conceituais tenderam a ser motivadores e/ou voltados a públicos infantis e juvenis. Os quadrinhos com mais estruturas tenderam a ser explicativos e voltados a adultos. A

narrativização de imagens científicas ocorreu em todos os quadrinhos que as continham, mas quadrinhos voltados a públicos-alvo mais velhos tiveram ocorrências de imagens científicas sem esse recurso.

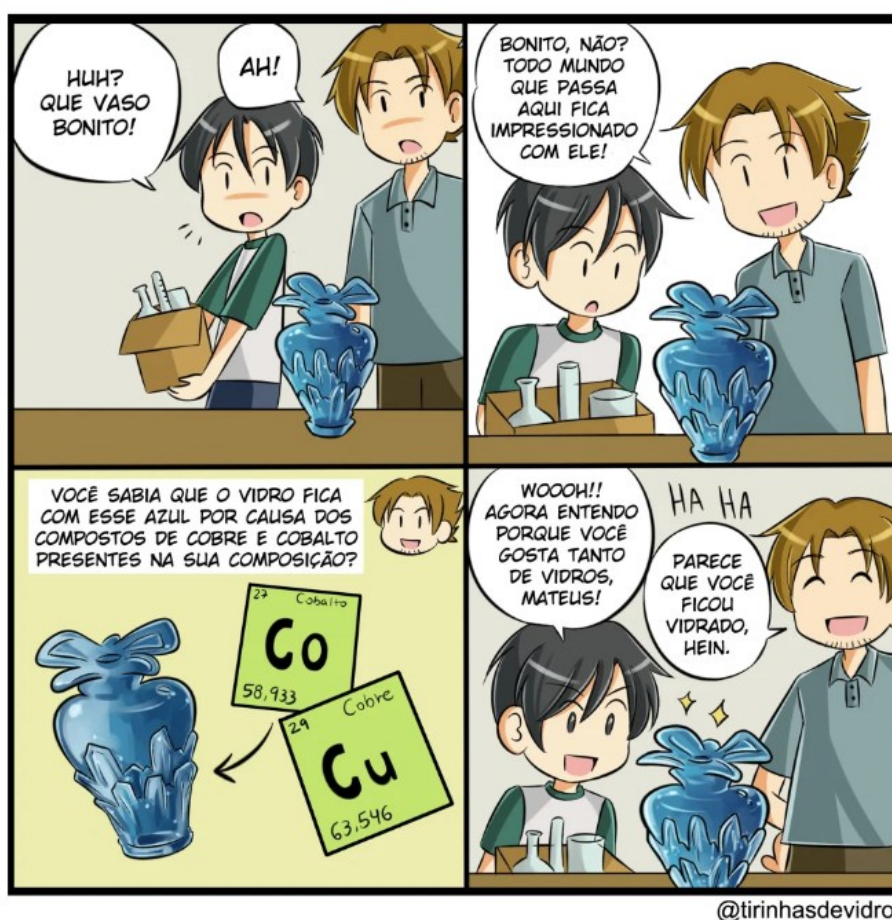
Também percebemos que o alto uso de estruturas representacionais conceituais se correlaciona muito pouco com a formalidade da linguagem. Existem quadrinhos com baixo uso de ambos, com alto uso de ambos ou com baixo de um e alto de outro. A única constante observada é que os quadrinhos adultos tendem a ter pelo menos um desses dois usos alto (as duas únicas exceções sendo uma cartilha de saúde e um quadrinho biográfico), o que faz sentido quando consideramos que o público adulto deveria lidar mais facilmente com essas estruturas.

Sendo assim, percebemos que a linguagem escrita não pode ser o único critério de escolha para o público-alvo de um quadrinho. Alguns quadrinhos possuem muitas imagens e diagramas científicos, mesmo que não utilizem de uma linguagem escrita muito formal, e essas imagens são abstratas e densas de informação. Há também a questão das metáforas visuais, que discutimos, cuja compreensão depende do conhecimento prévio do leitor do quadrinho. Quanto mais jovens os estudantes que leem esses quadrinhos, mais mediação do professor será necessária durante o processo.

7.3 Análise do Grupo 2 (tiras e cartuns)

Tiras e cartuns formam 34% do *corpus* total. Quase todos eles pertencem ao gênero do humor, mesmo as que se enquadram na classificação de quadrinhos explicativos. O formato de tira é tão breve e ligado à contação de piadas que é surpreendente que existam tiras explicativas (exemplo na Figura 47). Consultamos as 10 coleções de tiras em questão e identificamos que a estratégia usada em 8 delas foi limitar a informação comunicada a algo bem simples que se integre no corpo da situação humorística, como o trocadilho da Figura 47.

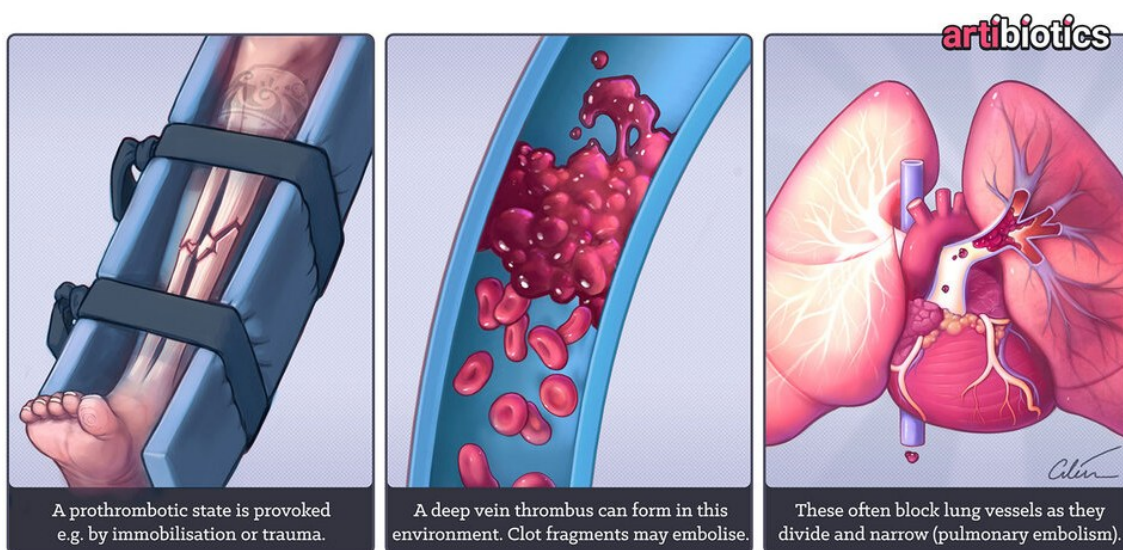
Figura 47: Tira explicativa de uma coleção sobre as características dos vidros.



Fonte: Quadrinhos de Vidro, de Adriana Yumi.

A outra estratégia, presente nas outras 2 coleções de tiras explicativas, é aproximar as tiras e/ou cartuns de infográficos. *Artibiotics* é a única tira do corpus que contém exemplos não humorísticos, como o da Figura 48, que também demonstra esse hibridismo entre uma tira e um infográfico.

**Figura 48: Tira da coleção *Artibiotics* explicando o que é um estado protrombótico.
Não há tentativa de humor ou mesmo de narrativa.**



Das 57 coleções de cartuns e tirinhas, 40 delas (70%) não indicavam um público específico, uma porcentagem muito maior que as HQs do Grupo 1 (que era de aproximadamente 44%). Em parte, acreditamos que isso pode ser devido ao fato de que muitas delas são publicadas em perfis de redes sociais, onde o autor não tem necessariamente um espaço para colocar esse tipo de informação, ou devido ao fato de que há uma expectativa maior de que uma tira humorística atinja uma faixa etária maior.

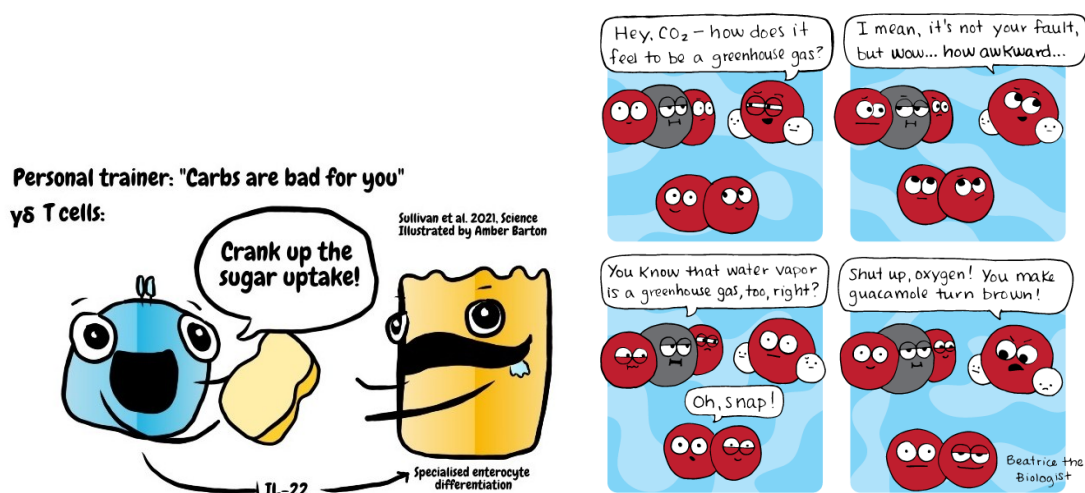
Das 17 coleções restantes, 2 eram voltadas ao público infantil, 5 ao público adulto (especialmente universitário) e 10 ao público juvenil. Das juvenis, 6 delas foram retiradas de livros, resumos de apresentações em congressos, artigos e dissertações.

Muito do que foi discutido em relação aos outros quadrinhos se aplica às tiras e cartuns, exceto por duas estratégias: a antropomorfização e o “porta-voz da Ciência”. A frequência de personagens antropomórficos em tiras e cartuns foi muito mais alta do que no *corpus*

geral: 75%. Sem essas coleções no *corpus*, a porcentagem de trabalhos com antropomorfização caiu de 51% para 37%.

Isso porque uma estratégia de humor extremamente comum nas tiras e nos cartuns deriva justamente do absurdo gerado por colocar um ser não-humano em situações da vida humana, ou por atribuir personalidades e motivações humanas a esses seres, como na Figura 49.

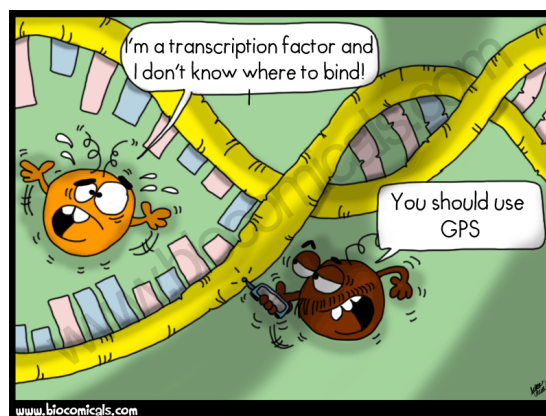
Figura 49: Exemplos de um cartum e uma tira com personagens antropomórficos.



Fonte: “Cartuns da Dra. Amber Barton”, de Amber Barton e “Beatrice, the Biologist”, de Katie.

Quanto ao “porta-voz da Ciência”, 33% das coleções de tiras e cartuns apresentam esse personagem, que é o único a utilizar a linguagem científica contra 75% dos demais tipos de quadrinhos. Em parte, isso pode ser atribuído ao fato de que a maioria das tiras usam a estratégia pedagógica de motivação e, como observamos na seção anterior, esse tipo de quadrinho tende a ter menor frequência de uso da figura do porta-voz. Em parte, porque a predominância do uso de figuras antropomórficas faz com que o que seriam palavras técnicas em um cenário normal pode se tornar um nome próprio ou termo coloquial em um cenário fantástico. Dessa forma, a linguagem científica não fica restrita a apenas uma pessoa. Na Figura 50, por exemplo, no cartum da coleção *Biocomicals*, em que um personagem diz que é um fator de transcrição. Já o outro personagem oferece um GPS, que no caso do cartum, alude ao método “DNA-GPS”, que utiliza técnicas de posicionamento geográfico para a análise de perfis moleculares.

Figura 50: Excerto de um cartum protagonizado por um fator de transcrição e outra substância não-identificada.



Fonte: *Biocomicals*, de Alper Uzun (org.)

Além das tiras e cartuns humorísticos cumprirem uma função de motivar os estudantes a buscarem informações para entender a piada, as tiras e os cartuns de ciências também possuem suas peculiaridades e também podem ser usadas para dinamizar explicações, mesmo sem o uso de nenhum humor.

7.4 Análise do Grupo 3 (*graphic novels*)

As *graphic novels* correspondem a 24% do *corpus* e seguem, de maneira geral, as tendências já discutidas nos quadrinhos dos Grupos 1 e 2, além de estratégias semelhantes. Existe um aspecto, porém, no qual elas se destacam em relação aos outros quadrinhos: o material escrito suplementar. Enquanto 55% das *graphic novels* eram acompanhadas por esse tipo de material, apenas 19% dos outros quadrinhos do *corpus* recorreram a essa estratégia. Além disso, com exceção dos quadrinhos biográficos, apenas

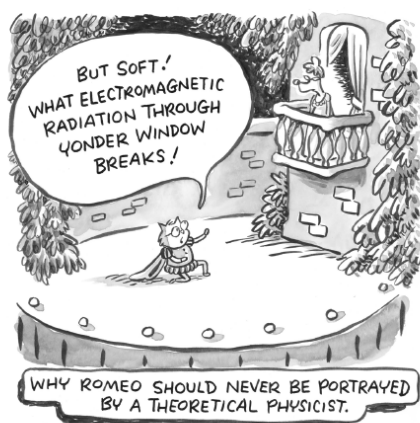
dois quadrinhos que não tinham material suplementar eram motivadores, ao invés de explicativos.

