

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE MINAS GERAIS – *CAMPUS* OURO PRETO
LICENCIATURA EM FÍSICA

Igor Ferreira Curvelo

**UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Ouro Preto

2024

IGOR FERREIRA CURVELO

**UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Curso de Licenciatura em Física, do Instituto
Federal de Minas Gerais – *Campus* Ouro Preto
para obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientadora: Professora Dr^a. Danielle Cristina
Teles Ferreira.

Ouro Preto

2024

F383p

Curvelo, Igor Ferreira.

Uma proposta de aplicação da Inteligência Artificial para ensino de Física por meio de textos de divulgação científica [manuscrito] / Igor Ferreira Curvelo. – 2024.

109 f. : il.

Orientadora: Danielle Cristina Teles Ferreira.

Trabalho de Conclusão de Curso (licenciatura) – Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto, 2024.

1. Física - Ensino. 2. Divulgação Científica. 3. Inteligência Artificial. I. Ferreira, Danielle Cristina Teles. II. Instituto Federal de Minas Gerais. *Campus* Ouro Preto. III. Título.

CDU: 53:004.8

Catálogo: Kelly Cristiane Santos Morais - CRB-6/3217

Igor Ferreira Curvelo

**UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA
ENSINO DE FÍSICA POR MEIO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Trabalho de conclusão de curso submetido à banca examinadora designada pela Diretoria de Ensino do Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Física.

Aprovado em: 26/07/2024 pela banca examinadora:

Prof. Dr^a. Danielle Cristina Teles Ferreira – IFMG - OP (Orientadora)

IFMG – *Campus* Ribeirão das Neves

Prof. Dr^a. Elisangela Silva Pinto

IFMG – *Campus* Ouro Preto

Prof. Me^a. Layla Júlia Gomes Mattos

IFMG – *Campus* Ouro Preto

AGRADECIMENTOS

Aqui neste momento eu agradeço aqueles que me proporcionaram concluir essa etapa na minha carreira acadêmica. Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, Marilene e Mauricio. Os dois sempre apontaram que para assegurar uma vida melhor eu deveria sempre estudar. Não pouparam esforços para que eu pudesse sonhar cada vez mais alto na minha caminhada acadêmica. Eles foram minha base, me apoiaram quando mais precisei, me deram amor e forneceram palavras de incentivo sempre. Agradeço também minha namorada, Tamilyes, por ser minha inspiração diária em buscar ser uma pessoa melhor. Me mostrou que mesmo com o tempo corrido é possível estudar, trabalhar e cuidar do que gosta. Agradeço também pelo carinho, atenção e pela paciência nos dias que estava mais cansado. Aos meus amigos de Carangola e aos que pude fazer em Ouro Preto deixo aqui meus agradecimentos por tornar essa jornada mais leve, emocionante e divertida, guardo no coração todos os momentos felizes. Em especial, agradeço aos membros da República Boemia, que compartilharam comigo tantos momentos inesquecíveis durante a graduação. A convivência com vocês proporcionou aprendizados que vão além da vida acadêmica e que serviram para o resto da minha vida. Agradeço a todos os professores do Instituto Federal Minas Gerais Campus Ouro Preto, fui muito feliz pela oportunidade de ter aulas com vocês e pela oportunidade de absorver um pouco das suas experiências, grato pelos trabalhos em conjunto e pelas viagens que não serão esquecidas. Agradeço a CODAEDU, Dr^a. Denise e Me^a. Layla, foram de profunda ajuda em me tornar um bom professor, através do trabalho no Pré Enem e Pré IF. Me acolheram com café que nunca faltava e orientações que ajudaram na escrita de planos de aula, relatórios e sem esquecer na escrita do presente trabalho, deixo aqui meus agradecimentos. Agradeço também à minha orientadora, Dr^a. Danielle, que esteve comigo desde o início deste trabalho. Sua orientação, conhecimento e paciência foram essenciais para essa realização.

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo discutir a possibilidade de inclusão de Texto de Divulgação Científica (TDC) no ensino de Física por meio do uso de Inteligência Artificial (IA). Com vistas a alcançá-lo, estabelecemos como objetivos específicos: analisar a presença e a atualidade dos TDCs nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio; a partir disso, propor uma metodologia de escrita para criação de TDCs a ser explorada por professores; explorar o potencial da IA como ferramenta de apoio na produção de TCD. Para isso realizamos: uma análise da atualidade dos TDCs presentes em livros didáticos de Física; uma revisão bibliográfica, buscando os autores que escreviam sobre o gênero de escrita desses textos; com base nos resultados obtidos, propomos uma estrutura de escrita; analisamos TDCs com base no método proposto; produzimos um TDC utilizando tal método de escrita; outro texto de mesma temática foi gerado por IA para fins de comparação. Observamos que de uma amostra de 12 livros existem 399 caixas de textos, das quais 126 eram reservadas para TDCs, mas apenas 30 abordavam pesquisas científicas dos últimos 20 anos, representando 8% das caixas de texto analisadas. Observamos também que o método de escrita dos TDCs proposto nesta pesquisa, associado ao uso de IA, pode ser usado como uma ferramenta que auxilia a prática docente, ainda que seja necessário corrigir possíveis alucinações e erros produzidos pela IA. Por fim, observamos que a IA possui limitações devido ao seu método de aprendizado, sendo assim, é necessário o acompanhamento por um pesquisador ou professor.

Palavras-chave: Educação; Ensino de Física; Divulgação científica; IA; Tecnologias digitais na Educação.

ABSTRACT

This research aimed to discuss the possibility of including Scientific Communication Texts (TDC) in Physics education through the use of Artificial Intelligence (AI). To achieve this, we established the following specific objectives: analyze the presence and current relevance of TDCs in high school Physics textbooks; based on this, propose a writing methodology for the creation of TDCs to be explored by teachers; explore the potential of AI as a support tool in TDC production. For this, we conducted: an analysis of the current relevance of TDCs in Physics textbooks; a literature review to identify authors who wrote about the writing genre of these texts; based on the results obtained, we proposed a writing structure; we analyzed TDCs based on the proposed method; we produced a TDC using this writing method; another text on the same theme was generated by AI for comparison purposes. We observed that from a sample of 12 books, there are 399 text boxes, of which 126 were reserved for TDCs, but only 30 addressed scientific research from the last 20 years, representing 8% of the analyzed text boxes. We also observed that the TDC writing method proposed in this research, associated with the use of AI, can be used as a tool to assist teaching practice, although it is necessary to correct possible hallucinations and errors produced by AI. Finally, we observed that AI have limitations due to its learning method; therefore, researcher or teacher supervision is necessary.

Keywords: Education; Physics Teaching; Scientific Dissemination; Artificial Intelligence; Digital Technologies in Education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Tendências no desempenho em matemática, leitura e ciências	13
Figura 2 - Livro “Física: Interação e Tecnologia” de Aurelio e Toscano	22
Figura 3 - Livro “Física para o ensino médio” de Kazuhito e Fuke	23
Figura 4 - Livro “Física: Contexto & Aplicações” de Máximo, Alvarenga e Guimarães	23
Figura 5 - Livro “Física” de Guimarães, Piqueira e Carron	24
Figura 6 - Fluxograma forma de escrita TDC	42
Figura 7 - Primeiro texto revista Ciência Hoje das crianças	44
Figura 8 - Segundo texto revista Ciência Hoje das crianças	44
Figura 9 - Análise do primeiro texto revista Ciência Hoje das crianças	45
Figura 10 - Análise do segundo texto revista Ciência Hoje das crianças	46
Figura 11 - Análise do terceiro texto jornal A Tribuna	47
Figura 12 - Análise do quarto texto, coletânea A do terceiro ano	48
Figura 13 - Análise do quinto texto, coletânea B do terceiro ano	49
Figura 14 - Análise do sexto texto, coletânea C do terceiro ano	50
Figura 15 – Análise do sétimo texto, coletânea D do terceiro ano	50
Gráfico 1 - Caixas de Texto livros A	26
Gráfico 2 - Caixas de Texto livros B	26
Gráfico 3 - Caixas de Texto livros C.....	27
Gráfico 4 - Caixas de Texto livros D.....	27
Gráfico 5 - Caixas de Texto x TDCs.....	28
Gráfico 6 - Porcentagem TDCs x Caixas de Texto.....	29
Gráfico 7 - Porcentagem conteúdo abordado	30
Gráfico 8 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea A	31
Gráfico 9 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea B	31
Gráfico 10 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea C	32
Gráfico 11 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea D	32
Gráfico 12 - Porcentagem da atualidade dos conteúdos abordado nos TDCs	33
Gráfico 13 - Porcentagem dos conteúdos dos últimos 20 anos abordado dentro dos TDCs	34
Quadro 1 - Denominação da amostra	21

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DC – Divulgação Científica

IA – Inteligência Artificial

PCN+ – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD – Programa Nacional do Livro Didático

TDC – Texto de Divulgação Científica

TDCs – Textos de Divulgação Científica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 O PAPEL DA LEITURA CIENTÍFICA NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS	12
2.1 A relação entre leitura e letramento científico	12
2.2 O uso de textos científicos como forma de divulgação científica	13
2.2.1 A inteligência artificial como um recurso de produção de texto científico	15
3 PERCURSO METODOLÓGICO	17
4 A PRESENÇA E A REPRESENTATIVIDADE DOS TDCS EM LIVROS DIDÁTICOS	20
5 A ESCRITA DE TDC POR IA COMO PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA	35
5.1 Proposta de formato de escrita de TDC	41
5.1.1 Escrita TDC por professores pesquisadores	51
5.1.2 Análise TDC escrito por professores pesquisadores	57
5.2 Uso de IA para produção de TDC	57
5.2.1 Texto IA: “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”	59
5.2.2 Análise: “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”	60
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICE A – TDCs presentes nos livros didáticos	69

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física historicamente apresenta desafios, há mais de 30 anos, por exemplo, já se discutia as dificuldades apresentadas pelos alunos, nas quais, de acordo com Robilotta (1988), estudantes se empenhavam nos estudos e na assimilação do conteúdo, porém, acabavam não conseguindo compreender efetivamente o conhecimento da Física. As horas investidas no estudo não se convertiam em uma apropriação sólida da matéria.

Nesse caminho, Oliveira, Vianna e Gerbassi (2007), anos adiante, apontavam que o uso da abordagem tradicional para o ensino de Física bem como o currículo da Física, estavam obsoletos, desatualizados e descontextualizados. Dessa forma, as aulas acabavam sendo monótonas e não motivavam os estudantes. Em contrapartida, os autores supracitados abordavam que os avanços científicos e tecnológicos estavam despertando nos jovens olhares mais atentos sobre temas científicos. Ainda assim, era preocupante observar como o Ensino de Física no ensino médio não estava acompanhado esse progresso, tornando-se desconectado das necessidades dos alunos com relação ao estudo de conhecimentos científicos. Diante de pesquisas mais recentes, tais questões ainda persistem. Os autores Felber, Krause e Venquiaruto (2018) corroboram essa perspectiva apontando que os alunos relatam que ao estudar Física se deparam com algumas barreiras relacionadas a metodologia empregada pelos professores, o que acaba gerando desinteresse pela matéria.

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os alunos não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula”. Uma lástima! (MOREIRA, 2018, p. 78)

Ainda segundo Moreira (2018), o campo de pesquisa sobre o Ensino de Física no Brasil tem longa tradição e é reconhecido internacionalmente, mas, existe um paradoxo: esse ensino está em crise. O autor justifica que mesmo com vários apontamentos ao longo dos anos sobre esse declínio no ensino de Física no Brasil, a situação se agravou. A carga horária semanal, que já foi de seis horas-aula por semana, atualmente é de duas ou menos. Aulas práticas em laboratórios são praticamente inexistentes. Há uma carência de professores de Física nas escolas, e os que existem são obrigados a focar na preparação dos alunos para provas, em vez de ensinar Física de forma aprofundada. A interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade muitas vezes são confundidas com a ausência da disciplinaridade, o que prejudica tirando a identidade da Física. As melhores escolas são aquelas que conseguem aprovar mais alunos nos testes, transformando professores em treinadores e escolas em centros de treinamento. O ensino

permanece tradicional, com aulas expositivas, listas de problemas, uso de quadro e giz, um único livro-texto ou apostila e com conteúdo desatualizado. A aprendizagem é mecânica, conhecida como “decoreba”, focada na memorização de fórmulas e respostas corretas.

No entanto, Moreira (2021) aponta caminhos que podem contribuir para avanços no ensino de Física, entre eles estão: buscar utilizar situações que façam sentido para os alunos, situações que devem ser do entorno deles, seguindo níveis crescentes de complexidade e abstrações; como forma de “âncora” de novos conhecimentos ou obstáculos epistemológico, utilizar o conhecimento prévio dos alunos o máximo possível; fomentar o desenvolvimento de competências científicas como a argumentação baseada em evidências, comunicação de resultados, perguntar e questionar cientificamente; e despertar o interesse dos alunos pela Física, pois este é o maior de todos os desafios de acordo com o autor. Visto que o ensino focado na preparação para provas, na aplicação de fórmulas, na memorização de respostas corretas, provoca desinteresse dos alunos.

Diante disso, é crucial reformular ambiente de aprendizagem, onde a Física seja apresentada de forma envolvente, atualizada, contextualizada e acessível. Nesta pesquisa, tomamos a divulgação científica (DC) como objeto de estudo, considerando que ela pode contribuir para tornar a aprendizagem estimulante e atualizada com conhecimentos científicos mais contemporâneos. Segundo Bueno (1985, p.1422) “vê-se que a divulgação científica pressupõe um processo de recodificação, isto é, a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o objetivo de tornar o conteúdo acessível a uma vasta audiência.”

Vieira e Nascimento (2009), consideram a linguagem como uma ferramenta de pensamento, assim, uma abordagem para desenvolvermos o letramento científico¹ com os estudantes é o uso de TDCs, que é uma das formas utilizadas pelos divulgadores científicos no seu trabalho de DC. A pesquisa de Fatareli, Ferreira e Queiroz (2016) demonstra que o uso de TDCs como material desencadeador de discussões sobre temas científicos, sociais e ambientais pode aprimorar a capacidade argumentativa dos alunos de ensino médio. Os textos contribuem de forma eficaz para melhorar a qualidade da argumentação para apresentação e sustentação de argumentações oral de estudantes em debates sobre temáticas científicas, sociais, ambientais, políticas e econômicas.

¹ “O letramento científico refere-se tanto à compreensão de conceitos científicos como à capacidade de aplicar esses conceitos e pensar sob uma perspectiva científica” (PISA, 2010).

Diante deste contexto, é imprescindível que a comunidade científica se engaje na comunicação efetiva com os estudantes para desenvolver o letramento científico. Através da DC pelos usos de textos, é possível promover o pensamento crítico e destacar a importância do conhecimento científico para a evolução da humanidade.

A opção pelo uso de texto explorando conteúdos científicos para ensinar Física também se justifica pelo fato de que enquanto se aprende determinado conteúdo, também se estimula e contribui para que os estudantes desenvolvam o hábito da leitura. Dados de avaliações em larga escala, como o do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA, 2022), tem evidenciado que os estudantes brasileiros ainda têm lacunas do desenvolvimento da leitura, o que consideramos que pode interferir na aprendizagem de todas as áreas de ensino que eles estudam na escola. Os dados dessa avaliação indicam que metade dos alunos apresentam baixo desempenho em leitura, logo, se os alunos brasileiros não conseguem ter uma boa leitura e interpretação de textos de tamanho moderado, ao estudar Física se deparam com o desafio da literatura científica. Em vista disso, é importante todos os docentes, independente da disciplina lecionada, trabalhem para o desenvolvimento do hábito de leitura, capacidade de síntese, de escrita e da adequação da linguagem para que os estudantes possam desenvolver aprendizagens diversas dentro e fora da escola, e cada vez mais e se tornar cidadãos críticos e engajados na construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Diante disso, a questão que norteou essa pesquisa foi: “Como os TDCs são apresentados aos estudantes por meio dos livros didáticos, sendo eles uma das principais fontes de informação científica escrita que a escola dispõe para os estudantes?”. A partir dela, também buscamos responder “Como a IA pode contribuir no processo de escrita para tornar os textos científicos atrativos para serem usados no ensino de Física?”. Pois, com a possibilidade de utilização de IA como ferramenta no processo de escrita, é possível tornar esse processo supostamente mais rápido e prático.

Para tanto, estabelecemos como objetivo principal discutir a possibilidade de inclusão de TDC no ensino de Física por meio do uso de IA. Com vistas as alcançá-lo, estabelecemos como objetivos específicos: analisar a presença e a atualidade dos TDCs nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio; a partir disso, propor uma metodologia de escrita para criação de TDCs a ser explorada por professores; explorar o potencial da IA como ferramenta de apoio na produção de TCD.

2 O PAPEL DA LEITURA CIENTÍFICA NA APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS

O referencial teórico deste estudo é composto por quatro seções que sustentam a base conceitual do projeto. A primeira seção explora a importância da leitura em sala de aula, destacando seu papel fundamental no desenvolvimento cognitivo e crítico dos estudantes. A segunda seção aborda os TDCs e seu uso no ambiente escolar, discutindo suas vantagens e desafios na prática pedagógica. A terceira seção examina a relevância da divulgação científica, enfatizando como a comunicação de conhecimentos científicos pode influenciar positivamente o aprendizado e o interesse dos alunos pela ciência. Por fim, a quarta seção descreve a ferramenta de IA de texto utilizada neste projeto, explicando sua funcionalidade e seu potencial para aprimorar a criação de TDCs. Juntas, essas seções fornecem um embasamento teórico para o desenvolvimento da pesquisa.

2.1 A relação entre leitura e letramento científico

Para que um indivíduo seja capaz de compreender plenamente o conhecimento científico, é fundamental que ele desenvolva três competências essenciais, como destacado pelo PISA (2020), essas competências incluem a capacidade de explicar fenômenos científicos, avaliar e planejar investigações científicas e interpretar dados e evidências de forma científica. Aquele que possui tais habilidades é considerado cientificamente letrado e está apto a se envolver em questões relacionadas à ciência como um cidadão reflexivo. Mas para se ter essas capacidades é importante em primeira instância uma boa capacidade de leitura e interpretação.

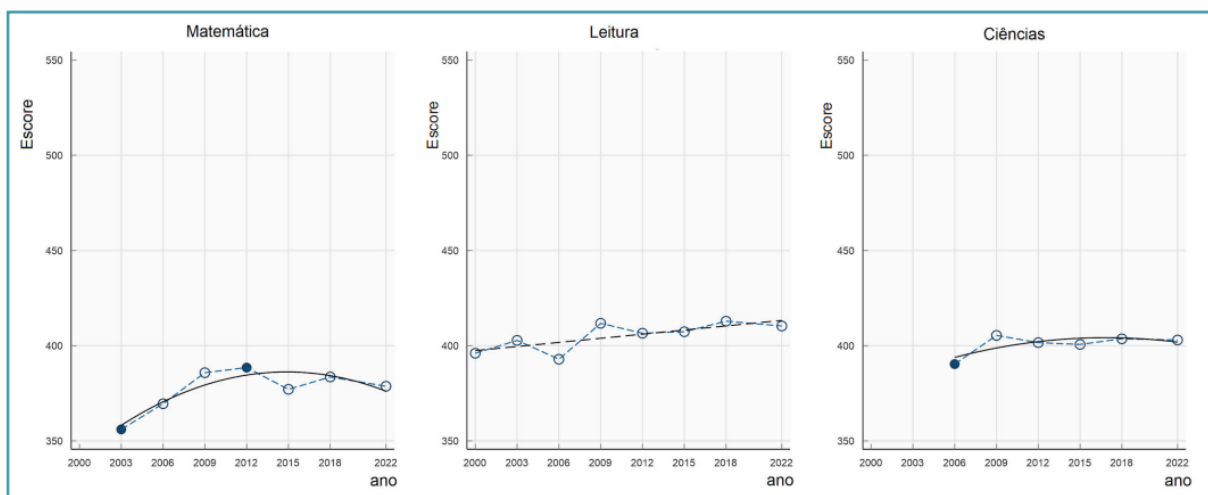
Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), publicado pelo Ministério da Educação do Brasil (2000), são apresentados diretrizes e orientações para a elaboração de currículos escolares em diversas disciplinas, incluindo Física. No contexto específico da Física, os PCN ressaltam a importância das atualizações dos conteúdos, que devem ser incorporadas ao longo de todo o curso de Física no ensino médio, não sendo tratadas apenas como tópicos adicionais no final do currículo (PCN, BRASIL, 2000).

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) apontam que os PCNEM privilegiam competências orientadas para: o domínio das linguagens científicas e suas representações, a investigação e compreensão científica e tecnológica, e os aspectos histórico-sociais da produção e utilização dos conhecimentos científicos (BRASIL, 2002, p. 35-36). Essas competências são importantes para

o desenvolvimento de um pensamento científico crítico e reflexivo, que permita que os estudantes compreendam o mundo natural e social a partir de uma perspectiva científica.

Segundo a BNCC (BRASIL, 2018) a leitura e interpretação são habilidades essenciais para adquirir conhecimento e compreender informações. Eles permitem que os indivíduos compreendam e analisem vários textos, incluindo trabalhos acadêmicos, literatura e documentos históricos, por exemplo. No contexto educacional brasileiro, a dificuldade de interpretação é uma realidade evidenciada pelo relatório do PISA (2018). E isso se repete no PISA (2022), a média dos resultados de 2022 foram praticamente os mesmos de 2018 em matemática, leitura e ciências, como pode ser visto na Figura 1, a seguir.

Figura 1 - Tendências no desempenho em matemática, leitura e ciências.



Fonte: PISA, 2022.

Para que os indivíduos se tornem letrados cientificamente, é fundamental que o conhecimento científico seja facilmente compreensível e aplicável, permitindo sua utilização no cotidiano. A atualização contínua desse conhecimento, especialmente quando ligado às instituições, destaca o papel crucial dos professores pesquisadores ao compartilharem suas descobertas. Isso ressalta a relevância do letramento acadêmico como uma prática social fundamental dentro das universidades e institutos federais (CARVALHO; CASTANHEIRA; MACHADO, 2023).

2.2 O uso de textos científicos como forma de divulgação científica

A história da DC no Brasil é traçada desde os séculos XIX até o XX. Nos três primeiros séculos, XVI, XVII e XVIII, quando o Brasil era uma colônia portuguesa voltada

para a exploração, as atividades científicas e a disseminação de ideias eram quase inexistentes. A presença da DC no Brasil se tem a pelo menos dois séculos. Uma de suas primeiras aparições foi no século XIX, com a chegada da Corte portuguesa, o fim da proibição de impressão e também com o surgimento das primeiras instituições de Ensino Superior. Já no século XX, foi testemunhada a criação da Sociedade Brasileira de Ciência, o fortalecimento da rádio e a publicação de diversas obras, o que gradualmente conferiu maior visibilidade à DC no país (MOREIRA; MASSARANI, 2002).

Dentro do cenário brasileiro atual a esfera de Comunicação Científica se apresenta como um campo notavelmente pouco investigado pelos Programas de Comunicação. Isso se aplica tanto às áreas de concentração quanto às linhas de pesquisa, tornando-o, conseqüentemente, um terreno propício para explorações inovadoras (ZANVETTOR; CALDAS, 2016).

Ao abordar a DC, Bueno (1985) descreve-a como um conjunto de recursos, técnicas e processos destinados a disseminar conhecimentos científicos e tecnológicos para o público em geral. Essa prática implica na necessidade de recodificar a linguagem especializada para uma forma mais acessível, permitindo assim que o conteúdo seja compreendido e apreciado por uma ampla audiência.

Bueno (2009) define a DC como a “[...] utilização de recursos, técnicas, processos e produtos (veículos ou canais) para a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao público leigo (BUENO, 2009 *apud* OLIVEIRA; CANTANHEDE; CANTANHEDE, 2020)”. Em outras palavras, a DC busca conectar o conhecimento produzido no meio acadêmico com a população em geral, permitindo que todos tenham acesso aos avanços da ciência.

A DC é descrita por pesquisadores que a investigam como um movimento que busca tornar a produção do conhecimento científico acessível para a população com pouco ou nenhum contato prévio com esse campo (DANTAS; DECCACHE-MAIA, 2020). Essa abordagem democrática da DC visa quebrar as barreiras entre a academia e a sociedade, permitindo que todos tenham a oportunidade de se envolver e entender os desenvolvimentos científicos.

Diante disso, uma estratégia promissora para o aprimoramento da habilidade de leitura dos estudantes e ao mesmo tempo a divulgação do conhecimento científico é a utilização de TDCs. Análises de estudos conduzidos por Nascimento e Junior (2010), Oliveira, Silveira e Araújo (2022), Ferreira e Queiroz (2012) e Fatareli, Ferreira e Queiroz (2016) têm demonstrado

a eficácia dos TDCs como uma forma abrangente de DC. Esses textos compreendem diversos gêneros textuais, tais como artigos de DC, reportagens, folhetos, boletins e charges, e se caracterizam por sua fácil acessibilidade e interpretação. Nos últimos anos, têm sido cada vez mais empregados em sala de aula como uma estratégia didática, demonstrando resultados satisfatórios.

Além disso, para Bueno (1985), os TDCs são um dos recursos destinados a disseminar conhecimento científico e tecnológico para um público em geral. Assim sendo, os TDCs são elementos essenciais da prática de DC, onde o ato de reinterpretar e reescrever está direcionado para um público não especializado (OLIVEIRA; SILVEIRA; ARAÚJO, 2022). Nesse contexto, a DC envolve um discurso claramente adaptado, visando alcançar uma nova audiência. A redução da linguagem excessivamente técnica é considerada parte de um processo que amplia o potencial democrático da DC, com o objetivo de fomentar a cidadania e aumentar a participação nas discussões de questões socialmente relevantes.

O uso de TDCs como material desencadeador de discussões sobre temas científicos, sociais e ambientais pode aprimorar a capacidade argumentativa dos alunos de ensino médio. Essa melhoria é embasada em justificativas e *backings*, como evidenciado pelos debates em sala de aula no estudo de Fatareli e colegas. Os *backings* são uma garantia baseada em alguma autoridade, lei jurídica ou científica, por exemplos, para respaldar a justificativa. O estudo também revela que o uso de TDCs aumenta a presença de *backings* (FATARELI; FERREIRA; QUEIROZ, 2016).

