



Especialização em
ensino de **CIÊNCIAS**
E **MATEMÁTICA**

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E TECNOLOGIA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DOUGLAS LOURINALDO DA SILVA

**A SUPERCONDUTIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA MEDIANTE A LINGUAGEM
IMAGÉTICO-VERBAL: VANTAGNES E DESVANTAGENS DAS HISTÓRIAS EM
QUADRINHOS PARA O USO NA SALA DE AULA**

Gravatá/PE

2025

DOUGLAS LOURINALDO DA SILVA

**A SUPERCONDUTIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA MEDIANTE A LINGUAGEM
IMAGÉTICO-VERBAL: VANTAGENS E DESVANTAGENS DAS HISTÓRIAS EM
QUADRINHOS PARA O USO NA SALA DE AULA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof.^a Dra. Ana Paula
Teixeira Bruno Silva

Gravatá/PE

2025

A SUPERCONDUTIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA MEDIANTE A LINGUAGEM IMAGÉTICO-VERBAL: VANTAGNES E DESVANTAGENS DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS PARA O USO NA SALA DE AULA

Douglas Lourinaldo da Silva

Autor do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
e-mail: douglaslourinaldo50@gmail.com

Ana Paula Teixeira Bruno Silva

Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso
Especialização em Ensino de Ciências e Matemática/UAEADTec
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE
e-mail: ana.tbsilva@ufrpe.br

RESUMO

Este trabalho analisou as vantagens e desvantagens do uso de Histórias em Quadrinhos (HQs) no ensino de Ciências, em especial da Física Moderna e Contemporânea (FMC), na aprendizagem de conceitos científicos como a supercondutividade. O estudo foi de natureza quanti-qualitativo e bibliográfico. A metodologia proposta contemplou um estudo bibliográfico, por meio de dados coletados através de buscas em artigos científicos de periódicos especializados do ensino de Ciências, em especial no ensino de Física. O levantamento foi conduzido por intermédio da análise de conteúdo de Bardin (2016), que definiu categorias de estudo. O estudo ofereceu evidências sobre a necessidade de novas contribuições acadêmicas que corroborem no ensino de Ciências e Física, sobretudo a abordagem de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC), com destaque para supercondutividade. Assim, este trabalho traz contribuições, na perspectiva de apresentar novas possibilidades pedagógicas, como a mobilização de HQs, que viabilize melhores condições de aprendizado.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Ensino de Física; HQs; Supercondutividade; Gêneros Textuais.

ABSTRACT

This study analyzed the advantages and disadvantages of using comic books (comics) in science teaching, particularly in Modern and Contemporary Physics (MCP), for the learning of scientific concepts such as superconductivity. The study was both quantitative and qualitative in nature, with a bibliographical focus. The proposed methodology comprised a bibliographic study using data collected through searches of scientific articles in journals specializing in science teaching, particularly physics. The survey was conducted using Bardin's (2016) content analysis, which defined study categories. The study highlighted the need for new academic contributions that support science and physics teaching, particularly the approach to concepts of Modern and Contemporary Physics (MCP), with an emphasis on superconductivity. Therefore, this study contributes by presenting new pedagogical possibilities, such as the use of comic books, that enable better learning conditions.

Keywords: Science Teaching; Physics Teaching; Comics; Superconductivity; Textual Genres.

1 INTRODUÇÃO

A abordagem de Física Moderna e Contemporânea (FMC), segundo Bandeira (2017), nas aulas de Física tem demonstrado como importante mudança nas abordagens de temas de fundamental relevância, em particular a Mecânica Quântica, que tem contribuído substancialmente com o que a humanidade tem vivenciado nos últimos anos. Notadamente, um dos fatores que corroboram ainda com a dificuldade da inserção de FMC na educação básica, segundo o autor é a falta de estruturar e de laboratórios adequados.

Desse modo, movimentar estratégias alternativas como os gêneros textuais, em particular as Histórias em Quadrinhos (HQs), que podem se tornar uma válvula de escape para esse cenário. Junior e Caluzi (2024, p. 3) diz,

A utilização das HQs nas aulas de Ciências da Natureza pode aumentar o envolvimento dos estudantes, pois a combinação de narrativas visuais e textuais proporciona um aspecto lúdico e contextualizado (...).

Nesse sentido, propomos estudar um subtema da FMC: A supercondutividade por meio da mobilização das HQs.

Diante desse contexto, o presente estudo buscou compreender o seguinte questionamento: *Como o uso de HQs podem contribuir na construção de conceitos científicos, baseado em estudos desenvolvidos no ensino de Ciências, especialmente em Física, na temática supercondutividade?*

No intuito de responder a esta questão, o objetivo geral desse estudo foi analisar as vantagens e desvantagens do uso de HQs no ensino de Ciências, em especial da FMC, na aprendizagem de conceitos científicos. Os objetivos específicos foram: Realizar um levantamento bibliográfico em periódicos de ensino de Ciências, em especial de Física, com foco em estudos do uso de HQs como recurso didático para a aprendizagem de conceitos científicos; Identificar nos periódicos os artigos científicos com as temáticas gêneros textuais, HQs e supercondutividade; Mapear também nos artigos científicos as metodologias propostas e conceitos abordados durante o processo de ensino e aprendizagem. E finalmente, categorizar as vantagens e desvantagens do uso de HQs na abordagem de conceitos científicos, em especial da Física Moderna e Contemporânea, na temática supercondutividade.

Como procedimento metodológico adotou-se uma linha de pesquisa quanti-qualitativo e bibliográfico que combinados nos proporciona uma investigação profunda e detalhada.

2 A LINGUAGEM IMAGÉTICO-VERBAL

De acordo com Lemke (1997), a linguagem é um ingrediente fundamental da ciência; portanto, é idealmente o ingrediente fundamental da escolaridade em ciência. Assim, em vez de aprender ciência principalmente pela memorização de conteúdos e aquisição de informações detalhadas, a escolaridade em ciência está implicada na aquisição da linguagem da ciência. A linguagem da ciência é um discurso especial: ele tende a usar palavras formalizadas ou técnicas, símbolos, esquemas ou modelos representacionais e tipos específicos de estrutura discursiva.