Um deles, “*We are all me*” (uma *graphic novel* no limite entre quadrinhos e um livro ilustrado) apenas foi acessível à pesquisadora na forma eletrônica, de forma que não é possível descartar a existência de um encarte com essa função na versão física. O outro quadrinho, “*Edgar e a energia dos ventos*”, é um híbrido de *graphic novel* e tiras – uma história longa e contínua em que cada página é uma tira – em que o personagem titular faz metáforas comparando fenômenos da Física com acontecimentos da sua vida e com seus conflitos emocionais, fica na fronteira entre motivador e explicativo. No livro, Edgar apresenta o conceito científico sem necessariamente explicá-lo, de forma que ele não é tão dependente de um material externo para que o leitor faça a conexão entre o quadrinho e o conceito científico respectivo, mas ainda assim não fornece todas as informações para independê-lo de algum tipo de suplementação para aqueles não familiarizados com a Física do Ensino Médio.

Entre aquelas *graphic novels* que possuem o material suplementar com exposição escrita, esse material tomou dois formatos: o de “encarte”, isso é, um pdf ou uma página de website à parte do material, como, por exemplo, nas produções da iniciativa *ERCComics* e em “*Climate Changed*”, e o formato de blocos de texto ao final da *graphic novel* ou de seus capítulos, como, por exemplo, nos livros da coleção “Guia Mangá” ou no livro “*Quirky Quarks*”.

Para ilustrar a diferença entre os dois tipos de quadrinho, um bom contraste é oferecido pelo livro “*Quirky Quarks*” e os livros de Larry Gonick (“*Química em Quadrinhos*” e “*Física em Quadrinhos*”). Descrevendo superficialmente, eles parecem empregar estratégias semelhantes: blocos de texto explicativo intercalado por cartuns fazendo humor com o tema do texto. Entretanto, a forma com que cada livro realiza essa estratégia é diferente e faz com que *Quirky Quarks* seja considerada uma *graphic novel* com material suplementar e os livros de Gonick sejam considerados quadrinhos sem material suplementar.

Figura 51: Excertos de duas páginas de (a) “*Quirky Quarks*” e de (b) “*Química em Quadrinhos*”, mostrando a diferente relação entre cartum e texto em cada um dos livros.



a)



b)

ALTHOUGH ATOMS WERE INVISIBLY SMALL, SCIENTISTS ACCEPTED THE ATOMIC THEORY ANYWAY, BECAUSE IT EXPLAINED WHAT THEY COULD SEE...

Light Ripples in the Electromagnetic Field

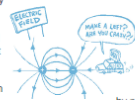
What is light, precisely? Well, light is a specific kind of electromagnetic radiation. By that we mean "ripples in the electromagnetic field".

The Electric Field: To Charge or Not to Charge, That Is the Question

Let us first explain the electric field: Well, you know that things can be electrically charged, either positively or negatively. Things with similar charges repel each other, while things with opposite charges attract each other. So, electrically charged matter always feels a force, coming from all the other charged things in the universe. This force field (physicists call this a "field" because it is everywhere) is called the electric field. You can think of it as the GPS for charged particles - it tells them where to go next.

while electric charges exert a force on charged particles simply because they are charged, magnets only act with a force on them (the so-called Lorentz force) if they move. So as long as a proton sits perfectly still, a magnet cannot push it around. Only when the proton starts to move somewhere - maybe because of the electric field - will the magnets be able to change its path.

Two Sides of the Same Coin: The Electromagnetic Force



The magnetic force has been known for thousands of years, as long as people realized that needles made of certain metals always point into the same direction - the North Pole. The ancient Greeks also knew about the electric force. They observed that by rubbing amber on animal fur caused little crackling sparks (which we nowadays call "electric discharges"). In fact ἤλεκτρον, or "elektron", is the ancient Greek word for amber.

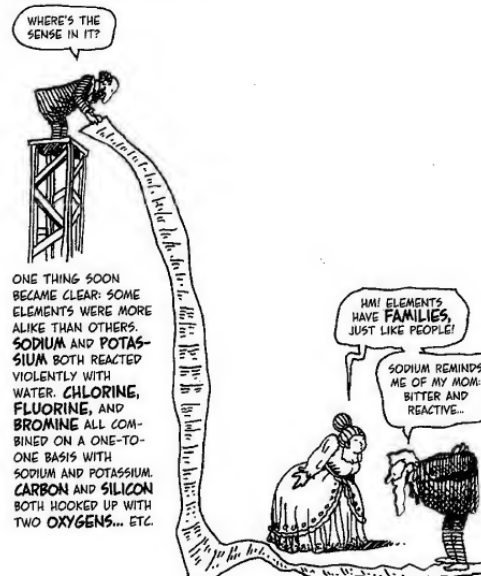
Magnets - How Do They Work?

The magnetic field is a bit more difficult to understand. Things can also carry a magnetic charge, we then call them "magnetized". But the magnetic charge is not just a number, like the electric charge. Rather, it has a strength, and at the same time also a direction. You can think of this as a little arrow attached to the magnetized object - the arrow points away from the North Pole and towards the south pole of the magnet, and the longer the arrow, the stronger the magnet. Just as electric charges try to push charged particles around, so do magnets. But

But it wasn't until the end of the 19th century, when English scientist James Clerk Maxwell found out that the two belong together. They are just two different phenomena of the same physical interaction, which we nowadays call "the electromagnetic field". The electric and magnetic force belong together inseparably. The famous equations which made J.C. Maxwell immortal in fact state that a changing electric field causes a magnetic field - which is why a spinning electric charge behaves like a magnet (*).

*: "Spin" on page 187

MEANWHILE, THEY KEPT UP THE HUNT FOR NEW ELEMENTS, FINDING NEARLY SEVENTY BY THE 1860S--AND WHAT A LIST IT WAS! ELEMENTS MIGHT BE SOLID, LIQUID, OR GASEOUS; YELLOW, GREEN, BLACK, WHITE, OR COLORLESS; CRUMBLY OR BENDY; WILDLY REACTIVE OR RELATIVELY INERT.



Fonte: *Quirky Quarks*, de Bahr, Lemmer e Piccolo e *Química em Quadrinhos*, de Gonick e Criddle.

Em *Quirky Quarks*, um cartum é apresentado no início de cada capítulo, seguido por uma explicação em texto de cerca de 3 páginas, que pode ou não conter cartuns menores posicionados como ilustrações de livros didáticos, como à esquerda da Figura 40a. Esse é o mesmo padrão de “trecho de quadrinhos + material suplementar” utilizado nos Guias Mangá. Já os livros de Gonick são compostos de quadros com as já discutidas relações hipotéticas entre texto e imagem e de alguns pontos em que essa relação de texto e imagem é mais um diálogo em que as duas unidades se relacionam de forma mais

paratática (isso é, sem um dos elementos sendo dominante na construção de significado), como na Figura 51b.

O material suplementar, elaborado pelos próprios autores do quadrinho (ou por alguém contratado por eles), não necessariamente era voltado para o uso de professores em contexto escolar ou universitário em todos os exemplos que estudamos. De acordo com o website do projeto *ERCComics*, suas *graphic novels* têm como objetivo divulgar as linhas de pesquisa do instituto, e o material complementar serve para conectar o conteúdo fantasioso, metafórico ou mesmo abstrato de algumas delas ao respectivo projeto de pesquisa.

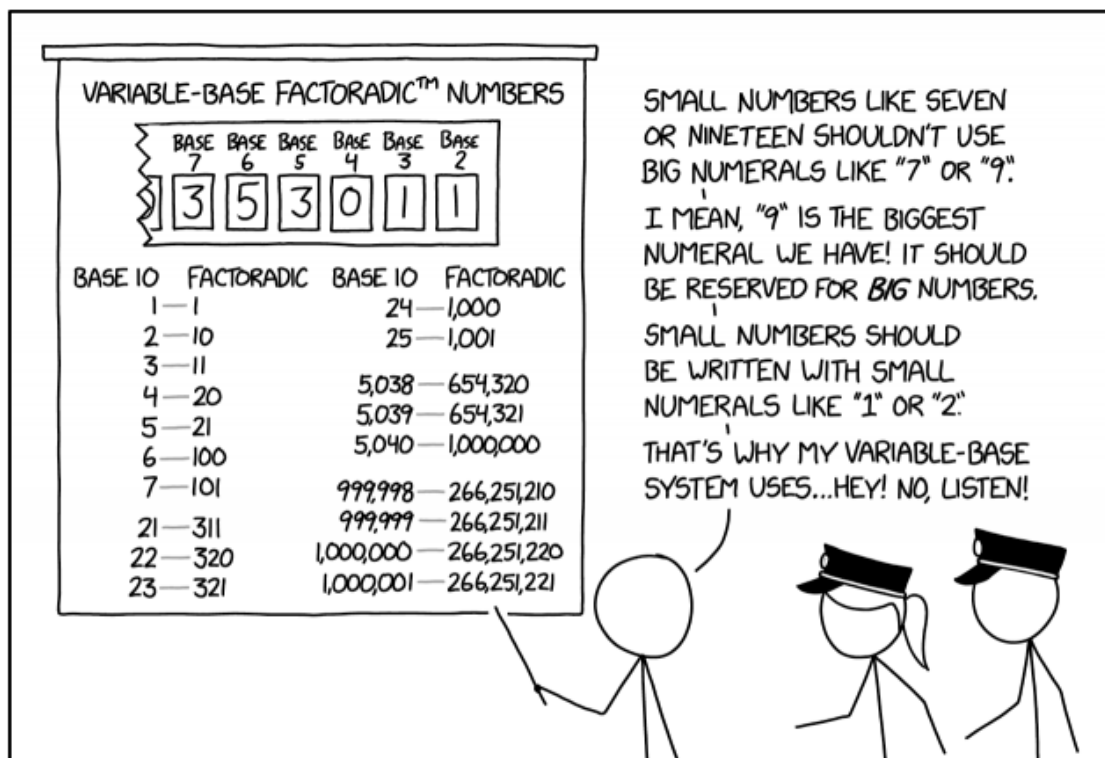
Em todos os casos em que há o material suplementar, sua posição ao fim de capítulos ou do livro como um todo gera a ideia de que o quadrinho é o motivador para a leitura do material escrito, onde estão as informações que se pretende comunicar. Essa estratégia é diferente da motivação das tiras e dos quadrinhos sem material suplementar, em que o estudante deve pesquisar por si as informações para compreender a piada ou a metáfora presente no quadrinho.

No caso dos quadrinhos ligados ao material suplementar, geralmente é possível entender e apreciar plenamente a história ou a explicação sem a leitura do suplemento. No caso das tiras motivadoras, a experiência é incompleta (e, portanto, insatisfatória), a menos que o leitor já saiba a informação de antemão ou a busque imediatamente depois.

Sendo assim, embora os quadrinhos com material suplementar pareçam não depender de uma mediação externa para que ensinem ou comuniquem Ciência, paradoxalmente, ao oferecer uma experiência completa e independente desse material, são muito mais sujeitos à possibilidade de o leitor simplesmente ignorar a suplementação a menos que seja externamente motivado a fazer essa leitura. Por outro lado, ao negar a satisfação de entender a piada sem que o leitor esteja de posse de certa informação, é bem mais provável que os leitores a busquem por si mesmos. A popular tira *xkcd*, por exemplo, tem uma wiki dedicada exclusivamente a explicar as piadas de nicho feitas pelo autor (*Explain xkcd*). A wiki costumava ser um fórum com centenas de comentários e pedidos de clarificação por tira, tamanha a demanda por essas explicações.

Figura 52: Exemplo de tira da coleção *xkcd* que exige conhecimento específico de como o sistema de numeração fatorial funciona para completo entendimento da ironia da situação (a explicação do personagem está correta, mas a forma como ele escolhe comunicar as características da numeração fatorial faz com que ele pareça ser alguém que não entende de matemática). Convertendo 353011 de fatorial para decimal, você obtém 2835, o número de postagem da tira no *website*.

Factorial Numbers



FACTORIAL NUMBERS ARE THE NUMBER SYSTEM THAT SOUNDS MOST LIKE A PRANK BY SOMEONE WHO'S ABOUT TO BE ESCORTED OUT OF THE MATH DEPARTMENT BY SECURITY.

Fonte: *xkcd*, de Randall Munroe

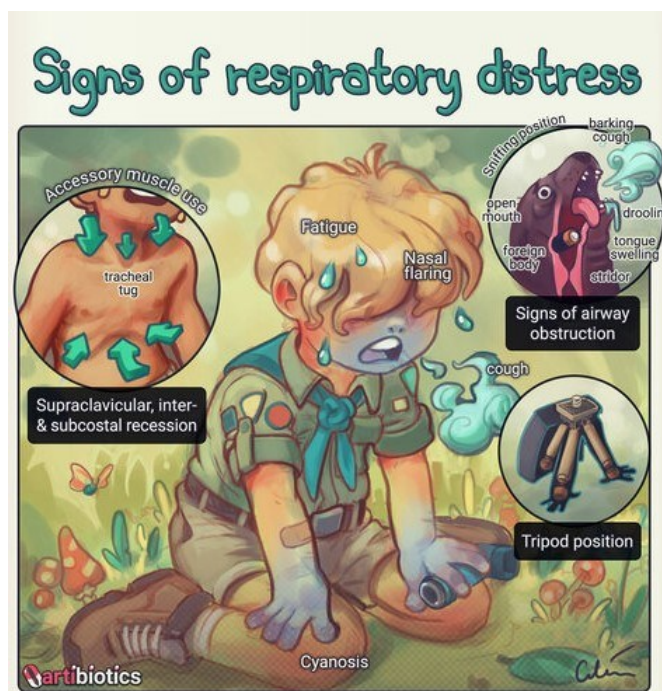
7.5 Composições de imagens científicas

Outra contribuição do estudo dos quadrinhos de ciências foi uma melhor compreensão de como as próprias imagens científicas são estruturadas. Como discutimos no Capítulo 5, as ferramentas de Kress e Van Leeuwen para o estudo de composições de imagens nem sempre se aplicam às complexas composições de imagens científicas.