Em resumo, a DC desempenha um papel crucial na sociedade moderna, conectando a ciência com o público em geral. Ao transmitir conhecimentos e descobertas de maneira acessível e envolvente, os TDCs desvendam os mistérios do conhecimento científico e capacitam a população a tomar decisões informadas sobre questões que afetam suas vidas.

2.2.1 A inteligência artificial como um recurso de produção de texto científico

Em busca de tornar a apresentação de textos científicos de forma simplificada no espaço da sala de aula, nos propusemos a experimentar o uso de IA para esse fim. O campo da IA não é novo, pode-se traçar suas origens ao trabalho de Warrem Macculloch e Walter Pitts em 1943, o que significa que já se passaram 81 anos desde então (GOMES, 2010). A definição de IA pode variar, mas de forma simplificada, é o estudo e desenvolvimento de sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como tomada de decisões,

geração de respostas, reconhecimento de fala, percepção visual, entre outras (OLIVEIRA, 2018).

Mas sua popularidade tem início no ano de 2022, ano em que a IA começou a ser de acesso livre para todos que usam dispositivos digitais como computador, tablet, smartphones entre outros. Isso se deve a OpenAI, uma empresa dos Estados Unidos que desenvolveu uma IA generativa chamada ChatGPT, lançando sua versão *online* em novembro de 2022, que se tornou disponível para qualquer usuário mediante cadastro. Essa empresa, desde 2015, desenvolve sistemas de conversação com humanos a partir de modelos de Processamento de Linguagem Natural (PLM, em inglês NLP), um método computacional que usa do aprendizado de máquina para revelar estrutura e linguagens do texto (FOLETTTO, 2023).

Esta IA funciona com base em um algoritmo, que é essencialmente uma sequência finita de ações projetadas para resolver um problema específico. Para que esse algoritmo se torne eficaz no processamento da linguagem humana, ele precisa ser treinado. No campo do aprendizado de máquina, esse treinamento envolve fornecer um vasto conjunto de documentos. Esses textos são transformados matematicamente, permitindo que a IA aprenda quais palavras tendem a seguir outras, atribuindo valores a essas combinações.

Com base em uma pergunta inicial, o algoritmo retornará um conjunto de palavras mais coerentes para o contexto, de acordo com seu treinamento. No entanto, a IA não possui um entendimento real sobre o conteúdo que está gerando. Muito menos faz uma ponderação do que está sendo perguntado, para que seja possível retornar a melhor resposta para o usuário. Com isso é possível que a IA cometa erros, considerados como alucinações.

Em resumo o ChatGPT é uma ferramenta *online* de grande capacidade e velocidade de criar textos coerentes, respondendo a comandos humanos (chamados de *prompts*), com grande domínio da semântica e da sintaxe em diferentes idiomas (FOLETTTO, 2023). Ele pode ser utilizado de forma produtiva por uma pessoa, onde ela é responsável por fornecer os melhores comando iniciais e revisar o que foi produzido, corrigindo os possíveis erros cometidos pela IA.

Portanto, diante das características dessa tecnologia, observamos seu potencial como meio de produzirmos e incluirmos textos de divulgação científica em aulas diversas. No capítulo seguinte apresentaremos estratégias para sua inclusão no processo de ensino de estudantes de ciências.

3 PERCURSO METODOLÓGICO

Trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, pois permite uma metodologia menos rígida, estruturada e com modelos e procedimentos que não estão previamente definidos. Essa abordagem representa um espaço para invenção, permitindo que novos estudos e problemas que não caberiam nos limites rígidos do paradigma quantitativo pudessem ser investigados (Alves-Mazzotti; Gewandsznajder, 2000).

Como apresentado anteriormente, o objetivo principal foi discutir a possibilidade de inclusão de TCD no ensino de Física por meio do uso de IA. Para isso, buscamos analisar a presença e a atualidade dos TDCs nos livros didáticos de Física utilizados no ensino médio, propor uma metodologia de escrita para criação de TDCs a ser explorada por professores, bem como investigar o potencial da IA como ferramenta de apoio na produção desse conteúdo.

Com vistas a alcançar esses objetivos, desenvolvemos primeiramente uma análise bibliográfica, ela “[...] é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas (Gil, 2008, p.50)”.

Adiante realizamos análise documental que tem características semelhantes a bibliográfica. Contudo, tem como objeto de estudo de “[...] materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa” (Gil, 2008, p.51).

Por fim, realizamos uma pesquisa exploratória, esse tipo de pesquisa é comumente realizada quando o tema proposto para investigação ainda é pouco explorado dentro do campo de estudo. Segundo Gil (2008):

Muitas vezes as pesquisas exploratórias constituem a primeira etapa de uma investigação mais ampla. Quando o tema escolhido é bastante genérico, tornam-se necessários seu esclarecimento e delimitação, o que exige revisão da literatura, discussão com especialistas e outros procedimentos. O produto final deste processo passa a ser um problema mais esclarecido, passível de investigação mediante procedimentos mais sistematizados (Gil, 2008, p.27)

Diante disso as etapas dessa pesquisa se organizaram a partir dos seguintes procedimentos: analisar a frequência em que são encontrados TDCs sobre temáticas de pesquisas científicas dos últimos 20 anos em livros didáticos de Física; desenvolver um método de escrita de TDCs a ser explorado por professores; produzir um TDC que trabalhe com tema

de pesquisa contemporânea; adaptar o método de escrita de TDCs proposto para que seja usado com auxílio de IA; comparar o texto produzido por um pesquisador/professor com texto produzido por IA; Verificar as potencialidades do uso de IA para a produção de TDCs pelo método proposto. Eles foram organizados de acordo com as etapas a seguir.

Etapa 1: Pesquisa bibliográfica

Inicialmente, procedeu-se com um levantamento dos artigos, livros, teses e produções acadêmicas relacionados à DC, DC no Ensino de Física, TDCs, DC e IA realizando assim uma revisão bibliográfica. Essa busca foi conduzida em plataformas como Periódicos CAPES, Google Acadêmico, SciELO e Google. Em seguida, por meio de uma leitura crítica, foi organizado os documentos encontrados e avaliada a sua relevância para esse trabalho, tendo em vista os objetivos propostos.

Etapa 2: Análise Livros Didáticos

A partir das considerações das pesquisas bibliográficas realizadas no item anterior, a presente pesquisa buscou analisar a frequência em que são encontrados TDCs sobre temáticas de pesquisas científicas dos últimos 20 anos em livros didáticos de Física, fazendo uma análise dos livros didáticos utilizados no ensino médio do PNLD (2018), ou seja, o último PNLD antes da reforma do ensino médio.

A amostra utilizada foi constituída por 12 volumes de quatro coleções de livros didáticos de Física, selecionadas pelo PNLD 2018. Primeiramente partimos dos livros impressos da coleção de Aurélio e Toscano, disponíveis para os alunos do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Ouro Preto (IFMG-OP). Posteriormente buscamos outras coletâneas disponíveis na página *online* do PNLD, mas não estavam disponíveis para *download*, então utilizamos livros no formato digital de coletâneas do PNLD que estavam em posse da professora orientadora desta pesquisa.

Adotou-se uma metodologia de análise inspiradas nos trabalhos de Rosa e da Cunha (2020), de Souza e Rocha (2020) e Abreu, Gomes e Lopes (2005). Onde é separado os livros que serão analisados, seguindo para a busca dos títulos das caixas de texto presentes dentro dos livros e feita a análise de cada caixa de texto encontrada.

Durante a análise dos TDCs foi feita a busca sobre os conteúdos mais recorrentes presentes nos TDCs foram classificados da seguinte forma: Física Moderna; Mecânica Clássica; Eletromagnetismo; Termodinâmica; Astronomia; Óptica; Ondulatória; Interdisciplinar.

A análise da atualidade do conteúdo dos TDCs foi feita juntamente com a leitura e separação do conteúdo. A data de referência foi a data de publicação dos livros, todos foram publicados no ano de 2016. E a data da atualidade do assunto trabalhado dentro do texto foi definida como a data do assunto mais recente apresentado pelo texto, seja o ano de desenvolvimento de um conhecimento ou criação de uma nova tecnologia. Com base nessas datas, foi possível observar o intervalo de tempo entre a criação das tecnologias ou a produção do conhecimento e o ano de 2016.

Etapa 3: Pesquisa de estrutura de escrita de TDC

Buscando encontrar a estrutura de escrita do gênero textual dos TDCs foi realizada uma pesquisa exploratória. Ao fim da pesquisa foi feita uma análise detalhada das etapas de construção desse gênero textual mediante a perspectiva de vários autores, sendo identificados os principais e mais recorrentes pontos do processo de escrita desse gênero de texto.

Etapa 4: Proposta de modelo de construção de TDC

Com base nos resultados da etapa anterior foi proposto um modelo autoral de estrutura de escrita de TDC. Um modelo que sintetiza os itens mais recorrentes do trabalho de cada um dos autores encontrados e que pudesse auxiliar o desenvolvimento das próximas etapas deste trabalho.

Etapa 5: Validação do modelo de construção de TDC

O modelo proposto na etapa anterior foi validado através da sua coerência com os TDCs de outros autores. Foi realizada uma análise detalhada desses textos, tanto nos livros didáticos quanto em outras fontes, para verificar a presença dos elementos do método proposto pelo presente trabalho.

Etapa 6: Escrita TDC por um pesquisador/professor

Foi elaborado um TDC usando o modelo proposto com o tema “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”. Essa temática foi extraída de um projeto de pesquisa que participei no ano de 2021/2022.

Etapa 7: Escrita TDC por IA

Após a elaboração e revisão do TDC produzido, nosso próximo passo foi criar um novo TDC, seguindo o mesmo modelo desenvolvido, mas com a utilização de IA como ferramenta. Os prompts de comando utilizados serão apresentados na sessão de resultados.

Etapa 8: Texto escrito por pesquisador/professor *versus* Textos escrito por IA

Tendo dois textos com o mesmo tema, foi possível fazer uma análise e comparação da produção de TDC por pesquisador/professor e IA. Essa etapa teve como finalidade levantar os seguintes dados:

- 1) Coerência com o que foi pedido à IA;
- 2) Estrutura de escrita;
- 3) Tempo de produção;
- 4) Possíveis erros;
- 5) Pontos positivos e negativos.

Por fim, esses procedimentos e análises nos permitiram discutir as potencialidades da IA para que os professores insiram TDCs em suas aulas, ampliando o acesso dos estudantes com conhecimento que vem sendo produzido nas mais diversas pesquisas do campo da Física que podem ou não serem abordadas nos livros didáticos aos quais eles têm acesso.

Em seguida serão apresentados os resultados e discussões desta pesquisa. No capítulo 5, apresentaremos a análise dos livros didáticos do ensino médio de acordo com o PNLD 2018, com vistas a identificar se há a presença de DC, em especial TDCs. No capítulo 6, apresentaremos o levantamento bibliográfico sobre a estrutura de escrita de TDCs. Adiante, apresentaremos uma proposta autoral de estruturação de escrita de TDC. Também apresentaremos um TDC produzido por nós, tendo como base a estruturação que construímos. Por fim, apresentaremos a escrita TDC por IA tendo como base a mesma estruturação de escrita que produzimos, finalizado com a comparação do texto escrito por pesquisador/professor ao texto escrito por IA.

4 A PRESENÇA E A REPRESENTATIVIDADE DOS TDCS EM LIVROS DIDÁTICOS

Um dos objetivos dessa pesquisa foi analisar a frequência em que são encontrados TDCs sobre temáticas de pesquisas científicas dos últimos 20 anos em livros didáticos de Física. Foram analisados os livros didáticos de Física retirados do PNLD (2018).

O PNLD é um programa voltado para a avaliação e disponibilização regular, sistemática e gratuita de obras didáticas, pedagógicas, literárias e outros materiais de apoio à prática educativa. Esse programa atende às escolas públicas de educação básica das redes federal, estaduais, municipais e distrital (BRASIL, 2024). Mediante a isso, o presente trabalho se delimitou a escolha de livros didáticos presentes no PNLD para serem analisados.

Optamos por não analisar livros referentes ao novo ensino médio, mediante ao fato dele das modificações que viam sido implementadas estarem passando por um processo de revisão na câmara dos deputados no momento do desenvolvimento desta pesquisa. Dessa forma, foram escolhidos os livros do PNLD 2018, que foram utilizados pelos alunos do ensino médio que finalizaram o ciclo da formação básica no ano de 2023.

A amostra utilizada foi constituída por 12 volumes de quatro coleções de livros didáticos de Física, selecionadas pelo PNLD 2018. Primeiramente partimos dos livros impressos da coleção de Aurélio e Toscano, disponíveis para os alunos do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* Ouro Preto (IFMG-OP). Posteriormente buscamos outras coletâneas disponíveis na página *online* do PNLD, mas não estavam disponíveis para *download*, então utilizamos livros no formato digital de coletâneas do PNLD que estavam em posse da professora orientadora desta pesquisa. Os livros escolhidos estavam em vigência nos anos de 2018, 2019, 2020 e 2020 mais², sendo que cada uma das coleções possui três volumes. Para organizar a análise, cada coleção foi identificada com uma letra (A, B, C, D), e cada volume foi representado por números (1, 2, 3), que são destinados de forma consecutiva para os alunos de primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio. A Quadro 1 apresenta o título da obra, o autor e a codificação das coleções analisadas.

Quadro 1 - Denominação da amostra.

Título da obra	Autores	Código de análise por volume
Física: Interação e Tecnologia	Aurelio Gonçalves Filho Carlos Toscano	A1, A2, A3
Física para o ensino médio	Kazuhito Yamamoto Luiz Felipe Fuke	B1, B2, B3
Física: Contexto & Aplicações	Antônio Máximo Beatriz Alvarenga Carla Guimarães	C1, C2, C3
Física	Osvaldo Guimarães José Roberto Piqueira Wilson Carron	D1, D2, D3

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

² Na capa dos livros impressos há um destaque como “2020+”, evidenciando os anos seguintes à 2020 em que os livros poderiam continuar sendo usados pelas escolas.

Como é possível perceber no quadro anterior, os livros são escritos por dois ou três autores, a maioria são licenciados em Física, com exceção de Osvaldo Guimarães, Bacharel em Física, José Roberto Piqueira, Engenheiro Elétrico e Beatriz Alvarenga, Engenheira civil, mas no caso da professora emérita do departamento de Física da UFMG, ela tem uma vasta trajetória como professora e autora. Apresentaremos a seguir a capa e uma breve resenha dos livros de acordo com a descrição do PNLD (2018) com vistas a contextualizá-los, começando pela Figura 2:

Figura 2 - Livro “Física: Interação e Tecnologia” de Aurelio e Toscano.



Fonte: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>.

A obra escrita por Aurelio Gonçalves Filho e Carlos Toscano (2016), Figura 2, está organizada em volumes e capítulos, sem subdivisões em unidades. Os capítulos são estruturados por meio das seguintes seções: “Algo A+”: caixa de texto que ampliam a reflexão sobre os temas centrais do capítulo; “Texto e Interpretação”: caixa de texto presente no final de cada capítulo, abordando aspectos históricos, controvérsias científicas e contexto social do conhecimento; “Atividades Experimentais”: sugestões de experimentos para realização em sala de aula ou como tarefa extraclasse; “Exercícios”: para auxiliar os estudantes na compreensão e memorização dos conteúdos abordados; “Exercícios de Revisão”: para revisão conceitual dos temas tratados em cada capítulo (PNLD, 2018).

Figura 3 - Livro “Física para o ensino médio” de Kazuhito e Fuke.



Fonte: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>.

A coleção escrita por Kazuhito Yamamoto e Luiz Felipe Fuke (2016), Figura 3, é composta por três Livros do Estudante que são divididos em unidades e capítulos que abordam os temas através de textos contendo a parte teórica da Física, suas aplicações tecnológicas, suas relações interdisciplinares e aspectos históricos. Esses elementos são explorados em seções que oferecem informações adicionais, conexões com a vida cotidiana, contextos históricos relevantes e sugestões de experimentos. As seções incluem: “Exercícios resolvidos”, que visam a familiarização com os conceitos; “Outras palavras”, caixa de texto que fornecem informações complementares de outras fontes; “Atividade prática”, com experimentos simples para serem realizados em sala de aula; “A Física no cotidiano”, caixa de texto que relaciona conceitos físicos com situações do dia a dia; “A Física na História”, caixa de texto que apresenta contextos históricos importantes; “Para saber mais”, com recomendações de leituras adicionais, finalizando com a seção de “Exercícios propostos” (PNLD, 2018).

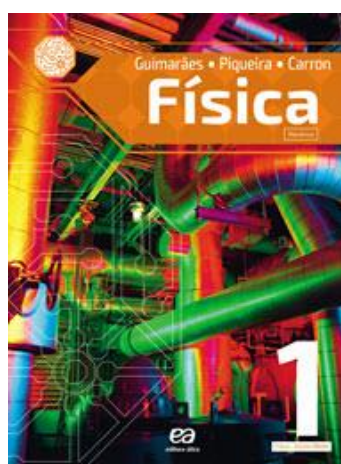
Figura 4 – Livro “Física: Contexto & Aplicações” de Máximo, Alvarenga e Guimarães.



Fonte: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>.

A obra escrita por Antônio Máximo Ribeiro da Luz, Beatriz Alvarenga Álvares e Carla da Costa Guimarães, Figura 4, contempla em sua perspectiva teórica e nas propostas educativas, uma integração de conhecimentos por meio da contextualização e da interdisciplinaridade. A contextualização dos temas é evidente ao longo de todos os capítulos e, de maneira mais enfática, nas seções: “Aplicações da Física”; “Física no Contexto”; “Infográfico”. Abordagens interdisciplinares são encontradas nas seções: “Integrando”; “Projeto Integrador”³. As caixas de texto encontradas nessa obra são: “Aplicações da Física”; “Física no Contexto”; “Integrando”; “Infográfico” (PNLD, 2018).

Figura 5 - Livro “Física” de Guimarães, Piqueira e Carron.



Fonte: <https://www.fnnde.gov.br/pnld-2018/>.

Cada capítulo da coletânea de livros escritos por Osvaldo Guimarães, José Roberto Piqueira e Wilson Carron, Figura 5, começa com uma breve introdução sobre o tema abordado, seguida de um texto principal que inclui ilustrações, caixas de texto, exercícios resolvidos e seções adicionais. Essas seções oferecem uma variedade de atividades, como “Compreendendo o Mundo”, caixa de texto que conecta os conhecimentos das Ciências Naturais com outras áreas do conhecimento; “Em Construção”, caixa de texto que fornece informações sobre a vida de figuras importantes da Física, destacando suas contribuições sociais, culturais e ideológicas; “Trabalho em Equipe”, que propõe atividades de pesquisa em grupo para resolver problemas relacionados ao tema do capítulo; “Física tem História”, caixa de texto que explora os contextos tecnológico, político, social e econômico que influenciaram o desenvolvimento das teorias físicas; “Física Explica”, caixa de texto que oferece explicações sobre fenômenos naturais e tecnologias, demonstrando como as leis e conceitos físicos são aplicados na prática. Além

³ A seção de Projeto Integrador é encontrada somente no livro destinado ao professor, estando presente na parte do manual do professor no final do livro.

dessas seções, todos os capítulos contêm exercícios resolvidos, propostos e complementares (PNLD, 2018).

A Pesquisa se deu com a leitura minuciosa das coleções, buscando TDCs inseridos nos diversos capítulos e unidades das coleções. A pesquisa foi realizada em três etapas:

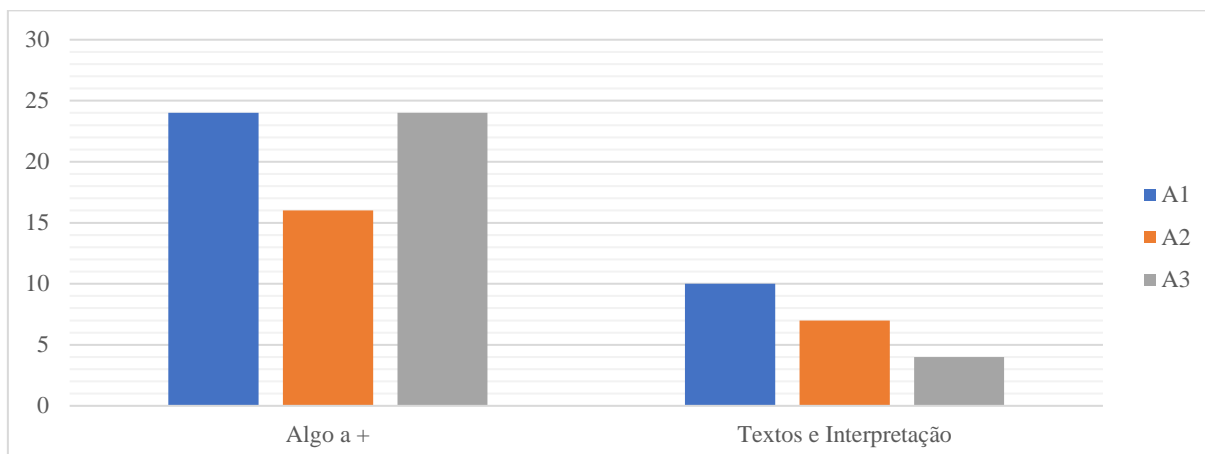
1 – Levantamento geral em relação à quantidade de caixas de texto encontrados em cada um dos 12 volumes da amostra. Os dados foram organizados em uma tabela (Apêndice A) com informações do texto como: código de análise por volume, página, título das caixas de texto, título do texto, conteúdo abordado, atualidade do assunto e fonte.

2 – Buscou-se textos que se enquadrem como TDCs. Foi feita a consulta de todas as caixas de texto propostas pelos livros, para selecionar os TDCs presentes, seguindo os critérios propostos por Zamboni (2001): i - apelo inicial à leitura; ii - recuperação de conhecimentos; iii - presença de procedimentos explicativos; iv - interlocução direta com o leitor; v - segmentação da informação; vi - DC como partilha social do saber de conhecimentos novos. Os critérios serão discutidos em detalhes nos resultados da terceira etapa da mencionada na metodologia.

3 – Foram feitas análises a partir dos TDCs selecionados: análise dos conteúdos abordados, análise sobre quais os assuntos foram mais trabalhados, análise da atualidade dos assuntos, comparação da quantidade de TDCs com relação ao restante das caixas de texto presente dentro de cada coletânea de livros e quais coletâneas apresentam uma maior quantidade de TDCs.

A coletânea composta pelos livros de volume A1, A2 e A3 têm como padrão duas caixas de texto: “Algo a +” e “Textos e Interpretação”. Foram encontrados um total de 85 textos, sendo 34, 23 e 28 caixas de texto nos livros A1, A2 e A3, respectivamente, como pode-se visualizar no Gráfico 1.

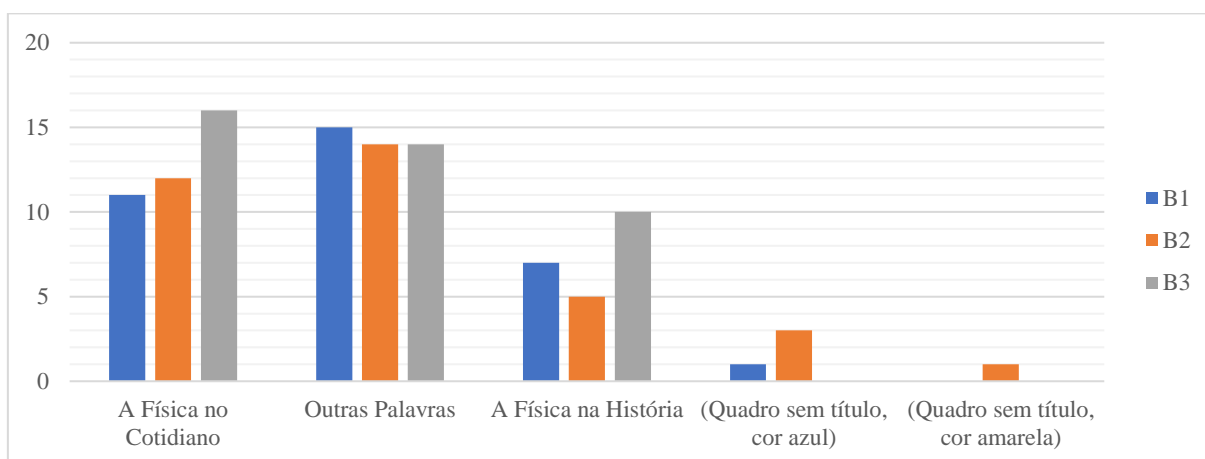
Gráfico 1 - Caixas de Texto livros A.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A coletânea composta pelos livros B1, B2 e B3 têm como padrão três caixas de texto: “A Física no Cotidiano”, “Outras Palavras” e “A Física na História”. Elas estão presentes em todos os livros. Mas nessa coletânea também há outras duas caixas de texto não padrão para todos os livros, aparecendo como quadros da cor azul sem título e da cor amarela, somente para os livros do primeiro e segundo ano. Sendo a somatória de 109 caixas, onde 34 caixas estavam presentes no livro B1, 35 caixas no B2 e 40 caixas no B3. Veja o Gráfico 2.

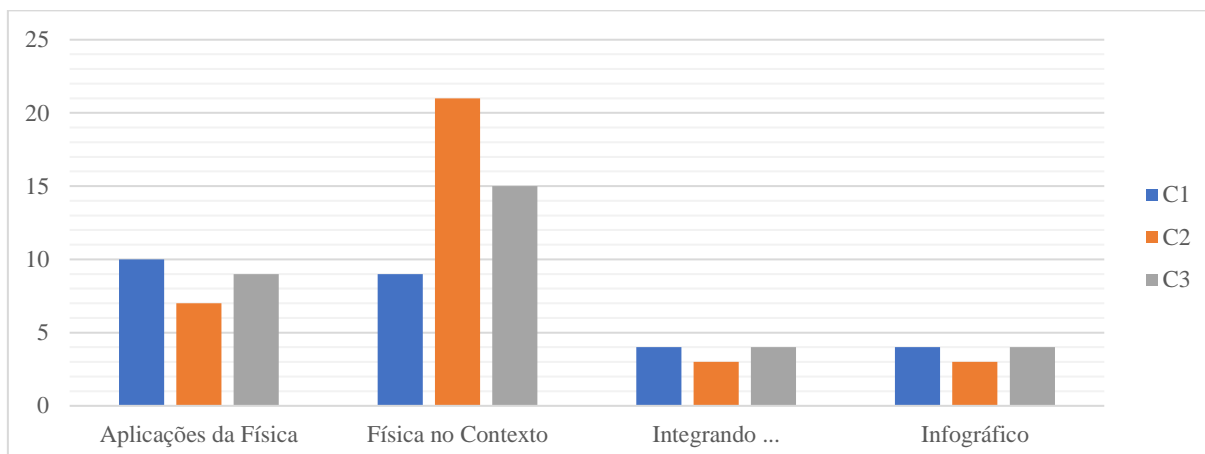
Gráfico 2 - Caixas de Texto livros B.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Passando para coletânea composta pelos livros C1, C2 e C3, foram observadas como padrão quatro caixas de texto: “Aplicações da Física”, “Física no Contexto”, “Integrando...” e “Infográfico”. Sendo um total de 93, onde 27 caixas estavam presentes no livro C1, 34 caixas no C2 e 32 caixas no C3. Veja o Gráfico 3.