Diante desse panorama, Lemke (1997) procede com uma longa insistência para que os estudantes sejam oportunizados a desenvolverem uma compreensão das terminologias das ciências nos estudos. Para isso, ele recomenda que os professores ao implementarem suas atividades nas salas de aula, desenvolvam estratégias para oportunizarem os estudantes a mobilizarem temas científicos a partir de uma multiplicidade de linguagens. Por exemplo, exposição e debates de dúvidas, escrita

de narrativas e outros para se familiarizarem com a linguagem científica e construir significações autênticas com os seus propósitos e autonomia.

Barthes (2006) aponta três possibilidades de articulações. Uma dessas é nomeada ancoragem, na qual o texto direciona a leitura da imagem. Outra articulação imagem-texto é quando a imagem expande a informação verbal nomeada como ilustrar. A terceira possibilidade de articulação imagem-texto proposta pelo autor é nomeada Relay, que se dá quando essas linguagens se complementam.

Nessa perspectiva, o uso das Histórias em Quadrinhos (HQs) segundo Testoni (2004, p. 41), é classificando como um sistema narrativo formado por duas categorias: “imagem obtida por meio do desenho e a linguagem escrita dos balões”. Ambas as situações estabelecem uma relação de complementaridade no contexto da HQ, todavia, o elemento linguístico escrito apresenta um extenso poder de retratação no campo dos conceitos, enquanto o elemento icônico busca a representação dos objetos materiais, no tocante aos movimentos e sucessões.

Testoni (2004), ainda chama a atenção quanto a utilização de uma HQ no ambiente escolar, pois implica uma escolha ou montagem criteriosa do material. De acordo com o autor, há uma divisão igualitária entre as imagens e os textos utilizando no enredo a HQ é uma estratégia educacional mais completa.

3 O FENÔMENO DA SUPERCONDUTIVIDADE

O fenômeno da supercondutividade é datado há mais de 100 anos e continua sendo um campo de pesquisa bastante conceitual e desafiador para novas indagações. Isso se deve ao fato de que os desafios desse campo são bem definidos, o que confere clareza às questões de pesquisa. Esse panorama tem fomentado grandes expectativas, sobretudo pelas possibilidades de desdobramentos tecnológicos, como aplicações em diagnósticos avançados na medicina e nos setores de transportes.

No tocante a esses avanços, a supercondutividade apresenta aplicações importantes, com destaque aos instrumentos médicos que grande parte depende da ação de campos magnéticos, sejam eles classificados como fracos ou fortes.

Segundo Araújo e Baffa (2011), os campos magnéticos classificados como fortes podem chegar a uma ordem de 1 milhão de vezes mais intenso que o campo magnético da Terra. Para medicina a utilização desse tipo de campo é largamente

aplicada no funcionamento de máquinas de ressonância magnética. Já os campos magnéticos classificados como muito fracos estão na ordem de 1 milhão a 1 bilhão de vezes menos intensos do que o campo terrestre. Para medicina esse tipo de campo usado para fins terapêuticos como: alívios de dores e processos de aceleração de cicatrizações.

3.1 A gênese da supercondutividade e desdobramentos iniciais

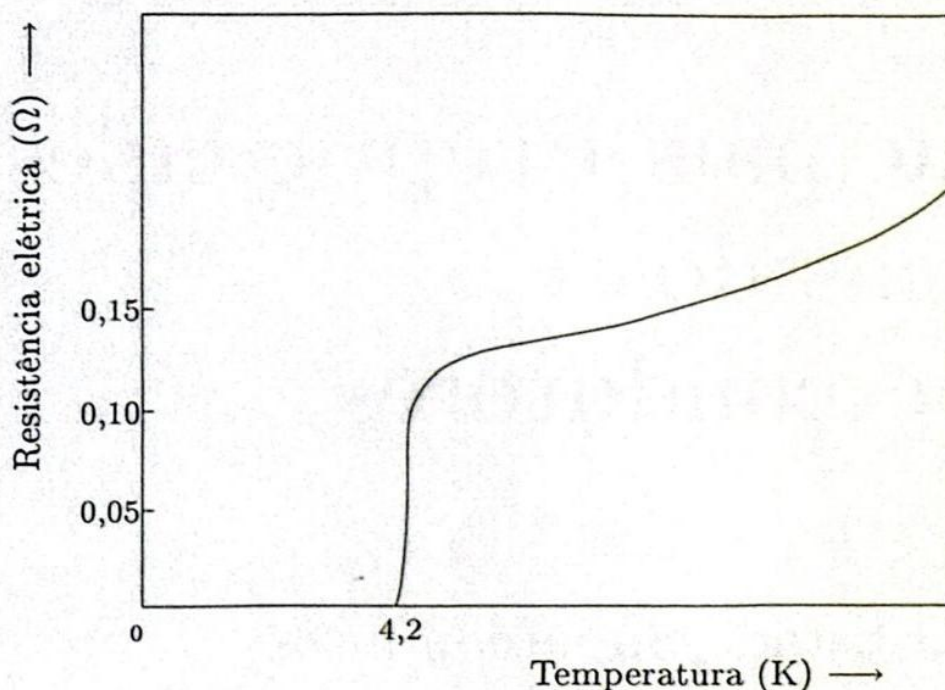
A área da física da matéria condensada visa investigar as propriedades físicas de sistemas macroscópicos compostos por muitas partículas que interagem entre si. Um dos fenômenos mais notáveis nessa área é a supercondutividade, que se caracteriza pela capacidade de certos materiais conduzirem eletricidade sem resistência quando resfriados abaixo de uma temperatura crítica. Vale destacar que esse fenômeno tem importantes aplicações em diversas áreas, como transporte, computação e medicina.