Porém, ao analisarmos as composições nos quadrinhos, percebemos estruturas constantemente utilizadas para construir significado conceitual, e essas estruturas possuem correspondência em imagens de livros-texto e artigos científicos.

A maior parte das composições que observamos nos quadrinhos de ciências foram estruturas representacionais conceituais encaixadas em outras estruturas conceituais. Por exemplo, na figura 53, o quadro inteiro é uma estrutura classificatória de hierarquia implícita: cada elemento da imagem pertence ao conjunto “sinais de estresse respiratório”. Porém, o elemento “sinais de obstrução das vias aéreas” é, em si, uma estrutura analítica (um todo formado de várias partes sinalizadas).

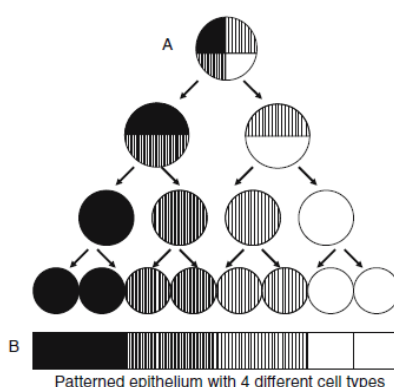
Figura 53: Excerto da coleção de cartuns Artibiotics.



Fonte: Artibiotics, de Kearns

Isso é semelhante ao que ocorre na Figura 54, retirada de um livro-texto de neurobiologia e apresenta a mesma organização: uma estrutura representacional classificatória em que vários componentes da hierarquia são estruturas analíticas.

Figura 54: Diagrama mostrando uma célula-mãe com quatro características e três gerações de células-filhas.

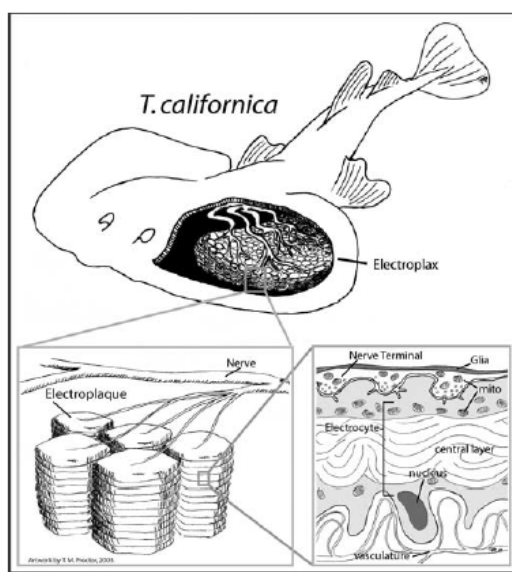


Fonte: Developmental Neurobiology, 4ª edição, M. S. Hao e M. Jacobson.

A segunda forma de composição de imagens muito comum nos quadrinhos de ciências e que foi encontrada com frequência em imagens científicas foi o “zoom”, que normalmente é uma estrutura analítica por criar uma relação de parte-todo entre os dois elementos (como em 55a), mas que também pode ser uma composição envolvendo um novo zoom, como na figura 55b, ou uma estrutura analítica encaixada em outra via zoom, como na figura 43c, retirada do livro de neurobiologia.

Figura 55: Excertos de quadrinhos contendo estruturas de “zoom” (acima) e dessa mesma estrutura em um livro-texto.

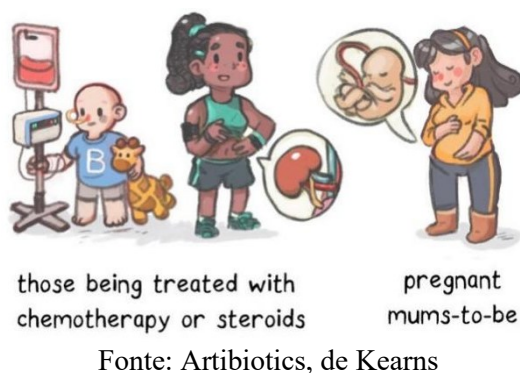




Fontes: ChemWorld, Doutor RIP e seus amigos, Developmental neurobiology

Também encontramos estruturas analíticas muito semelhantes aos arranjos de “zoom”, é o “raio-x”, em que uma composição é utilizada para mostrar uma parte do todo que fica em seu interior e não é normalmente visível (Figura 56).

Figura 56: Excerto de um cartum em que duas figuras apresentam uma estrutura de “raios-x” para mostrar estruturas do interior de seus corpos.

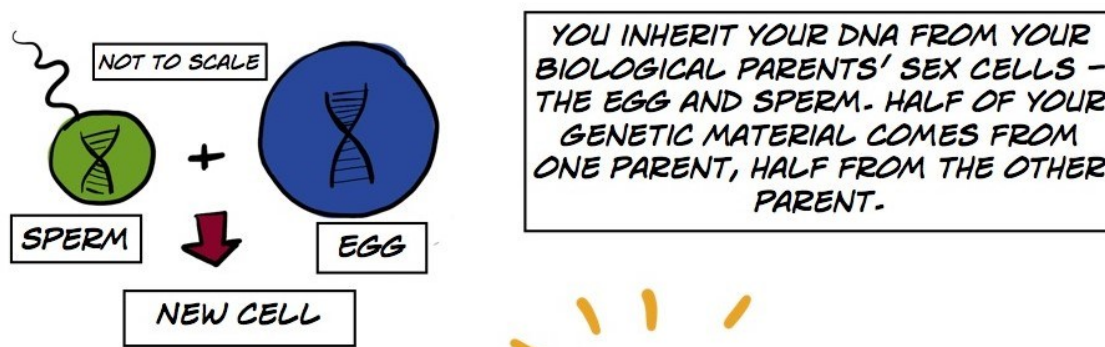


Fonte: Artibiotics, de Kearns

Uma terceira forma composição comum nos quadrinhos, e que não tem correspondente nas estruturas representacionais é a “sequência de ações ou ideias”, em que as imagens são organizadas por temporalidade ou conexões lógicas (frequentemente explicitadas com o uso de uma conjunção sobre uma seta que une as imagens). Essa composição é diferente da divisão em quadrinhos em si, porque ocorre geralmente em um único quadro, frequentemente com uma explicação acima, como na Figura 57a, em que é explicado um experimento com massinha. Esse tipo de estrutura está presente também no livro-texto de neurobiologia, como mostrado em 57b

Em outros contextos, essa estrutura também pode ser interpretada como uma forma diferente de representar uma relação analítica, quando é implícito que os elementos “somados” são as partes do todo (Figura 59).

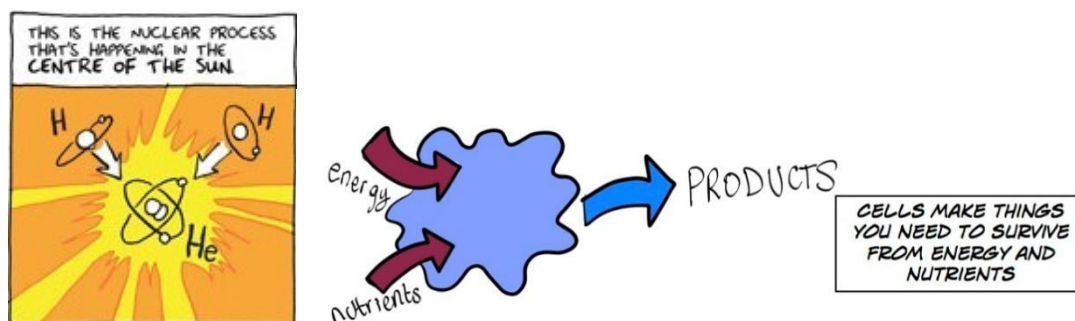
Figura 59: Excerto de um quadrinho com uma composição analítica utilizando o sinal de soma.



Fonte: Biology comics

Em alguns quadrinhos, o sinal de “+” não foi explicitado, mas foi utilizada uma estrutura em V, com duas setas convergindo para o resultado desse encontro, como na Figura 60:

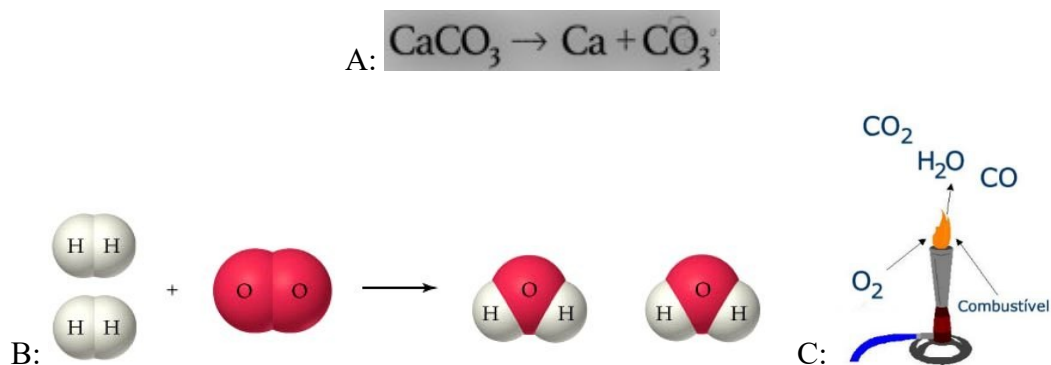
Figura 60: Excerto de dois quadrinhos em que o uso de setas convergentes é utilizado para mostrar um processo de transformação.



Fonte: Asteroid Belters e Biology Comics

Esse tipo de estrutura, tanto no formato de equação matemática quanto no formato de setas convergentes, é bastante comum na representação de reações químicas em livros-texto. Isso aparece tanto na representação clássica das reações por uma equação química (Figura 61a) quanto em representações gráficas (Figuras 61b e 61c).

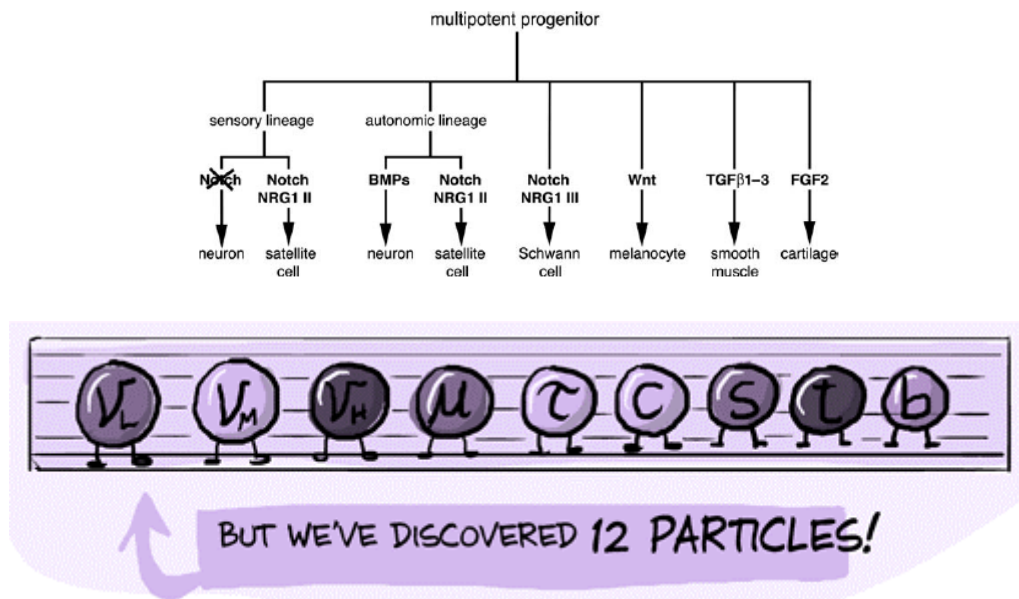
Figura 61: (a) Equação química tradicional. (b) Reação química representada por moléculas, seguindo a mesma estrutura da equação. (c) Reação de combustão representada por uma chama, com os reagentes convergindo para ela com uma seta, e outra seta representando os produtos se afastando.



Todas essas observações nos permitiram propor as seguintes observações sobre composições de imagens científicas, tanto em livros e artigos como nos quadrinhos:

- Em composições que representam sequências de ações ou de ideias, as imagens são tipicamente estruturadas na ordem de leitura de textos: da esquerda para a direita e de cima para baixo. As imagens mais à esquerda e/ou mais acima tendem a ser o **dado** e o **tema** em relação às seguintes, que serão o **novo** e o **rema** das anteriores. Pode haver bifurcações nos caminhos das ações, explorando possibilidades, de forma que o sentido de leitura pode se tornar invertido em algumas situações. Quando a sequência está na ordem coerente aqui informada, ela pode não apresentar setas unindo as etapas da ação (como em 61A). Se houve inversão devido a bifurcações, as setas (ou estruturas equivalentes) sempre aparecerão para clarificar o caminho de leitura.
- Composições classificatórias que representam taxonomias tendem a ter uma estrutura verticalizada, em que a posição superior denota mais importância ou mais generalidade do conceito, as posições inferiores denotam menos importância ou mais especificidade. Quando esse tipo de diagrama é horizontalizado, a tendência é que o que seria o topo se torne a parte esquerda da imagem. Isso é mais comum nas imagens científicas em livros-texto e artigos, como exemplificado na Figura 62a. Também existem composições classificatórias de taxonomia implícita, em que as imagens são apresentadas organizadas a espaços regulares, sendo todas pertencentes à mesma categoria. Essas são as mais comumente encontradas em quadrinhos de ciências, como o excerto de 62b.

Figura 62: (a) Diagrama de linhagem de células encontrado em um livro universitário de Biologia (b) Excerto de um quadrinho sobre matéria escura.