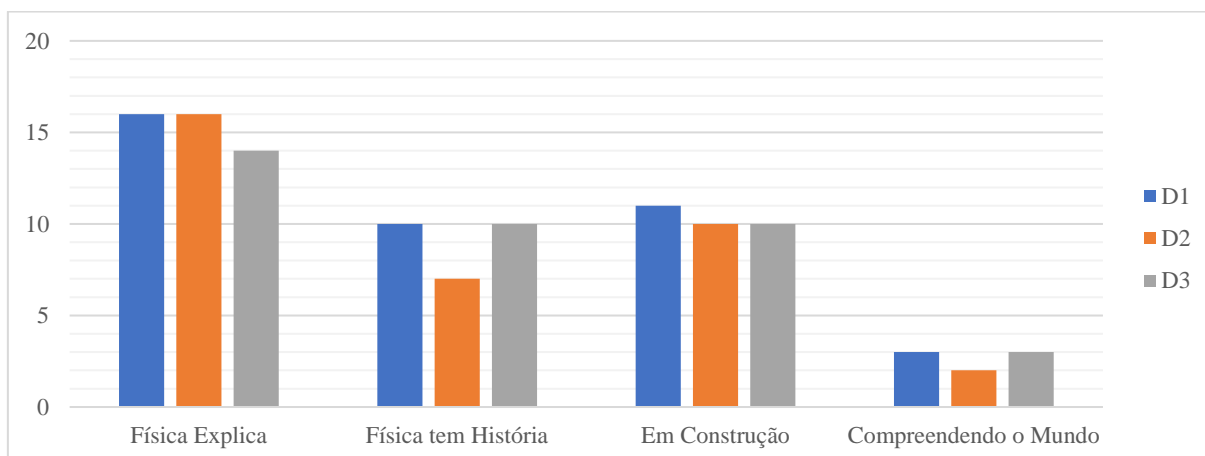
Gráfico 3 - Caixas de Texto livros C.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Por último, na coletânea composta pelos livros D1, D2 e D3, foram observadas como padrão quatro caixas de texto: “Física Explica”, “Física tem História”, “Em Construção” e “Compreendendo o Mundo”. Sendo um total de 112 caixas de texto, onde 40 caixas estavam presentes no livro D1, 35 caixas no D2 e 37 caixas no D3. Veja o Gráfico 4.

Gráfico 4 - Caixas de Texto livros D.



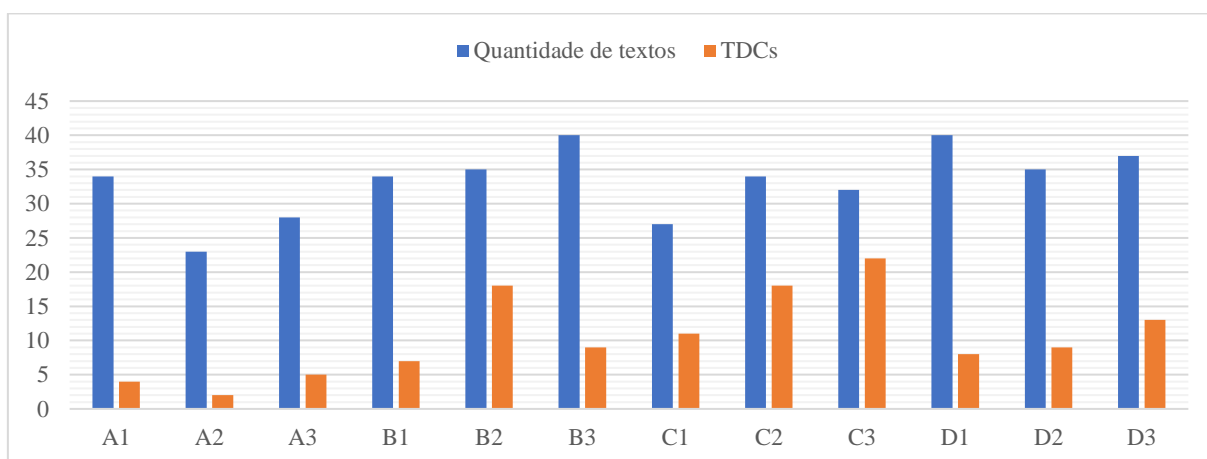
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Após o mapeamento de todas as caixas de texto propostas pelos livros foram encontradas um total de 399 caixas de texto nas coletâneas A, B, C e D. Dentre esses textos encontrados, foi feita a busca dos textos que se enquadravam como TDCs. Textos que tinham presente na sua escrita pelo menos três das seguintes características: i - apelo inicial à leitura; ii - recuperação de conhecimentos; iii - presença de procedimentos explicativos; iv - interlocução direta com o leitor; v - segmentação da informação; vi - DC como partilha social

do saber de conhecimentos novos (ZAMBONI, 2001). Os resultados podem ser vistos no Gráfico 5 e na Tabela 1.

É possível observar no gráfico 5 que há uma disposição considerável de textos, as a presença de TDC é pouco expressiva. Sendo menor que na A2 só aparece uma vez e somente nas B2, C1, C2, C3, D3 elas superam dez publicações. Com destaque para a coleção C que em todos os livros ela ultrapassou esse número e ainda foi crescendo de um do livro 1 para o 3, chegando a mais de 20 publicações de TDCs. Diante disso, podemos discutir como a presença do TDC poderia ser ampliada em obras escolares, como o livro didático, pois ele é a fonte de informação científica que lhes é dada garantida por direito, então, qualquer aluno que não tenha acesso fácil a outros meios de pesquisa e informação, pode aprender mais sobre Física e ciências, para além do previsto no currículo.

Gráfico 5 - Caixas de Texto x TDCs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A seguir apresentamos uma tabela que evidencia a incidência do TDC nos textos publicados nos livros.

Tabela 1 – Caixas de Texto x TDCs.

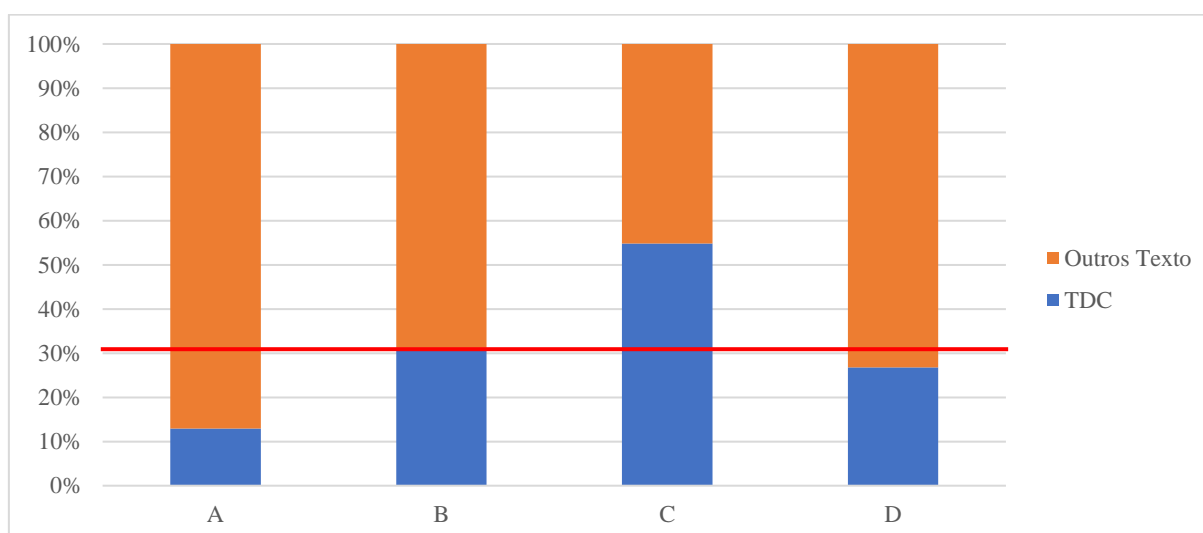
Código de análise	Quantidade de textos	TDCs	Porcentagem
A1	34	4	12%
A2	23	2	9%
A3	28	5	18%
B1	34	7	21%
B2	35	18	51%
B3	40	9	23%

C1	27	11	41%
C2	34	18	53%
C3	32	22	69%
D1	40	8	20%
D2	35	9	26%
D3	37	13	35%

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para comparação da quantidade de TDCs com relação ao restante das caixas foi elaborado o gráfico 6. Nele podemos ver na parte de baixo do gráfico a porcentagem dos TDCs presente em cada um dos conjuntos de livros, e na parte superior o restante dos textos.

Gráfico 6 - Porcentagem TDCs x Caixas de Texto.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

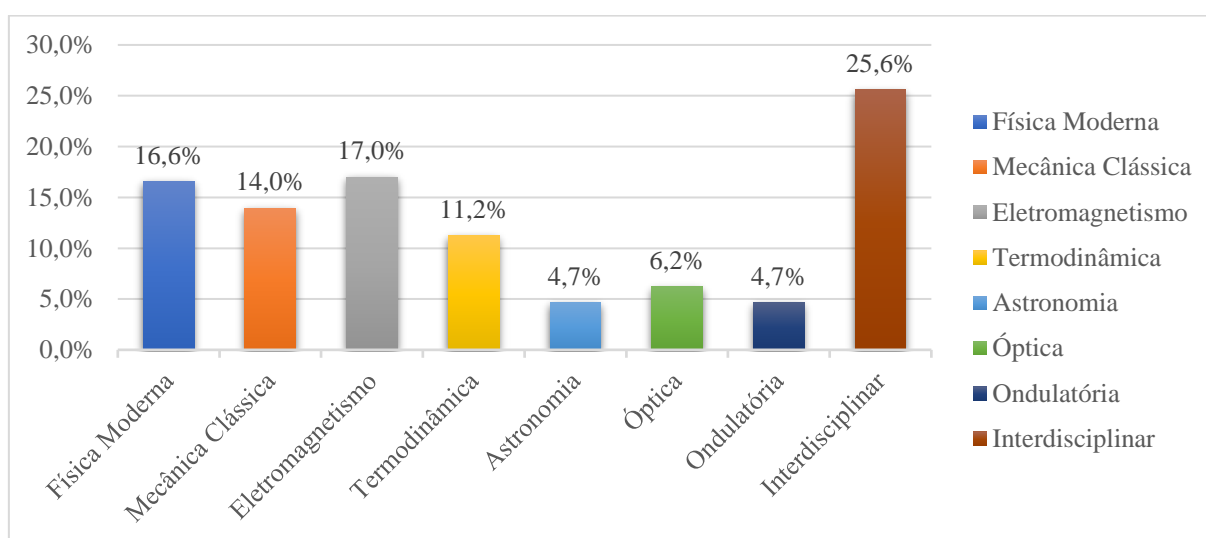
Como pode-se observar os conjuntos de livros com a maior porcentagem de caixas de texto reservadas para TDCs é o conjunto C com 55%, seguido de forma decrescente por B com 31%, D com 27% e A com 13%. A média da porcentagem de TDCs das quatro coletâneas é representada pela linha vermelha no gráfico, que assim como o conjunto B, tem o valor de 31%. O valor da coletânea A está a 18% pontos percentuais abaixo da média.

Os conteúdos mais recorrentes presentes nos TDCs foram classificados da seguinte forma: Física Moderna; Mecânica Clássica; Eletromagnetismo; Termodinâmica; Astronomia;

Óptica; Ondulatória; Interdisciplinar⁴. Sendo apresentado mais de um desses conteúdos em alguns TDCs.

O conteúdo com maior porcentagem de presença nos TDCs são os conteúdos classificados como Interdisciplinar, com 25,6%, como mostra o Gráfico 7. Seguido pelos conteúdos de Física Moderna e Eletromagnetismo, abordados em 16,6% e 17,0% dos TDCs, Mecânica Clássica com 14,0%, Termodinâmica com 11,2%, Óptica com 6,2%, Astronomia e Ondulatória com 4,7%.

Gráfico 7 - Porcentagem conteúdo abordado.

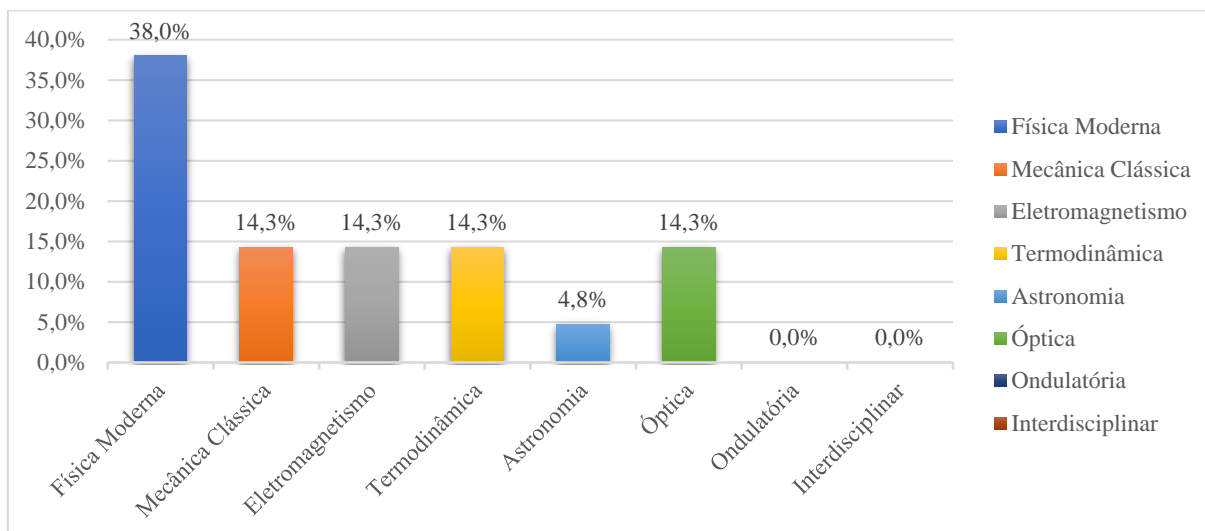


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Dentro da coletânea A, o conteúdo com a maior porcentagem é a Física Moderna com 38,0% de presença dentro dos TDCs. A segunda posição é composta por Mecânica Clássica, Eletromagnetismo, Termodinâmica e Óptica, todos com 14,3% de presença. A terceira posição é Astronomia com 4,8% e o restante dos conteúdos (Ondulatória e Interdisciplinar) não estão presentes dentro dos TDCs da coletânea A. O gráfico com essas informações está no Gráfico 8. Sendo a coletânea com a maior porcentagem de presença de conteúdo de Física Moderna dentro dos TDCs, seguida pela coletânea D, e as coletâneas B e C com a mesma porcentagem.

⁴ Com relação ao conteúdo Interdisciplinar, foram considerados os assuntos que conectam a física a outras áreas do conhecimento, como medicina, biologia, química, esporte e não assuntos de física de áreas diferentes.

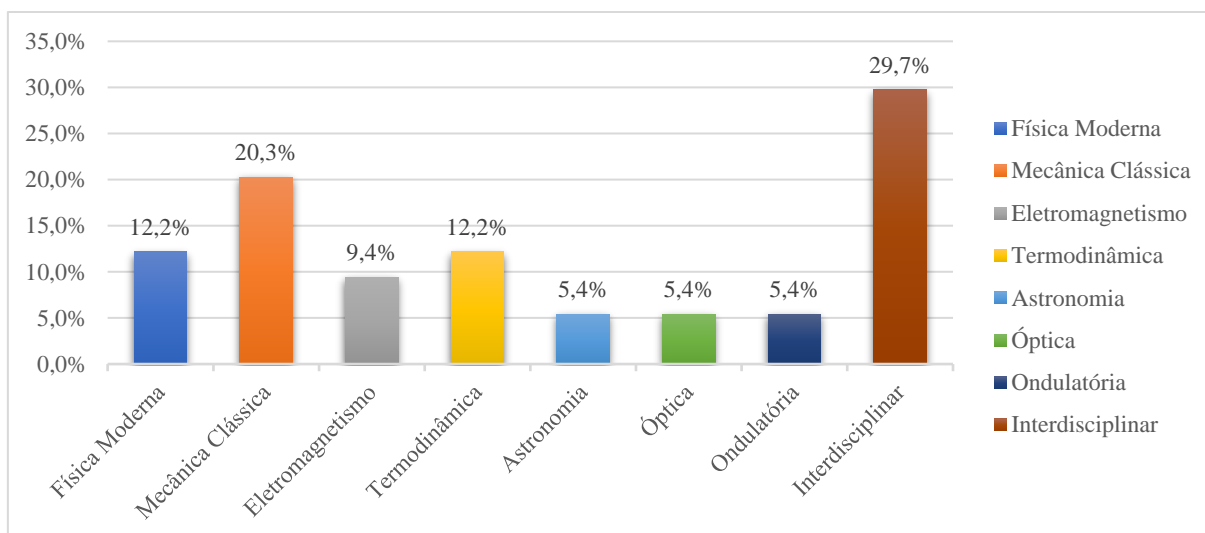
Gráfico 8 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea A.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Todos os conteúdos estão presentes dentro da coletânea B, sendo a ordem de forma decrescente em termos percentuais: o conteúdo Interdisciplinar com 29,7%, Mecânica Clássica com 20,3%, Física Moderna e Termodinâmica com 12,2%, Eletromagnetismo com 9,4% e o restante com 5,4% de presença dentro dos TDCs (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea B.

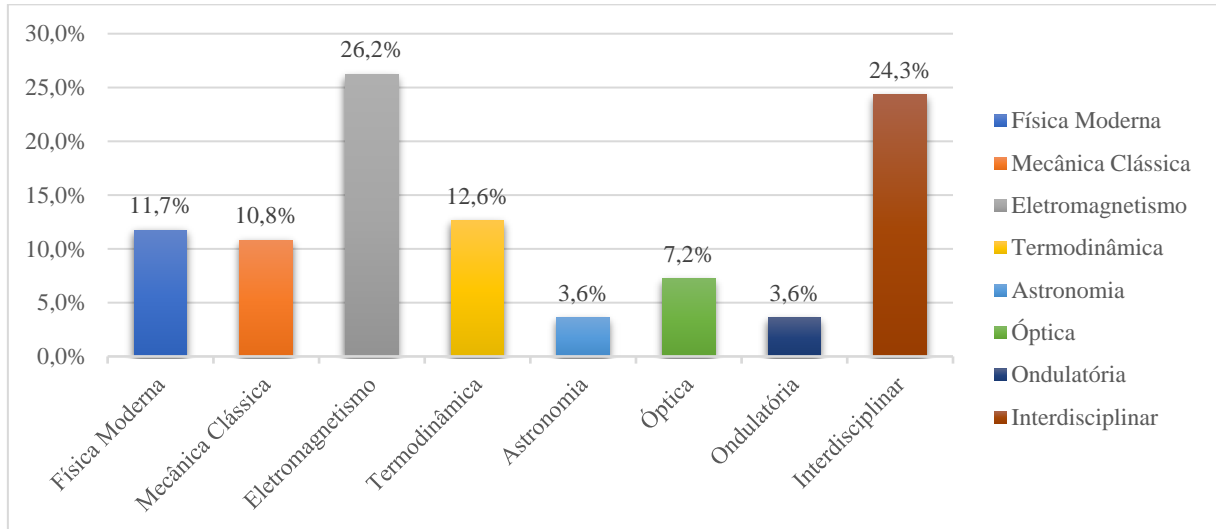


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Na coletânea de livros C também se tem todos os conteúdos, mas sua distribuição é diferente da apresentada na coleção anterior, sendo: Eletromagnetismo com 26,2%, Interdisciplinar com 24,3%, Termodinâmica com 12,6%, Física Moderna com 11,7%, Mecânica Clássica com 10,8%, Óptica com 7,2%, Astronomia e Ondulatória com 3,6% (Gráfico 10). Essa

é a coletânea com a maior porcentagem do conteúdo de Eletromagnetismo (26,2%) dentro dos TDCs em comparação com as outras. Nas outras coletâneas a porcentagem de textos com o tema de Eletromagnetismo não ultrapassa 15,0%.

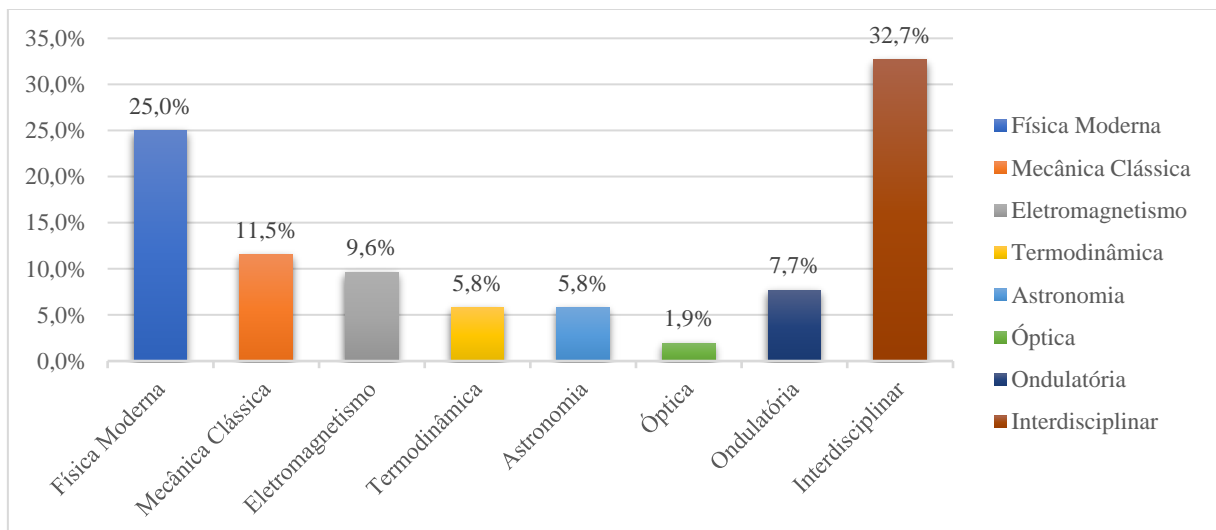
Gráfico 10 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea C.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A coletânea D possui a maior porcentagem de conteúdo Interdisciplinar, com um total de 32,7%, sendo seguida pela Física Moderna com 25,0%, Mecânica Clássica com 11,5%, Eletromagnetismo com 9,6%, Ondulatória com 7,7%, Termodinâmica e Astronomia com 5,8% e o último conteúdo Óptica com 1,9% de presença dentro dos TDCs (Gráfico 11).

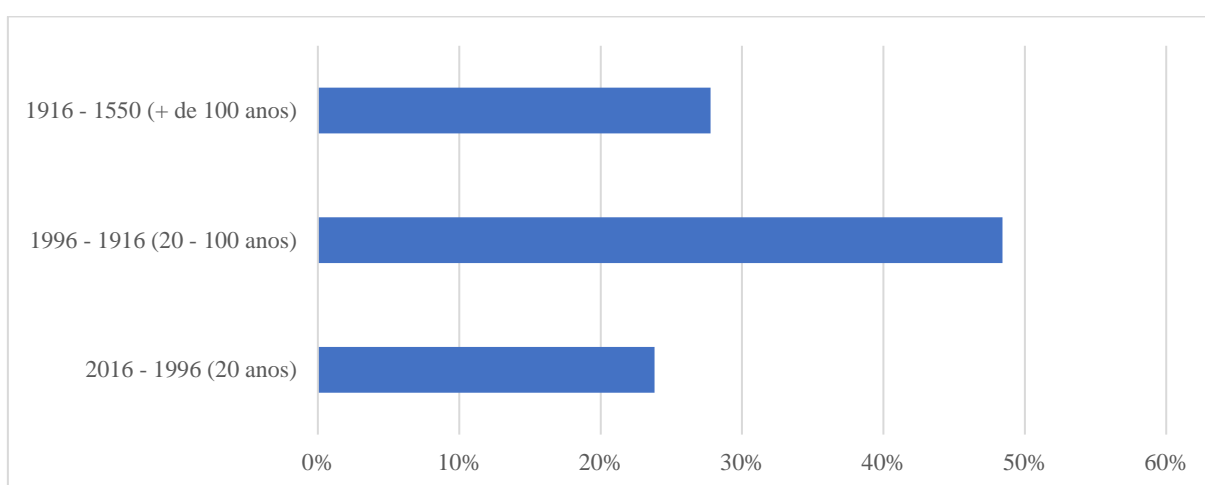
Gráfico 11 - Porcentagem conteúdo abordado dentro coletânea D.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A análise da atualidade do conteúdo dos textos foi feita juntamente com a leitura e separação do conteúdo. A data de referência foi a data de publicação dos livros, todos foram publicados no ano de 2016. Os textos foram organizados de acordo com o surgimento do assunto, sendo: (1) nos últimos 20 anos antes da publicação dos livros didáticos, ou seja, de 1996 até 2016, (2) entre os 20 e 100 últimos anos, ou seja, de 1916 até 1996, (3) e os textos com assuntos de mais de 100 anos atrás, ou seja, antes de 1916 (Gráfico 12). Para textos que tratam mais de um conteúdo, foi usado com critério de análise a data do conteúdo mais recente presente dentro do TDC, considerando a data de descoberta ou criação do tema.