Durante a primeira década do século XX, na Universidade de Leiden – Holanda, o físico Heike Kanerling Onnes (1853 - 1926) investigava a resistividade de metais quando submetidos a baixas temperaturas e constatou que em alguns, a resistividade alcançava valores não previstos, teoricamente. Vale destacar que a resistividade segundo Giroto e Santos (2002, p. 640) é:

Uma grandeza que está relacionada a um impedimento sofrido pelos portadores de carga, porém, é uma propriedade intrínseca da matéria, sendo independente das dimensões do corpo estudado. Portanto, resistividade é uma propriedade da matéria.

No sentido de otimizar a avaliação desse fenômeno, Onnes utilizou o Mercúrio pela viabilidade referente a eliminação de impurezas e constatou, conforme a Figura 1, que ao aproximar de 4,2 K ou – 268,8 °C, o Mercúrio perdia abruptamente a resistência à condução da corrente elétrica durante um tempo indeterminado, desde que o sistema permanecesse submetido a baixas temperaturas.

Figura 1 - Representação esquemática da variação da resistência elétrica de uma amostra de Hg em função da temperatura, medida por H.K. Onnes em 1911, mostrando a transição ao estado supercondutor em $T_c \sim 4,2$ K.



Fonte: Ostermann e Pureur (2005, p. 2).

Em 1908, antes mesmo dos estudos com o Mercúrio a equipe liderada por Onnes conseguiu obter a liquefação do gás hélio, através de um método fundamentado no princípio do processo de Linde.

A respeito desse princípio para obtenção da liquefação, Costa e Pavão (2012, p. 2) diz que, “[...] o hélio gasoso era submetido a sucessivos ciclos de resfriamento unidos em ‘cascata’, usando, dentre outras substâncias, ar líquido, obtendo assim temperaturas inferiores a 4 K.” E foi baseado nesta proeza, que Onnes se dedicou ao estudo das propriedades elétricas dos materiais em temperaturas muito baixas. O Mercúrio em particular foi um desses materiais selecionados por ser de fácil obtenção com elevado nível de pureza.

De acordo com Pureur (2012), foi por intermédio dessa constatação que, Onnes, em 1913 foi agraciado com o Prêmio Nobel da Física, resultado das suas contribuições. Outros pesquisadores continuaram com investigações a respeito da supercondutividade em distintos materiais e, ao final da segunda década do século XX, o recorde de temperatura obtido até então foi para o Nióbio, a 9,254 K.

Branício (2001) alerta que foi em 1941, que obtiveram o mais novo recorde com a liga Nióbio-Níquel, com temperatura de 16 K. Passando para o século XXI, as investigações sobre a supercondutividade evidenciam que mais da metade dos metais da tabela periódica são supercondutores, desde que submetidos a baixas temperaturas e alguns, à altas pressões como o hidrogênio e Enxofre.

As pesquisas em supercondutores evidenciaram que alguns desses materiais mudavam para a condição de supercondutor abruptamente, enquanto outros, essa mudança ocorria de forma mais lenta. Estes materiais segundo Branício (2001) foram classificados como supercondutores do tipo 1, que são constituídos em grande parte por metais e algumas ligas que são condutores em temperatura ambiente. Já os supercondutores do tipo 2, também conhecido como supercondutor de altas temperaturas que inclui materiais cerâmicos baseados em óxidos de cobre. Mas indiferente a essa classificação ambos obedecem a uma temperatura de transição chamada de temperatura crítica (T_c).

Acrescentando-se ao êxito das identificações das temperaturas críticas de vários materiais, outras constatações também ocorreram. Em 1933, por exemplo, os alemães Karl Walther Meissner (1882-1974) e Robert Ochsenfeld (1901 - 1993) apresentaram o que se tornaria conhecido como Efeito Meissner-Ochsenfeld. Eles identificaram que as propriedades reais dos supercondutores e dos condutores com resistividade zero não eram equivalentes. Pereira e Félix (2013) destacam que, as linhas de indução magnética no interior de um supercondutor são sempre nulas. Assim, o material supercondutor foi caracterizado como diamagnético ou com resistividade nula. Com isso, a supercondutividade passou a ser interpretada como um estado da matéria.

Mas o que se sabia, até então, sobre a supercondutividade? Em 1935, Fritz London (1900 - 1954) e Heinz London (1907 - 1970) apresentaram uma teoria fenomenológica para a supercondutividade a partir das propriedades constatadas nesses materiais. Em conformidade com Costa e Pavão (2012), esses pesquisadores, propuseram que, alguns elétrons dos supercondutores apresentavam comportamento semelhante aos dos demais, enquanto outros, o comportamento era anômalo, nomeados de superelétrons.

Na proposição anterior, explicaram a eletrodinâmica dos elétrons a partir das teorizações de Maxwell e uma solução complementar para os superelétrons. Para

isso, desenvolveram duas equações, provenientes de uma abordagem fenomenológica que é capaz de prevê a existência do Efeito Meissner, contudo não conseguir explicar o porquê desse comportamento. Costa e Pavão (2012), a respeito dessas equações sinaliza que a elas estão inseridos um parâmetro chamado de comprimento de penetração London considerado fundamental, pois é quem permite a passagem de campo magnético no material.

3.2 Proposição teórica para a supercondutividade

No ano de 1950, se deu um avanço para as explicações do fenômeno supercondutividade. Costa e Pavão (2012) os físicos soviéticos Lev D. Landau (1908 - 1968) e Vitaly. L. Ginzburg (1916 - 2009), apresentaram uma proposição explicando a transição para o estado supercondutor através de propriedades termodinâmicas relacionadas aos materiais. Para essa proposição, mobilizaram preceitos da teoria quântica. Mas, uma explicação para o fenômeno ainda não havia sido proposta.

Pureur (2012) detalha que em 1957, o fenômeno da supercondutividade em baixas temperaturas obteve uma explicação teórica de caráter microscópico satisfatória, através da proposição de três cientistas dos Estados Unidos da América – John Bardeen, Leon Cooper e John Schieff. Essa seria nomeada Teoria BCS, incorporando as iniciais dos sobrenomes dos proponentes, pela qual receberam o Nobel da Física, em 1972.