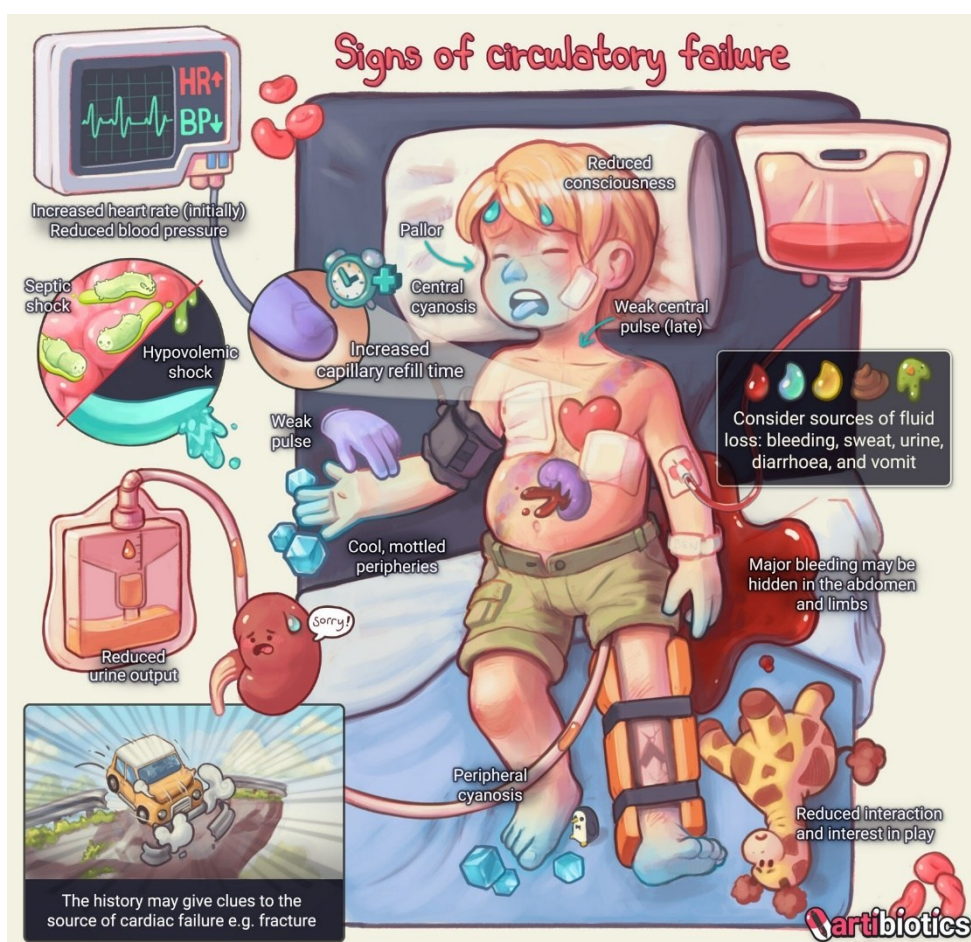
Fonte: Developmental neurobiology e PHD Comics!

- Composições analíticas (apresentam relações de parte-todo) tendem a apresentar o todo como sendo completamente constituído pelas partes conectadas (Figura 54) ou apresentar o conceito principal no centro e os secundários em sua periferia, geralmente utilizando-se do recurso de “zoom” ou “raio-X”: uma parte do desenho principal (todo) é ampliada para apresentar detalhes não visíveis por serem pequenos demais, ou no interior da figura representada (figuras 53 e 55).
- Outra forma mais rara, mas recorrente de composição de imagens é o uso do formato “operação matemática de soma”. Essa composição pode representar uma sequência de ações em que as setas são substituídas por sinais de “+” e o resultado das ações é apresentado após um sinal de “=”, ou pode ser uma estrutura analítica, em que um todo é decomposto em partes (Figuras 58 e 59). Esse tipo de estrutura também pode aparecer sem o sinal de “+”, quando dois ou mais elementos convergem para o mesmo ponto, e desse ponto sai uma seta representando o resultado dessa convergência (Figura 60).

Se a imagem for suficientemente grande e complexa, ela pode apresentar esses três tipos de composições em diferentes regiões, ou encrustadas uma na outra. Por exemplo, o cartum da imagem 63 (a seguir) é um grande infográfico de composição classificatória de

taxonomia implícita (isso é, todos os elementos mostrados são parte da mesma categoria, “insuficiência circulatória”). Vários elementos são identificados com uma legenda, como típico das estruturas simbólicas. O garoto é uma estrutura analítica, formado de várias partes identificadas pelas setas e legendas. Um dos elementos é outra estrutura de taxonomia implícita, com as fontes de perda de fluidos. Outro elemento é uma imagem narrativa de um carro derrapando.

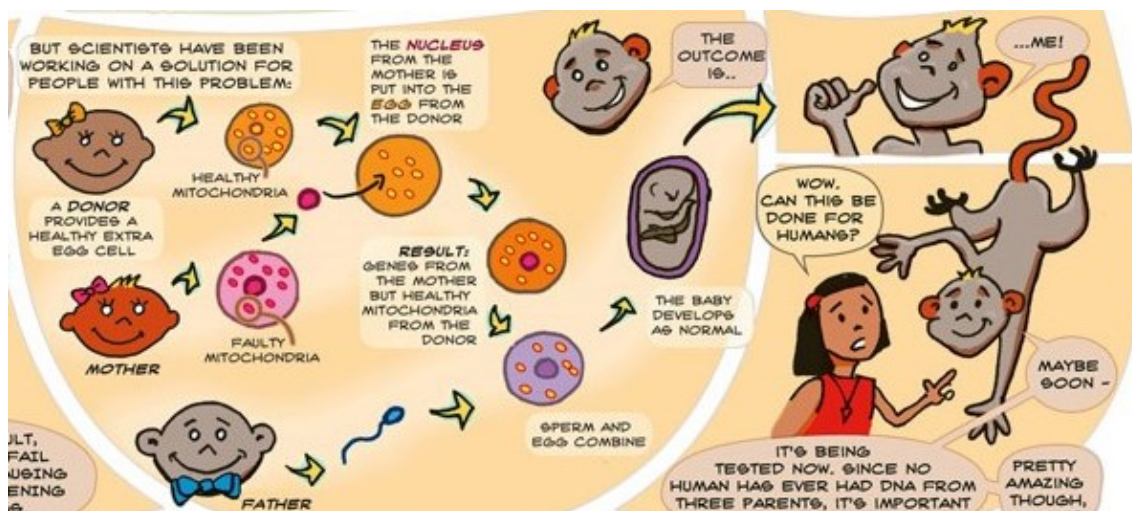
Figura 63: Cartum da coleção “Artibiotics” contendo uma composição complexa com muitas estruturas conceituais encaixadas umas nas outras.



Fonte: Artibiotics, de Kearns.

Essa complexidade é mais comum em quadrinhos voltados a adultos, mas não significa que não pode ser encontrado em quadrinhos infantis. Um exemplo é do excerto na Figura 64, explicando o “macaco com três genitores”. O diagrama em si é uma composição do tipo sequência de ações explicando os passos para o nascimento do macaco. Os elementos estáticos são identificados com legendas (estruturas simbólicas) e os óvulos são identificados como formados de núcleo e mitocôndrias (estruturas analíticas).

Figura 64: Excerto de uma página de quadrinho infantil com uma série grande de ações.



Fonte: Asteroid Belters

Sendo assim, fica claro que muitos quadrinhos de ciências analisados apresentam uma “gramática visual” semelhante às imagens científicas e são frequentemente complexos apesar do estilo cartunescos e colorido.

Do ponto de vista da Educação em Ciências, isso sugere que, quando os estudantes são estimulados a compreender as estruturas visuais presentes em quadrinhos e a utilizá-las para desenhar suas próprias produções, eles estão aprendendo ferramentas valiosas para compreenderem melhor diagramas grandes e complexos, especialmente quando aparecem não “narrativizados”, com desenhos substituídos por linhas abstratas e símbolos.

Sendo assim, mais do que contextualizar um conceito, a criação de quadrinhos por parte dos estudantes pode ser um exercício da linguagem científica. Se essa criação for feita após a leitura de quadrinhos de Ciência que demonstram essas estruturas, isso pode aumentar ainda mais as ferramentas que os estudantes têm à sua disposição para criar esses quadrinhos.

8 Conclusões e Implicações para o ensino de Ciências

Os quadrinhos de ciências exigem recursos de leitura e interpretação que frequentemente vão além daqueles necessários na leitura de uma história em quadrinhos comum. Eles incorporam características da linguagem científica, tanto escritas quanto visuais, em diferentes proporções, que dependem principalmente do público-alvo ou da finalidade pedagógica (motivar, instigar ou explicar). Vimos que até mesmo as cores e o estilo de desenho que o autor vai utilizar em cada cena podem servir para criar diversos “níveis de realidade” para indicar ao leitor as partes do quadrinho que buscam representar o mundo real para o leitor, o mundo real para os personagens da história e o mundo da imaginação. E que, às vezes, isso acontece ao longo de três quadros consecutivos.

Apesar da propaganda de que “quadrinhos servem para todas as idades”, vimos que há diferenças na forma como quadrinhos voltados ao público infantil, juvenil e adulto apresentam suas ideias, tanto na dimensão escrita quanto na visual. Quadrinhos infantis tenderam a ter menos estruturas conceituais em suas imagens e menos características da linguagem científica (como voz passiva ou metáfora gramatical) em seus textos quando comparados a quadrinhos adultos, por exemplo. Mesmo suas estruturas conceituais tendiam a ser mais simples, tendendo mais a demonstrar estruturas simbólicas (que são compostas de uma imagem e a legenda informando o que simbolizam), enquanto quadrinhos voltados a adultos apresentavam porcentagens maiores de estruturas analíticas e classificatórias. Quadrinhos infantis também tenderam a utilizar mais fortemente as estratégias de “narrativização” da linguagem científica que os quadrinhos voltados a adultos. Quadrinhos juvenis ficaram, em geral, no meio termo entre os dois públicos.

Sendo assim, defendemos que a escolha de um quadrinho ideal para a faixa etária do estudante passa por respeitar o nível de complexidade que esse público é capaz de lidar. Crianças podem se sentir confusas com um quadrinho que possua muitas composições conceituais e diagramas científicos não-“narrativizados”, enquanto um jovem ou um adulto pode se sentir desinteressado por um quadrinho que não apresente nenhum tipo de complexidade verbal ou visual.

Outro ponto importante é que, em nossos resultados relacionados aos quadrinhos juvenis, notamos uma preponderância em quadrinhos motivadores com uma quantidade relativamente baixa de estruturas conceituais, especialmente nos quadrinhos nacionais.

Embora a motivação para estudantes de Ensino Médio seja importante, também é importante explorar mais essa função de ensino de linguagem visual da Ciência para esse público, já que a dificuldade em aprender os conteúdos de Ciências da Natureza era muitas vezes apontada pelos estudantes com quem já trabalhei como uma das razões para sua baixa motivação ao longo do nosso processo de aprendizagem.

Quanto à estratégia pedagógica, quadrinhos motivadores (isso é, cuja função é motivar o estudante a buscar explicações científicas) tenderam a seguir a tendência dos quadrinhos infantis, enquanto os quadrinhos explicativos (cuja função é prover a explicação científica), tenderam a seguir as tendências dos quadrinhos voltados aos adultos. A grande exceção foi a estratégia do “porta-voz da Ciência”, uma estratégia que vai contra a tendência do discurso da Ciência de esconder seus agentes no sujeito oculto ou na voz passiva. Por lidarem mais com explicações científicas que os quadrinhos motivadores, foram os principais a adotar essa estratégia.

No que diz respeito aos quadrinhos instigadores, eles são semelhantes aos motivadores, mas utilizam de estratégias de interatividade com os leitores, na forma de perguntas ou espaços em branco para serem completados, demandando seu engajamento de forma mais direta.

Embora as tiras e os cartuns tenham função primariamente motivadora, usando o expediente de construir uma piada de cunho científico que só pode ser compreendida por quem compreende os conceitos por trás delas, também encontramos algumas com a função explicativa. Nesses casos, elas dispensavam pequenos fatos científicos que podiam ou não estar encaixados em uma situação cotidiana humorística.

Já as *graphic novels* apresentaram características semelhantes aos quadrinhos do Grupo 1, mas cerca de metade delas vinha acompanhada de um material suplementar escrito para consolidar a informação científica e, em alguns casos, explicar as metáforas usadas. Esse material teoricamente toma o lugar de um mediador (como um professor) que explique os conceitos científicos do quadrinho para os estudantes. Entretanto, argumentamos que o fato desse material ser composto de blocos de texto à parte (algumas vezes, completamente destacados do quadrinho em si) faz com que o mediador seja necessário para motivar o leitor do quadrinho a ler esse material. Assim, nenhum quadrinho de Ciências voltado a um público não-expert em um assunto pode realmente clamar que é completamente independente de um mediador.

Por fim, apresentamos um estudo de como os quadrinhos utilizaram composições com estruturas conceituais embutidas uma na outra da mesma forma que imagens retiradas de um livro-texto de anatomia para o nível superior de ensino. Mesmo com seu estilo cartunescos e colorido, quadrinhos podem incorporar um grande nível de complexidade em sua leitura visual.

Por todos esses fatores, embora possam parecer “mais simples” de se ler que um texto, quadrinhos de ciências podem exigir bastante do repertório visual e verbal do leitor. Esse pode ser um aspecto positivo para a Educação em Ciências, no sentido de que esses quadrinhos podem contribuir para o desenvolvimento do estudante em relação à compreensão de textos e representações gráficas científicas. Por outro lado, também significa que é preciso estratégias de seleção oriundas de um processo refletido, para que a seleção leve a um bom uso pedagógico, ou seja, que a escolha vá além de simplesmente conferir se os conceitos estão sendo abordados corretamente ou não.

Algumas perguntas que seriam interessantes a se fazer para orientar essa escolha seriam:

- 1) O nível de formalidade da escrita (presença de termos técnicos, voz passiva, sujeito oculto, metáforas gramaticais, etc.) é condizente com o nível de compreensão dos estudantes?
- 2) Os estudantes já sabem interpretar as estruturas representacionais conceituais (simbólicas, analíticas e classificatórias) presentes no quadrinho? Quanta mediação eles precisarão se não souberem?
- 3) As metáforas visuais presentes no quadrinho serão interpretadas como tais pelos estudantes? Eles têm conhecimento suficiente para identificar que são metáforas? Eles conseguem perceber as mudanças em níveis de realidade?