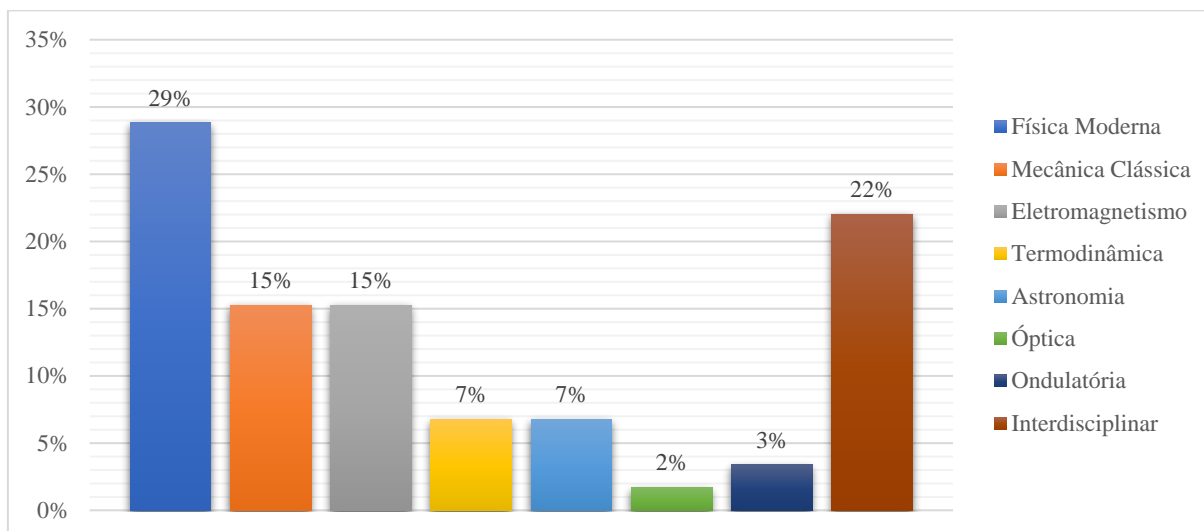
Gráfico 12 - Porcentagem da atualidade dos conteúdos abordado nos TDCs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Entre os conteúdos presentes nos TDCs, aqueles publicados a mais de 100 anos totalizam de 28%. Seguindo para os publicados entre 20 e 100 anos se tem a maior porcentagem com um total de 48%. E os conteúdos publicados nos 20 anos antes de 2016 se tem a menor porcentagem com um total de 24%. Dentro dos textos com assuntos dos últimos 20 anos antes de 2016 foi feita a porcentagem dos assuntos mais abordados, Gráfico 13.

Gráfico 13 - Porcentagem dos conteúdos dos últimos 20 anos abordado dentro dos TDCs.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Os TDCs com conteúdo dos últimos 20 anos têm como maior porcentagem conteúdo de Física Moderna, sendo 29% do total. Em segunda posição está conteúdos Interdisciplinares com 22%, que anteriormente com relação a todas as caixas de texto tinha a maior porcentagem. Em seguida, a Mecânica Clássica e Eletromagnetismo compartilham a mesma porcentagem de 15%. Termodinâmica e Astronomia também compartilham a mesma porcentagem de 7%. Por último com as menores porcentagem há: Ondulatória com 3% e Óptica com 2%.

Os resultados da pesquisa realizada com os livros selecionados mostram que em um total de 399 caixas de texto dentro das quatro coletâneas do PNLD (2018) analisadas, somente 126 são reservadas para TDCs, que corresponde a 32%. Das 399 caixas apenas 30 são TDCs sobre assuntos de pesquisa científica dos últimos 20 anos (considerando como referência o ano de 2016, ano de publicação dos livros). Portanto concluímos que apenas 8% das caixas de texto são TDCs que se referem a pesquisa científica dos últimos 20 anos.

No contexto brasileiro no qual dificuldade de interpretação é uma realidade (PISA, 2022) e o analfabetismo científico impede que um indivíduo seja capaz de compreender os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade (SANTOS, 2007), apenas 8% de TDCs sobre temas científicos atuais em livros do PNLD se torna insuficiente para atender essa necessidade educacional. O que gera um grande descompasso entre a evolução da ciência e o letramento científico por uma grande porcentagem da população (todos que fazem ensino médio). Trabalhar com pesquisa contemporânea é crucial para manter o ensino atualizado e

relevante, proporcionando aos estudantes uma compreensão das inovações científicas e suas aplicações práticas. Dessa forma, é fundamental não apenas avaliar os recursos educacionais disponíveis, mas também investigar e compreender a produção textual voltada para a DC no que tange ao TDCs com assuntos de ciência contemporânea.

5 A ESCRITA DE TDC POR IA COMO PROPOSTA DE AMPLIAÇÃO DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO DE FÍSICA

Um dos objetivos desse trabalho é investigar a possibilidade do uso da IA como ferramenta para auxiliar a escrita de TDCs. No entanto, não é esperado que a IA escreva de forma perfeita, é esperado que ela cometa erros e alucinações (LEMOS, 2024), por isso, ela é usada apenas como um apoio no processo de escrita, como uma ferramenta. Logo, para a produção de TDC de qualidade e usando de IA como ferramenta de apoio é importante que o autor não só tenha um conhecimento do conteúdo específico do que será tratado, mas também que conheça a forma de escrita do gênero textual dos TDCs, para que seja possível identificar de forma fácil os erros de escrita da IA e assim corrigi-los. Com isso o processo de escrita pode se tornar mais rápido e prático. Também é essencial, por questões éticas, deixar claro ao leitor que o texto foi produzido com auxílio de ferramentas de IA.

O TDC é um gênero textual produzido para pessoas que não são especializadas e será visto a seguir a importância de se conhecer a fundo esse gênero. Buscando aprofundar na estrutura de escrita de TDC, foi feita uma ampla pesquisa em livros e artigos que debatiam sobre a estrutura de DC e de TDC.

Durante a busca foram encontrados alguns trabalhos que tratam sobre qual é a estrutura e qual é a importância da estrutura de escrita de um TDC. A estruturação de um TDC é fundamental para que esses textos sejam eficazes na comunicação de informações científicas para um público amplo. Nesse sentido, Alda (2017) levanta questões pertinentes sobre a relevância da comunicação no ambiente científico:

A comunicação não é realmente essencial para a ciência? Você pode realmente fazer ciência sem comunicação? Será a ciência financiada se os financiadores não conseguirem compreender o que deveriam financiar? Será que os jovens escolherão estudar ciências se não ouvirem dos próprios cientistas como isso é excitante? (ALDA, 2017, p. 33, tradução nossa)

Alda (2017) enfatiza claramente que “apenas ouvir bons comunicadores não funciona. É preciso treinamento para aprender como fazer isso. Tenho ouvido bons pianistas durante toda a minha vida e ainda não consigo tocar piano” (ALDA, 2017, p. 33, tradução

nossa). Da mesma forma se aplica para escrita de TDCs. Não basta apenas ler trabalhos de bons escritores de TDC, é preciso treinamento para aprender como fazer uma boa escrita. Sem uma instrução sólida sobre como elaborar um TDC, torna-se impossível produzi-lo com qualidade.

Seguindo essa linha de raciocínio, a comunicação eficaz se torna uma ferramenta indispensável na DC e conseqüentemente também no ensino, onde uma das formas de estratégias de como destilar uma mensagem é: “ir direto ao ponto, não se perder nos detalhes, mantê-la clara e vívida, fazer com que nos importemos” (ALDA, 2017, p. 158, tradução nossa). Pela escrita não é possível observar a linguagem corporal ou o tom de voz do leitor, mas através das técnicas de improvisação é possível prever as expectativas do leitor, usando a empatia e a compreensão como ferramentas fundamentais. Expectativas básicas que precisam ser atendidas, sendo a estrutura de escrita o início da frase onde o leitor espera ouvir sobre o que será a frase e o fim da frase, um lugar de ênfase (ALDA, 2017).

Em contraposição à abordagem enfatizada pelo autor anterior, que ressalta a importância da empatia e da compreensão na comunicação eficaz, uma outra perspectiva ressalta a eficiência comunicativa baseada na simplicidade e na compreensão intuitiva da estrutura narrativa (OLSON, 2015). A estrutura IMRAD⁵ é apresentada por Olson (2015) em seu livro, que é composta por introdução, métodos, resultados e discussão, ela é amplamente utilizada na apresentação de relatórios científicos, apresenta-se como um modelo padronizado que se assemelha à estrutura de três atos, elemento central em grande parte das narrativas cinematográficas. A estrutura em questão tem um início (Introdução), um desenvolvimento (Métodos e Resultados) e uma conclusão (Discussão) (OLSON, 2015). Destaca-se ainda o modelo de escrita *And, But, Therefore* (ABT) como uma ferramenta instrumental na estruturação eficaz de narrativas.

O modelo de escrita ABT delinea um esquema narrativo: *And* (E), que descreve o contexto inicial ou a situação presente, estabelecendo o cenário narrativo inicial; *But* (Mas), introduz um conflito, desafio ou elemento surpreendente que perturba a situação estabelecida, gerando tensão e interesse; *Therefore* (Portanto), revela a resolução do conflito anteriormente introduzido, explicando a abordagem adotada e delineando o desenrolar resultante do conflito. Ao utilizar o modelo ABT, é possível construir uma narrativa coesa, mantendo a atenção do público e transmitindo informações de maneira clara e persuasiva (OLSON, 2015).

⁵ Do inglês Introduction (I), Methods (M), Results (R), and (A) Discussion (D).

Zamboni (2001) sustenta a ideia de que a DC constitui um gênero particular no conjunto dos demais discursos das diferentes áreas de funcionamento da linguagem, fazendo a análise de TDC, ela mostra que os elementos textuais que estão presentes em textos de divulgação científica são:

- a) Recuperação de conhecimentos tácitos: refere-se à explicação detalhada de conceitos implícitos e pressupostos sobre um tema central, os quais são considerados comuns ou assumidos pelos especialistas na área, mas não necessariamente pelos destinatários do texto.
- b) Questionamento sobre a metodologia empregada na pesquisa: conexão entre o texto e seu público, apresentando um emissor imbuído de rigor científico. Ele se dirige não apenas a um leitor leigo, mas a alguém com algum conhecimento na área, interessado em discutir os métodos de pesquisa científica.
- c) Atitude de cautela e prudência diante dos resultados da pesquisa: adoção de uma postura cautelosa e prudente diante da natureza provisória das descobertas científicas, integrando restrições quanto a provocar “crenças definitivas”. O questionamento da metodologia, sugestões e a moderação diante dos resultados obtidos são práticas comuns na interação entre especialistas, representativas do discurso científico simétrico. Essas características, presentes na DC, indicam uma enunciação direcionada a um público mais especializado e restrito.
- d) Presença de procedimentos explicativos: recursos utilizados no texto para esclarecer termos ou conceitos específicos, destinados a um público leigo ou distante dos conhecimentos científicos do autor. Essas explicações buscam exercer uma função didática, compartilhando conhecimentos mais técnicos de forma mais acessível, como ao descrever os *quarks* como partículas com energia que formam os prótons e os nêutrons, como descrever os *glúons*, como outras partículas relacionadas as ligações entre os *quarks*. Esses procedimentos visam tornar compreensíveis termos ou conceitos complexos para um público com menos familiaridade na área tratada no texto.
- e) Apelo inicial à leitura: estratégia adotada no início de um texto para atrair a atenção do leitor. Esse apelo pode ser realizado de diversas maneiras, como por meio de uma pergunta instigante, uma afirmação impactante, uma citação relevante, uma introdução intrigante ou até mesmo uma provocação que desperte o interesse do leitor para continuar a leitura. O objetivo desse apelo é criar um

vínculo inicial entre o leitor e o texto, motivando-o a prosseguir a leitura a partir de um ponto de interesse ou curiosidade despertada no início.

- f) Busca de credibilidade: esforços feitos pelo autor de um texto para estabelecer autoridade e confiabilidade dentro do texto perante o leitor. Isso pode ser alcançado por meio da apresentação de fontes confiáveis, citações de especialistas, referências a estudos científicos, dados estatísticos relevantes ou até mesmo pela exposição clara e coerente dos argumentos. Esse processo busca transmitir ao leitor a ideia de que o autor é competente, bem informado e capaz de embasar suas afirmações de forma sólida, o que contribui para aumentar a credibilidade do texto e conseqüentemente a confiança do leitor no que está sendo apresentado.

- g) Recurso à atratividade

- Narrativas de envolvimento

Breves histórias ilustrativas, narrativas concisas que envolvem o leitor, são recursos argumentativos utilizados pelos autores para atrair e manter o interesse do leitor ao longo de todo o texto. Essas narrativas contribuem para criar a imagem de um leitor que, para concluir a leitura de um texto, precisa alternar entre momentos densos relacionados aos conteúdos científicos e momentos mais leves relacionados ao cotidiano das pessoas.

- Minirresenhas

Macroproposições, resumos de até três linhas, são posicionadas no canto superior esquerdo das páginas pares, de modo que ao virar a folha, o leitor se depare, à primeira vista, com essas minirresenhas destacadas por um corpo de letra significativamente maior do que o texto principal. Além de seu destaque visual, essas frases também são formuladas para instigar no leitor a vontade de continuar a leitura, buscando mais informações sobre o que elas anunciam.

- *Boxes*

Os *boxes* são seções delimitadas por linhas, faixas ou fundos coloridos, que apresentam conteúdo específicos com títulos próprios. Eles funcionam como pontos de fuga do texto principal e têm a função de manter o leitor interessado, ou seja, se ele se distrair da leitura do texto principal, pode se deparar com os

quadros e continuar envolvido com o conteúdo. Por isso, seu conteúdo precisa ser extremamente atrativo.

h) Interlocução direta com o leitor: refere-se à estratégia utilizada pelo autor de um texto para estabelecer uma conexão mais pessoal e imediata com o público-alvo. Essa abordagem envolve o uso de recursos linguísticos e discursivos que buscam envolver o leitor de maneira mais direta, como o emprego da segunda pessoa do singular (“você”), perguntas retóricas, exclamações, ou até mesmo o compartilhamento de experiências pessoais. Ao adotar essa interlocução direta, o autor busca criar uma sensação de proximidade e envolvimento emocional com o leitor, tornando a leitura mais envolvente e persuasiva. Essa estratégia visa estabelecer uma comunicação mais eficaz e cativante, aproximando o autor do leitor de forma mais pessoal.

i) Figuralidade de ethos

○ “Literarização” das narrativas

Além da introdução inicial, lança o leitor em um mundo imaginário, contando outras histórias, à medida que os eventos se desenrolam, o narrador pode se tornar um participante ativo da narrativa, expressando suas impressões através de declarações retóricas que dão vida à figura literária. Por outro lado, o leitor se torna também um participante, sendo chamado a envolver seus sentidos para adentrar no mundo criado pelo narrador e compartilhar da mesma experiência emotiva e sensorial.

○ Tessitura lexical

O autor do texto adota uma linguagem descontraída e natural, que contrasta com a formalidade típica da linguagem científica. Essa abordagem permite que as ideias sejam expressas de forma espontânea e intuitiva, sem as restrições da linguagem formal. Embora o texto não deva ser exclusivamente coloquial, é importante que contenha também parágrafos longos e bem elaborados no estilo formal. Além disso, o texto apresenta metáforas e comparações incomuns, coloquialismos e até mesmo gírias populares, criando um discurso quase irreverente, o que é incomum em textos sérios sobre ciência e cientistas.

j) Segmentação da informação: organização estratégica do conteúdo em partes ou seções distintas dentro de um texto. Essa técnica busca dividir o texto em

unidades menores, facilitando a compreensão e absorção da informação pelo leitor. Ao dividir o conteúdo em partes menores e mais definidas, a segmentação da informação ajuda o leitor a assimilar o texto de maneira mais eficiente, focando em informações específicas e facilitando a compreensão do conteúdo apresentado.

- k) Impacto científico no *lide*: refere-se à estratégia utilizada no início de um texto científico ou informativo para apresentar uma descoberta, resultado ou informação de relevância científica de forma impactante. Essa técnica visa capturar imediatamente a atenção do leitor ao destacar um aspecto inovador, uma novidade relevante ou um fato surpreendente relacionado ao tema abordado no texto. O objetivo é criar um ponto de partida instigante que desperte o interesse do leitor e o motive a continuar a leitura, ressaltando a importância e a originalidade do conteúdo científico ou informativo apresentado.

Os trabalhos de Fraga e Rosa (2015) e Nascimento e Junior (2010) acrescentam outros elementos que costumam ser frequentes nos TDCs, como:

- a) Analogias: comparações com conceitos mais familiares ao leitor, para facilitar a compreensão.
- b) Contextualização do conhecimento: relação do conhecimento científico a referências do cotidiano do leitor.
- c) Referências a teorias científicas e presença de terminologia técnica: os TDCs frequentemente fazem referência a teorias científicas e utilizam terminologia técnica. Isso pode ser necessário para garantir que o texto seja preciso e informativo, mas também pode dificultar a compreensão por parte de um público leigo.
- d) Presença de textos imagético e de analogias: os TDCs também podem utilizar textos imagético e analogias. Isso pode ajudar a tornar o texto mais claro e compreensível.
- e) Presença de abordagem CTSA *versus* restrição ao conteúdo científico: alguns TDCs adotam uma abordagem CTSA, que integra Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Essa abordagem pode ser eficaz para promover a compreensão da ciência e seu impacto na sociedade. No entanto, ela também pode tornar o texto mais complexo e difícil de compreender.

Portanto, a partir da análise da literatura sobre a estruturação de TDCs, é possível concluir que não existe uma estrutura única e definitiva que seja ideal para todos os textos. O tipo de estrutura mais adequado dependerá do público-alvo, do tema abordado e do objetivo do texto. No entanto, existem alguns elementos que são comumente considerados importantes dentro dos textos para a eficácia da DC, os quais serão apresentados na próxima seção. A seguir, será proposto uma estrutura de escrita de TDCs, tendo como base o estado da arte da literatura previamente apresentada, que pode ser usada para guiar a escrita de TDCs (com ou sem o uso de ferramentas de IA). Tais TDCs criados nessa estrutura podem ser usados em sala de aula.

5.1 Proposta de formato de escrita de TDC

Com base na pesquisa que foi feita anteriormente, segue a proposta autoral desenvolvida neste trabalho de estrutura de escrita para um TDC que pode ser aplicada a posteriori em ferramentas de IA. Há uma convergência entre os autores supracitados, primeiramente, o apelo inicial a leitura, a busca em envolver o leitor desde o início, com uma introdução cativante que desperte sua curiosidade sobre o tema, citado no trabalho de Zamboni (2001) e reforçado nos trabalhos de Fraga e Rosa (2015) e Nascimento e Junior (2010). Em seguida, é destacada a importância de contextualizar o assunto, texto que está dentro da introdução e que vai completar o tema, explicando sua relevância para a ciência e para a sociedade, conhecido como *lide* nos trabalhos jornalísticos (ZAMBONI, 2001; FRAGA; ROSA, 2015; NASCIMENTO; JUNIOR, 2010).

É essencial desenvolver o tema de forma gradual e acessível, evitando o uso excessivo de termos técnicos e priorizando uma linguagem clara e compreensível. Uma forma de se conseguir isso é através de uma interlocução direta com o leitor (ZAMBONI, 2001; FRAGA; ROSA, 2015; NASCIMENTO; JUNIOR, 2010), sendo a estratégia utilizada para estabelecer uma conexão mais pessoal e imediata com o público-alvo. Uma outra forma é a presença de texto imagético, que é a comunicação através de imagens e/ou ilustrações do que está sendo falado (FRAGA; ROSA, 2015; NASCIMENTO; JUNIOR, 2010).

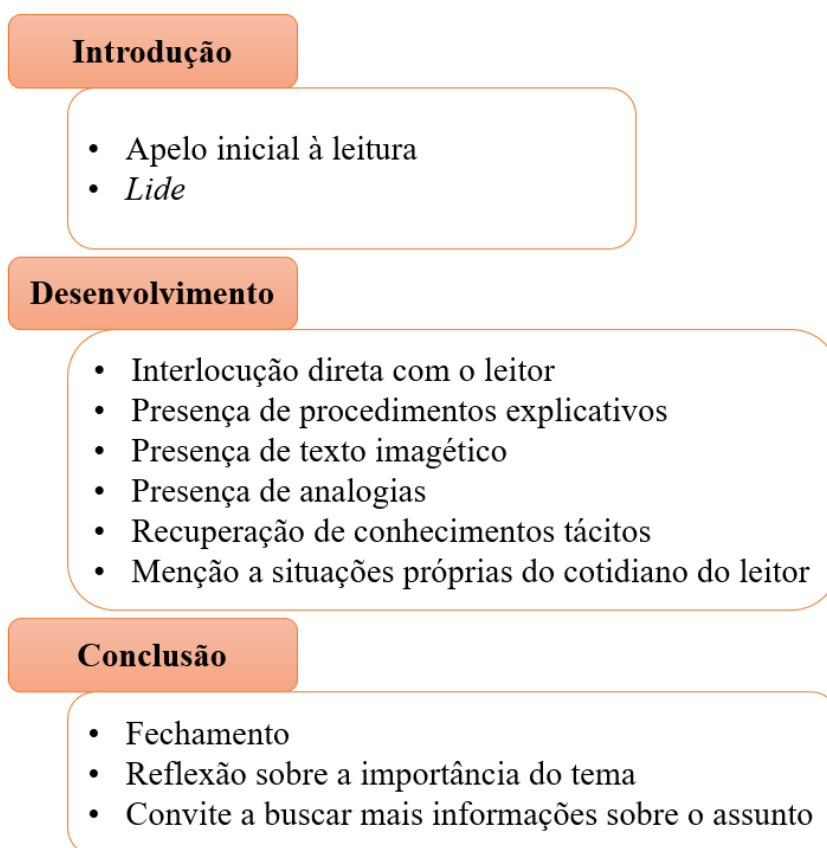
Durante o desenvolvimento do texto, é recomendado utilizar procedimentos explicativos, exemplos práticos, menção a situações próprias do cotidiano do leitor e analogias para facilitar a compreensão do leitor e tornar o conteúdo mais interessante. Fazer também a recuperação de conhecimentos tácitos, conhecimentos anteriores que fornecem a base do assunto que está sendo tratado e que o leitor pode ter ou não esse conhecimento em sua bagagem. Além disso, fazer referência a teorias científicas e estudos relevantes pode ajudar a

embasar o tema discutido, aumentando a credibilidade da informação apresentada (ZAMBONI, 2001; FRAGA; ROSA, 2015; NASCIMENTO; JUNIOR, 2010).

Ao concluir o texto, é importante fazer uma reflexão sobre a importância do tema e como ele pode impactar o mundo ao nosso redor. Também é válido convidar o leitor a buscar mais informações sobre o assunto e a se envolver em discussões e iniciativas relacionadas à ciência e à educação científica.

O texto também deve seguir a estrutura IMRAD que foi apresentada por Olson (2015) em seu livro. Para visualizar de forma mais clara a estrutura descrita anteriormente, será apresentado a seguir um fluxograma, Figura 6, que ilustra uma síntese dos elementos que devem ser encontrados dentro de um TDC, de acordo com os autores da área.

Figura 6 - Fluxograma forma de escrita TDC.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O fluxograma foi elaborado com base nos conceitos e procedimentos discutidos anteriormente, proporcionando uma representação visual que auxilia na compreensão da estrutura proposta. Ao analisar o fluxograma em conjunto com o texto, é possível ter uma

compreensão mais completa e detalhada do modelo proposto neste trabalho que será empregado para a escrita de textos de divulgação.

Após a apresentação do método de escrita proposto anteriormente, que corresponde uma síntese do que se discute à cerca do tema, torna-se essencial validar sua eficácia e aplicabilidade. A validação será realizada por meio de uma análise da sua coerência com sete TDCs escritos por outros autores, levando em consideração a presença dos elementos textuais apresentados no fluxograma (Figura 6) dentro dos textos. Esta etapa é crucial para assegurar que o método desenvolvido atenda ao objetivo proposto de auxiliar na escrita de um TDC e possa ser efetivamente utilizado em contextos de aplicação em IA.

É importante lembrar que a DC constitui uma atividade de reformulação discursiva e essa atividade é direcionada de acordo com o público alvo que se pretende alcançar (ZAMBONI, 2001). Para se fazer essa reformulação são utilizados como ferramentas os elementos citados no método de escrita. No trabalho de Fraga e Rosa (2015) é mostrado que nem sempre são utilizados todos os elementos dentro dos TDCs. Logo, não é esperado que apareça dentro dos textos que serão analisados todos os elementos propostos no método de escrita deste trabalho.

Dois dos textos foram retirados da revista Ciência Hoje das crianças, especial Luz, de setembro de 2015. O primeiro texto separado de dentro da revista foi o com o título “Por que as fibras ópticas revolucionaram a comunicação?”, escrito por Fábio Luís Pena, Figura 7. O segundo foi “Para enxergar, acenda a luz!” e Alfred Sholl-Franco e Mariza Sodré Figura 8.

Figura 7 - Primeiro texto revista Ciência Hoje das crianças.

Ciência Hoje das Crianças
REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS
ANO 28 / Nº 271 / R\$ 9,90
SETEMBRO DE 2015

ONDE LUZ FAZ A CURVA!

ESPECIAL Luz

Seres vivos que brilham no escuro!

Os 25 anos do maior fotógrafo da Terra!

Por que as fibras ópticas revolucionaram a comunicação?

Ahi! O que seria da comunicação sem as fibras ópticas... Telefonia, tevê a cabo, redes para computadores e transmissão de dados, instrumentos médico-cirúrgicos e sensores são apenas alguns exemplos de sistemas que utilizam fibras ópticas!

Podemos dizer que as fibras ópticas são fios muito finos feitos de um tipo especial de vidro envolvidos por duas camadas de material plástico. Pelos tais fios de vidro é que passam sinais de luz carregando, por exemplo, dados de áudio e vídeo. É mais ou menos assim...

Quando falamos ao telefone, a nossa voz é transformada em sinais elétricos que são transmitidos para uma central telefônica, onde são convertidos em sinais de luz por um fotoemissor e enviados, através de uma fibra óptica, para outra central, onde são convertidos por um fotodetector em sinais elétricos, que são enviados para o telefone com que estamos falando, onde são transformados novamente em voz.

Explicado na forma de passo a passo, o processo de transmissão de dados via fibras ópticas parece lento, mas ele é extremamente mais rápido, mais leve e apresenta um alcance bem maior do sinal transmitido do que, por exemplo, os cabos de cobre, que dominavam as telecomunicações até pouco tempo atrás.

Hoje, portanto, a transmissão de dados, imagens, sons e sinais é mais eficiente por causa das fibras ópticas. Além de sua alta capacidade de transmitir vários tipos de informações, elas também são imunes a interferência eletromagnética, isso quer dizer não há perda de clareza dos sinais de imagem, voz etc.

É aí, elas são ou não são revolucionárias?

Fábio Luis Alves Pena,
Coordenação de Eletromecânica,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Campus Simões Filho.