Branício (2001) chama a atenção para o núcleo central da Teoria BCS, pois é aí que os cientistas explicam que os elétrons como partícula fermiônica, cujo spin é fracionário, estão submetidas ao Princípio da Exclusão de Pauli, segundo o qual duas partículas não podem ocupar o mesmo nível energético. No entanto, na estrutura cristalina os pares de elétrons se comportam como partícula com spin inteiro ou partícula bosônica, formando os chamados pares de Cooper e, assim, podendo ocupar um mesmo nível energético. Os pares de Cooper formam uma organização que flui sem resistência pelo material, neutralizando dados campos magnéticos.

Apoiando-se na Teoria BCS, em 1962, o físico inglês Brian Josephson (1940) apresentou uma proposição para os supercondutores que se tornaria conhecida Efeito Josephson. Segundo Costa e Pavão, (2012) ele previa que dois materiais supercondutores em contato exibiam propriedades específicas, que receberiam

evidências experimentais posteriormente. Por intermédio da proposta, Josephson foi agraciado com o Nobel da Física, em 1973.

Conforme podemos notar, apesar dos enunciados teóricos para aspectos da supercondutividade, uma teoria unificada para o fenômeno ainda não havia sido apresentada.

3.3 A supercondutividade em materiais cerâmicos e com altas temperaturas

Em meados da década de 1980, outros desdobramentos foram agregados ao fenômeno da supercondutividade. Branício (2001) enfatiza que foi através dos trabalhos dos físicos Georg Bednorz (1950) e Alex Muller (1927 - 2023) foi evidenciada a supercondutividade de material cerâmico. Geralmente os materiais cerâmicos são maus condutores de eletricidade, mas a T_c para o citado se deu em torno dos 30 K, mais elevada que as anteriormente obtidas. Uma evidência do ineditismo da proposição foi a premiação dos autores com o Nobel da Física, em 1987.

Pereira e Félix (2013) nos diz que a obtenção da supercondutividade a temperaturas mais elevadas foi além. Em 1987, os pesquisadores Paul Chu e Mang-Kang Wu, respectivamente das Universidades de Huston e Alabama (EUA) obtiveram a supercondutividade de um material cerâmico (peroviskita - $YBa_2Cu_3O_7$) a T_c de 93 K, superior a T_c do nitrogênio líquido que é 77 K. Em 1993, a T_c de 153 K do composto de (óxido de cobre-cálcio-bário-mercúrio) Hg-Ca-Ba-Cu-O foi identificada por C. W. Chu e equipe.

Segundo Branício (2001, p. 4), essa descoberta marcava o início de uma revolução no fenômeno da supercondutividade, legitimada pela seção da Sociedade Americana de Física, em New York. O autor acrescenta: *“Este evento ficou conhecido como o Wood stock da Física, reuniu mais de 3 000 pessoas na sala de apresentação principal, com outras 3 000 pessoas assistindo em circuito de televisão fechado, do lado de fora”*.

Ostermann e Pureur (2005), apesar do entusiasmo com a obtenção da supercondutividade para altas temperaturas, a Teoria BCS não explicava o comportamento para essa condição supercondutora para temperatura ambiente, pois em conformidade com a teoria a temperatura crítica (T_c) está fortemente ligada à interação elétron-fônon. Para materiais convencionais, T_c está abaixo de 40 K, ainda muito distante da temperatura ambiente. Contudo, em estudos recentes mostram a

supercondutividade em matérias como hidretos de lantânio (LaH₁₀) e hidretos de enxofre, mas em pressões extremamente altas (acima de 100 GPa). Diante das limitações da teoria BCS, novas abordagens estão sendo desenvolvidas como a supercondutividade exótica.

3.4 Abordagens sobre a supercondutividade

A partir do referencial histórico-conceitual anterior, é possível que a supercondutividade seja abordada através de subtemas, apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 - Propostas de Subtemas sobre a Supercondutividade.

	Subtemas Contemplados
1	Características do fenômeno supercondutividade
2	Temperatura crítica T _c da supercondutividade
3	A supercondutividade do tipo T1 e do tipo T2
4	A autoria e as condições de identificação da supercondutividade
5	Distintas explicações para a supercondutividade
6	Os materiais supercondutores – metálicos e cerâmicos
7	A supercondutividade e as tecnologias
8	Desafios atuais da supercondutividade

Fonte: Autor (2025)

4 CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS

O estudo em tela visou trazer as contribuições e/ou desvantagens das HQs no ensino de Ciências, e mais especificamente da Física Moderna e Contemporânea, na temática supercondutividade. Essa pesquisa caracterizou-se como um estudo quanti-qualitativo e bibliográfico. O caráter quanti-qualitativo, segundo Cresweel e Clark (2007, p. 38), trata-se de uma “[...] combinação de duas abordagens que podem possibilitar dois olhares diferentes, propiciando uma visualização ampla do problema investigado”, corroborando então com as identificações e intepretações dos artigos científicos selecionados. No tocante, a natureza bibliográfica de pesquisa segundo Souza, Oliveira e Alves (2021, p. 65), “[...] tem a finalidade de aprimoramento e atualização do conhecimento, através de uma investigação científica de obras já publicadas”. Nesse sentido, por meio dessa metodologia tem como intenção mapear as preferências de abordagens e identificar as carências. Optamos por uma abordagem mista para um olhar aprofundado sobre o tema de pesquisa.

O cenário de pesquisa foi constituído pela busca de artigos em periódicos acadêmico-científicos, especializados da área de Ensino de Ciências, conforme indicado no Quadro 2, seguindo o Qualis/CAPES de estrato A1 a C, que está em

conformidade com a mais recente classificação que corresponde ao quadriênio 2017 – 2020.