Lidar com essas perguntas exige avaliações de compreensão semiótica que podem ser conduzidas com a parceria de um professor de Língua Portuguesa ou Arte, o que faz dessa uma atividade capaz também de fomentar a interdisciplinaridade entre áreas que não são normalmente associadas às Ciências da Natureza.

Quanto às atividades de criação de quadrinhos em sala de aula, acreditamos que nossa análise tenha revelado muitas ferramentas comunicativas que os quadrinhos oferecem para além da contação de histórias ou da ilustração de diálogos. Explicações não precisam apenas aparecer no balão de fala de um personagem estático ensinando algo a alguém: a

própria explicação da ideia pode ser ilustrada, expandida ou contextualizada em quadrinhos. Há um enorme potencial para colaborações com professores de linguagens na exploração dessas ferramentas quadrinísticas para a comunicação de todos os tipos de ideias, aumentando o repertório comunicativo dos estudantes e permitindo que eles possam expressar com mais fidelidade suas ideias. Destacamos algumas recomendações baseadas em nossos estudos:

1) Garantir que quem irá produzir e ler o quadrinho que será usado com fins pedagógicos faça a leitura prévia de outros quadrinhos de ciências para observação e aprendizado das estratégias visuais e escritas realizadas. Preferencialmente, essa atividade deveria incluir um momento de leitura coletiva em sala de aula, para que o professor possa apontar essas estratégias para os estudantes. Esse é o momento em que a parceria com professores da área de Linguagens pode trazer mais benefícios.

2) Ser consistente com a escolha da linguagem de cada personagem, em cada quadrinho: se o personagem for utilizar gírias em sua fala, priorizar uma linguagem mais informal; se o personagem for utilizar uma linguagem formal, evitar gírias em meio a essa formalidade. Isso faz com que a comunicação entre os personagens soe mais natural, e, em alguns contextos, pode ajudar a separar piadas, metáforas e outras narrativizações do conteúdo científico. Não há nada de intrinsecamente errado em explicar um conteúdo científico em gírias ou ter um personagem conversando no dia-a-dia com linguagem formal, mas gírias sendo inseridas em estruturas da fala formal ou explicações altamente formais sendo faladas em um contexto de dia-a-dia por um personagem que só se expressa informalmente são estratégias criativas que exigem muita experiência do quadrinista para serem feitas com qualidade. Além disso, em atividades de criação de quadrinhos em sala de aula, quando um estudante precisa fazer essa separação de formas da linguagem conscientemente, isso pode reforçar como a escrita científica é diferente de uma conversa comum.

3) Aproveitar os recursos de narrativização para contextualizar as imagens científicas e aproximá-las dos estudantes, particularmente os mais jovens. Metáforas visuais, contextualizações e antropomorfizações podem fazer com que diagramas altamente abstratos e generalizados se tornem mais concretos e específicos,

4) No caso de produção de quadrinhos para os estudantes, garantir que as metáforas visuais incluídas sejam adequadas ao entendimento do público-alvo e que sejam adequadamente sinalizadas como parte de níveis de realidade diferentes do mundo real.

5) Em caso de quadrinhos explicativos, aproveitar-se das estruturas conceituais. Quando estudantes as utilizam em seus quadrinhos, estão aprendendo a produzi-las e compreendê-las. Quando os quadrinhos estão sendo desenhados para que eles leiam, a presença dessas estruturas os ajuda a se familiarizarem com elas.

Ainda é necessária muita pesquisa para determinar o efeito real das estratégias que delineamos no ensino e na comunicação de Ciências. Esperamos que trabalhos de pesquisa desses campos possam utilizar as discussões desse trabalho como ferramentas úteis para analisar quadrinhos e para melhor evidenciar que benefícios estão diretamente relacionados a suas características únicas como meio visual e híbrido narrativo/paradigmático.

Além do uso em sala de aula, em nossa pesquisa encontramos pouquíssimos quadrinhos de ciências brasileiros que passaram por um processo editorial profissional e que pudessem ser facilmente encontrados em livrarias ou em *websites* institucionais. Por isso, pode ser difícil a um brasileiro leigo conseguir um material científico em quadrinhos se não souber exatamente o que pesquisar em ferramentas de busca da internet.

Nossa produção nacional também tem dificuldade em co-optar artistas profissionais ou semiprofissionais para produzir os quadrinhos, o que demanda um alto custo, frequentemente precisando recorrer a ferramentas *online* de produção de quadrinhos. Embora isso não impeça que quadrinhos de boa qualidade sejam produzidos, aprender as estratégias de produção de significado nos quadrinhos é fundamental para que o criador saiba usar essas ferramentas de maneira mais consciente.

Temos a esperança de que, contribuindo para que a produção institucional e acadêmica de quadrinhos no Brasil possa atingir o patamar profissional de outros países, nosso trabalho possa permitir que os quadrinhos de Ciências possam alcançar nossas escolas de forma ampla, vindo a beneficiar significativamente o ensino.

Esse trabalho é apenas um estudo inicial, que esperamos que possa ampliar o panorama de pesquisa dos quadrinhos no Ensino de Ciências da Natureza (e mesmo ciências no

geral, uma vez que outros ramos de ciências também utilizam estruturas visuais em sua construção), e que as perguntas que gerou frutifiquem em pesquisas futuras.

9. Bibliografia

- BARBIERI, D. **As linguagens dos quadrinhos**. São Paulo: Peirópolis, 2017.
- BRUNER, J. **Realidade mental, mundos possíveis**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- CAGNIN, A. L. **Os quadrinhos: linguagem e semiótica**. São Paulo: Criativo, 2015.
- CARRAHER, C. E. Comic Books - Another Visual Aid in Teaching. **Journal of Chemical Education**, Washington, 1975. 625.
- CARRAHER, C. E. Comics: no-nonsense classroom aids. **Science Teacher**, 1975. 30.
- COHN, N. **The Visual Language of Comics**. New York: Bloomsbury, 2013.
- DAVIES, P. F. **Comics as Communication: a Functional Approach**. Brighton: Palgrave McMillan, 2019.
- DORAN, Y. J. **The Discourse of Physics: Building Knowledge through Language, Mathematics and Image**. Londres: Routledge, 2017.
- EISNER, W. **Quadrinhos e Arte Sequencial**. 4ª. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2015.
- FARINELLA, M. The potential of comics in science education. **Journal of Science Communication**, Trieste, 2018. 1-17.
- GROENSTEEN, T. **O sistema dos quadrinhos**. Rio de Janeiro: Marsupial, 1999.
- HALLIDAY, M. A. K.; MARTIN, J. R. **Writing Science: Literacy and Discursive Power**. Londres: The Falmer Press, 1996.
- KRESS, G.; VAN LEEUWEN, T. **Reading Images: The grammar of visual design**. 2ª. ed. Londres: Routledge, 2006.
- LIN, S.-F. et al. Are Science Comics a Good Medium for Science Communication? The Case for Public Learning of Nanotechnology. **International Journal of Science Education**, Londres, Jul 2014. 1-19.
- LIN, S.-F.; LIN, H.-S. Learning nanotechnology with texts and comics: the impacts on students of different achievement. **International Journal of Science Education**, 38, n. 8, 2016. 1373–1391.
- MCCLOUD, S. **Desvendando os Quadrinhos**. São Paulo: M.Books do Brasil, 2005.
- MENDONÇA, M. **Ciência em quadrinhos: Imagem e texto em cartilhas educativas**. Recife: Edições Bagaço, 2010.
- MIODRAG, H. **Comics and Language: Remagining Critical Discourse on the Form**. Mississipi: The University Press of Mississipi, 2013.
- OZDEMIR, E.; ERYILMAZ, A. Comics in Science Teaching: A Case of Speech Balloon Completing Activity for Heat Related Concepts. **Journal of Inquiry Based Activities**, 2019. 37-51.

POSTEMA, B. **Estrutura narrativa nos quadrinhos:** construindo sentido a partir de fragmentos. São Paulo: Peirópolis, 2018.

RAMOS, P. **A leitura dos quadrinhos.** São Paulo: Contexto, 2009.

SOUSANIS, N. **Unflattening.** Cambridge: Harvard University Press, 2015.

TATALOVIC, M. Science comics as tools for science education and communication: a brief, exploratory study. **Journal of Science Communication**, Novembro 2009. 1-17.

TESTONI, L. A. Um corpo que cai: as histórias em quadrinhos no ensino de Física. **Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2004. 158.

VARNUM, R.; GIBBONS, C. T. **The language of comics.** Jackson: University Press of Mississippi, 2001.

VERGUEIRO, W. **Pesquisa Acadêmica em Histórias em Quadrinhos.** São Paulo: Criativo, 2017.

WALLNER, L. **Framing Education:** Doing Comics Literacy in the Classroom. Linköping: LiU-Tryck, 2017.

APÊNDICE 1: Lista dos textos utilizados para as quantificações na revisão bibliográfica

1. Artigos

AFFELDT, F. MEINHART, D. EILKS, I. The Use of Comics in Experimental Instructions in a Non-Formal Chemistry. Learning Context. **International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)**, v. 6(1), 2018. 93-104.

AKCANCA, N. An Alternative Teaching Tool in Science Education: Educational Comics. **International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)**, Setembro, 2020. 1550-1570.

CHUNG, B. S., PARK, E., KIM, S. H., CHO, S., CHUNG, M. S. Comic Strips to Accompany Science Museum Exhibits. **Journal of Education and Learning**, Setembro, 2016. 141-146.

CHUNG, B. S., CHUNG, M. S. Usefulness of the Anatomy Learning Comics and Anatomy Comic Strips to Adolescents. **International Journal of Morphology**, Março, 2018. 806-810.

CORREA, A. D., RÔÇAS, G., LOPES, R. M. ALVES, L. A. A Utilização de uma História em Quadrinhos como Estratégia de Ensino sobre o Uso Racional de Medicamentos. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Maio, 2016. 83-102.

CUNHA, J. O. S., VASCONCELOS, F. C. G. C. Percepções de licenciandos em química sobre uso de tira cômica como recurso didático. **Enseñanza de las Ciencias, n.º extraordinário**, Setembro, 2017. 4581-4586.

CUNHA, J. O. S., VASCONCELOS, F. C. G. C. Conceitos químicos explorados em tiras cômicas: interpretações de discentes do ensino superior. **Memorare**, Janeiro/Junho, 2020. 5-26.

CUNHA, L. R., CUDISCHEVITCH, C. O., CARNEIRO, A. B., MACEDO, G.B., LANNES, NETO, M. A. C. S. Triatominae Biochemistry Goes to School: Evaluation of a Novel Tool for Teaching Basic Biochemical Concepts of Chagas Disease Vectors. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, Março, 2014. 323-330.

- FERRAREZ, A. C., SOUZA, A. H. Histórias em quadrinhos na educação artística, energética e ambiental no PROEJA. **HOLOS**, Julho, 2017. 201-216.
- FIORAVANTE, C. H., ANDRADE, R. O., MARQUES, I. C. Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. **História, Ciências, Saúde**, Outubro, 2016. 1191-1208.
- GOMES, M. G., ALENCAR, F. M. S., DIÓGENES, D. O., A. D. L., MATIAS, D. P. Confecção de histórias em quadrinhos na melhoria do aprendizado de Química no Ensino Médio. **REnCiMa**, Maio, 2017. 28-38.
- HAMMOUD, A. A. PALLARES-LUPON, N., BOUTER, A., FAUCHEUX, C. The CoViBE: An Innovating Self-Paced Elearning to Teach Virtually Bench-Top Practice. **Higher Education Studies**, Agosto, 2020. 101-122.
- HOSLER, J., BOOMER, K. B. Are Comic Books an Effective Way to Engage Nonmajors in Learning and Appreciating Science? **CBE—Life Sciences Education**, Junho, 2011. 309-317.
- JAMAL, S. N. B., IBRAHIM, N. H. B., SURIF, J. B. Concept Cartoon in Problem-Based Learning: A Systematic Literature Review Analysis. **Journal of Technology and Science Education (JOTSE)**, Dezembro, 2019. 51-59.
- KIM, J., CHUNG, M. S. JANG, H. G., CHUNG, B. S. The Use of Educational Comics in Learning Anatomy among Multiple Student Groups. **Anatomical Sciences Education (ASE)**, Abril, 2016. 1-8.
- KUNDLATSCH, A., SILVEIRA, C. A temática soluções nas histórias em quadrinhos: análise de uma atividade desenvolvida com estudantes do Ensino Médio. **REnCiMa**, Novembro, 2018. 36-55.
- LEITE, B. S. Histórias em quadrinhos e ensino de química: propostas de licenciandos para uma atividade lúdica. Revista eletrônica **Ludus Scientiae (RELuS)**, Janeiro/Julho, 2017. 58-74.
- LEITE, M. R. V., GATTI, S. R. T., CORTELA, B. S. C. Abordagem da história e filosofia da ciência por meio das histórias em quadrinhos. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Julho/Dezembro, 2019. 35-52.

LIN, S.-F. LIN, H.-S, LEE, L., YOREC, L. D. Are Science Comics a Good Medium for Science Communication? The Case for Public Learning of Nanotechnology. **International Journal of Science Education**, Londres, Jul 2014. 1-19.

LIN, S.-F.; LIN, H.-S. Learning nanotechnology with texts and comics: the impacts on students of different achievement. **International Journal of Science Education**, 38, n. 8, 2016. 1373–1391.

OZDEMIR, E. Humor in Elementary Science: Development and Evaluation of Comic Strips about Sound. **International Electronic Journal of Elementary Education**, Junho 2016, 9(4), 837-850.

OZDEMIR, E. Comics in Modern Physics: Learning Blackbody Radiation through Quasi-History of Physics. **Studies in Educational Research and Development**, Dezembro, 2017. 41-59.

OZDEMIR, E., ERYILMAR, A. Comics in Science Teaching: A Case of Speech Balloon Completing Activity for Heat Related Concepts. **Journal of Inquiry Based Activities**, Abril, 2019. 37-51.