12

Fonte: Revista Ciência Hoje das crianças, 2015.

Figura 8 - Segundo texto revista Ciência Hoje das crianças.

Ciência Hoje das Crianças
REVISTA DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA PARA CRIANÇAS
ANO 28 / Nº 271 / R\$ 9,90
SETEMBRO DE 2015

ONDE LUZ FAZ A CURVA!

ESPECIAL Luz

Seres vivos que brilham no escuro!

Os 25 anos do maior fotógrafo da Terra!

Para enxergar, acenda a luz!

BUIUUUU... FALTOU ENERGIA E VOCÊ OUVIU O BAIRO TODO VAIAIR A ESCURIDÃO. RAPIDAMENTE, SURTIU UM ARSENAL DE ITENS PARA ILUMINAÇÃO DA SUA CASA: FOSFOROS, VELAS, LANTERNAS — ATÉ LUZINHA DO CELULAR VALE! AFINAL, NÃO DÁ PARA VER NADA NO BREU. SABE POR QUÊ? PORQUE TODA INFORMAÇÃO VISUAL É BASEADA EM UM ÚNICO TIPO DE ESTÍMULO BEM SIMPLES: A LUZ!

Fonte: Revista Ciência Hoje das crianças, 2015.

Dentro do primeiro texto são encontrados oito elementos. Sendo eles: apelo inicial a leitura; *lide*; recuperação de conhecimentos tácitos; presença de procedimentos explicativos;

presença de analogia; fechamento; reflexão sobre a importância do tema; interlocução direta com o leitor. Como pode ser visto na Figura 9.

Figura 9 - Análise do primeiro texto revista Ciência Hoje das crianças.

Ah! O que seria da comunicação sem as fibras ópticas... Telefonia, tevê a cabo, redes para computadores e transmissão de dados, instrumentos médico-cirúrgicos e sensores são apenas alguns exemplos de sistemas que utilizam fibras ópticas!

Podemos dizer que as fibras ópticas são fios muito finos feitos de um tipo especial de vidro envolvidos por duas camadas de material plástico. Pelos tais fios de vidro é que passam sinais de luz carregando, por exemplo, dados de áudio e vídeo. É mais ou menos assim...

Quando falamos ao telefone, a nossa voz é transformada em sinais elétricos que são transmitidos para uma central telefônica, onde são convertidos em sinais de luz por um fotoemissor e enviados, através de uma fibra óptica, para outra central, onde são convertidos por um fotodetector em sinais elétricos, que são enviados para o telefone com que estamos falando, onde são transformados novamente em voz.

Explicado na forma de passo a passo, o processo de transmissão de dados via fibras ópticas parece lento, mas ele é extremamente mais veloz, mais leve e apresenta um alcance bem maior do sinal transmitido do que, por exemplo, os cabos de cobre, que dominavam as telecomunicações até pouco tempo atrás.

Hoje, portanto, a transmissão de dados, imagens, sons e sinais é mais eficiente por causa das fibras ópticas. Além de sua alta capacidade de transmitir vários tipos de informações, elas também são imunes a interferência eletromagnética, isso quer dizer não há perda de clareza dos sinais de imagem, voz etc.

E aí, elas são ou não são revolucionárias?

Fábio Luís Alves Pena,
Coordenação de Eletromecânica,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia/Campus Simões Filho.


- ⊗ Apelo inicial a leitura
- Lide
- ⊗ Interlocução direta com o leitor
- Presença de procedimentos explicativos
- Presença de textos imagético
- ⊗ Presença de analogias
- ⊗ Recuperação de conhecimentos tácitos
- Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
- Fechamento
- ⊗ Reflexão sobre a importância do tema
- Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Revista Ciência Hoje das crianças, 2015.


No segundo texto retirado da revista Ciência Hoje das crianças também foram encontrados oito elementos. Entre eles estão: apelo inicial a leitura; interlocução direta com o leitor; recuperação de conhecimentos tácitos; presença de procedimentos explicativos; presença de textos imagético; menção a situações próprias do cotidiano do leitor; fechamento; reflexão sobre a importância do tema. Representação Figura 10.

Figura 10 - Análise do segundo texto revista Ciência Hoje das crianças.

Detectar a presença ou ausência da luz e converter sua energia em informações como cor, forma e movimento faz parte da capacidade visual dos seres humanos. Perceber o mundo que nos cerca e guiar as nossas ações por meio do que enxergamos também é papel da visão.



A luz visível faz parte de um conjunto de vibrações eletromagnéticas, ou seja, partículas de energia que se mexem como ondas na nossa frente, das quais apenas uma pequena porção é detectada pelos nossos olhos.



A capacidade de perceber essas ondas luminosas baseia-se nas seguintes características: comprimento, intensidade e luminância.

Comprimento de onda luminosa

Parte dessas vibrações que se mexem como ondas pode ser medida através do seu comprimento. Nosso sistema visual detecta o comprimento que vai do violeta ao vermelho (veja a imagem abaixo).

Intensidade da luz

A intensidade corresponde à quantidade de luz em um mesmo comprimento de onda que é emitida em uma direção específica, por segundo.

Luminância

Enquanto a iluminação representa a quantidade da luz sobre uma superfície,

a luminância corresponde à intensidade da luz que é refletida por uma superfície iluminada.

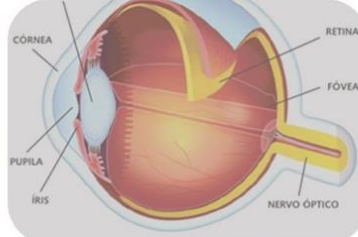
Por dentro do olho

Como o olho processa inicialmente a informação luminosa e o cérebro percebe o que é visto? Primeiro, vamos entender como funciona o globo ocular. Este órgão é uma estrutura alojada no crânio e possui, em média, vinte milímetros de diâmetro. As diversas estruturas do globo ocular são:

CÓRNEA: é a primeira lente do olho!

ÍRIS: membrana colorida conhecida como a "menina dos olhos", tem a função de regular a quantidade de luz que entra no olho.

PUPILA: abertura rodeada pela íris que permite a entrada de luz para o interior do globo ocular. Em condições de fra



iluminação, ela se dilata e, em um ambiente com luz brilhante, ela se aperta.

CRISTALINO: lente interna, transparente e flexível, de curvatura variável, que auxilia na focalização dos objetos na retina.

RETINA: fica no fundo do olho, onde há diferentes tipos de células, entre elas as que são sensíveis aos diferentes comprimentos de ondas luminosas (fotorreceptores), responsáveis pelo início da nossa visão.

Do olho ao cérebro

Nosso globo ocular capta a luz do ambiente e esta informação é levada até uma parte do cérebro chamada córtex visual para que possamos perceber o que estamos vendo.

A informação luminosa ativa as células fotorreceptíveis da retina, que, ao serem estimuladas, iniciam um processo para levar a informação até os centros superiores cerebrais.

É no córtex visual que construímos a representação de tudo o que aprendemos a partir do mundo que nos cerca, o que incluirá informação como as formas dos objetos, suas cores e intensidades luminosas, suas localizações no espaço, assim como se eles se movimentam e para onde vão!

FÓVEA: região central da retina, rica em fotorreceptores e mais sensível aos estímulos luminosos.

NERVO ÓPTICO: faz a comunicação entre as células neuronais da retina e as regiões superiores do sistema nervoso.

De olho nos óculos escuros!

Não basta os olhos serem escuros para protegerem nossos olhos do Sol! Nossa pupila varia de tamanho conforme a quantidade de luz que chega. Assim, ao cobri-los com lentes escuras, promovemos a dilatação das pupilas que permite que mais luz entre no órgão. Mas a luz do Sol não é composta apenas pela luz visível. Se as lentes não bloquearem a passagem de raios ultravioletas (os famosos UV), podemos machucar nossa retina, do mesmo modo que esses raios machucam a nossa pele. Escolha bem os seus óculos escuros e confira sempre se eles têm proteção contra os raios UV!

Enxergar passa a ser mais do que detectar a luz e se transforma em uma construção mental que guia nossas experiências e vidas. Portanto, cuide muito bem dos seus olhos e selecione aquilo que você quer ver ou ler!

Alfred Sholl-Franco,
Instituto de Biologia Carlos Chagas Filho,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Martza Sodré,
Secretaria Estadual de Educação do Rio de Janeiro.

- ⊗ Apelo inicial a leitura
- Lide
- ⊗ Interlocução direta com o leitor
- ⊗ Presença de procedimentos explicativos
- ⊗ Presença de textos imagéticos
- ⊗ Presença de analogias
- ⊗ Recuperação de conhecimentos tácitos
- ⊗ Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
- ⊗ Fechamento
- ⊗ Reflexão sobre a importância do tema
- Convide a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Revista Ciência Hoje das crianças, 2015.

O terceiro texto analisado foi retirado do jornal A Tribuna de setembro de 2007, coluna DC. O texto retirado do jornal foi escrito por Antônio Carlos Hernandes, com o título “Os materiais e suas propriedades – 1”. Foram encontrados seis dos elementos esperados dentro do texto, Figura 11.

Figura 11 - Análise do terceiro texto jornal A Tribuna.

Publicado no **Jornal "A Tribuna"**, dia 09/09/2007, domingo, página 2A, São Carlos, SP.

Coluna: **Divulgação Científica**

OS MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES - 1

Muitos hão de se lembrar de uma brincadeira que ocorria entre os alunos à época do ensino fundamental (pelo menos a minha época e não faz tanto tempo assim!). Era uma pergunta do que pesava mais: um quilo de algodão ou um quilo de ferro. A motivação para enganar o colega na resposta estava nos gestos que se fazia para representar um pacote enorme de algodão e uma pequena peça do metal. A maioria das vezes não funcionava, mas sempre aparecia um desligado que se impressionava com os gestos e respondia erroneamente. Mas, se a massa realmente é a mesma, por que os volumes são tão diferentes?

A resposta pode ser tão simples como a da brincadeira: a densidade é diferente. Densidade é uma propriedade específica dos materiais que relaciona a sua massa (em quaisquer dos estados físicos: sólido, líquido e gás) com o seu volume. Assim, para uma mesma massa (por exemplo, 1 kg) teremos volumes diferentes, uma vez que as densidades não são iguais.

Você poderia pensar: E se eu manter o mesmo volume, por exemplo, 200 mililitros (o volume de um copo destes usados em embalagens de requeijão), o que aconteceria? Naturalmente, a massa será diferente para os diferentes materiais que você está

imaginando. A essência do conceito de densidade é a relação entre a massa e o volume.

Os setores aeroespacial e automobilístico, incluindo a Fórmula 1, são exemplos da importância desta propriedade específica dos materiais no estado sólido (os gases e os líquidos ficarão para uma outra oportunidade) quando se inicia um novo projeto de carro, ou aeronave ou um veículo espacial. A seleção dos materiais nestes casos é estratégica e um fator crucial, uma vez que o aumento de peso do veículo acarretará num aumento do consumo de combustível. O desafio tecnológico é obter novos materiais mais leves e com propriedades físicas e mecânicas iguais ou superiores a atuais e que possam ser processados ou manufaturados na forma desejada. Atender as estas exigências implica em conhecer as propriedades específicas dos materiais, como, por exemplo, a densidade.

Esta propriedade tão fácil de se medir e com tamanha importância tem algo mais a revelar? Muito mais, poderia dizer. Vamos considerar novamente a matéria em estado sólido. O ferro, o aço, o alumínio, o estanho, o silício, as cerâmicas, e uma grande quantidade de outros materiais têm densidades diferentes. Poderia responder rapidamente o por quê?

Os metais, as ligas metálicas, o silício e as cerâmicas são de natureza cristalina, o que significa ter um arranjo de átomos em uma configuração geométrica específica, de modo a produzir uma unidade básica que se repetirá em todas as direções ao longo de todo o sólido. Esta unidade básica tem um volume específico a cada arranjo de átomos, que tem sua própria massa, que compõem cada

sólido. Como a densidade é uma razão entre as grandezas massa e volume, cada material terá sua densidade específica.

Portanto, agora fica fácil de entender que as diferenças de volume do algodão e do ferro da brincadeira no ensino fundamental são devidas à constituição mais íntima dos dois materiais.

- ⊗ Apelo inicial a leitura
- Lide
- Interlocução direta com o leitor
- Presença de procedimentos explicativos
- Presença de textos imagético
- Presença de analogias
- ⊗ Recuperação de conhecimentos tácitos
- Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
- Fechamento
- Reflexão sobre a importância do tema
- Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Jornal A Tribuna, 2007.

No terceiro texto foi encontrado: apelo inicial a leitura; interlocução direta com o leitor; presença de procedimentos explicativos; recuperação de conhecimentos tácitos; menção a situações próprias do cotidiano do leitor; fechamento.

Os próximos textos analisados foram retirados das coletâneas de livros apresentadas na seção 4. Os textos selecionados foram os que se enquadraram nos 8% das caixas de texto que se referem a pesquisa científica dos últimos 20 anos.

Figura 12 – Análise do quarto texto, coletânea A do terceiro ano.

Aceleradores de Partículas

O estudo da constituição da matéria vem sendo realizado desde os tempos dos gregos, que nos apresentaram a palavra átomo.

Nos dias atuais, com todo o conhecimento acumulado sobre esse tema e apoiado no desenvolvimento de uma sofisticada tecnologia, os grandes laboratórios de estudos sobre a estrutura da matéria e da energia nela contida são os denominados aceleradores de partículas eletricamente carregadas. Existem vários deles construídos em diferentes partes do mundo (figura 49a).

Nesses equipamentos, partículas eletricamente carregadas como elétrons, prótons, íons e também partículas compostas como as partículas alfa, são lançadas em regiões onde é feito vácuo e aplicados campos elétricos intensos. O efeito da interação entre a carga elétrica e o campo elétrico é a aceleração de tais partículas, fazendo-as adquirir grande velocidade.

Os aceleradores de partículas apresentam o formato circular em sua construção (alguns chegam a ter um comprimento de mais de 20 km), o que indica que a trajetória do movimento das partículas eletrizadas que são aceleradas em seu interior também terá esta forma. Conforme discutimos no volume 1 desta coleção, para que uma partícula realize um movimento de trajetória curva, há necessidade da ação de uma força.

No caso dos aceleradores de partículas, a força que promoverá a alteração na direção de seu movimento será a força magnética. Para tanto, no interior dos aceleradores de partículas, por meio de eletroímãs (figura 49b) são produzidos intensos campos magnéticos que interagem com as partículas eletrizadas em movimento. Adequadamente localizados, esses eletroímãs produzem campos magnéticos em direções tais que a força magnética gerada desvia as partículas eletrizadas, fazendo-as percorrer todo o trajeto do acelerador até o local desejado.

Em alguns aceleradores de partículas, estudam-se as radiações emitidas pelas partículas quando estas sofrem abruptas mudanças em suas trajetórias. É a denominada "luz de síncrotron", que é utilizada para estudar as propriedades de materiais em nível microscópico.


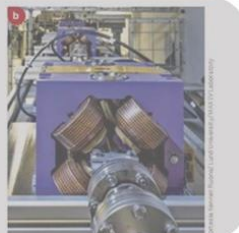
A3 - p. 144 - TDC assuntos dos últimos 20 anos

Apelo inicial a leitura
Lide
Interlocução direta com o leitor
Presença de procedimentos explicativos
Presença de textos imagético
Presença de analogias
Recuperação de conhecimentos tácitos
Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
Fechamento
Reflexão sobre a importância do tema
Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Figura 50: Foto do síncrotron e de parte da área onde são realizadas as pesquisas no Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), em Campinas, São Paulo (2009).

Outros aceleradores de partículas são construídos para o estudo da colisão de partículas. Depois de aceleradas, em um dado local se promove um "choque" entre elas. Tais estudos têm revelado que nesses "encontros" ocorre a liberação de grandes quantidades de energia e ainda pode-se promover a destruição das partículas existentes com a criação de novas. Mais detalhes dos resultados desses estudos você vai encontrar no capítulo 5 deste volume.

Dica: No endereço eletrônico a seguir, você pode acompanhar os estudos de um acelerador de partículas brasileiro (figura 50): <olhardigital.uol.com.br/video/conheca_um_acelerador_de_particulas_e_descubra_para_que_eleserve/18393>. Acesso em: 8 abr. 2016.

Fonte: Adaptado de: Aurelio e Toscano (2016).

O texto escrito por Aurelio e Toscano “Aceleradores de Partículas”, foi retirado da coletânea A. Foram encontrados oito dos elementos esperados, sendo eles: apelo inicial a leitura; *lide*; presença de procedimentos explicativos; presença de textos imagético; recuperação de conhecimentos tácitos; fechamento; reflexão sobre a importância do tema; convite a buscar mais informações sobre o assunto.

Figura 13 - Análise do quinto texto, coletânea B do terceiro ano.

Supercondutores

Supercondutores são materiais que possuem resistividade elétrica quase nula. Neles os elétrons deslocam-se livremente, sem que haja perda de energia na forma de calor (não ocorre o efeito Joule). Como isso pode acontecer?

Vimos que a resistência elétrica dos condutores aumenta com a elevação de sua temperatura, como consequência do aumento da resistividade do material. O efeito inverso também é válido.

Dessa forma, se abaixamos a temperatura de certos materiais até próximo do zero absoluto (zero kelvin), eles se tornam supercondutores, pois suas resistividades caem praticamente a zero.

Entre os materiais supercondutores metálicos podemos citar o zinco, o cádmio, o mercúrio e o estanho, assim como os materiais cerâmicos, constituídos de uma mistura de óxidos de metais como bário, cobre, tâlho, cálcio e estanho.


Um fenômeno interessante acontece quando um disco de material supercondutor, resfriado com nitrogênio líquido, consegue fazer levantar um magneto (pequeno ímã), devido às forças magnéticas de repulsão que passam a atuar entre eles.

Essa propriedade é chamada de levitação magnética, aplicada por exemplo no funcionamento de uma classe de trens de alta velocidade, os *maglev* (Magnetic Levitation Transport).

Os *maglev* são trens de alta velocidade que se movem sem entrar em contato com o solo, utilizando supercondutores para levitá-los e movê-los. Devido ao atrito exclusivamente com o ar, os *maglev* atingem grandes velocidades, quase 500 km/h, e causam menos impactos ambientais que outros tipos de transportes que utilizam combustíveis fósseis, inclusive aviões.

Há projetos para ampliar o uso do *maglev* em diversas partes do mundo. No Brasil, em fevereiro de 2016, começou a operar no Rio de Janeiro, como teste, o Maglev-Cobra, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Além de causar menos impacto ambiental, o custo de implantação do *maglev* é menor do que o do metrô, por exemplo. A implantação de metrô custa de 100 a 300 milhões de reais por quilômetro, enquanto a estimativa é de que o Maglev-Cobra custe aproximadamente 33 milhões de reais por quilômetros.



Trem *maglev*, Xangai, China. Sem data. O comboio flutua sobre um colchão de ar, devido a interações eletromagnéticas, sem resfriamento.

B3 - p. 113 - TDC assuntos dos últimos 20 anos

- Apelo inicial a leitura
- Lide
- Interlocução direta com o leitor
- Presença de procedimentos explicativos
- Presença de textos imagético
- Presença de analogias
- Recuperação de conhecimentos tácitos
- Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
- Fechamento
- Reflexão sobre a importância do tema
- Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Kazuhito e Fuke (2016).

O texto escrito por Kazuhito e Fuke “Supercondutores”, foi retirado da coletânea B. Também foram encontrados oito dos elementos esperados, sendo eles: apelo inicial a leitura; *lide*; presença de procedimentos explicativos; presença de textos imagético; recuperação de conhecimentos tácitos; fechamento; reflexão sobre a importância do tema; convite a buscar mais informações sobre o assunto.

O sexto texto foi escrito por Máximo, Alvarenga e Guimarães, com o título “Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação - Laser”, foi retirado da coletânea C. Dentro dele foram encontrados cinco elementos, sendo eles: apelo inicial a leitura; *lide*; presença de procedimentos explicativos; presença de textos imagético; reflexão sobre a importância do tema.

Figura 14 - Análise do sexto texto, coletânea C do terceiro ano.

Amplificação da luz por emissão estimulada de radiação – Laser

O QUE É UM RAIOS LASER

O laser é um tipo especial de radiação eletromagnética visível, cujas aplicações tecnológicas e científicas vêm crescendo dia a dia.

O termo laser é constituído pelas iniciais das seguintes palavras inglesas: *light amplification by stimulated emission of radiation*, que significam “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. Um feixe de raios laser distingue-se da luz comum por apresentar algumas características próprias, que analisaremos a seguir.

Um feixe de laser apresenta-se sempre com intensidade muito elevada, isto é, há grande concentração de energia em áreas muito pequenas (feixes muito finos). Por exemplo, um laser de potência baixa, em torno de alguns miliwatts, apresenta brilho considerável, muito superior ao da luz emitida por uma lâmpada de 60 watts. Além disso, esse intenso feixe é constituído de raios praticamente paralelos, que podem se propagar por distâncias muito grandes sem se dispersar (os raios se mantêm quase paralelos, com divergência muito baixa).

A luz do laser é monocromática, isto é, ela é constituída de radiações que apresentam uma única frequência, de valor bem determinado. Com a luz comum será muito difícil obter esse grau de monocromaticidade, pois ela se apresenta como uma mistura de radiações de várias frequências (figura 9.25).

Figura 9.23. Os feixes de raios laser mostrados na foto estão sendo usados para analisar a chama proveniente da queima de uma substância combustível. Esse estudo conduzirá à fabricação de motores de combustão mais eficientes e não tão poluentes como os atuais.

Figura 9.24. Os raios laser são usados para cortar e soldar metais e, também, para cortar papel e tecidos.

Figura 9.25. A luz comum é constituída por uma mistura de radiações de diversas frequências.

A luz de um feixe de laser é coerente, enquanto um feixe de luz comum é incoerente. Essa denominação indica que, na luz comum, as cristas e os vales das ondas luminosas se distribuem aleatoriamente uns em relação aos outros, isto é, estão defasadas entre si, como mostra a figura 9.26, e essa defasagem não permanece constante no decorrer do tempo.

Figura 9.26. A luz comum, mesmo quando é monocromática, apresenta-se incoerente.

Por outro lado, as diversas radiações que constituem um feixe de laser estão rigorosamente em fase, havendo coincidência entre as cristas e, em consequência, entre os vales, como mostra a figura 9.27. Dizemos, então, que a luz do laser é coerente.

C3 - p. 262 - TDC assuntos dos últimos 20 anos

A expressão “emissão estimulada”, que aparece no termo laser, indica uma maneira incomum pela qual um átomo emite radiação. Geralmente, essa emissão é feita por um processo denominado **emissão espontânea**, representada na figura 9.28.a: um elétron, que foi transferido para um nível de energia mais elevado em um átomo, tende naturalmente a voltar para um nível de energia mais baixo (mais estável). A energia perdida pelo elétron, nessa transição, é irradiada sob a forma de um pulso de luz, denominado **fóton**. Na figura 9.28.b, o elétron é **induzido** a sofrer a transição pela passagem de um fóton no interior do átomo. Como consequência dessa transição, há a emissão de um fóton exatamente em fase com o fóton incidente. Dizemos que essa é uma emissão estimulada de radiação na qual dois fótons em fase abandonam o átomo. Em uma substância que está emitindo um laser, esse processo ocorre com um número enorme de átomos, que foram previamente excitados. Por exemplo, mesmo em um laser de baixa potência temos a emissão de, no mínimo, 10^{11} fótons por segundo.

APLICAÇÕES DO LASER

São inúmeras as aplicações dos raios laser em diversos setores da ciência, da tecnologia e de nosso cotidiano. Entre elas podemos citar:

- leitura do código universal de produtos, para conferir preços de mercadorias em supermercados (figura 9.29);
- em telecomunicações, utilizando cabo de fibra óptica, para transmitir sinais de TV e telefone;
- para soldar e cortar metais;
- para medir, com precisão, distâncias muito grandes, como a distância da Terra à Lua;
- para furar orifícios muito pequenos e bem precisos, como em instrumentos cirúrgicos;
- em CDs, DVDs e nos Blu-rays, para o armazenamento de informações, músicas e vídeos;
- na holografia, para obtenção de fotografias (hologramas);
- na Medicina, em cirurgias substituindo os bisturis e a colar retinas descoladas.

As aplicações do laser vêm se tornando cada vez mais numerosas, praticamente impossível relacionar todas elas.

Figura 9.28. Em a o átomo emite espontaneamente um fóton. Em b temos a emissão estimulada de um fóton.

Apelo inicial a leitura
 Lide
 Interlocução direta com o leitor
 Presença de procedimentos explicativos
 Presença de textos imagético
 Presença de analogias
 Recuperação de conhecimentos tácitos
 Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
 Fechamento
 Reflexão sobre a importância do tema
 Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Máximo, Alvarenga e Guimarães (2016).

O sétimo e último texto foi escrito por Guimarães, Piqueira e Carron, com o título “Nasa lança telescópio em busca de nova Terra”, foi retirado da coletânea D.

Figura 15 - Análise do sétimo texto, coletânea D do terceiro ano.

Nasa lança telescópio em busca de nova “Terra”

A Nasa lançou [em março de 2009] o primeiro telescópio espacial com capacidade de encontrar um planeta fora do Sistema Solar com tamanho e condições de habitabilidade semelhantes aos da Terra: A Missão Kepler vai monitorar a luminosidade de 170 mil estrelas simultaneamente para cumprir sua tarefa. Cada vez que o brilho de uma estrela cai, é sinal de que um planeta pode estar passando na sua frente.

Esse método, conhecido como “trânsito”, já é usado por outros telescópios. O Kepler, porém, tem uma sensibilidade inédita. Um planeta do tamanho da Terra, se observado a distância, oculta apenas cerca de um décimo de milésimo da luz emitida por sua estrela-mãe, e o novo telescópio espacial poderá enxergar isso.

“Isso equivale à queda de luminosidade que ocorre quando uma pulga passa na frente do farol de um carro vindo na direção contrária a você, de noite, bem longe”, disse [...] Jon Jenkins, da Nasa, um dos criadores do software que servirá como cérebro do Kepler.

[...] O Kepler não tira fotos do Universo bonitas o suficiente para enfeitar paredes. Seu papel será mesmo medir a emissão de luz de cada estrela e perceber mínimas oscilações. Contudo, só depois de análises cuidadosas de dados é que cientistas poderão dizer onde estão os tão procurados planetas “gêmeos” da Terra. O problema é que o brilho de estrelas oscila naturalmente, atrapalhando as medições. Segundo Sylvio Mello, astrônomo da USP, saber se as oscilações ocorrem sozinhas ou por causa dos planetas será “o maior desafio técnico” do Kepler. Para decretar o achado de um planeta, é preciso ver pelo menos três trânsitos com quedas de brilho semelhantes e separados pelo mesmo intervalo.