Quadro 2 – Periódicos da área de Ensino de Ciências com os seus respectivos ISSN e Qualis/CAPES quadriênio 2017 - 2020

Periódicos	ISSN (on-line)	Qualis/CAPES
Revista Brasileira de Ensino de Física	1806-9126	A1
Ciência & Educação	1980-850X	A1
Revista Investigações em Ensino de Ciências	1518-8795	A1
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências	1984-2686	A1
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	1983-2117	A1
Revista Física na Escola	1983-6430	A3
Experiências em Ensino de Ciências	1982-2413	B1
Revista do Professor de Física	2594-4746	C

Fonte: Autor (2025)

Para o processo de levantamento de artigos, todos constados nos periódicos da área, foram adotados critérios de inclusão e exclusão. Em um primeiro momento como critério de inclusão, adotamos palavras-chaves, a fim de delimitar o tema de pesquisa, que foram: *HQs*, *Supercondutividade* e *Gêneros textuais*. Que por meio disso, chegamos a um montante de nove artigos científicos como apresenta no Quadro 3, em um intervalo temporal que foi de 2020 a 2024. Contudo, como critério de inclusão os artigos necessariamente teriam que envolver temas ligados ao ensino de Física, Física Moderna e Contemporânea e sobretudo temas que tratava do uso de HQs como recurso didático na educação básica. Então, de um total de nove artigos, havia dois que comover respectivamente *poema* e *cordel*. Além disso, havia também um artigo intitulado: *Supercondutividade magnética*, trabalho esse puramente teórico, mas por conta da relevância teórica, optamos em manter o mesmo apesar de não estimular nem um gênero textual. Diante do critério de inclusão, passamos para sete e esses são estudados e discutidos na seção 5.

Quadro 3 – Quantitativo de artigos encontrados nos periódicos

Periódicos	2020	2021	2022	2023	2024
Revista Brasileira de Ensino de Física	0	0	0	0	1
Ciência & Educação	0	0	0	1	0
Revista Investigações em Ensino de Ciências	0	1	0	0	0

	(Continuação)				
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências	0	0	0	0	0
Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	0	0	0	0	0
Revista Física na Escola	0	0	2	0	0
Experiências em Ensino de Ciências	0	0	1	0	0
Revista do Professor de Física	0	0	3	0	0
Total	0	1	6	1	1

Fonte: Autor (2025)

Para o estudo, utilizou-se a Técnica de Análise de Conteúdo (AC), proposta por Bardin (2016), optando-se pelo tipo análise temática. Essa escolha foi feita devido à capacidade da análise de conteúdo de organizar e interpretar dados qualitativos, permitindo identificar, níveis, métodos e conceitos presentes. O método categorial, no formato temático, foi escolhido porque permite uma visão abrangente a respeito dos recursos didáticos, facilitando a identificação de tendências e questões centrais no uso de HQs no contexto educacional.

O processo de organização da análise seguiu os métodos propostos por Bardin (2016):

- a) *Pré-análise*: organização do material coletado, leitura flutuante para familiarização com os dados e estabelecimento de critérios para categorização.
- b) *Exploração do material*: codificação e categorização dos dados com base em temas recorrentes, relevantes para os objetivos da pesquisa.
- c) *Tratamento dos resultados e interpretação*: sistematização das categorias, interpretação dos dados à luz do referencial teórico sobre as HQs e supercondutividade na educação básica.

A partir dos artigos, foram geradas cinco categorias que sintetizaram as principais informações pontuadas nos mesmos. A primeira categoria, *Periódicos*, que auxilia na identificação de quais publicações trazem discussões a respeito do tema de pesquisa. A segunda, *Níveis Escolares/ públicos diversos*, que identificar para qual público as produções acadêmicas estão sendo feitas. A terceira, *Gêneros textuais*, que destaca quais os tipos de textos estão sendo provocados e quais experiências isso resulta. A quarta, *Metodologia*, que permite verificar os mais diversos métodos articulados. Por fim, a quinta categoria, *Conceitos físicos/diversos*, que permite

classificar quais temas da Física e de outras áreas de Ciências que são apelados por meio de estruturas textuais em particular HQs.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Esta pesquisa foi realizada através da consulta de periódicos especializados da área de Ensino de Ciências. Sabe-se que o objetivo central do trabalho é avaliar as vantagens e desvantagens quanto ao uso das HQs na abordagem sobre o conceito de supercondutividade. Tendo em vista este objetivo, foi criada categorias baseadas nas orientações de Bardin (2016).

Na primeira categoria *Periódicos*, foi possível discernir que os quantitativos de trabalhos estão igualmente distribuídos no intervalo de tempo de cinco anos, compreendendo os anos de 2020 a 2024, e conforme Quadro 3. Isso, nos traz evidências que as experiências em que mover HQs, como recursos didáticos, para o ensino de Ciências, é um campo carente e necessita ser melhor explorado visando destacar experiências/vivências. Ainda nessa categoria, houve dois artigos científicos, intitulados: *Uso de histórias em quadrinhos (HQ) no processo de ensino-aprendizagem sobre o eletromagnetismo e Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica* que foram publicados em uma seção especial da Revista do Professor de Física, com o título: *Anais do encontro integrado em Física e seu Ensino 2022*.

Na segunda categoria, chamada de *Níveis escolares/públicos diversos*, destacada no Quadro 4, cinco dos sete artigos identificados estão voltados para Educação Básica (EB). Os outros dois, um deles, intitulado: *As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses*, tem como alvo público diverso. E o outro, intitulado: *Supercondutividade magnética*, é voltado para o nível superior. Isso reforça ainda mais a importância do uso de HQs nas aulas de Ciências, tanto no Ensino Fundamental, quanto no Ensino Médio.