REZENDE, F. A. M.; MESQUISA, E. C.; GONTIJO, L. C. Bingo químico e história em quadrinhos para abordagem de conceitos relacionados a substâncias químicas: uma proposta de ensino e aprendizagem à luz do referencial piagetiano. **Multi-Science Journal**, Março, 2018. 41-46.

REZENDE, F. A. M., FILHO, S. S. S., SANTOS, G. A. FERREIRA, E. A. A construção de histórias em quadrinhos utilizando a ferramenta Pixton: uma alternativa para avaliação/ensino de química a partir do referencial piagetiano. **Ludus Scientiae - (RELuS)**, Janeiro/Julho, 2020. 63-79.

ROSWATI, N., RUSTAMAN, N. Y., NUGRAHA, I. The Development of Science Comic in Human Digestive System Topic for Junior High School Students. **Journal of Science Learning**, Novembro, 2019. 12-18.

ROTA, G.; e IZQUIERDO, J. “Comics” as a tool for teaching biotechnology in primary schools. **Electronic Journal of Biotechnology**, Agosto, 2003. 85-89.

SANTOS, A. B. Produção, leitura e significação da aprendizagem por meio de histórias em quadrinhos em astronomia. **Revista Diálogos e Perspectivas em Educação (ReDiPE)**, Julho/Dezembro, 2020. 365-377.

SERTTAS, S., TURKOGLU, A. Y. Diagnosing Students' Misconceptions of Astronomy through Concept Cartoons. **Participatory Educational Research**, Agosto, 2020. 164-182.

SPIEGEL, A. N., MCQUILLAN, J., HALPIN, P., MATUK, C., DIAMOND, J. Engaging Teenagers with Science through Comics. **Research in Science Education**, Dezembro, 2013. 1-22.

TRETTTER, T. R., ARDASHEVA, Y., MORRISON, J. A. ROO, A. K. Strengthening Science Attitudes for Newcomer Middle School English Learners: Visually Enriched Integrated Science and Language Instruction. **International Journal of Science Education**, Março, 2019. 1-23.

ZEINER, M. VIEHAUSER, P., STEINER-FRIEDMANN, C. Teaching Laboratories at a Slower Pace: Introduction of Photocomics as Easy-to-Use Laboratory. **Instructions. Journal of Chemistry Education**, Novembro, 2019. 1-6.

2. Dissertações e teses

AZEVEDO, A. K. N. **Aprendendo através de quadrinhos: uma proposta metodológica para o ensino de Biologia**. 2020. 125 f. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de biologia) - Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

BURLAMAQUE NETO, A. C. B. **Terapia Gênica: Ciência e Educação**. 2011. 126 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas: Bioquímica) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde - Departamento de Bioquímica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CAMPANINI, B. D. **Análise da contribuição das histórias em quadrinhos na problematização de questões ambientais no ensino fundamental**. 2016. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação) - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Rio de Janeiro, 2016.

CARNEIRO, L. F. P. **Entre quadrinhos, teorias e histórias: uma proposta de abordagem contextual no ensino da herança mendeliana**. 2019. 189 f. Dissertação

(Mestrado profissional em Ensino de Ciências) - Faculdade UnB Planaltina, UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB, Brasília - DF, 2019.

CARVALHO JÚNIOR, V. M. **História em quadrinhos eletrônica (e-HQ), um instrumento de mediação no ensino de química.** 2019. 171 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

CARVALHO, L. S. **Quadrinhos nas aulas de Ciências: Narrando uma história de formação continuada.** 2010. 224 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

CESAR, F. M. **O uso de história em quadrinhos como recurso didático no ensino de evolução.** 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

CRUZ, J. A. **Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de Astronomia.** 2018. 51 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal do Tocantins (UFT), Araguaína/TO, 2018.

CRUZ, T. M. G. S. **Enquanto isso na sala de justiça: História em quadrinhos no ensino de química.** 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

CUNHA, J. O. S. **Tiras cômicas no ensino de ciências: uma proposta didática para a alfabetização científica de professores de ciências da educação básica.** 2019. 132 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Centro Acadêmico do Agreste - Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

DIAS, A. C. O. **O ensino de biologia e as histórias em quadrinhos: uma experiência para o estudo de citologia.** 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Centro Acadêmico de Vitória, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

ESTEVAO, A. P. S. S. **História em quadrinhos no ensino de química como estratégia didática para abordagem do tema "lixo eletrônico".** 2017. 225 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.

FERREIRA, R. M. **Física Moderna: divulgação e acessibilidade no Ensino Médio através das Histórias em Quadrinhos 2013**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013.

FIGUEIRA, S. G. S. **Histórias em quadrinhos no ensino de invertebrados marinhos a luz da Teoria da Aprendizagem Significativa**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Centro de Educação, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2016.

FORTUNA, D. B. S. **Prospecção de materiais educativos impressos sobre saúde no Instituto Oswaldo Cruz e desenvolvimento de metodologia para avaliação de materiais através de oficinas criativas de fanzines e quadrinhos**. 2017. 363 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2017.

FRANCISCHETO, R. T. **Sequência de ensino investigativo sobre o tema radioatividade por meio de histórias em quadrinhos**. 2020. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) - Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus – Es, 2020.

FREITAS, K. O. **Histórias em quadrinhos digitais para o ensino de Ciências na formação de professores dos anos iniciais**. 2015. 139 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Educacionais em Rede) - Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2015.

FURTADO, S. M. K. **História e Filosofia da Ciência e modelos mentais em Teoria Atômica: uma perspectiva de análise através de histórias em quadrinhos**. 2020. 150 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências e matemática) - Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

GONÇALVES, D. C. **História em Quadrinhos como Recurso Didático para o Ensino de Física na Educação de Jovens e Adultos**. 2016. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2016.

IWATA, A. Y. **Desenvolvimento de metodologias de divulgação científica por meio de pesquisa e produção de mangás**. 2020. 251 f. Tese (Doutorado em ciências) - Centro

de Ciências Exatas e de Tecnologia - Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2020.

IWATA, A. Y. **Alfabetização e divulgação científica de química por meio da produção de histórias em quadrinhos.** 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia - Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos - SP, 2015.

KAMEL, C. R. L. **Ciências e quadrinhos: explorando as potencialidades das histórias como materiais instrucionais.** 2006. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2006.

KUNDLATSCH, A. **Enquadrando as histórias em quadrinhos na formação inicial de professores de química: possibilidades e limites.** 2019. 282 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru-SP, 2019.

LORENÇON, B. D. **Elaboração de uma história em quadrinhos utilizando tópicos de física para o ensino médio.** 2019. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Centro de Ciências e Tecnologias Para A Sustentabilidade, Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba - SP, 2019.

MARTINS, E. K. **Histórias em quadrinhos no ensino de Ciências: uma experiência para o ensino do sistema nervoso.** 2012. 161 f. Dissertação (Mestrado Profissional No Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

MELO, J. A. **Guia de histórias em quadrinhos: ferramenta para professores de Ciências e Biologia?** 2020. 59 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

NASCIMENTO, J. O. V. **Proposta de material paradidático sobre as origens do universo e da vida.** 2015. 92 f. Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL em Ensino de Astronomia) - Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana/Ba, 2015.

NASCIMENTO JÚNIOR, F. A. **Quarteto Fantástico: ensino de física, histórias em quadrinhos, ficção científica e satisfação cultural.** 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado

em Ensino de Ciências) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NÖRNBERG, I. F. **Ciência em revista: a construção de conhecimentos científicos através da utilização de histórias em quadrinhos.** 2008. 121 f. Dissertação (Mestrado em educação em ciências e matemática) - Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PAIVA, R. A. S. **A importância do uso de cartuns como ferramentas auxiliares no ensino de conceitos de mecânica quântica no ensino médio.** 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado nacional profissional em ensino de física) - Instituto de Física, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2015.

PESSOA, C. A. N. **O caranguejo aratu chega à universidade: a história em quadrinhos como estratégia didática na aprendizagem de ciências e na formação de professores.** 2015. 177 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

PIZARRO, M. V. **Histórias em quadrinhos e o ensino de ciências nas séries iniciais: estabelecendo relações para o ensino de conteúdos curriculares procedimentais.** 2009. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru-SP, 2009.

RODRIGUES, A. A. D. **O impacto da linguagem dos quadrinhos no ensino de Ciências.** 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SANTOS, E. F. **História em quadrinhos como recurso didático para conservação das nascentes hídricas.** 2019. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Ambientais) - Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

SANTOS, J. S. **Sequência de ensino-aprendizagem em torno das histórias em quadrinhos a luz das interações discursivas e do engajamento dos alunos.** 2018. 182 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão (Se), 2018.

SANTOS, R. A. **O uso de charges no ensino de ciências nas séries finais do ensino fundamental.** 2019. 205 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e

Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), São Paulo, 2019.

SANTOS, V. J. R. M. **A utilização da linguagem dos quadrinhos no ensino de Ciências da natureza na educação básica.** 2019. 265 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) - Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2019.

SILVA, C. P. **Física de partículas para o ensino médio em quadrinhos.** 2019. 106 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Centro Acadêmico do Agreste - Núcleo de Formação Docente, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2019.

SILVA, L. A. **Histórias em quadrinhos na escola contribuições da Turma da Mônica em uma oficina de ciências.** 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2013.

SILVA, A. J. A. **Sequências didáticas e Histórias em Quadrinhos para o ensino de Astronomia em espaços não formais de Educação.** 2018. 98 f. Dissertação (MESTRADO PROFISSIONAL em Ensino de Astronomia) - Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana/BA, 2018.

SOARES, A. H. M. **A Química e a imagem da Ciência e dos cientistas na banda desenhada: uma análise de livros de BD e de opiniões e interpretações de investigadores, professores de CFQ e alunos do 3º ciclo.** 2004. 320 f. Dissertação (Mestrado em Química – Especialização em Ensino) - Universidade do Minho, , 2004.

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. 170 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SOUZA, P. N. B. **Aventureiros espaciais: estudo sobre o Sistema Solar no Ensino Fundamental menor com o uso de revistas em quadrinhos.** 2016. 102 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2016.

SOUZA, E. O. R. **Física em quadrinhos: uma metodologia de utilização de quadrinhos para o ensino de física.** 2018. 284 f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2018.

SOUZA, E. O. R. **Física em quadrinhos: uma abordagem de ensino.** 2014. 169 f. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) - Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2014.

TELLEZ, I. R. **A abordagem histórica no ensino de ciências: um estudo discursivo com licenciandos do PIBID.** 2014. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Setor de Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

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, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VASCONCELOS, T. V. **Ciências em quadros: as contribuições da arte sequencial para a educação científica no ensino de ciências.** 2016. 261 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

VIEIRA, E. F. **Histórias em quadrinhos na formação inicial de professores de física: da curiosidade à elaboração de sentidos.** 2018. 283 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

APÊNDICE 2: Lista de quadrinhos analisados para a tese

Quadro 1: Lista de quadrinhos por autor, ano de publicação, número de páginas, país de origem e área das Ciências da Natureza (quadrinhos marcados como “Ciências” lidam com temas interdisciplinares ou ligados à natureza da ciência).

Título	Autor	Ano	Pgs.	País	Área
A água nossa de cada dia	J. S. Santos	2018	16	Brasil	Química
A cell's life	M. Parmar, A. Tota, F. Luzzati	2018	91	Reino Unido	Biologia
A construção de histórias em quadrinhos utilizando a ferramenta Pixton	F. Rezende	2020	6	Brasil	Química
A Matuta e o caso Galileu em quadrinhos	R. Baldow	2015	30	Brasil	Física
A meme page to check every time MatLab crashes	Vários	2018	1	Vários	Física
A morte do professor Francisco	D. Capua, C. Americo e L. Laurenti	2018	28	Brasil	Ciências
A turma do Manuel Bandeira em: As nascentes hídricas	Santos	2019	6	Brasil	Ciências
Adventures in Science	General Electric	1955	16	EUA	Ciências
And the invisible	U. Leonhardt e T. Gosselin	2018	41	Reino Unido	Física
Anna Tommy	Chung	2016	91	Coreia do Sul	Biologia
Antactic Log	K. R. Young	2017	1	EUA	Ciências
Are We Screwed On Climate Change?	J. Deaton e M. Farinella	2020	4	EUA	Ciências
Artibiotics	Dr. Ciléin Kearns	2011	1	Reino Unido	Biologia
Asteroid Belters	Vários	2013	44	Reino Unido	Ciências
Astronauts: women in the final frontier	J. Ottaviani e M. Wicks	2020	160	EUA	Ciências
Astronomia & Mecânica Clássica: História da Ciência em Quadrinhos	C. Araújo, T. Firmo, T. Lima, S. Correia	2017	55	Brasil	Física
Awesome Possum (série)	A. Suzumura, A. Boyle, EJ Landsman, E. van Wyk, H. Koerner, J. Heide, and K. Koyamatsu	2014	54	EUA	Biologia
Bacterias	Peruzzo e Juele	2018	60	Uruguai	Biologia
Beatrice the Biologist	Katie	2009	1	EUA	Ciências
Biocomicals	Alper Uzun (org)	2011	1	EUA	Biologia
Biology comics	Dr. Carly Tribull	2019	17	EUA	Biologia
Biomiiics	Mirian Rivera	2019	1	Espanha	Biologia
Biosphere - the remake	Esther Pearl Watson	2016	5	EUA	Ciências
Bird and Moon	Rosemary Mosco	2017	1	EUA	Biologia
Brain comics	D. Godwin e J. Cham	2014	1	EUA	Biologia
Braintrippers	Clayton Júnior	2018	45	Reino Unido	Biologia
Cartuns de Dra. Amber Barton	Amber Barton	2020	1	Inglaterra	Biologia
Cell Cartoons	Ana CS	2016	1	México/Canadá	Biologia
Cells at Work!	Akane Shimizu	2016	26	Japão	Biologia
Cerrado em Quadrinhos	Evandro Alves	2021	1	Brasil	Biologia
Chemscrapes	Brendan	2011	1	Cingapura	Química