[...] O Kepler gira em torno do Sol, na mesma órbita da Terra, seguindo-a. A vantagem de estar no espaço é que não há ar para atrapalhar a visão. Além disso, como a Terra gira, um telescópio terrestre não é capaz de observar uma mesma estrela continuamente [...]

Figura 15.1: Representação de telescópio da missão Kepler. Componentes: entrada da luz, proteção térmica, computador de bordo, sistema de posicionamento, painel solar, antena.

Figura 15.2: Campo de visão. Área do céu onde estão as estrelas que o Kepler vai monitorar. Constelação da Lira.

Figura 15.3: Queda de brilho. O Kepler vai monitorar o brilho de mais de 100 mil estrelas. Uma queda de luminosidade muito sutil pode revelar que um planeta está passando na sua frente. Peso: 107 kg. Custo: US\$ 991 milhões. Vida útil: 3,5 anos a 6 anos. Comprimento: 4,5 metros.

Este telescópio espacial é o primeiro com capacidade de encontrar planetas tão pequenos quanto a Terra.

O interesse em procurar planetas pequenos é que aqueles muito grandes – chamados de gigantes gasosos – não possuem uma superfície sólida com condições habitáveis. Entretanto, lembra Mello, habitável não significa habitado. E ainda não há muito como tentar investigar se um planeta fora do Sistema Solar tem vida. “Seria muita casualidade encontrar algo logo de saída”, diz.

Adaptado de: MIOTO, Ricardo. Folha de S.Paulo, 4 mar. 2009.

D3 - p. 261 - TDC assuntos dos últimos 20 anos

- Apelo inicial a leitura
- Lide
- Interlocução direta com o leitor
- Presença de procedimentos explicativos
- Presença de textos imagético
- Presença de analogias
- Recuperação de conhecimentos tácitos
- Menção a situações próprias do cotidiano do leitor
- Fechamento
- Reflexão sobre a importância do tema
- Convite a buscar mais informações sobre o assunto

Fonte: Adaptado de: Guimarães, Piqueira e Carron (2016).

Foram encontrados sete elementos, sendo eles: apelo inicial a leitura; *lide*; presença de procedimentos explicativos; presença de textos imagético; presença de analogias; fechamento; reflexão sobre a importância do tema.

Por fim, concluindo a validação da eficácia e aplicabilidade do método de escrita proposto pelo presente trabalho. Dada a amostra dos sete TDCs, escritos pelos autores apresentados, observa-se que, há uma presença de mais de 60% dos elementos textuais proposto no método apresentado no fluxograma Figura 6. Isso sugere que o método desenvolvido atende ao objetivo proposto de auxiliar na escrita de um TDC e pode ser efetivamente utilizado em contextos de aplicação em IA sendo esses os próximos passos.

5.1.1 Escrita TDC por professores pesquisadores

Dando sequência ao trabalho, sendo outra forma de validação do método proposto, foi feita a escrita do TDC do trabalho “Análise global de dados de Espectroscopia ultrarrápida de bases análogas as de DNA/RNA”, que foi um trabalho de iniciação científica desenvolvido em conjunto com a orientadora e o autor do presente trabalho durante o programa institucional de bolsas de iniciação científica (PIBIC), nos anos de 2021 e 2022. Tendo como um dos resultados do programa de bolsa de iniciação científica um TDC com o título “Medicamentos feitos de DNA/RNA: a física por trás dessa tecnologia”, apresentado a seguir, escrito pelo autor deste trabalho e destinado a alunos do ensino médio.

Medicamentos feitos de DNA/RNA: a física por trás dessa tecnologia

Um dos primeiros passos para a evolução da sintetização de medicamentos foi dado há 126 anos atrás, esse é o tempo que se passou desde que os primeiros medicamentos foram produzidos pelas indústrias farmacêuticas. Um fator que influenciou a produção de fármacos durante os anos seguintes foi o desenvolvimento das técnicas e equipamentos de Espectroscopia. A Espectroscopia é a área da Física que estuda a interação entre a luz e a matéria. A análise de moléculas que podem ser usadas como medicamentos através de técnicas de Espectroscopia é fundamental para compreender as características que podem ser entendidas como potencialidades e os possíveis efeitos colaterais dessas moléculas.

Não é uma novidade que há muito tempo já existem fármacos que são sintetizadas a partir de bases nitrogenadas do DNA e do RNA, em especial se um ou mais átomos de Oxigênio das bases de DNA/RNA forem substituídos por Enxofre. A essa molécula que pode ser usada como um medicamento, para ela damos o nome de Tiobase. Essas substituições

podem ser únicas ou duplas e têm um profundo impacto na forma que essa molécula dissipa energia. Estudar os efeitos dessas substituições é essencial, pois pode representar a chave para desenvolver uma droga mais eficiente para aplicação em terapia fotodinâmica usada no tratamento de câncer de pele e, ao mesmo tempo, entender seu papel na origem de algumas doenças.

O que é o DNA/RNA?

Todos os seres vivos são compostos por células, que são pequenas unidades, cuja dimensão se delimita por uma membrana. Os seres vivos compostos por apenas uma célula, como as bactérias, são chamados seres unicelulares, e seres compostos por muitas células, como nós, denominados pluricelulares. Independentemente do seu grau de complexidade, todas as células possuem em seu interior um genoma composto por ácido desoxirribonucleico, conhecido como DNA, contendo as instruções do funcionamento celular.

Os organismos vivos possuem uma notável característica, a de reprodução, sendo capazes de armazenar informações singulares e de passá-las aos seus descendentes. A grande maioria dos seres vivos utilizam-se dos ácidos nucleicos para armazenar informações e, a biomolécula responsável por este armazenamento é o DNA. O DNA é uma molécula que mantém sua integridade mesmo quando exposta a luz e possui uma alta eficiência em codificar informações e um poderoso sistema de autorreparação. Um pequeno erro nas informações armazenadas em apenas umas das células de um ser vivo podem gerar um grande problema, a replicação desordenada dessas células modificadas pode gerar um câncer no organismo, ou ainda, se esse erro se perpetuar para os descendentes, pode em maior escala, comprometer a permanência e a propagação da vida na Terra.

Nucleobases: do que são feitos o DNA e RNA?

O DNA e o RNA são como “correntes” de elos chamados nucleotídeos, Figura 1. Cada nucleotídeo é como uma unidade básica que compõe essas correntes e é formado por três partes importantes: um pedaço de fosfato, uma parte de açúcar específico e uma parte chamada base nitrogenada. A diferença principal entre o DNA e o RNA está no tipo de açúcar que eles usam, que é como um material diferente na construção dessas correntes. O DNA usa a desoxirribose, enquanto o RNA usa a ribose, daí os nomes “ácido desoxirribonucleico” e “ácido ribonucleico” para DNA e RNA, respectivamente.

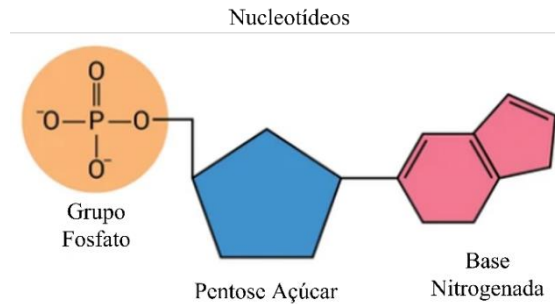


Figura 1: Partes do nucleotídeo.

A base nitrogenada ou Nucleobase é a parte que realmente carrega a informação genética, Figura 2. Existem dois tipos principais de bases nitrogenadas: purinas e pirimidinas. As principais purinas são a guanina e a adenina, e ambas são encontradas tanto no DNA quanto no RNA. As principais pirimidinas são a uracila, citosina e timina. A citosina está presente tanto no DNA quanto no RNA, enquanto a timina está apenas no DNA e a uracila está apenas no RNA.

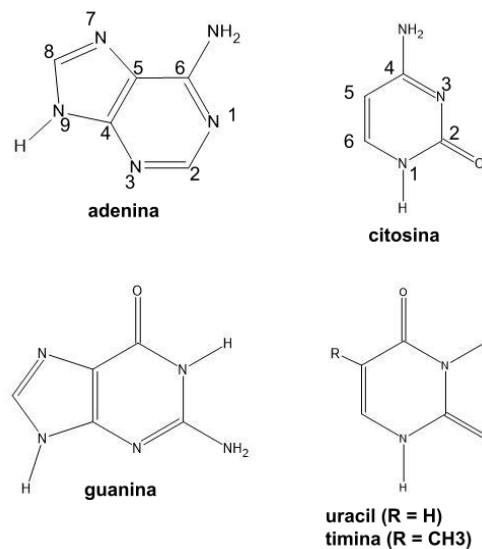


Figura 2: Bases nitrogenadas.

Então, de forma simples, o DNA e o RNA são como correntes, que são feitas de elos compostos de três partes: fosfato, açúcar (desoxirribose no DNA e ribose no RNA) e base nitrogenada. As bases nitrogenadas, como guanina, adenina, citosina, timina e uracila, são como as “letras” que formam as instruções genéticas em nosso corpo. É a combinação dessas letras que cria o código genético que controla tudo o que acontece em nosso organismo.

O que acontece se trocarmos átomos de nucleotídeos do DNA/RNA?

Quando há a substituição de um átomo de Oxigênio por um átomo de Enxofre nas bases canônicas do DNA/RNA, origina-se as Tiobases. Tal substituição pode ser única ou dupla, e os impactos das diferentes substituições confere as moléculas diferentes características e aplicações. Uma das características que difere as Tiobases das bases de DNA/RNA é que apesar de ambas moléculas ao receberem luz ganharem energia, as Tiobases não liberam essa energia igual as bases nitrogenadas. As Tiobases levam muito mais tempo para liberar a energia recebida.

Quais são as aplicações das Tiobases?

As Tiobases são bases análogas às de DNA/RNA utilizadas na prática clínica há mais de 54 anos, cuja aplicação se dá em medicamentos anti-inflamatórios, anticancerígenos e imunossupressores. Os estudos relacionados a uma delas, a 6-Tioguanina, premiaram com o Prêmio Nobel em 1988 os pesquisadores George Hitchings e Gertrude Elion, que apresentaram importantes descobertas sobre o uso desses fármacos com potencial aplicação no tratamento de diversas doenças. Suas pesquisas consistiram na troca de um átomo de Oxigênio por um átomo de Enxofre em bases nitrogenadas.

Quais as diferenças das Nucleobase e Tiobases?

As Nucleobases e Tiobases se diferenciam em sua estrutura molecular, visto a mono ou dupla substituição atômica de átomos de Oxigênio por átomos de Enxofre em posições distintas no átomo de Carbono. A Figura 3 ilustra a base canônica Uracila, e as Tiobases que derivam dela: 2-Tiouracila, 4-Tiouracila e 2,4-Ditiouracila.

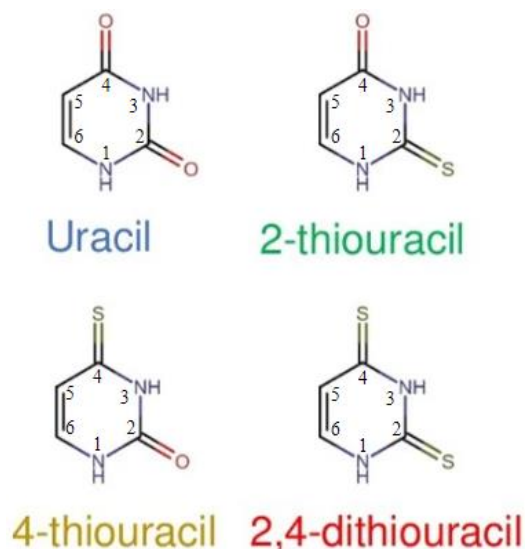


Figura 3: Estruturas atômicas de base canônica e base modificada.

Os ácidos nucleicos que compõem o DNA são fotoestáveis, possuindo a capacidade de dissipar energia absorvida da luz rapidamente quando estimulados por luz Ultravioleta (UV), evitando uma degradação da molécula de DNA/RNA. Essa é a característica que possibilita manter a integridade dessas biomoléculas e conseqüentemente a permanência e a propagação da vida na Terra. Em contrapartida, as Tiobases são foto instáveis devido às suas propriedades de passar mais tempo com a energia armazenada quando excitadas por luz UV, originando assim substâncias altamente tóxicas, que causam a morte das células.

Como estudar as Tiobases?

Para compreender melhor as propriedades de moléculas como as Tiobases, técnicas de Espectroscopia são utilizadas. A Espectroscopia está relacionada ao estudo da interação da luz e a matéria, analisando a forma como a radiação é absorvida, refletida, emitida ou espalhada por uma molécula ou material de estudo.

A Espectroscopia visa rastrear as propriedades e comportamento de uma determinada amostra (que pode ser, por exemplo, uma molécula) diante da interação com a luz. Uma técnica específica utilizada para entender melhor as Tiobases é a Espectroscopia ultrarrápida. Nesse método, pulsos de laser ultracurtos, que duram apenas dezenas de femtosegundos (um femtosegundo é 100.000.000.000.000 vezes mais curto que uma piscada humana), são direcionados para a amostra. Isso permite rastrear como elas se comportam energeticamente após serem estimuladas por luz, em um processo conhecido como fotoexcitação.

Quais são os problemas?

Os potentes fármacos criados com Tiobases para tratamento de diversas doenças possibilitam que os Tioanálogos sejam incorporados no DNA após a metabolização da droga, substituindo as Nucleobases canônicas no DNA do paciente que faz uso de medicações cuja composição os detém, devido ao fato de serem produtos biológicos altamente similares. Essa substituição torna a pele do paciente muito sensível à luz UV, pois, quando estimuladas por essa luz, as Tiobases permanecem em um estado energético por um longo período e produzem uma forma altamente reativa de Oxigênio, conhecido como Oxigênio singlete, espécie de O_2 que é energeticamente mais instável e é altamente tóxica. Nesse sentido, a exposição a tratamentos longos com medicamentos compostos por Tiobases pode levar a danos do DNA e à morte celular quando exposta a luz, aumentando significativamente a probabilidade de desenvolver câncer de pele se os pacientes forem expostos a tratamentos longos com medicamentos compostos por Tiobases.

Importância de Estudar sobre as Tiobases?

Portanto, para mitigar os efeitos tóxicos de medicamentos e melhorar sua técnica de aplicação em tratamento, é fundamental compreender o mecanismo de dissipar a energia das Tiobases e de seus derivados, um desafio importante no uso dessas biomoléculas em medicamentos.

Finalizando...

Em resumo, a análise das Tiobases e seu impacto no DNA/RNA é um campo de estudo fundamental que lança luz sobre questões cruciais relacionadas à saúde e à genética. A compreensão das Tiobases e suas propriedades fotoquímicas, em parte graças à Espectroscopia ultrarrápida, é vital para desvendar os segredos de como substâncias similares ao DNA podem ser utilizadas em medicamentos e, ao mesmo tempo, compreender os riscos que podem representar quando aplicadas de forma inadequada. Portanto, estudar as Tiobases é crucial não apenas para a ciência, mas também para a busca de tratamentos mais eficazes e seguros, o que pode impactar positivamente a vida das pessoas e nossa compreensão do funcionamento de organismos vivos.

Com esse texto é esperado que seja plantado a semente da ciência e desperte a curiosidade de você leitor! Se a curiosidade apareceu, não deixe de buscar por mais

informações. É recomendado buscar sobre esses assuntos em artigos científicos publicados em revistas de pesquisa científica, se tiver dificuldade busque orientação de seu professor.

5.1.2 Análise TDC escrito por professores pesquisadores

O processo de produção desse TDC levou alguns meses. Desde o início de sua produção até a conclusão de sua escrita o texto foi revisado, buscando sua coerência com a linguagem do público alvo e com todos os elementos do método de escrita proposto. Com isso chegando ao resultado apresentado.

No texto apresentado, todos os elementos propostos pelo método de escrita estão presentes. Na introdução, nos dois primeiros parágrafos, encontram-se o apelo inicial a leitura e o *lide*. No desenvolvimento, há momentos de interlocução direta com o leitor, procedimentos explicativos, presença de três figuras que representam textos imagéticos, também se observa a recuperação de conhecimento tácitos sobre Física e Biologia. No décimo terceiro parágrafo tem a presença de analogia e menção a situações próprias do cotidiano do leitor. Na conclusão do texto são vistos os três elementos, fechamento e reflexão sobre a importância do tema durante o penúltimo parágrafo, durante o último parágrafo é feito o convite a buscar mais informações sobre o assunto.

Durante esse processo de escrita foi possível observar que demanda um tempo, que podem ser dias ou até meses, para ser produzido um TDC por pesquisador/professor. Durante o processo de produção o autor precisa de um tempo para pesquisar sobre o tema, um tempo de escrita e um tempo para fazer a revisão do que foi escrito. Conseqüentemente, podem ocorrer alguns imprevistos no meio do caminho que vão ocasionar em um maior tempo de produção.

Com o texto elaborado por pesquisador/professor concluído, foi possível avançar para a próxima etapa do trabalho. Da mesma forma que foi feito o TDC anterior foi produzido um TDC com o auxílio de IA seguindo a mesma temática e o método de escrita produzido. Sendo a última etapa do trabalho a comparação entre os dois textos produzidos.

5.2 Uso de IA para produção de TDC

Ao utilizar a IA como ferramenta, é essencial lembrar que não se espera que ela escreva de forma perfeita, erros e alucinações são previstos. Por isso, a IA deve ser usada apenas como um suporte no processo de escrita e por questões éticas, deve ficar claro ao leitor que a IA foi usada como ferramenta na produção do texto. Assim, para produzir TDCs de qualidade com o auxílio da IA, é importante ter conhecimento tanto do conteúdo específico abordado

quanto da forma de escrita do gênero textual dos TDCs. Isso permite identificar e corrigir facilmente os erros gerados pela IA, tornando o processo de escrita mais rápido e eficiente. Portanto nesse momento será visto como é o processo de produção de texto por IA e como a IA entrega os textos. Seguindo para uma análise da coerência do conteúdo e da estrutura de escrita.

Primeiramente para utilizar IA para produção de TDC, foi escolhido como ferramenta o ChatGPT 3.5 da empresa *OpenAI Incorporated*, que é de livre acesso e para utilizá-lo basta criar uma conta na página da empresa. Foi desenvolvido um *Prompt*⁶, onde é dado as instruções necessárias para que a IA consiga produzir um TDC da melhor forma possível. Segue o *Prompt* utilizado:

Objetivo da Escrita:

Seu objetivo é criar um texto de forma criativa e o conteúdo relevante a partir de um tema fornecido. A escrita deve seguir as seguintes instruções.

Instruções:

1. Leia atentamente o tema fornecido e as instruções, para entender completamente a estrutura de escrita de um texto de divulgação científica.
2. Introduza o texto com um apelo inicial a leitura, onde desperte o interesse do leitor.
3. Logo em seguida introduza um *lide* na introdução, que é uma contextualização do assunto, texto que segue a introdução e que vai completar o assunto, explicando sua relevância para a ciência e para a sociedade.
4. Certifique-se de manter o mesmo nível de linguagem, o texto tem como público alvo alunos do ensino médio.
5. É essencial desenvolver o tema de forma gradual e acessível, evitando o uso excessivo de termos técnicos e priorizando uma linguagem clara e compreensível.
6. Escreva através de uma interlocução direta com o leitor. Sendo a estratégia utilizada para estabelecer uma conexão mais pessoal e imediata com o público-alvo.

⁶ No ChatGPT, um *prompt* é uma linha de comando inicial.

7. Durante o desenvolvimento do texto, utilize exemplos práticos e analogias para facilitar a compreensão do leitor e tornar o conteúdo mais interessante.
8. Faça a recuperação de conhecimentos tácitos, conhecimentos anteriores que fornecem a base do assunto que está sendo tratado e que o leitor pode ter ou não esse conhecimento em sua bagagem.
9. Faça referência a teorias científicas e estudos relevantes que podem ajudar a embasar o tema discutido, aumentando a credibilidade da informação apresentada.
10. Ao concluir o texto, faça uma reflexão sobre a importância do tema e como ele pode impactar o mundo ao nosso redor. Convide o leitor a buscar mais informações sobre o assunto.
11. Revise cuidadosamente sua escrita para garantir que ela siga a estrutura de escrita fornecida anteriormente, evitando alterações de significado ou distorções.
12. Seja criativo e original em sua abordagem de escrita, mas sempre mantendo-se dentro dos limites do conteúdo original.
13. Coloque tudo no formato de um texto corrido, de forma que não perca o sentido.

Essa é uma IA especializada em gerar textos. Logo, sendo limitada com relação a produção de imagens e ilustrações. Por isso não foi pedido no *prompt* a introdução de imagens, que cumpriria um dos elementos do método de escrita. E o tema do texto deve ser fornecido após ser fornecido primeiramente o *prompt*.

5.2.1 Texto IA: “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”

Ao pedir para a IA escrever um texto, utilizando o *Prompt*, com o seguinte tema: “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”. Esse é o mesmo tema do texto apresentado na seção anterior, sendo o mesmo tema durante a análise do texto entregue pela IA será possível fazer a comparação dos dois textos. Obteve-se o seguinte resultado com resposta do ChatGPT 3.5:

A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases

A Física é uma ciência que desempenha um papel fundamental no avanço da medicina e da saúde humana. Um exemplo fascinante dessa interação entre a Física e a saúde é a aplicação da luz na ativação de medicamentos, como no caso das Tiobases.

A Tiobase é um medicamento utilizado no tratamento de algumas doenças de pele, como a psoríase. Sua forma inativa é conhecida como pró-fármaco, ou seja, uma forma inativa do medicamento que se torna ativa por meio de algum processo. Neste caso, a ativação da Tiobase ocorre por meio da luz.

A interação da luz com a Tiobase é um processo físico-químico fascinante. Quando exposta à luz, a Tiobase sofre uma reação fotoquímica que a transforma em sua forma ativa. Essa reação é possível devido à absorção da luz por parte da Tiobase, que promove a quebra de uma ligação química específica na molécula, resultando na liberação do composto ativo.

Esse fenômeno exemplifica a importância da Física na compreensão e no desenvolvimento de tratamentos médicos inovadores. A utilização da luz para ativar medicamentos, como no caso da Tiobase, não apenas aumenta a eficácia do tratamento, mas também reduz os efeitos colaterais, uma vez que a ativação ocorre apenas no local e momento desejados.

Além disso, essa abordagem destaca a importância da interdisciplinaridade na ciência, mostrando como conhecimentos de Física, Química e Medicina podem se combinar para beneficiar a saúde humana. A compreensão dos processos físico-químicos envolvidos na interação da luz com a Tiobase é essencial para o desenvolvimento de novas terapias e tratamentos para diversas doenças.

Assim, a interação da luz com medicamentos, como a Tiobase, não apenas ilustra a importância da Física na saúde humana, mas também abre portas para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas, que podem revolucionar o tratamento de diversas condições médicas no futuro.

5.2.2 Análise: “A Física e a saúde humana: interação da luz com medicamento a base de moléculas de Tiobases”

Com a análise do texto produzido pela IA, a princípio é possível observar que ela forneceu um texto corrido, com um formato adequado ao solicitado e sobre o tema proposto. Mas ao verificar o conteúdo do texto, em buscas de alucinações, situações na qual a IA não fornece uma informação verdadeira ou comete algum erro durante a escrita, foi encontrado um

erro no trecho “A Tiobase é um medicamento utilizado no tratamento de algumas doenças de pele, como a psoríase”. Realmente as Tiobases são utilizados no tratamento de doença de pele, mas não no caso da psoríase, o medicamento para esse tratamento são os Psoralenos (TEIXEIRA; FILIPE, 2016).

Levando em consideração que as Tiobases é um medicamento recente, a IA pode ter cometido esse erro devido ao fato de que os Psoralenos também são utilizados em tratamento de Fototerapia. No trabalho de Teixeira e Filipe (2016) é possível identificar que a estrutura química dos Psoralenos é completamente diferente das Tiobases, logo sua interação com a luz é diferente, assim não sendo possível aplicar as Tiobases no tratamento da Psoríase.

Além disso, as informações sobre o princípio funcionamento das Tiobases está incorreta de acordo com o texto gerado por IA, bem como o seu contexto de uso. Não foi apresentada pela IA o que seria uma Tiobase.

Comparando o texto produzido pela IA com o sugerido por este trabalho, é possível notar algumas diferenças significativas. A mais evidente é o tamanho dos textos, o da IA possui um número menor de páginas. Enquanto o texto gerado pela IA ocupa uma página, o texto escrito por uma pessoa tem aproximadamente quatro páginas, destacando que o texto da IA não contém imagens. Foi observado que o texto fornecido pela IA não possui citação muito menos referências de onde suas ideias foram retiradas. Além disso, foi observada a diferença no tempo de produção dos textos. A IA gerou seu texto em segundos, enquanto o texto escrito por um pesquisador/professor levou meses para ser concluído, o que ressalta a vantagem da IA em termos de velocidade.

No que diz respeito à estrutura da escrita, mesmo com as instruções fornecidas, a IA não incluiu alguns elementos do método proposto. O texto da IA carece de interlocução direta com o leitor, analogias e menções a situações do cotidiano. Também não há recuperação de conhecimentos tácitos, ao contrário do texto pesquisador/professor, que detalha conhecimentos de Biologia e Química para fornecer uma base sólida ao leitor.

Entretanto, é importante destacar que a IA, como o ChatGPT, não possui inteligência no sentido pesquisador/professor de criar raciocínios próprios. Ela é essencialmente um processador e derivador de informações. O ‘T’ de ChatGPT vem de *Transformer*, referindo-se aos algoritmos que impulsionam este programa. Esses algoritmos são como tradutores avançados, treinados para ingerir grandes quantidades de informações e relacionar palavras dentro de um contexto para produzir textos mais coerentes.

Isso significa que, em contextos mais populares ou sobre os quais a IA recebeu mais informações, é mais fácil obter um resultado satisfatório. No entanto, a criação de conteúdo de alta qualidade ainda requer a intervenção humana. Pessoas precisam avaliar o que foi produzido, reforçando o que está bom e corrigindo o que ficou ruim. Assim, a IA pode servir como um ponto de partida valioso, mas a lapidação final ainda depende do toque pesquisador/professor para garantir que o texto atenda aos padrões esperados.