Quadro 4 – Artigos analisados, em relação aos níveis de educação

Periódicos	Autoria/ Ano de publicação	Título do Artigo	Níveis Escolares/ Públicos diversos	Gênero Textual
Revista Brasileira de Ensino de Física	Möckli; Azambuja (2024)	Supercondutividade magnética	Superior	X
Ciência & Educação	Santos, <i>et al.</i> (2023)	As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses	Públicos diversos	Histórias em quadrinhos (HQs)
Revista Investigações em Ensino de Ciências	Leite; Cortel; Gatti (2021)	As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: O caso do lítio	Médio	Histórias em quadrinhos (HQs)
Revista Física na Escola	Campomanes; Krause (2022)	História em quadrinhos e atividades experimentais demonstrativas no ensino por investigação: Estudo de duas molas associadas em paralelo	Médio	Histórias em quadrinhos (HQs)
Experiências em Ensino de Ciências	Müller; Goldschmidt (2022)	Histórias em quadrinhos a partir de uma expedição investigativa pelo bairro caiçara: a importância dos espaços não formais no ensino de ciências	Fundamental (anos finais)	Histórias em quadrinhos (HQs)
Revista do Professor de Física	Castro; Gomes; Troncão (2022)	Uso de história em quadrinho (HQ) no processo de ensino-aprendizagem sobre eletromagnetismo	Fundamental (anos finais) / Médio	Histórias em quadrinhos (HQs)

Revista do Professor de Física	Silva; Padilha; Silva (2022)	Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica	Médio	(Continuação) Histórias em quadrinhos (HQs)
--------------------------------	------------------------------	--	-------	--

Fonte: Autor (2025)

A terceira categoria, chamada de *Gêneros textuais*, percebemos uma variedade de diferentes discussões de conceitos, visando viabilizar diferentes experiências. Contudo, buscamos focar apenas no conceito de supercondutividade através do gênero textual HQs.

Nessa direção, criamos o Quadro 5 que apresenta as vantagens e desvantagens, com base nos autores dos artigos científicos, de acordo com as experiências vivenciadas nos níveis escolares.

Quadro 5 – Vantagens e desvantagens quanto a mobilização dos gêneros textuais HQs de acordo com os artigos.

Artigos	Títulos	Principais vantagens	Principais desvantagens
1	As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses	* Alfabetização científica; * Educação formal e não formal.	* Risco de serem vistas como um mero recurso de entretenimento; * Exigir conhecimento prévio.
2	As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: O caso do lítio	* Aproximação com o cotidiano dos estudantes; * Promoção do pensamento crítico.	* Necessidade de mediação pedagógica; * Tempo e esforço para produção; * Limitações na abordagem de temas complexos.
3	História em quadrinhos e atividades experimentais demonstrativas no ensino por investigação: Estudo de duas molas associadas em paralelo	* Caráter lúdico; * Estímulo à participação ativa; * Complementar às atividades experimentais.	* Requer formação docente adequada; * Risco de uso superficial.
4	Histórias em quadrinhos a partir de uma expedição investigativa pelo bairro caiçara: a importância dos espaços não formais no ensino de ciências	* Estímulo ao protagonismo estudantil; * Integração entre conhecimento formal e informal.	* Possível superficialidade sem direcionamento; * Exige tempo e recursos pedagógicos.
5	Uso de história em quadrinho (HQ) no processo de ensino-aprendizagem sobre eletromagnetismo	* Facilidade de compreensão; * Adaptação a diferentes faixas etárias;	* Dependência de mediação adequada; * Limitação para aprofundamento formal.

(Continuação)

6	Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica	* Viabilidade de trabalho em período pandêmico; * Custo-benefício; * Flexibilidade didática.	* Limitação do método expositivo.
---	--	--	-----------------------------------

Fonte: Autor (2025)

No Quadro 5, verificamos as vantagens e desvantagens das HQs e percebemos que são vastas as dimensões de aprendizagens entre elas, incluindo a alfabetização científica. Segundo Shen (1975 apud Milaré, Richetti, 2021), a alfabetização científica possui “(...) objetivos, público-alvo, conteúdos e formas diferentes de condução (...)”, classificando-a, como: *Prática, Cívica e Cultural*.

Alfabetização Científica Prática, visa à aquisição de saberes científicos e técnicos necessários na vida cotidiana e que possam viabilizar a realização de atividades diárias. Conforme indicado no Quadro 5, é possível afirmar que os artigos científicos buscam destacar a importância das HQs como recurso provedor de reflexões, criatividade que impulsiona um professor educativo mais justo que inclua as mais diferentes realidades educacionais, com foco na alfabetização científica do público-alvo.

Alfabetização Científica Cívica, faz com que as pessoas atuem em temáticas correlacionadas a tópicos em Ciências, fomentando sua participação ativa nos processos democráticos da sociedade. O Quadro 5 apresenta, nas HQs, temas científicos, que podem contribuir para essa participação.

Alfabetização Científica Cultural (ACC), segundo Shen (1975 apud Lorenzetti e Delizoicov, 2001) é promovida através do desejo de saber algo sobre ciência, como uma realização humana indispensável. Esse tipo de alfabetização por si só não resolve nenhum problema, mas ajuda abrir caminhos para a ampliação de conhecimentos entre as culturas. Observando o Quadro 5, é possível constatar possibilidades de ACC, usando HQs que incluem espaços não formais de aprendizagem e rodas de conversa, que aproxima diferentes fontes conhecimentos.

Na *Metodologia*, indicada no Quadro 6, a intenção foi buscar compreender quais estratégias e métodos foram viabilizados para instigar o uso do gênero textual HQs. Sendo, possível verificar que dos seis artigos selecionados cinco tem como metodologia a sequência didática. Para Cabral (2017, apud Zabala, 1998, p. 18), a Sequência Didática (SD) é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e

articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio, e um fim conhecidos, tanto pelos professores quanto pelos alunos”. Na visão de Castellar (2016, p. 12), a SD trata-se de uma “(...) alternativa de organização de aulas que se contrapõe ao secular modelo tradicional de ensino”.