Chemystery	C. A. Preece e J. Reynolds	2017	112	EUA	Química
Chlorine, nitrogen and the legacy of Fritz Harber	J. Ottaviani e M. Strangeway	2019	19	EUA	Química
Chromium: lust for color	J. Ottaviani e M. Strangeway	2019	16	EUA	Química
Ciclos	L. Queiroz e M. Merlin	2016	6	Brasil	Biologia
Ciência em Quadrinhos	EBAL	1953	16	EUA	Ciências
Cientirinhas	Dragões de Garagem	2016	1	Brasil	Biologia
Climate Changed: A Personal Journey through the Science	Phillipe Squarzoni	2014	480	EUA	Ciências
Coleção Problemas em Quadrinhos	SEED/PR	2012	1	Brasil	Ciências
Comics in Science Teaching: A Case of Speech Balloon Completing Activity for Heat Related Concepts	Ozdemir	2019	1	Turquia	Física
Connect: Ecological Comics	Suus Agnes	2017	Vários	Nova Zelândia	Biologia
Cosmic comics	Planet Science	2013	2	Reino Unido	Física
Cosmic Rey	Reyhaneh Maktoufi	2017	1	EUA	Ciências
Darwin: A Graphic Biography	E. Byrne e S. Gurr	2013	96	EUA	Biologia
De onde vem o lítio?	Mônica R. V. Leite	2020	9	Brasil	Química
Dona Ciência	M. L. Andersen, M. Oka e convidados	2019	20	Brasil	Biologia
Dr. Anatophil	Chung	2000	839	Coreia do Sul	Biologia
Dr. Plastina	Chung	2016	1	Coreia do Sul	Biologia
Dr. R.I.P. e seus amigos	M. Valle, L. Damázio e P. Barros	2016	22	Brasil	Biologia
Dr. Stone	Riichiro Inagaki e Boichi	2017	170	Japão	Ciências
Edgar: em busca da energia dos ventos	G. Mello e G. Borges	2014	64	Brasil	Física
EDUHQ	Jurema Godoy	2005	1	Brasil	Física
Efeito Joule	Estevão e Barata	2008	1	Brasil	Física
Embedded in Physics	H. Chochois, J. Bobroff e F. Bouquet	2012	1	França	Física
Enlighten your clock: How your body tells time	C. Weinzaepflen e Manuel Spitschan	2021	20	Suíça e Reino Unido	Biologia
Ensino de Ciências da Natureza aos alunos surdos	Dionei Ruã dos Santos	2017	1	Brasil	Ciências
Errant Science	Matthew Partridge	2013	1	Inglaterra	Ciências
Estrella	C. Joblin, J. Cernicharo, L. Palloni	2018	53	Reino Unido	Física
Fabula	M. Bronstein, F. Guarnaccia, L. Ghetti	2018	10	Reino Unido	Biologia
False alarm	Aileen Lin	2018	22	Canadá	Biologia
Fear	Matteo Farinella	2012	7	Itália	Ciências
Feynman	Jim Ottaviani e Leland Myrick	2011	280	EUA	Ciências
Fighting cancer in the Luxembourg Institute of Health	DESCOM/ A. C. Galiano, L. Pinto, M. Sarmini, S. Gélot	2019	2	Luxemburgo	Biologia
Finding the Footprints of Life	Mark Belan	2017	18	EUA	Biologia
Fisicando no Parque de Diversões	Lorençon	2019	16	Brasil	Física
Flash, 3a temporada, episódio 10: Problemas emprestados do futuro	Victor Santos e Pedro Ponzo	2019	4	Brasil	Física

Flora na Quarentena	Laboratório de Emergência COVID-19	2020	1	Brasil	Biologia
Fotonovela - O elemento de Rodrigues	Thayara Ceregatti	2015	8	Brasil	Química
From the Big Bang to the lab	DESCOM/ Kishor Acharya, Benjamin Dey, Vasu Prasad Prasadam, Héloïse Chochois	2019	2	Luxemburgo	Química
Frozen ground cartoons	Heta Nääs e Noémie Ross	2017	22	Canadá	Ciências
Fuzzy sinapse	Vinita Bharat	2018	1	EUA	Biologia
General Relativity	Adrian Cho, Nguyễn Khôi Nguyễn, Jon Dang e Martyn Green	20XX	10	EUA	Física
Gertrude Bell: Archeologist, Writer, Explorer	Gertrude Bell Archives, John Miers	2015	1	Reino Unido	Ciências
Graphic Guide to Infectious diseases	Brian Kloss e Travis Bruce	2019	382	EUA	Biologia
Graphic Science: Seven Journeys Of Discovery	Darryl Cunningham	2017	264	EUA	Ciências
Guia Mangá da Biologia Molecular	Masaharu Takemura, Sakura, Ltd. Becom Co. Ltd	2008	229	Japão	Biologia
Guia Mangá da Bioquímica	Masaharu Takemura, Kikuyaro e Office Sawa	2009	276	Japão	Química
Guia Mangá da Eletricidade	Kazuhiro Fujitaki, Matsuda, Trend-pro Co. Ltd	2006	227	Japão	Física
Guia Mangá da Física	Hideo Nitta, Keita Takatsu, Trend-Pro Co. Ltd.	2006	248	Japão	Física
Guia Mangá do Universo	Kenji Ishikawa, Kiyoshi Kawabata, Verte Corp.	2008	268	Japão	Física
Heróis do clima	Caco Galhardo	2014	43	Brasil	Ciências
Histórias em quadrinhos como recurso didático para o ensino de física na educação de jovens e adultos	Gonçalves	2016	1	Brasil	Física
Hope Beyond Hype	Opistem, Jamie Hall, Ken MacLoad, Edward Ross e Cathy Southworth	2012	11	Reino Unido	Biologia
Humor com Ciência	William Raphael Silva	2010	1	Brasil	Ciências
Iggy and the inhalers	Alex Thomas MD	2013	11	EUA	Biologia
Immense Immunology Insight	Nakeya Dewaswala-Bhopalwala	2013	1	Índia/EUA	Biologia
In science we talk	Massimo Colella	2018	1	Reino Unido	Ciências
In Science we trust	Andy Warner (org.)	2020	25	EUA	Ciências
Inoculating the public against misinformation about climate change: A graphic translation	Laura Rooyens	2019	7	EUA	Ciências
Iridium and the demise of the dinosaurs	Jim Ottaviani e Isabel Greenberg	2019	14	EUA	Química
Isha Parlikar SciArt	Isha Parlikar	2020	1	Índia	Biologia
Journal of Sketching Science	Vários	2017	1	México	Ciências
Lithium: Good Enough for Batteries	Jim Ottaviani e Nick Abadzis	2019	15	EUA	Química

Little things	Nonne Prisle e Amanda Vähämäki	2018	102	Reino Unido	Química
Lolita e Eugênia	Borges et al	2010	1	Brasil	Química
Lux:plorations	DESCOM / Vários	2021	27	Luxemburgo	Ciências
Malaria: Battle agains a microscopic killer	EVIMalaR	2012	24	Escócia	Biologia
Maria Goeppert-Mayer	Cliò E. Agrapidis e Eliana Albertini	2018	9	Itália	Ciências
Marvels of Science	Charlton	1946	52	EUA	Ciências
My MRI	Claire Watson, Julie Anderson, Lydia Wysocki, Janice McLaughlin, Heather Wilson	2018	7	Reino Unido	Biologia
Nebulosa Bar	Bruno Arine	2018	1	Brasil	Ciências
Neurocomic	Matteo Farinella e Hana Ros	2013	140	EUA	Biologia
Neuroman	Chung	2019	1	Coreia do Sul	Biologia
Nicole Marie Comix	Nicole Marie Burton	2013	1	Canadá	Ciências
Notes, v.1	Abrian Curington	2020	44	EUA	Biologia
Of Microscopes and Metaphors	Matteo Farinella	2018	10	Itália	Ciências
Os braços de Nildo e Rony	Antonio Galves e João S. Magara	2018	14	Brasil	Biologia
P is for Phosphorus	Jim Ottaviani e Kate Ashwin	2019	12	EUA	Química
Paramecium Parlor	Sarina Peterson ("Petunia") and Brianna Rapini ("Pinky")	2019	1	EUA	Ciências
Parasites	Hall, Morris e Ross	2010	7	Escócia	Biologia
Pedromics	Pedro Veliça	2013	1	Suécia	Biologia
Periódicas	Adriana Rodrigues	2009	1	Brasil	Química
PHD Comics	Jorge Cham	1997	1	EUA	Ciências
Plutonium: the element factory	Jim Ottaviani e Nick Abadzis	2019	11	EUA	Química
Proteus: a aventura da Ciência em Quadrinhos	Éditions Phillipe Auzou	1991	34	França	Ciências
Quadrinhos de Vidro	Adriana Yumi	2016	20	Brasil	Química
Quantum Landscape	Adélie Braud e Julien Bobroff	2020	1	França	Física
Questões ambientais em tirinhas	Francisco Caruso e Cristina Silveira (org.)	2007	1	Brasil	Ciências
Química do ovo	Santos et al	2010	1	Brasil	Química
Química em Quadrinhos	Larry Gonick e Craig Criddle	2005	257	EUA	Química
Quirky Quarks (cartuns)	Bahr, Lemmer e Piccolo	2016	338	Alemanha	Física
Radium	Jim Ottaviani e Metaphrog	2019	12	EUA	Química
Ronco dorme em casa	Camargo, Lopes e Mello	2016	5	Brasil	Biologia
Roots of ayurveda	Dagmar Wujastyk e Alice Milani	2018	91	Reino Unido	Química
Science Comics	Ace Comics	1946	36	Polônia	Ciências

Science comics	Mammal Research Institute e Tomasz Samojlik	2020	1	Polônia	Biologia
Science Comics: Bats - Learn to Fly	Falynn Koch	2017	122	EUA	Biologia
Science Comics: Flying Machines	Wilgus e Brooks	2017	111	EUA	Física
Science Commics	Anita T.	2020	1	Reino Unido	Química
Science Fact-ion	Andrew Waugh, Terry Wiley, Cuttlefish	2013	3	Reino Unido	Ciências
Science, a discovery in comics	Margreet de Heer	2012	194	Holanda	Ciências
Segurança no Laboratório	Neuza Antunes Rodrigues e Paulo Barbosa	2007	15	Brasil	Ciências
Selenia	The University of the West of England	2010	6	Inglaterra	Química
Sigma Pi	Adriana Yumi	2010	40	Brasil	Química
Sketching Science	Ernesto Llamas	2016	1	México	Biologia
Smarty Betty	Ozdemir	2017	1	Turquia	Física
Something in the water	Juan Manuel García-Ruiz e Till Lukat	2018	59	Reino Unido	Biologia
Spineless	Vários	2015	15	Reino Unido	Biologia
The Amoeba Sisters: Sisterhood	Sarina Peterson ("Petunia") and Brianna Rapini ("Pinky")	2019	1	EUA	Biologia
The cartoon guide to physics	Larry Gonick e Art Huffman	1990	221	EUA	Física
The Dialogues: Conversations about the Nature of the Universe	Clifford V. Johnson	2017	229	EUA	Física
The element factory	Jim Ottaviani e Nick Abadzis	2019	x	EUA	Química
The Emerging Genre of Data Comics	Bach et al	2017	8	EUA	Ciências
The end of phlogiston	Jim Ottaviani e Roger Langridge	2019	16	EUA	Química
The evolution of...	Green TV	2019	2	ONU	Biologia
The Fragile Framework	Richard Monastersky e Nick Sousanis	2015	10	EUA	Ciências
The muon g2 anomaly explained	Jorge Cham	2021	1	EUA	Física
The overexciting brain zoo	Koen Vervaeke e Matteo Farinella	2018	24	Reino Unido	Biologia
The periodic patience of Dmitri Mendeleev	Jim Ottaviani e Kate Ashwin	2019	13	EUA	Química
The science of cookies	Martin Vuillème	2016	1	França	Ciências
The story of basic immunology	Kyowa Kirin e Ryo Koshino	2018	292	Japão	Biologia
The upturned microscope	Nik Papageorgiou	2010	1	Suíça	Biologia
The Use of Comics in Experimental Instructions in a Non-formal Chemistry Learning Context	Affeldt et al	2018	1	Alemanha	Química
Tirinhas de Física: propostas para a sala de aula	Francisco Caruso, Luisa Daou, Adílio Marques, Felipe Silveira	2021	1	Brasil	Física
Tirinhas de Vidro	Adriana Yumi	2020	1	Brasil	Química
Tirinhas e cartuns para o New Scientist	Tom Gauld	2020	1	EUA	Ciências
Tirinhas Professor Viegas	Viegas	2013	1	Brasil	Física

Tree climbers	Prof. Hans Verbeeck, Giacomo Nanni	2018	35	Reino Unido	Biologia
True tales from the outbreak	Alex Thomas MD	2020	1	EUA	Biologia
Twisted Doodle	Maria Boyle	2020	1	Irlanda	Ciências
Um Corpo que Cai	Leonardo Testoni	2004	1	Brasil	Física
Um trabalho de Química	Carvalho Júnior e Ribeiro	2018	7	Brasil	Química
Using "mini-brains" to investigate Parkinson's disease	DESCOM/ Lisa Smits, Sônia Sabaté Soler, Isabel Rosety, Julien Flamand	2019	2	Luxemburgo	Biologia
Vestibulário	Vanks Estevão e Alexandre Santos	2011	1	Brasil	Física
Virology comics	Susan Nasif e Joaquin E. Pereyra	2017	52	Bélgica	Biologia
Virusita comics	Tania	2020	1	EUA	Biologia
We are all me	Jordan Crane	2018	36	EUA	Biologia
xkcd	Randall Munroe	2006	1	EUA	Ciências

Quadro 2: Quadrinhos por grupo de análise e por endereços em que podem ser encontrados