Ressalto que o ensino usando IA para produzir os textos científicos demanda ética, pois caberá ao professor revisar se o texto está de acordo com as fontes, bem como referenciar os autores em que a IA se baseou, prezando pela qualidade e confiabilidade do conteúdo científico explorado com os alunos, e pelo direito autoral. Isso reforça o que Freire (2002) aborda sobre as exigências do processo de ensino, segundo o autor ensinar exige ética, o ato de educar não pode ser separado de uma formação rigorosa tanto ética quanto estética, não é possível pensar os seres humanos longe da ética, pois estar fora dela é uma transgressão. Em vista disso, o docente também tem a oportunidade de ensinar aos alunos a ética no ensino de ciências e no uso de tecnologias para sua aprendizagem. Segundo Nunes-Neto e Corando (2021), o ensino de ética detém uma urgência para serem abordados nos processos de aprendizagem, e a educação em ciências possui um potencial para integrar o ensino de ética, visando a resolução ou, pelo menos, a mitigação de problemas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise realizada neste trabalho sobre a presença de TDCs atuais nos livros didáticos de Física revelou a necessidade emergente de implementação e modernização dos conteúdos apresentados no ensino médio. Constatou-se que a presença de TDCs nos livros didáticos do PNLD de 2018 é baixa, da amostra de 399 caixas de texto, 32% são destinadas para TDCs. E 8% das caixas de texto são destinadas para TDCs sobre assuntos de pesquisa científica dos últimos 20 anos (tendo como base o ano de publicação dos livros, 2016).

Sendo insuficiente para atender a necessidade educacional no contexto brasileiro onde a dificuldade de interpretação é uma realidade (PISA, 2022) e a falta do letramento científico impede que um indivíduo seja capaz de compreender os impactos da ciência e da tecnologia sobre a sociedade (SANTOS, 2007). O que gera um grande descompasso entre a evolução da ciência e o conhecimento científico daqueles que fazem o ensino médio.

Este achado instigou a análise da relevância do uso de tecnologias avançadas para aprimorar a qualidade do ensino. Os resultados obtidos sugerem que a produção de TDCs, juntamente com a integração de IA como ferramenta, pode contribuir significativamente para tornar o ensino de Física mais atrativo e contextualizado, alinhado com as descobertas científicas contemporâneas. A modernização do currículo não apenas facilita a compreensão dos conceitos científicos pelos alunos, mas também promove um maior engajamento e interesse pela ciência. E a IA como ferramenta poderia proporcionar a produção de textos otimizando o tempo de produção e apoiando o professor que deseja utilizar um material além do que o livro didático proporciona.

Entretanto, a implementação dessa ferramenta requer uma abordagem cuidadosa e colaborativa. É fundamental que os educadores, cientistas e autores de livros didáticos trabalhem juntos com a IA, para garantir que os conteúdos estejam sempre coerente e sejam apresentados de maneira acessível e envolvente. Além disso, a capacitação contínua dos professores e o investimento em infraestrutura tecnológica são essenciais para a efetiva integração da IA no ambiente educacional.

Para futuras pesquisas, recomenda-se a expansão da análise dos TDCs para incluir outras mídias educacionais e a realização de estudos longitudinais para avaliar o impacto dessas atualizações no desempenho dos alunos. Também é importante investigar as percepções dos

alunos e professores sobre o uso de IA no ensino, bem como explorar as implicações éticas⁷ associadas a essa tecnologia.

Ressalto que o ensino usando IA para produzir os textos científicos demanda ética, pois caberá ao professor revisar se o texto está de acordo com as fontes, bem como referenciar os autores em que a IA se baseou, prezando pela qualidade e confiabilidade do conteúdo científico explorado com os alunos. Nesse sentido, o docente também tem a oportunidade de ensinar aos alunos a ética no ensino de ciências e no uso de tecnologias para sua aprendizagem. Segundo Nunes-Neto e Corando (2021), o ensino de ética detém uma urgência para serem abordados nos processos de aprendizagem, e a educação em ciências possui um potencial para integrar o ensino de ética, visando a resolução ou, pelo menos, a mitigação de problemas. Já segundo Freire (2002) ensinar demanda ética, o ato de educar não pode ser separado de uma formação rigorosa tanto ética quanto estética. Para concluir essas considerações, Freire (2002) ressalta que não é possível pensar os seres humanos longe da ética, pois estar fora dela é uma transgressão.

Em síntese, este trabalho contribui para a discussão sobre a necessidade de modernização do ensino de Física no ensino médio e destaca o potencial das tecnologias de IA para aprimorar os processos educativos. Espera-se que as conclusões aqui apresentadas possam servir como base para futuras iniciativas e pesquisas voltadas para a melhoria contínua da educação científica no Brasil.

⁷ [...] entendemos a ética como uma reflexão (aprofundada) sobre as ações humanas e os valores que as condicionam, de um ponto de vista normativo, buscando justificações racionais (Nunes-Neto; Corando, 2021, p.5).

REFERÊNCIAS

- ABREU, R. G. de; GOMES, M. M.; LOPES, A. C. Contextualização e tecnologias em livros didáticos de biologia e química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 10, n. 3, p. 405-417, 2005.
- ALDA, A. **If I understood you, would I have this look on my face?:** my adventures in the art and science of relating and communicating. New York: Random House, 2017. E-book Kindle.
- Alves-Mazzotti, A. J.; Gewandsznajder, F. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. 2000.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Nacional PISA 2010**. Brasília, DF: Inep, 2010. Disponível em: https://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/letramento_cientifico.pdf. Acesso em: 10 jul. 2024.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Nacional PISA 2015**. Brasília, DF: Inep, 2015.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Nacional PISA 2018**. Brasília, DF: Inep, 2020.
- BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Relatório Nacional PISA 2022**. Brasília, DF: Inep, 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (PCN)**, Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEMTEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Ensino Médio Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Brasília: SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2023.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD 2018)**: física –guia de livros didáticos –Ensino Médio. Secretaria de Educação Básica

–SEB –Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2017. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/pnld-2018/> Acesso em: 10 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD)**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>. Acesso em: 10 abr. 2024.

BUENO, W. d. C. Jornalismo científico: conceitos e funções. **Ciência e cultura**, v. 37, n. 9, p. 1420–1427, 1985.

DANTAS, L. F. S.; DECCACHE-MAIA, E. Divulgação científica no combate às fake news em tempos de covid-19. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. e797974776, 2020.

DE SOUZA, P. H. R.; ROCHA, M. B. Caracterização dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos de biologia. **Revista Práxis**, v. 12, n. 23, p. 97-108, 2020.

CARVALHO, G. T.; CASTANHEIRA M. L.; MACHADO M. Z. V. **Letramentos acadêmicos como práticas sociais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2023. E-book Kindle.

FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. d. A.; QUEIROZ, S. L. Argumentação no ensino de química a partir do debate de questões sócio-científicas. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, v. 12, 2016.

FELBER, D.; KRAUSE, J. C.; VENQUIARUTO, L. D. O uso de jogos digitais como ferramenta de auxílio para o ensino de física. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 1, n. 2, 2018. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/8152>. Acesso em: 16 jul. 2023.

FERREIRA, L.N. de A.; QUEIROZ, S. L. Textos de divulgação científica no ensino de ciências: uma revisão. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 5, n. 1, p. 3-31, 2012.

FOLETTTO, L. Criação e cultura livre na era da inteligência artificial generativa. **Aurora: revista de arte, mídia e política**, v. 16, n. 48, p. 76-92, 2023.

FRAGA, F. B. F. F. de; ROSA, R. T. D. da. Microbiologia na revista Ciência Hoje das Crianças: análise de textos de divulgação científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 21, p. 199-218, 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. Editora Paz e terra, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOMES, D. d. S. Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. **Revista Olhar Científico**, v. 1, n. 2, p. 234-246, 2010.

LEMOS, A. L. M. Erros, falhas e perturbações digitais em alucinações das IA generativas: Tipologia, premissas e epistemologia da comunicação. **MATRIZES**, v. 18, n. 1, p. 75-91, 2024.

MOREIRA, I. d. C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**, p.43-64, 2002.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0006>. Acesso em: 10 jul. 2024.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0451>. Acesso em: 10 jul. 2024.

NASCIMENTO, T. G.; JUNIOR, M. F. R. A produção de textos de divulgação científica na formação inicial de licenciandos em ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 10, n. 1, 2010.

NUNES-NETO, N.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em Revista**, v. 37, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>. Acesso em: 10 jul. 2024.

OLIVEIRA, F. F. d.; VIANNA, D. M.; GERBASSI, R. S. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Revista Brasileira de Física**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/rh5x6dG35fJrV87r99L5PmK/>. Acesso em: 17 ago. 2023.

OLIVEIRA, M. B. C. d.; CANTANHEDE, L. B.; CANTANHEDE, S. C. d. S. Investigando aproximações entre textos de divulgação científica e livros didáticos de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, p. 601-615, 2020.

OLIVEIRA, S. S. d.; SILVEIRA, T. A. d.; ARAÚJO, M. L. F. Elementos discursivos e estéticos em textos de divulgação científica. **Revista Principia – Divulgação Científica e Tecnológica**

do IFPB, João Pessoa, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/7281>). Acesso em: 20 jul. 2023.

OLIVEIRA, V. Inteligência Artificial: Como ampliar sua adoção. **Revista Inteligência Competitiva**, v. 8, n. 3, p. 111-116, 2018.

OLSON, R. **Houston, we have a narrative: why science needs story**. University of Chicago Press, 2015. E-book Kindle.

ROBILOTTA, M. R. O cinza, o branco e o preto—da relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 7–22, 1988. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10071>). Acesso em: 07 jan. 2023.

ROSA, B. T. G.; DA CUNHA, M. B. Os textos de divulgação científica em livros didáticos de Química e suas propostas metodológicas. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 4, n. 2, 2020.

SANTOS, W. L. P. D. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, 2007.

TEIXEIRA, A. I.; FILIPE, P. L. Protocolos de Fototerapia no Tratamento da Psoríase. **Revista SPDV**, v. 74, n. 4, p. 355-362, 2016.

VIEIRA, R. D.; NASCIMENTO, S. S. d. Uma visão integrada dos procedimentos discursivos didáticos de um formador em situações argumentativas de sala de aula. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 15, p. 443–457, 2009.

ZAMBONI, L. M. S. **Cientistas, jornalistas e a divulgação científica: subjetividade e heterogeneidade no discurso da divulgação científica**. Campinas: Autores Associados, 2001.

ZANVETTOR, K.; CALDAS, G. **Divulgação científica e interdisciplinaridade**. XXXIX Congresso Brasileiro de Ciência da Comunicação, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.portalintercom.org.br/anais/nacional2016/resumos/R11-1099-1.pdf>). Acesso em: 21 ago. 2023.

APÊNDICE A – TDCs presentes nos livros didáticos

Código de análise (por volume)	Página	Título Caixas de Textos	Título	Conteúdo abordado				Atualidade do assunto (Ano(s))		Site / Fonte	
				Física Moderna	Astronomia						
A1	93	Algo a +	A formação do Sistema Solar	Física Moderna	Astronomia			2008	8	Inauguração LHC: 2008 Teoria da formação do sistema solar: René Descartes no ano de 1644, sendo reformulada por Immanuel Kant em 1775 e, depois, por Pierre-Simon de Laplace em 1796. Teoria supernova: por Fred Hoyle em 1954. (Observação: 1885)	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
A1	144	Textos e Interpretação	Nas asas de um avião	Termodinâmica	Mecânica Clássica			1903	113	Criação do Avião: Em 17 de dezembro de 1903 Em 1687, Isaac Newton dedicou ao estudo da mecânica dos fluidos.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
A1	167	Textos e Interpretação	$E = m \cdot c^2$ – A dinâmica das altas velocidades	Física Moderna	Mecânica Clássica			1945	71	Lançamento da bomba atômica Hiroshima (Japão): Em 6 de agosto de 1945 Trabalhos de Albert Einstein, de 1905, formula da energia.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.

A1	251	Textos e Interpretação	O transcorrer do tempo	Física Moderna				2008	8	Fala sobre o LHC: construído em 2008 Fala sobre Teoria da Relatividade: 1905	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
A2	30	Algo a +	O Efeito Estufa	Termodinâmica	Ópticas			1896	120	Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (prêmio Nobel de química em 1903) apontou a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) como produtora de dióxido de carbono (CO ₂) e calculou que a temperatura da Terra aumentaria 5°C com o dobro de CO ₂ na atmosfera.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
A2	207	Textos e Interpretação	Um pouco sobre a teoria quântica da luz	Física Moderna	Ópticas			1934	82	Criação do primeiro fotômetro moderno: em 1916, desenvolvido pelo astrônomo norte-americano Harlan True Stetson. Em 1934, Harrison, NJ. Harley Iams e Bernard Salzberg desenvolveram a primeira fotomultiplicadora que torna o fotômetro extremamente mais sensível. Trabalhos de Albert Einstein, de 1905, efeito fotoelétrico Trabalhos de Planck, de 1900, radiação de corpo negro	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
A3	144	Algo a +	Accelerador de Partículas	Física Moderna				2015	1	Foto do Laboratório MAX-lab, de 2015. O Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS): Foto de 2009	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

A3	187	Algo a +	<i>O laser</i>	Física Moderna	Ópticas	Eletromagnetismo		1960	56	O conceito de radiação a laser foi primeiramente concebido no “The Quantum Theory of Radiation” de Einstein publicado em 1917. Entretanto em 7 de julho de 1960, Maiman observou pela primeira vez emissão de radiação estimulada com luz visível, utilizando cristal de rubi e denominou LASER.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
A3	200	Algo a +	Ressonância Magnética	Física Moderna	Eletromagnetismo			1971	45	Embora muitos pesquisadores já tenham descrito a maior parte da física subjacente, a imagem de ressonância magnética foi inventada por Paul C. Lauterbur em setembro de 1971	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
A3	103	Textos e Interpretação	A centenária e misteriosa supercondutividade	Eletromagnetismo	Termodinâmica			2001	15	Descoberta do díboro de magnésio em 2001, por uma equipe liderada por Jun Akimitsu na Universidade de Okayama, Japão, surgiu um novo limite, de temperatura para a supercondutividade, atingindo 39 Kelvin.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
A3	207	Textos e Interpretação	O Higgs, a massa e a ciência que prossegue	Física Moderna	Mecânica Clássica			2012	4	No dia 4 de julho de 2012, foi divulgado pelo Cern, a existência de uma partícula que pode ser o famoso bóson de Higgs, aquela que seria responsável pela massa de todas as partículas elementares.	Gonçalves Filho, A.; Toscano, C. Física: interação e tecnologia. Leya, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

B1	64	Outras Palavras	Análise cinemática de um movimento de	Mecânica Clássica	Esporte	Interdisciplinar		1960	56	Surgimento da Biomecânica 1960	www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/060212.pdf
B1	74	Outras Palavras	Confirmando Galileu, longe de casa	Mecânica Clássica	Astronomia			1971	45	Comandante David R. Scott fazendo experimento de Galileu 1971.	http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/image/featherdrop_sound.mov
B1	130	Outras Palavras	O salto de Daiane dos Santos	Mecânica Clássica	Esporte	Interdisciplinar		2004	12	Foi realizado um estudo do salto duplo twist carpado executado pela Daiane dos Santos. Os saltos analisados foram filmados num dia de treinamento da Daiane no Centro. Olímpico em Curitiba no ano de 2004.	http://demotu.org/x/daiane/
B1	162	Outras Palavras	<i>Bungee jumping</i>	Mecânica Clássica	Esporte	Interdisciplinar		1988	28	O bungee jump (equipamento em que a pessoa fica presa por uma corda elástica e salta de alturas acima de 40 metros) foi criado pelo neozelandês A. J. Hackett em 1988.	www.bungeezone.com/equip/cord.shtml

B1	172	Outras Palavras	Saiba mais sobre o <i>sandboard</i>	Mecânica Clássica	Esporte	Interdisciplinar			1986	30	Criado por volta de 1986 em Florianópolis, Santa Catarina, o Sandboard é um esporte que consiste em descer dunas de areia com a utilização de uma espécie de prancha similar à prancha de snowboard, usada na neve.	http://esporte.hsw.uol.com.br/sandboard.htm
B1	228	Outras Palavras	Energia, quantidade de movimento e interações entre	Física Moderna	Interdisciplinar				2007	9	Interações e colisões de fótons Gil da Costa Marques e Nobuko Ueta, 2007	http://efisica.if.usp.br/otica/basico/fotons/interacoes/
B1	174	(Quadro sem título, cor azul)		Mecânica Clássica	Termodinâmica				1969	47	Apollo 11 foi um voo espacial tripulado norte-americano responsável pelo primeiro pouso na Lua. Os astronautas Neil Armstrong e Buzz Aldrin alunissaram o módulo lunar Eagle em 20 de julho de 1969.	www.apollo11.com/home_na_lua_21.php
B2	167	A Física no Cotidiano	Fibra óptica	Ópticas	Interdisciplinar				1951	65	O termo fibra óptica surgiu somente em 1951 quando o holandês Heel e os ingleses Kapany e Hopkins criaram algumas fibras de vidro com revestimentos para guiar luz e imagens.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 2, 2016.

B2	17	Outras Palavras	Micro-ondas	Eletroneuromagnético	Termodinâmica			1945	71	A origem do micro-ondas ocorreu nos Estados Unidos pelo engenheiro Percy Spencer (1894-1970), por volta de 1945, próximo ao final da 2ª Guerra Mundial.	Hewitt, Paul. Física conceitual. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. p. 269
B2	27	Outras Palavras	Concreto armado	Mecânica Clássica	Termodinâmica	Interdisciplinar		1849	167	Considera-se que o concreto armado surgiu na França, no ano de 1849, com o primeiro objeto do material registrado pela História sendo um barco, do francês Lambot, o qual foi apresentado oficialmente em 1855.	https://docente.ifrn.edu.br/valtencirgomes/disciplinas/construcao-de-edificios/apostila-concreto
B2	51	Outras Palavras	Furacões	Mecânica Clássica	Termodinâmica	Interdisciplinar		2015	1	No texto fala sobre ciclone tropicais no Oceano Pacífico em setembro de 2015.	www.ices.ucsb.edu/gem/furacoes.htm
B2	142	Outras Palavras	A luz é uma onda ou é uma partícula?	Física Moderna	Mecânica Clássica	Ondulatória		1905	111	Trabalhos de Albert Einstein, de 1905, teorias que reconstroem o modelo corpuscular da luz em evidência.	www.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1109200504.htm

B2	155	Outras Palavras	O Princípio da Ação Mínima: a natureza é econômica	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1746	270	Em seu artigo de 1746 Maupertuis apresentou o princípio de ação mínima como um princípio geral e universal.	Zumpano, A. Luz: um pouco mais de mistério. Ciência Hoje, Rio de Janeiro, Instituto Ciência Hoje, ano 7, v. 36, n. 213, p. 75, mar. 2005
B2	177	Outras Palavras	A curvatura da luz na atmosfera	Ópticas	Astronomia			1989	27	Trabalho do astrônomo Ronaldo Rogério de Freitas Mourão, em 1989. https://super.abril.com.br/tecnologia/desvios-causados-pela-refracao-dos-raios-de-luz	Mourão, R. R. d. F. Desvios causados pela refração. Superinteressante, out, 1989. p. 34
B2	207	Outras Palavras	Telescópios refratores	Ópticas	Astronomia			1827	189	Descrição feita pelo Observatório Nacional. Telescópio criado por D. Pedro I em 1827.	Observatório Nacional - www.on.br

B2	220	Outras Palavras	Medicina preventiva	Ópticas	Interdisciplinar			1963	53	<p>Texto tirado de um pagina 2015</p> <p>A primeira técnica eficaz de cirurgia refrativa foi desenvolvida na Clínica Oftalmológica Barraquer (Bogotá, Colombia) em 1963 pelo Dr. José Barraquer.</p>	www.abcdobebe.com/cuidados-de-saude/o-sentido-da-visao.html
B2	257	Outras Palavras	Ondas: alterações em águas rasas	Ondulatória	Mecânica Clássica			1982	34	<p>O Centro de Estudos do Mar da Universidade Federal do Paraná fundado em 13 de março de 1982, como Centro de Biologia Marinha.</p> <p>Texto tirado de um pagina 2015</p>	www.cem.ufpr.br/pr-ia/pagina/pagina.php?menu=ondas_alteracoes#
B2	269	Outras Palavras	Poliuição sonora	Ondulatória	Interdisciplinar			2004	12	<p>Texto tirado de um pagina 2015</p> <p>Primeiros trabalhos sobre poluição sonora 2004</p> <p>Ising, H; Kruppa, B (1 de janeiro de 2004). «Health effects caused by noise : Evidence in the literature from the past 25 years». Noise and Health (em inglês).</p>	www.icb.ufmg.br/lpf/2-14.html

B2	272	Outras Palavras	O timbre	Ondulatória	Interdisciplinar			1989	27	Trabalho de José Miguel Wisnik de 1989	Wisnik, J. M. O som e o sentido. São Paulo: Companhia das Letras, 1989, p. 23-25
B2	207	A Física na História	Os telescópios espaciais	Astronomia	Interdisciplinar			2003	13	Telescópio Espacial Spitzer, lançado em 2003, para captar imagens produzidas por raios infravermelhos. Telescópio Espacial Hubble, lançado em 1990.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 2, 2016.
B2	228	A Física na História	O pêndulo de Foucault	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1851	165	Em 1851, o físico e astrônomo francês Jean Bernard Léon Foucault (1819-1868) demonstrou em público que o movimento de rotação da Terra realizava-se em torno do seu próprio eixo.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 2, 2016.

B2	37	(Quadro sem título, cor azul)	(Sem título - Inversão térmica nas cidades)	Termodinâmica	Interdisciplinar			1952	64	<p>Texto tirado de um pagina 2015</p> <p>A primeira inversão térmica associada a grandes proporções de concentração de poluentes no ar ocorreu em dezembro de 1952 em Londres, sendo conhecida em inglês como The Great Smog (uma mistura de neblina com poluição).</p>	http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/anexo/inversao.htm
B2	38	(Quadro sem título, cor azul)	(Sem título - Efeito estufa)	Termodinâmica	Interdisciplinar			1896	120	<p>Texto tirado de uma página 2015.</p> <p>Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (prêmio Nobel de química em 1903) apontou a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) como produtora de dióxido de carbono (CO₂) e calculou que a temperatura da Terra aumentaria 5°C com o dobro de CO₂ na atmosfera.</p>	www.sobiologia.com.br/conteudos/bio_ecologia/ecologia29.php
B2	57	(Quadro sem título, cor azul)	(Sem título - Tela de plasma)	Física Moderna	Eletromagnetismo			1997	19	<p>A primeira TV de Plasma foi lançada em 1997 pela Fujitsu e tinha resolução de 852×480 pixels em um painel de 42 polegadas.</p>	http://tecnologia.hs.w.uol.com.br/tela-de-plasma1.htm

B2	57	(Quadro sem título, cor amarelo)	O quarto estado da matéria	Física Moderna	Eletrromagnetismo	Termodinâmica		1850	166	O primeiro cientista a descrever o plasma foi o físico inglês Willian Crookes (1932-1919), na década de 1850, após a criação do tubo de raios catódicos.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 2, 2016.
B3	113	A Física no Cotidiano	Supercondutores	Mecânica Clássica	Termodinâmica	Eletrromagnetismo		2016	0	No Brasil, em fevereiro de 2016, começou a operar no Rio de Janeiro, como teste, o Maglev-Cobra, desenvolvido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 3, 2016.
B3	239	A Física no Cotidiano	Avião hipersônico australiano bate recorde mundial de	Mecânica Clássica				2007	9	O avião hipersônico australiano HyCAUSE bateu o recorde mundial de velocidade em 15/06/2007	www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010130070618

B3	271	A Física no Cotidiano	Exames usando a Medicina Nuclear	Física Moderna	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar		1990	26	PET-CT (tomografia por emissão de pósitrons), uma das mais avançadas técnicas de diagnóstico por imagem, teve início de sua utilização na prática clínica mundial na década de 1990 e, de maneira mais relevante, a partir do ano 2000.	Yamamoto, K.; Fuke, L. F. Física para o ensino médio. Saraiva, São Paulo, ed. 4, v. 3, 2016.
B3	65	Outras Palavras	O experimento de Millikan	Eletrromagnetismo				1909	107	O experimento de Millikan ou experiência da gota de óleo foi um importante experimento científico que permitiu determinar a carga elétrica do elétron. A experiência foi realizada pela primeira vez pelo físico estadunidense que dá nome ao experimento, Robert Andrews Millikan, juntamente do também físico norte-americano Harvey Fletcher em 1909.	Crease, R. P. Os 10 mais belos experimentos científicos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006, p. 123, 135-136.
B3	190	Outras Palavras	Magneto tactismo	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1970	46	Magneto recepção: comprovação da tese em 1970. As bactérias magneto tácticas, descobertas por Salvatore Bellini em 1963 e redescobertas por Richard P. Blakemore em 1975, se comportam como dipolos magnéticos permanentes e se orientam ao longo das linhas do campo magnético terrestre.	De Barros, H. G. P. Interação do campo magnético da Terra com os seres vivos. Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 22, n. 3, p. 312-316, 3 set, 2000

B3	240	Outras Palavras	Paradoxos e o paradoxo dos gêmeos	Física Moderna				1905	111	Trabalhos de Albert Einstein, de 1905, Teoria da Relatividade.	Pires, A. S. T. Evolução das ideias da Física. São Paulo: Livraria da Física, 2008. p. 315-316
B3	258	Outras Palavras	O gato de Schroedinger	Física Moderna				1937	79	De acordo com o livro: posto por Erwin Schroedinger em 1937	www.feiradeciencias.com.br/sala23/23_MA14.asp
B3	273	Outras Palavras	Usinas nucleares brasileiras	Física Moderna				2000	16	De acordo com o livro: O programa nuclear brasileiro começou na década de 1950 e culminou com a criação da Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, no Rio de Janeiro. Também fala sobre Usina nuclear de Angra, Angra II, que teve sua obra concluída em 2000.	www.cnem.gov.br/images/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf

B3	279	Outras Palavras	É possível estudar o impossível?	Termodinâmica	Mecânica Clássica	Física Moderna		1945	71	<p>O conteúdo mais recente abordado no texto é sobre a criação da bomba atômica. Em 16 de julho de 1945, cientistas liderados pelo físico norte-americano Julius Robert Oppenheimer (1904 – 1967) realizaram o primeiro teste nuclear bem-sucedido, a explosão aconteceu no deserto de Alamogordo, na região de Los Alamos, no Estado do Novo México.</p>	Kaku, M. Física do impossível. Rio de Janeiro: Rocco, 2010. p. 13-14
C1	21	Aplicações da Física	A nano revolução	Física Moderna	Interdisciplinar			2009	7	<p>Nano robótica é uma tecnologia que cria nano máquinas ou robôs à escala de um nanômetro (10⁻⁹ metros). Mais especificamente, a nano robótica é considerada uma área emergente da nanotecnologia, unindo a disciplina de desenho e construção de nano robôs, nano eletrônica e biomateriais. Esses e outros fatos foram publicados em carta aberta endereçadas ao secretário-geral das Nações Unidas em 2009.</p> <p>No final de 2004, dois pesquisadores, Andre Geim e Konstantin Novoselov, da Universidade de Manchester, na Inglaterra, descreveram o processo para a obtenção de um novo material chamado grafeno, a partir da esfoliação de grafite.</p>	Luz, A. M. R; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	66	Aplicações da Física	Mapas de ruas e a tecnologia GPS	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1972	44	<p>GPS: Trata-se de um sistema eletrônico de informação criado pelo exército norte-americano e que começou a ser usado por eles em 1972</p>	Luz, A. M. R; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.