Quadro 6 Gêneros textuais, metodologias propostas e conceitos abordados

Artigos	Título do Artigo	Metodologia	Conceitos Físicos	Conceitos Diversos
1	As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: O caso do lítio	Sequência didática	-	Elementos químicos (Estudo sobre o Lítio)
2	História em quadrinhos e atividades experimentais demonstrativas no ensino por investigação: Estudo de duas molas associadas em paralelo	Sequência didática	Força elástica – Lei de Hooke	-
3	Histórias em quadrinhos a partir de uma expedição investigativa pelo bairro caiçara: a importância dos espaços não formais no ensino de ciências	Sequência didática	-	Meio ambiente
4	Uso de história em quadrinho (HQ) no processo de ensino-aprendizagem sobre eletromagnetismo	Sequência didática	Eletromagnetismo / (Oersted, Ampère e Faraday)	-
5	Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica	Sequência didática	Supercondutividade	-
6	Supercondutividade magnética	Revisão da literatura/abordagem do conceito	Supercondutor	-

7	As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses	Aplicação de questionário de opinião	-	(continuação) Química Forense
---	---	--------------------------------------	---	----------------------------------

Fonte: Autor (2025)

Considerando as análises realizadas nos artigos, apresentados no Quadro 6, constatamos alguns aspectos relevantes, destacados pelos autores, referentes aos gêneros textuais, metodologias propostas e conceitos abordados. O primeiro artigo, “As histórias em quadrinhos como opção para abordar a história e filosofia da ciência no ensino dos elementos químicos: O caso do lítio”, buscou investigar os conhecimentos prévios a respeito dos elementos químicos presentes da tabela periódica, através da disponibilização de uma HQ e da aplicação questionário. Como resultado desse estudo, os autores apontaram a superação de relações equivocadas a respeito dos elementos químico e noção nas ideias de senso comum para a construção do conhecimento científico.

No segundo artigo, “História em quadrinhos e atividades experimentais demonstrativas no ensino por investigação: estudo de duas molas associadas em paralelo”, os autores conduzem uma sequência de HQs com a finalidade de despertar curiosidade a respeito da Lei de Hooke. Além disso, foram utilizadas atividades experimentais que vieram a complementar a abordagem do conceito físico tratado. Na proposta, consoante com os autores declaram amplo potencial para educação básica, destacando as HQs como um recurso complementar as aulas experimentais.

O terceiro artigo, “Histórias em quadrinhos a partir de uma expedição investigativa pelo Bairro Caiçara: a importância dos espaços não formais no Ensino de Ciências”, os pesquisadores realizaram uma atividade de cunho investigativo com a temática socioambiental do Bairro Caiçara do município de Agudo/RS, com estudantes do 6º e 7º ano do Ensino Fundamental (anos finais), que foi produzida pela primeira vez em 2019 e reproduzida em 2020. Contudo, em virtude da COVID-19, a atividade foi readaptada ao contexto com a inserção das HQs, onde os autores solicitaram aos alunos que retratassem, por meio desse recurso didático, os problemas ambientais do bairro. Para os autores, o uso desse recurso ajudou a

promover a reflexão ambiental entre os discentes, devido à HQ ser uma linguagem de fácil comunicação.

No artigo quarto “Uso de história em quadrinho (HQ) no processo de ensino-aprendizagem sobre o eletromagnetismo”, foi sinalizado que o trabalho desenvolvido com estudantes do Ensino Médio, e dividido em três momentos. O primeiro, a aplicação de um questionário, com a finalidade de verificar os conhecimentos prévios a respeito de concepções ligadas ao eletromagnetismo. O segundo momento, a leitura de HQs tratando de conceitos de Oersted, Ampère e Faraday. Por fim, o terceiro, uma roda de conversa discutindo as respostas dos questionários junto com as HQs. Na visão dos autores, a HQ é uma forma de apresentar novos conteúdos de forma lúdica capaz de trazer conhecimento e aprendizado em qualquer área que se deseja ensinar.

O quinto artigo, “Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica”, foi um trabalho desenvolvido no contexto da COVID-19, com estudantes do Ensino Médio. Nesse estudo, foi utilizada a HQ para a introdução dos conceitos da supercondutividade, devido à complexidade de utilizar matérias para experimentação na educação. Para os autores desse artigo, a utilização de histórias em quadrinhos pode ser uma alternativa viável e de baixo custo para os alunos do século XXI.

O sexto artigo, “Supercondutividade Magnética”, apresenta uma revisão da literatura, abordando vários aspectos do conceito da supercondutividade, como o *parâmetro de ordem*, que é uma medida que descreve a ordem e a simetria de um sistema em uma fase particular. A *simetria* em particular é uma propriedade que descreve como os materiais são invariantes sob certas transformações. Já *quebra de simetria*, ocorre quando um sistema, que inicialmente tem um estado de equilíbrio com simetria, pode se organizar em um estado com menor energia que quebra essa simetria. Isso acontece, porque o estado de menor energia não precisa ser simétrico em relação ao estado inicial. Logo, em conformidade com os autores, a definição de supercondutores (convencionais ou não) deve se basear na quebra de simetrias, portanto sendo a melhor forma de classificar os supercondutores.

Finalmente, o sétimo artigo, “As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma HQ sobre Ciências Florenses”, que destaca a HQ como um recurso didático para promover a alfabetização científica. Os autores buscaram avaliar por meio de um questionário aplicado a pesquisadores, leitores da HQ, sobre as potencialidades da HQ na abordagem de conceitos científicos das Ciências Florenses.

Na categoria, *Conceitos físicos/ diversos*, indicada no Quadro 6, apresenta dois artigos que tratam sobre supercondutividade. Entretanto, apenas um retrata sobre o uso da HQ. O artigo científico “Supercondutividade Magnética” que traz uma abordagem teórica rebuscada baseada na termodinâmica e na simetria, tem como objetivo despertar o interesse de acadêmicos a respeito de novas pesquisa sobre Supercondutividade. Já o artigo “Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica”, foi fruto de uma dissertação de Mestrado ligado ao Programa de Pós-Graduação no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) que teve como objetivo criar um produto educacional alternativo em formato de história em quadrinhos (e-book), voltado para estudantes do ensino médio, tratando dos conceitos basilares da supercondutividade.