Título	Grupo	Endereço
A água nossa de cada dia	1	https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_f022fc80049f51b5eab953f0bf536f3a
A cell's life	3	https://www.erccomics.com/comics/a-cells-life
A CONSTRUÇÃO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS UTILIZANDO A FERRAMENTA PIXTON	2	Artigo científico
A Matuta e o caso Galileu em quadrinhos	1	Livraria
A meme page to check every time MatLab crashes	2	https://twitter.com/memecrashes
A morte do professor Francisco	1	Livraria
A TURMA DO MANUEL BANDEIRA EM: AS NASCENTES HÍDRICAS	1	https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/34662
Adventures in Science	1	Livraria
And the invisible	3	https://www.erccomics.com/comics/invisible
Anna Tommy	2	http://vkh.ajou.ac.kr/
Antartic Log	2	https://www.karenromanoyoung.com/antarcticlog-gallery
Applied comics (comic swap)	1	https://appliedcomicsetc.com/projects/
Are We Screwed On Climate Change?	1	https://nexusmedianews.com/climate-change-comic-strip/
Artibiotics		https://artibiotics.com/comics
Asteroid Belters	1	http://newcastle-science-comic.blogspot.com/
Astronauts: women in the final frontier	3	Livraria
Astronomia & Mecânica Clássica: História da Ciência em Quadrinhos	3	Livraria
Awesome Possum (série)	3	Livraria
Bacterias	3	https://www.comicbacterias.com/comic/
Beatrice the Biologist	2	http://www.beatricebiologist.com
Beauty	3	https://www.erccomics.com/comics/the-sociology-of-beauty
Biocomicals	2	http://biocomicals.com/
Biology comics	1	https://www.biologycomics.com/

Biomiics	2	https://miriamriig.com/archivos/portfolio-type/biomiic-english
Biosphere - the remake	1	https://nautil.us/issue/34/adaptation/biospherethe-remake
Bird and Moon	2	http://www.birdandmoon.com/archive/
Brain comics	1	https://dwaynegodwin.tumblr.com/
Braintrippers	3	https://www.erccomics.com/comics/brain-trippers
Cartuns de Dra. Amber Barton	2	https://twitter.com/amberjoybarton/media
Cell Cartoons	2	https://cellcartoons.net/cartoons-all/
Cells at Work!	3	Revistinha
Cerrado em Quadrinhos	2	https://twitter.com/CerradoEm
Chemscrapes	2	https://mobile.twitter.com/ChemScrapes
Chemystery	1	http://thunderstonebooks.com/product/chemystery/
Chlorine, nitrogen and the legacy of Fritz Harber	1	https://www.chemistryworld.com/iyp/chlorine-nitrogen-and-the-legacies-of-fritz-haber/3010838.article
Chromium: lust for color	1	https://www.chemistryworld.com/iyp/chromium-lust-for-colour/4010395.article
Ciclos	1	http://www.lucianoqueiroz.com.br/ciclos/
Ciência em Quadrinhos	1	Livraria
Cientirinhas	2	https://dragoesdegaragem.com/cientirinhas/
Climate Changed: A Personal Journey through the Science	3	https://www.abramsbooks.com/product/climate-changed_9781419712555/
Coleção Problemas em Quadrinhos	1	http://www.quimica.seed.pr.gov.br/arquivos/File/hq_mais um final de semana 8out2012.pdf
Comics in Science Teaching: A Case of Speech Balloon Completing Activity for Heat Related Concepts	1	Artigo científico
Connect: Ecological Comics	2	https://www.suusagnes.com/news
Cosmic comics	2	http://www.planet-science.com/categories/extras/cosmic-comics/2013/02/cosmic-comics-non-flash.aspx
Cosmic Rey	2	https://reyhanehmaktoufi.wordpress.com/
Darwin: uma biografia em quadrinhos	3	Livraria
De onde vem o lítio?	1	https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192138
Dona Ciência	1	https://ceua.unifesp.br/destaques/gibi-dona-ciencia-vacina-e-coronavirus
Dr. Anatophil	2	http://vkh.ajou.ac.kr/
Dr. Plastina	1	http://vkh.ajou.ac.kr/
Dr. R.I.P. e seus amigos	1	https://www.facebook.com/Desenhos-de-Marcelo-Valle-587915181658105/photos/?ref=page_internal
Dr. Stone	3	Livraria
Edgar: em busca da energia dos ventos	3	Livraria
EDUHQ	2	http://www.cbpf.br/~eduhq/html/aprenda_mais/aprenda_mais.htm
Embedded in Physics	1	http://hebergement.universite-paris-saclay.fr/supraconductivite/bd/bdapropos_en.html
Enlighten your clock: How your body tells time	1	https://enlightenyourclock.org/
Ensino de Ciências da Natureza aos alunos surdos	2	Livraria
Errant Science	2	https://errantscience.com/blog/category/errantcontent/errantcomics/
Estrella	3	https://www.erccomics.com/comics/estrella
Expecting	3	https://www.erccomics.com/comics/expecting
Fabula	3	https://www.erccomics.com/comics/fabula
False alarm	1	https://www.aileenlin.com/#/false-alarm/
Fear	1	https://matteofarinella.com/Little-Albert-Experiment
Feynman	3	Livro
Finding the Footprints of Life	1	https://www.artscistudios.com/work

Fisicando no Parque de Diversões	1	https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11458
Flash, 3a temporada, episódio 10: Problemas emprestados do futuro	1	https://lume.ufrgs.br/handle/10183/198305
Flora na Quarentena	2	https://labdeemergencia.silo.org.br/led/divulgacao-cientifica/QUADRINHOS/
Fotonovela - O elemento de Rodrigues	1	Artigo científico
Frozen ground cartoons	2	https://frozengroundcartoon.com/english/
Fuzzy sinapse	2	http://fuzzysynapse.com/
General Relativity	1	https://vis.sciencemag.org/generalrelativity/
Gertrude Bell: Archeologist, Writer, Explorer	1	https://research.ncl.ac.uk/gertrudecomics/
Graphic Guide to Infectious diseases	2	Livraria
Graphic Science: Seven Journeys Of Discovery	3	Livraria
Guia Mangá da Biologia Molecular	3	Livraria
Guia Mangá da Bioquímica	3	Livraria
Guia Mangá da Eletricidade	3	Livraria
Guia Mangá da Física	3	Livraria
Guia Mangá do Universo	3	Livraria
Hateful birds	3	https://www.erccomics.com/comics/hateful-birds
Heróis do clima	3	http://www.metro.sp.gov.br/metro/sustentabilidade/heroisdoclima.aspx
HISTÓRIAS EM QUADRINHOS COMO RECURSO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	2	https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/169972
Hope Beyond Hype	1	https://www.eurostemcell.org/hope-beyond-hype
Humor com Ciência		https://www.humorcomciencia.com/tirinhas/
Iggy and the inhalers	1	https://iggyandtheinhalers.com/
Immense Immunology Insight	2	http://immense-immunology-insight.blogspot.com/2015/04/nitric-oxide.html
In science we talk	2	https://www.erccomics.com/comics/science-talks/12
In Science we trust	1	https://tinyview.com/in-science-we-trust
Inoculating the public against misinformation about climate change: A graphic translation	1	Livraria
Iridium and the demise of the dinosaurs	1	https://www.chemistryworld.com/iyp/iridium-and-the-demise-of-the-dinosaurs/3010541.article
Isha Parlikar SciArt	2	https://ishaparlikar.wixsite.com/sciart
Journal of Sketching Science	1	https://journal.sketchingscience.org/
Lithium: Good Enough for Batteries	1	https://www.chemistryworld.com/iyp/lithium-good-enough-for-batteries/4010472.article
Little things	3	https://www.erccomics.com/comics/little-things
Lolita e Eugênia	2	Artigo científico
Lux:plorations	1	https://sciencecomics.uni.lu/
Malaria: Battle agains a microscopic killer	1	https://www.gla.ac.uk/media/Media_613885_smxx.pdf
Maria Goeppert-Mayer	1	http://www.stormi.info/maria-goeppert-mayer/#.YNKVoUxv_IU
Marvels of Science	1	Livraria
Max order	3	https://www.erccomics.com/comics/max-order
My MRI	1	https://issuu.com/appliedcomicsetc/docs/web__august_2018_compressed
Nebulosa Bar	2	https://nebulosabar.com.br
Neurocomic	3	Livraria
Neuroman	1	http://vkh.ajou.ac.kr/
Nicole Marie Comix	1	https://nicolemariecomix.wordpress.com
Notes, v.1	3	http://bluecatco.com/stories/notesvol1/
Of Microscopes and Metaphors	1	https://matteofarinella.com/Of-Microscopes-and-Metaphors
Os braços de Nildo e Rony	1	http://neuromat.numec.prp.usp.br/hq/hq_neuromat.html

P is for Phosphorus	1	https://www.chemistryworld.com/iypt/p-is-for-phosphorus/3010652.article
Paramecium Parlor	2	https://www.webtoons.com/en/challenge/paramecium-parlor/list?title_no=286678
Parasites	1	Presentemente fora de circulação
Pedromics	2	https://www.facebook.com/pedromics
Periódicas	2	http://tirasperiodicas.blogspot.com
PHD Comics	1	http://phdcomics.com
Plutonium: the element factory	1	https://www.chemistryworld.com/iypt/plutonium-the-element-factory/3010772.article
Proteus: a aventura da Ciência em Quadrinhos	1	Livraria
Quadrinhos de Vidro	1	https://www.certeve.ufscar.br/education-1/glass-comics
Quantum Landscape	1	http://hebergement.universite-paris-saclay.fr/supraconductivite/projet/paysages_quantiques/?lang=en
Questões ambientais em tirinhas	2	Livraria
Química do ovo	2	Artigo científico
Química em Quadrinhos	3	Livraria
Quirky Quarks	3	Livraria
Radium	1	https://www.chemistryworld.com/iypt/the-discovery-of-radium-part-one/3010298.article
Rethinking disability	3	https://www.erccomics.com/comics/rethinking-disability
Ronco dorme em casa	1	http://www2.eca.usp.br/anais2ajornada/anais4asjornadas/q_literatura/eleida_pereira_de_camargo.pdf
Roots of ayurveda	3	https://www.erccomics.com/comics/ayurveda
Roots of hatha yoga	3	https://www.erccomics.com/comics/hathayoga
Science comics	1	https://ibs.bialowieza.pl/en/category/science-comics/
Science Comics	1	Livraria
Science comics (série)	1	https://us.macmillan.com/series/sciencecomics/
Science Comics: Bats - Learn to Fly	3	Livraria
Science Comics: Flying Machines	3	Livraria
Science Commics	2	https://www.instagram.com/science_commics/
Science Fact-ion	1	https://appliedcomicsetc.com/portfolio/science-fact-ion-2013/
Science, a discovery in comics	3	Livraria
Segurança no Laboratório	1	Material institucional cedido pelo Depto. de Biologia da UFMG
Selenia	3	https://www.stem.org.uk/elibrary/collection/3921?_ga=2.162200572.1799658495.1612650819-181373264.1612650819
Sigma Pi	3	http://www.sigmapi-project.com/
Sketching Science	2	https://twitter.com/sketchscience
Smarty Betty	2	Artigo científico
Something in the water	3	https://www.erccomics.com/comics/something-in-the-water
Spineless	1	http://newcastlesciencecomic.blogspot.com/
The Amoeba Sisters: Sisterhood	2	https://www.amoebasisters.com/
The cartoon guide to physics	3	Livraria
The Dialogues: Conversations about the Nature of the Universe	3	Livraria
The Emerging Genre of Data Comics	1	Artigo científico
The end of phlogiston	1	https://www.chemistryworld.com/iypt/the-end-of-phlogiston-and-the-discovery-of-oxygen/3010180.article
The evolution of...	1	https://www.stem.org.uk/elibrary/collection/3921?_ga=2.162200572.1799658495.1612650819-181373264.1612650819
The exploit	3	https://www.erccomics.com/comics/the-exploit

The Fragile Framework	1	https://www.nature.com/news/polopoly_fs/1.18861!/menu/main/topColumns/topLeftColumn/pdf/527427a.pdf
The muon $g-2$ anomaly explained	1	https://physics.aps.org/articles/v14/47
The overexciting brain zoo	3	https://www.erc comics.com/comics/the-over-exciting-brain-zoo
The periodic patience of Dmitri Mendeleev	1	https://www.chemistryworld.com/iyp/the-periodic-patience-of-dmitri-mendeleev/4010795.article
The science of cookies	2	http://cookiescience.webcomic.ws/comics/first
The story of basic immunology	3	https://www.kyowakirin.com/story_of_basic_immunology/index.html
The upturned microscope	2	https://theupturnedmicroscope.com/published-elsewhere/
The Use of Comics in Experimental Instructions in a Non-formal Chemistry Learning Context	1	Artigo científico
Through the Looking Glass	1	https://www.yumpu.com/en/document/view/62710549/science-comic-through-the-looking-glass-reflections-of-science-in-luxembourg
Tirinhas de Física	2	https://efeitojoule.com/2011/04/vestibulario-tirinhas-do-vestibular-de/
Tirinhas de Física: propostas para a sala de aula	2	Livraria
Tirinhas de Vidro	2	https://tirinhasdevidro.wordpress.com/
Tirinhas e cartuns para o New Scientist	2	https://www.newscientist.com/author/tom-gauld/
Tirinhas Professor Viegas	2	http://professorviegas.blogspot.com/search/label/TIRINHAS
Tree climbers	3	https://www.erc comics.com/comics/treeclimbers
True tales from the outbreak	2	https://www.boostershotmedia.com/outbreak
Twisted Doodle	2	https://www.newscientist.com/author/twisted-doodles/
Um Corpo que Cai	1	https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28032014-113618/pt-br.php
Um trabalho de Química	1	https://app.uff.br/riuff/handle/1/13324
Vestibulário	2	https://efeitojoule.com/2011/04/vestibulario-tirinhas-do-vestibular-de/
Virology comics	2	https://virologycomics.com
Virusita comics	2	https://www.instagram.com/virusita.comics/
We are all me	3	https://www.toon-books.com/we-are-all-me.html
xkcd	2	http://xkcd.com