C1	247	Aplicações da Física	Dispositivos para observar o fundo dos oceanos	Mecânica Clássica				2012	4	O submarino que conseguiu ir mais fundo foi o chinês Jiaolong, que, em 2012, alcançou a profundidade de 7 000 m.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	206	Física no Contexto	A casa sustentável: o futuro que já chegou	Termodinâmica	Eletrromagnetismo	Mecânica Clássica	Interdisciplinar	2014	2	A casa sustentável foi inaugurada em 2014	Camargo, S. Casa sustentável: o futuro que já chegou: http://planetasustentavel.abril.com.br/blog/blog-da-redacao/a-casa-sustentavel-o-futuro-que-ja-chegou/
C1	270	Física no Contexto	A sustentação das aeronaves	Mecânica Clássica	Esporte			1903	113	Criação do Avião: Em 17 de dezembro de 1903	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.

C1	22	Integrando...	Integrando Ciências Naturais: Método científico	Termodinâmica	Interdisciplinar			1896	120	Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (prêmio Nobel de química em 1903) apontou a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) como produtora de dióxido de carbono (CO ₂) e calculou que a temperatura da Terra aumentaria 5°C com o dobro de CO ₂ na atmosfera.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	134	Integrando...	Integrando Força e contração muscular	Mecânica Clássica	Interdisciplinar	Esporte		1960	56	Surgimento da Biomecânica 1960	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	208	Integrando...	Integrando Força muscular e energia	Mecânica Clássica	Interdisciplinar	Esporte		1960	56	Surgimento da Biomecânica 1960	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.

C1	78	Infográfico	Como funciona a energia eólica?	Mecânica Clássica	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar		1887	129	O surgimento da energia eólica para geração de eletricidade ocorreu em 1887, na cidade de Glasgow, Escócia, onde o Professor James Blyth, da antiga Universidade de Anderson, criou o primeiro moinho eólico capaz de gerar energia elétrica.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	170	Infográfico	Como funciona o metrô?	Mecânica Clássica	Eletrromagnetismo			1863	153	Em 10 de janeiro de 1863 o metrô londrino transportou mais de 40 mil pessoas. Idealizado por Charles Pearson, o primeiro metrô do mundo é inaugurado em Londres às 6 da manhã do dia 10 de janeiro de 1863.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
C1	274	Infográfico	Submarino Nuclear	Física Moderna	Mecânica Clássica	Termodinâmica	Eletrromagnetismo	1979	37	O submarino de propulsão nuclear é um projeto antigo da Marinha brasileira, elaborado em 1979, que vislumbrou a chance de sair do papel após o acordo militar com a França. Porém, conforme apontou Grossi à mídia, essa migração do sonho para a realidade não será fácil.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.

C2	26	Aplicações da Física	Avanços na tecnologia da medida e do controle	Termodinâmica	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar		1947	69	O primeiro termômetro infravermelho foi inventado por William Dubilier em 1947. Ele criou o “Radiomicrometro”, que usava um tubo de vácuo e detectores de infravermelho para medir a temperatura sem tocar o objeto.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	39	Aplicações da Física	O planeta como uma grande estufa	Termodinâmica	Ondulatória	Ópticas		1896	120	Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (prêmio Nobel de química em 1903) apontou a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) como produtora de dióxido de carbono (CO ₂) e calculou que a temperatura da Terra aumentaria 5°C com o dobro de CO ₂ na atmosfera.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	65	Aplicações da Física	Câmaras termográficas	Ondulatória	Termodinâmica	Interdisciplinar		1987	29	Em 1987, a American Medical Association (Associação Americana de Medicina) reconheceu a Termografia Digital por Infravermelho como uma ferramenta viável para o uso diagnóstico em ciências médicas. E do trabalho do físico húngaro Kálmán Tihanyi, em 1929, surgiu a primeira câmera de visão noturna da História.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

C2	107	Aplicações da Física	Aquecimento global do planeta	Termodinâmica	Interdisciplinar			1896	120	Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius (prêmio Nobel de química em 1903) apontou a queima de combustíveis fósseis (petróleo, gás e carvão) como produtora de dióxido de carbono (CO ₂) e calculou que a temperatura da Terra aumentaria 5°C com o dobro de CO ₂ na atmosfera.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	131	Aplicações da Física	Reflexão em câmeras fotográficas	Ópticas				1940	76	As câmeras SLR surgiram no final nos anos 1940	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	181	Aplicações da Física	Microscopia moderna	Física Moderna	Ópticas	Eletromagnetismo		2001	15	Em 2001, pesquisadores da empresa norte-americana IBM conseguiram posicionar átomos de cobalto (azul) em uma superfície de cobre (vermelha), formando uma espécie de 'curral quântico' elíptico, com cerca de 20 nm de largura. O microscópio de tunelamento (STM) foi criado em 1981	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

C2	96	Física no Contexto	Materiais de estrutura pouco comum	Termodinâmica	Eletrromagnetismo			1964	52	<p>PRIMEIRO BIOSSENSOR, APROVADO EM 1962</p> <p>O LCD foi inventado pelo engenheiro americano George Heilmeier no ano de 1964</p> <p>A descoberta do primeiro cristal líquido deve-se a Friedrich Reinitzer em 1888</p>	<p>Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.</p>
C2	120	Física no Contexto	Eclipse do Sol e da Lua	Astronomia	Ópticas			1994	22	<p>O último eclipse solar total da Terra</p> <p>O último que pôde ser observado no Brasil ocorreu em 1994</p>	<p>Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.</p>
C2	124	Física no Contexto	Câmara escura de orifício	Ópticas				1826	190	<p>Um erudito árabe, Alhazem (físico e matemático), descreveu a câmara escura em princípios do século XI</p> <p>A primeira fotografia de que se tem registro foi tirada na França, em 1826, por Joseph Nicéphore Niépce.</p>	<p>Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.</p>

C2	135	Física no Contexto	O forno solar	Ópticas	Termodinâmica	Eletrromagnetismo		1970	46	Já nos anos 70, um projeto em Odeillo, no Sul da França, inovou e desenvolveu uma “fornalha” abastecida pela luz solar, que ainda hoje é a maior em funcionamento no mundo.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	195	Física no Contexto	O pêndulo de Foucault	Mecânica Clássica				1851	165	Em uma experiência, realizada em 1851, o cientista francês Léon Foucault utilizou um pêndulo para demonstrar, de modo convincente, que a Terra está em rotação.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	217	Física no Contexto	Polarização da luz	Ópticas	Eletrromagnetismo			1810	206	Em 1810, o francês Etienne-Louis Malus descobriu que a luz refletida em uma interface plana entre dois meios poderia ser polarizada.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

C2	229	Física no Contexto	A expansão do universo	Física Moderna	Astronomia			1930	86	A teoria da expansão do universo foi aceita pela maioria da comunidade científica no início da década de 1930.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	48	Integrando...	Integrando Conceitos para entender o	Termodinâmica	Interdisciplinar	Física Moderna		1954	62	Do ponto de vista teórico o primeiro estudo quântico de sistemas estabilizados por ligação de hidrogênio foi documentado somente em 1954 por Coulson e Danielson.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	82	Integrando...	Integrando termodinâmica e corpo humano	Termodinâmica	Interdisciplinar			1780	236	No período entre 1780 e 1790, Galvani sustenta que há uma forma intrínseca de eletricidade envolvida na condução nervosa e na contração muscular. O estudo da BIOFÍSICA teve início no século XIX, quando os princípios da Física estabelecidos por Isaac Newton começaram a ser aplicados nas ciências biológicas.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

C2	186	Integrando...	Integrando imagem e o sentido da visão	Ópticas	Interdisciplinar			1604	412	Este texto apresenta a teoria kepleriana do processo de visão, exposta no quinto livro dos Paralipomena, publicado no ano de 1604. Destacam-se os seguintes aspectos: (1) o mapeamento do olho humano feito por Kepler.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	52	Infográfico	Como funciona um dirigível?	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1852	164	Em 24 de setembro de 1852 em Paris ocorreu o primeiro voo de um balão dirigível, que também foi o primeiro voo de uma aeronave motorizada.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
C2	114	Infográfico	Como funciona uma refinaria de petróleo?	Termodinâmica	Interdisciplinar			1859	157	1859 – EUA: aberto o primeiro poço na cidade de Tittusville, Pensilvânia, por uma broca, com 21 m de profundidade. Drake, seu descobridor, instalou uma refinaria rudimentar para extrair querosene e chegou a produzir 19 barris/dia (3 m3).	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

C3	20	Aplicações da Física	Pintura eletrostática a pó	Eletrromagnetismo				1980	36	Uma técnica aplicada na indústria desde a década de 1980 para colorir metais é a pintura eletrostática.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	55	Aplicações da Física	Como funcionam os para-raios?	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1752	264	Em 15 de junho de 1752, Benjamin Franklin conduziu um experimento com uma pipa durante uma tempestade. Nisso, Franklin empinou a pipa com um fio de metal e conectou esse fio a uma chave e a um acumulador de carga elétrica. No fim, esse experimento levou-o a concluir que os raios são um fenômeno elétrico de grande intensidade.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	74	Aplicações da Física	Diferença de potencial na medicina	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1887	129	O primeiro eletrocardiograma humano foi registrado pelo fisiologista Augustus D. Waller, em experimentos realizados com o eletrômetro capilar de Lippman, em 1887.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	168	Aplicações da Física	O motor de corrente contínua	Eletrromagnetismo				1886	130	O ano de 1886 pode ser considerado, como o ano de nascimento da máquina elétrica, pois foi nesta data que o cientista alemão Werner von Siemens inventou o primeiro gerador de corrente contínua autoinduzido.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	181	Aplicações da Física	Como se forma a imagem em um tubo de TV	Eletrromagnetismo	Física Moderna			2004	12	Inventadas as TVs de tubo em 1920 Em 2004, as telas de LED surgem para dar fim à briga entre plasma e LCD, com menor consumo de energia e imagens mais nítidas.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	221	Aplicações da Física	Densitometria Óssea	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1972	44	O primeiro equipamento de Densitometria Óssea comercial da história foi desenvolvido na Universidade de Wisconsin – Madison USA em 1972, sob a tutela de Richard B. Mazess, Ph. D. fundador da Lunar Corporation.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	250	Aplicações da Física	GPS - Sistema de posicionamento global	Física Moderna	Eletrromagnetismo			1972	44	GPS: Trata-se de um sistema eletrônico de informação criado pelo exército norte-americano e que começou a ser usado por eles em 1972.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	262	Aplicações da Física	Amplificação da luz por emissão estimulada de	Eletrromagnetismo	Ondulatória	Física Moderna	Interdisciplinar	2000	16	O Laserdisc teve sua estreia comercial em 1978 O livro dá exemplo da aplicação do laser no Blu-ray, que começou a ser desenvolvido no ano 2000 com o patrocínio da Sony, Panasonic, LG, Philips, Pioneer e Samsung.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	120	Física no Contexto	Supercondutividade a altas temperaturas	Eletrromagnetismo	Termodinâmica			1986	30	Em 1986, uma nova classe de materiais supercondutores foi descoberta: uma cerâmica.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	157	Física no Contexto	Recurso de inclusão social para deficientes auditivos	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1940	76	A bobina de indução magnética, também chamada de “T-coil”, “T-switch”, “telecoil” ou popularmente “bobina telefônica” foi criada no final de 1940 por Sam Lybarger, mas somente depois de sessenta anos é que começou a ser realmente usada.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	169	Física no Contexto	Os Cíclotrons	Eletrromagnetismo	Física Moderna			1946	70	Um dos maiores cíclotrons construídos por Lawrence e inaugurado em 1946.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	186	Física no Contexto	A magnetosfera	Eletrromagnetismo	Astronomia			1958	58	A existência da magnetosfera foi descoberta em 1958, pela sonda espacial Explorer 1.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	201	Física no Contexto	Usinas geradoras de energia elétrica	Eletrromagnetismo	Termodinâmica			1991	25	O primeiro parque eólico offshore em escala comercial, com capacidade de 160 MW, foi inaugurado em 1991 na Dinamarca.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	212	Física no Contexto	As unificações das teorias físicas	Eletrromagnetismo	Mecânica Clássica	Física Moderna		1979	37	A importância do trabalho de Abdus salam fez com que ele recebesse o Prêmio Nobel de física em 1979.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	243	Física no Contexto	Matéria e antimatéria	Física Moderna	Astronomia			1932	84	A antimatéria foi prevista em 1928, quando Dirac juntou a teoria quântica e a relatividade de Einstein e concluiu que a resposta do problema em que trabalhava apresentava duas soluções – uma em que a energia do elétron era positiva, o que era um resultado esperado, e outra em que a energia era negativa, que a princípio não fazia o menor sentido físico. Assim, Dirac sugeriu existir um estado complementar à matéria que denominou antimatéria. sua hipótese seria confirmada experimentalmente em 1932 por Carl Anderson, que descobriria o pósitron.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	30	Integrando...	Integrando a força elétrica e a matéria	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1954	62	Fala sobre geometria molecular: Para facilitar a determinação da geometria das moléculas de uma substância, o químico inglês Ronald James Gillespie criou, em 1954, algumas regras baseadas na TREPV.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	142	Integrando...	Integrando a pilha de Daniell e o gerador	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1836	180	A pilha de Daniell foi desenvolvida por John Frederic Daniell, em 1836, e é um aprimoramento da pilha de Volta.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	188	Integrando...	Integrando a física e a forma como os seres vivos se	Eletrromagnetismo	Ondulatória	Interdisciplinar		1970	46	Magneto recepção: comprovação da tese em 1970. As bactérias magneto tácticas, descobertas por Salvatore Bellini em 1963 e redescobertas por Richard P. Blakemore em 1975, se comportam como dipolos magnéticos permanentes e se orientam ao longo das linhas do campo magnético terrestre.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	264	Integrando...	Integrando o fazer ciência ao mundo moderno	Eletrromagnetismo	Física Moderna			1927	89	Foto da 5ª conferencia de 1927, no instituto internacional de física solvay, belgica.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	78	Infográfico	Como funciona o carro elétrico?	Eletrromagnetismo				1828	188	O primeiro carro elétrico da história pode ser considerado o resultado de diversas pesquisas e testes, que culminaram no desenvolvimento do primeiro motor elétrico do mundo, em 1828, pelo engenheiro húngaro Ányos Jedlik. O motor foi acoplado a um modelo de carro, após alguns anos.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
C3	144	Infográfico	Como funciona o computador?	Eletrromagnetismo				1982	34	O texto mostra os componentes de um PC A primeira placa mãe surgiu inicialmente em um computador da empresa IBM, no ano de 1982.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

C3	266	Infográfico	Destino do rejeito radioativo das usinas brasileiras	Física Moderna	Interdisciplinar			1982	34	Início da usina nuclear no Brasil Em 1982, após longo período de construção, teve início a operação comercial da usina Angra 1, com 657 MW.	Luz, A. M. R.; Alvarenga, B.; Guimarães, C. C. Física: contexto & aplicações. Scipione, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
D1	26	Física Explica	Erro da Nasa pode ter destruído sonda	Mecânica Clássica	Astronomia			1999	17	Data do erro pelo qual a sonda espacial Mars Climate Orbiter foi destruída 1999.	Ferroni, M. Folha de São Paulo, 1 out 1999
D1	35	Física Explica	Relógio atômico	Física Moderna	Ondulatória	Interdisciplinar		1972	44	GPS: Trata-se de um sistema eletrônico de informação criado pelo exército norte-americano e que começou a ser usado por eles em 1972.	cienciahoje.uol.com.br/colunas/do-laboratorio-para-a-fabrica/Se-nao-fosse-o-relogio-atomico

D1	48	Física Explica	Sistema de Posicionamento Global (GPS)	Física Moderna	Astronomia	Interdisciplinar		1972	44	GPS: Trata-se de um sistema eletrônico de informação criado pelo exército norte-americano e que começou a ser usado por eles em 1972.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
D1	190	Física Explica		Mecânica Clássica	Esporte			1968	48	Fala sobre os Jogos Olímpicos de 1968.	Walker, J. O circo voador da Física. Rio de Janeiro: LTC, 2008, p. 18
D1	194	Física Explica	Aceleradores de partículas	Física Moderna				2012	4	Fala sobre a descoberta do bóson de Higgs 2012.	Halliday, D.; Resnick, R. Fundamentos da Física: Mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 1994

D1	271	Física Explica	A bexiga natatória e o submarino	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1936	80	Em 1936, o destacado físico russo Iakov Perelman abordou um fenômeno relacionado ao movimento de peixes submersos.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 1, 2016.
D1	158	Física tem História	Energia eólica	Mecânica Clássica	Eletrmagnetismo	Interdisciplinar		1990	26	No Brasil instalação de computadores e sensores essenciais para energia eólica foram instalados em 1990.	www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/energia_eolica/6_2.htm
D1	280	Compreendendo o Mundo	Sistemas internos de distribuição	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			1550	466	A física médica começou o seu desenvolvimento por volta do século XVI.	José A. F. médico e professor de Biologia

D2	65	Física Explica	O gás liquefeito de petróleo	Termodinâmica	Interdisciplinar			1910	106	Em 24 de dezembro de 1910, foram produzidos 200 galões de GLP na refinaria da Riverside Oil Co., nos Estados Unidos, sendo esse o primeiro gás liquefeito de petróleo.	http://carros.hsw.uol.com.br/gas-liquefeito-de-petroleo.htm
D2	90	Física Explica	O zero absoluto	Termodinâmica				1848	168	O trabalho de Carnot foi publicado em 1824. Somente 24 anos depois, em 1848, foi que William Thomson (1824-1907) pôde compreender a profundidade desse trabalho e a validade geral da escala de temperatura do gás perfeito, uma das razões pela qual foi condecorado com o título de Lord Kelvin.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
D2	108	Física Explica	ITER - Uma esperança de energia limpa	Física Moderna				2006	10	O Reator Termonuclear Experimental Internacional (ITER), que vem sendo construído desde 2006.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

D2	134	Física Explica	O pêndulo de Foucault	Mecânica Clássica	Interdisciplinar			2013	3	Pêndulo de Foucault. Museu de Artes e ciências de valência, Espanha, 2013.	Aczel, A. O pêndulo: Lêon Foucault e o triunfo da ciência. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, p. 1-4.
D2	178	Física Explica	A ultrassonografia e o efeito Doppler	Ondulatória				1957	59	Em 1957, Douglas Howry, médico Americano, e sua esposa também médica, Dorothy Howry, são considerados os pioneiros na utilização da ultrassonografia diagnóstica.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
D2	222	Física Explica	Fibras ópticas	Ópticas				1951	65	O termo fibra óptica surgiu somente em 1951 quando o holandês Heel e os ingleses Kapany e Hopkins criaram algumas fibras de vidro com revestimentos para guiar luz e imagens.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.

D2	114	Física tem História	A descoberta do efeito estufa	Termodinâmica	Interdisciplinar			1859	157	Em 1859, descoberta do físico John Tyndall moléculas que absorvem muito mais calor.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
D2	182	Compreendendo o Mundo	Eco localização	Ondulatória	Interdisciplinar			1930	86	História. Apesar de essa capacidade ter sido postulada pelo biólogo italiano Lazzaro Spallanzani (1729-1799), foi descrita primeiramente nos anos de 1930.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 2, 2016.
D2	248	Compreendendo o Mundo	Reações químicas na visão	Ondulatória	Interdisciplinar			1780	236	No período entre 1780 e 1790, Galvani sustenta que há uma forma intrínseca de eletricidade envolvida na condução nervosa e na contração muscular. O estudo da BIOFÍSICA teve início no século XIX, quando os princípios da Física estabelecidos por Isaac Newton começaram a ser aplicados nas ciências biológicas.	Atkins, P.; Paula, J. Físico-químico. 8 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010, v. 1

D3	125	Física Explica	O magnetismo das moscas	Eletrromagnetismo	Interdisciplinar			1970	46	Magneto recepção: comprovação da tese em 1970. Super interessante https://super.abril.com.br/ciencia/magneto-rrecepcao-o-sexto-sentido#google_vignette	Farina, M. Ciência Hoje. V. 42, n. 252, set, 2008
D3	178	Física Explica	Radiação gama é usada na preservação do patrimônio	Eletrromagnetismo	Física Moderna	Interdisciplinar		2015	1	Irradiação preserva memória e patrimônio cultural, publicado em 12/11/2015 https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=368544	https://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=368544
D3	195	Física Explica	A dilatação do tempo e suas consequências	Física Moderna				1971	45	Experimento Joseph Hafele e Richard Keating verificação teoria da relatividade, em 1971.	Halliday, D.; Resnick, R.; Walker. Fundamentos da Física: Óptica e física moderna. 4 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1995

D3	207	Física Explica	Células fotoelétricas	Física Moderna				1905	111	Trabalhos de Albert Einstein, de 1905, Efeito fotoelétrico.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
D3	226	Física Explica	Vivemos em um mundo radioativo	Física Moderna				1990	26	O Departamento de Radiometria Ambiental do Ipen [Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares] desenvolveu pesquisas para determinar o nível de radioatividade natural presente em águas de abastecimento público, fontes de águas minerais e águas engarrafadas. A linha de pesquisa se iniciou na década de 1990.	INSTITUTO de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen). Água mineral é tema de pesquisa em radiometria. Jornal Órbita, ano IV, n. 16, maio/jun. 2003.
D3	242	Física Explica	Risco de acidente nuclear sempre vai existir	Física Moderna				2007	9	Fala sobre o acidente de Chernobyl, em 1986 Dado de 2007: "Apesar dos riscos, a geração de energia elétrica por usinas nucleares no mundo aumentou 75% entre 1986 e 2007, alcançando cerca de 2 600 bilhões de kW/h."	SCARELLI, Thiago. UOL Notícias. São Paulo, 25 mar. 2009. Disponível em: < http://noticias.uol.com.br/ultnot/internacional/2009/03/25/ult1859u813.jhtm >

D3	261	Física Explica	Nasa lança telescópio em busca de nova "Terra"	Astronomia	Interdisciplinar				2009	7	A Nasa lançou [em março de 2009] o primeiro telescópio espacial com capacidade de encontrar um planeta fora do Sistema Solar com tamanho e condições de habitabilidade semelhantes aos da Terra.	MIOTO, Ricardo. Folha de S.Paulo, 4 mar. 2009.
D3	270	Física Explica	Há muito mais espaço lá embaixo	Física Moderna					2009	7	2009 - Data de lançamento de aparelho para leitura cujo chip de memória, menor que a tampa de uma caneta, pode armazenar mais de 17 mil livros inteiros.	OLIVEIRA, I. S. (Coord.). Física hoje. Ciência Hoje. Rio de Janeiro, 2007. p. 71.
D3	187	Física tem História	A relatividade de Einstein	Física Moderna					2005	11	Fala sobre o ano de 2005, que foi eleito pela comunidade internacional dos físicos como o Ano Mundial da Física, por ser o do centenário de publicação dos trabalhos de Albert Einstein. Em 1905, considerado o ano miraculoso, foi publicada pela revista alemã de Física Annalen der Physik [Anais da Física] uma série de artigos do jovem Einstein, então com 26 anos e ocupando o cargo de especialista técnico do Departamento Suíço de Patentes, em Berna.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.

D3	201	Física tem História	Energia em pacotes	Física Moderna				1960	56	O transistor de silício e germânio foi criado pelos físicos John Bardeen e Walter House Brittain em 1947, nos laboratórios de tecnologia da empresa norte-americana Bell Telephone. Em 16 de maio de 1960, Theodore Maiman acendeu uma luz de alta potência sobre um rubi parcialmente coberto com prata e o resultado foi o primeiro laser do mundo.	Guimarães, O.; Piqueira, J. R.; Carron, W. Física. Ática, São Paulo, ed. 2, v. 3, 2016.
D3	136	Compreendendo o Mundo	As navegações e a bússola	Eletromagnetismo	Interdisciplinar			1972	44	Texto cita o GPS - Trata-se de um sistema eletrônico de informação criado pelo exército norte-americano e que começou a ser usado por eles em 1972.	ACZEL, Amir D. Bússola: a invenção que mudou o mundo. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002. p. 115-118.
D3	182	Compreendendo o Mundo	A radiação ultravioleta e a vida das pessoas	Eletromagnetismo	Interdisciplinar			2009	7	Trabalho de Marianna Durante Unger, em 2009. Determinação dos níveis séricos de vitamina D em uma amostra de indivíduos saudáveis da população brasileira.	Disponível em: < www.correiodobrasil.com.br/jovens-tem-deficiencia-de-vitamina-d >. Acesso em: 13 nov. 2012. Acesso em: 07 mai. 2024. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/5/5148/tde-07052010-160709/publico/MariannaDuranteUnger.pdf

D3	249	Compreendendo o Mundo	O ciclo do combustível nuclear	Física Moderna	Interdisciplinar			1983	33	<p>O texto fala sobre reprocessamento de combustível nuclear.</p> <p>Em 1983 ocorre a primeira operação a frio de treinamento em tecnologia de processamento de materiais irradiados (conhecida como reprocessamento).</p>	<p>HINRICHS, Roger A.; KLEINBACH, M. Energia e meio ambiente. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. p. 368-372</p>
----	-----	-----------------------	--------------------------------	----------------	------------------	--	--	------	----	--	--