Conforme orientado nas categorias estabelecidas, fundamentada na Análise de Conteúdo de Bardin (2016), é possível viabilizar engajamento em função do gênero textual HQ nos mais diferentes espaços educacionais, pois de acordo com as experiências apresentadas nos artigos científicos, o uso desse gênero textual é de fácil adequação e entendimento. Entretanto, no Quadro 5, no quesito desvantagens nos chama a atenção para a necessidade de haver uma cuidadosa condução por parte do docente, evitando então, estapolações ou limitações conceituais. Nessa perspectiva, tratar de conceitos físicos como o fenômeno da supercondutividade e levando em consideração a experiência do artigo “Abordagem do fenômeno da supercondutividade na educação básica”, que traz uma série de conceitos como a temperatura crítica, Efeito Meissner e aplicações na medicina e no transporte por intermédio de um conjunto de HQs. Logo, isso deve ser motivo para que novas vivências que destaquem o gênero textual HQ, sobretudo tratando do fenômeno da supercondutividade, seja replicado, trazendo então, novas contribuições, portanto, aproximando ainda mais os estudantes a conceitos físicos importante como esse.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo almejou, por meio de uma análise quanti-qualitativo e bibliográfico fazer um levantamento em periódicos especializados da área de Ensino de Ciências com o propósito de compreender as potencialidades e desafios quanto ao uso de HQs em particular para abordagem do conceito de Supercondutividade. Para isso, contando com um montante de sete artigos científicos que trazem a

abordagem do gênero textual HQ, teve como objetivo investigar as vantagens e desvantagens em mobilizar gênero textual HQ, segundo as experiências trazidas nos trabalhos científicos.

Dentre os principais resultados, o uso da sequência didática é destaque, pois é vista como uma metodologia inovadora que contrapõe as práticas tradicionais. Nessa perspectiva é fundamental o gênero textual HQ para tratar de temas como a supercondutividade. Pois, em conformidade com as experiências trazidas pelos autores, destacam que se tratar de um recurso auxiliador no processo de ensino e aprendizagem.

No tocante aos objetivos de investigação das vantagens e desvantagens em respeito as HQs, na ótica dos autores, estão condicionadas a uma série de fatores que necessitam de alinhamento, isto é, o domínio de conteúdo, que transita desde a formação inicial e seguir por toda carreira docente. Implicando em diferentes metodologias, com destaque para sequência didática. Nessa perspectiva, conseguimos superar uma das desvantagens que é a limitação de abordagem de conteúdo segundo os autores.

Os resultados apresentados oferecem evidências sobre a necessidade de novas contribuições acadêmicas que corroborem no ensino de Ciências e Física, sobretudo a abordagem de conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) com destaque para supercondutividade. Assim, este estudo traz contribuições, na perspectiva de apresentar novas possibilidades pedagógicas, como o uso de HQs, que viabilize melhores condições de aprendizado.

Quanto às limitações da pesquisa, ressaltam-se que o número de artigos científicos localizados nos periódicos, pois em um intervalo de cinco anos apenas um artigo tratou do uso da História Quadrinhos na abordagem do conceito da Supercondutividade na Educação Básica. Logo, esse recorte traz limitações para se ter maiores conclusões a respeito das potencialidades do uso em sala de aula.

Como resultado dessa pesquisa, destacamos a importância de futuras investigações que possam ampliar a compreensão do papel do gênero textual HQ, na perspectiva de trazer novas experiências que destaque as potencialidades e que fortaleça inclusive o ensino de Física Moderna e Contemporânea.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, D. B. de; BAFFA, O. Contribuições da supercondutividade na medicina. **Revista USP**, São Paulo, n. 92, p. 176-187, dez./fev. 2011-2012. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revusp/article/view/34990/37728>. Acesso em: 15 jul. 2025.

BANDEIRA, S. L. **Aprendizagem de tópicos de física moderna e contemporânea no ensino médio profissionalizante utilizando arduino**. 2017. Dissertação (Mestrado em ensino de Física). Universidade Federal do Semiárido. Mossoró, 2017. Disponível em: <https://mnpes.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/94/2018/03/PRODUTO EDUCACIONAL-Sergilanio-Bandeira.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70. ed. São Paulo: Câmara Brasileira do Livro, 2016.

BRANÍCIO, P. S. Introdução a supercondutividade, suas implicações e a mini-revolução provocada pela redescoberta do MgB_2 : uma abordagem didática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 4, p. 381-390, 2001.

BARTHES, R. **Elementos de semiologia**. 16. ed. São Paulo: Cultrix, 2006.

CABRAL, N. F. **Sequências didáticas: estrutura e elaboração**. Belém: Sbem, p. 104, 2017.

CASTELLAR, S. M. V.; MACHADO, J. C. (org.). **Metodologias ativas: sequências didáticas**. São Paulo: FTD, 2016.

COSTA, M. B. S.; PAVÃO, A. C. Supercondutividade: um século de desafios e superação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 1-15, 2012.

CRESWELL, J. W.; CLARK, V. L. **Pesquisa de métodos mistos**. Porto Alegre: Penso, 2007.

GIROTTI, E. M.; SANTOS, I. A. Medidas de resistividade elétrica DC em sólidos: como efetuar-las corretamente. **Química Nova**, vol. 25, n. 4, p. 639-647, 2002.

JUNIOR, E. A. S.; CALUZI, J. J. Considerações sobre o uso de histórias em quadrinhos como estratégia no ensino de ciências da natureza. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 94, n. 1, p. 97-114, 25 fev. 2024.

LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia: language, aprendizaje y valores**. 1 ed. Barcelona, Paidós, 1997.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 1, jun. 2001.

OSTERMANN, F.; PUREUR, P. **Temas atuais de física: supercondutividade**. São Paulo: Livraria da Física, p. 96, 2005.

PEREIRA, S. H.; FÉLIX, M. G. 100 anos de supercondutividade e a teoria de Ginzburg-Landau. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 1313-1323, 2013.

PUREUR, P. Supercondutividade: Cem anos de desafios. **Revista USP**, São Paulo, n. 92, p. 142-156, dez-fev 2011-2012.

RICHETTI, G. P.; LORENZETTI, L.; FILHO, J. de P. A. **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

SOUSA, A. S. de; OLIVEIRA, G. S. de; ALVES, L. H. A pesquisa Bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da Funcamp**, Monte Carmelo, v. 20, n. 43, p. 64-83, 19 fev. 2021.

TESTONI, L. A. **Um corpo que cai: as histórias em quadrinhos no ensino de física**. 2004. Dissertação (Mestrado em Educação). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-28032014-113618/publico/LEONARDO_ANDRE_TESTONI.pdf. Acesso em: 14 de jun. 2025.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.