

A HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA TEMÁTICA “LEIS DE NEWTON” EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS INDICADOS PELO PNLD 2021

The History of Science in the theme “Newtons’s laws” in textbooks about Nature Science and their Technologies indicated by PNLD 2021

Joyce Cristina Mendes de Paula [joyce.paula@aluno.ufop.edu.br]
Sandra de Oliveira Franco-Patrocínio [sandra.patrocinio@ufop.edu.br]
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas – ICEB – Ouro Preto – MG, 35400-000

Recebido em: 17/06/2022

Aceito em: 07/01/2023

Resumo

Diante do importante papel do livro didático nos processos de ensino e aprendizagem, tanto para estudantes quanto para professores, buscamos, neste trabalho, analisar como a história da ciência está sendo empregada nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias voltados para o Ensino Médio indicados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático em 2021 dentro da temática “Leis de Newton”. Colocando luz sobre o potencial que a história da ciência carrega de formar concepções dos estudantes sobre o caráter do conhecimento científico, utilizamos a metodologia criada por Laurinda Leite (2002), adotando uma abordagem qualitativa, para compreender quais são as perspectivas que as obras estão trazendo para seus leitores. Embora haja a presença de elementos da história da ciência e uma tentativa discreta, em alguns livros, de introduzi-la de uma forma um pouco mais explanativa, de modo geral, apresenta-se uma história da ciência linear, alheia a fatores humanos e sociais que permeiam a construção histórica do conhecimento, inculcando uma imagem de neutralidade da ciência e inexorabilidade do método científico.

Palavras-chave: Livro didático; Ensino de física; História da Ciência; Leis de Newton.

Abstract

Based on the important role assumed by the textbook in teaching and learning processes, not only for students but also for teachers, we seek to analyze in this work how History of Science is being used in high school level textbooks about Nature Sciences and their Technologies. We considered textbooks with regard to “Newton’s laws” that were indicated in 2021 by the Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD – Brazilian Textbook Program). Illuminating the potential that the History of Science has to form student conceptions about the scientific knowledge character, we used the methodology created by Laurinda Leite (2002), adopting a qualitative approach to understand which perspectives the works are providing to their readers. Although it can be identified in some books the presence of elements of the History of Science and a reasonable attempt to introduce it in a little more explanatory way, in general, the History of Science presented is linear, unconnected with human and social factors that are present in the historical development of knowledge, inculcating a neutral image of the science and also the inexorability of the scientific method.

Keywords: Textbook; Physics Teaching; History of Science; Newton’s laws.

Introdução

Tendo em mente a relevância da História da Ciência (HC) para o Ensino de Ciências e concebendo o livro didático (LD) como principal apoio do professor em sala de aula, considerando, também, que as impressões dos estudantes e, conseqüentemente, da sociedade, acerca do modo como a ciência é feita, se caracterizam como implicações indiretas da forma como a HC é comumente apresentada nos livros didáticos, nos propusemos a executar tal análise.

Vasconcelos e Plácido (2013) trazem que

o livro didático é um dos recursos mais empregados na escola brasileira, pois além de ser utilizado pelo professor no processo de ensino aprendizagem, em muitos casos é a única fonte de informação para estudantes de escolas públicas e continua sendo o material mais utilizado na escola, apesar da crescente utilização da internet como fonte de informação. (VASCONCELOS e PLÁCIDO, 2013, p. 12)

A respeito disso, as autoras destacam que, diferente da internet, “o livro didático representa uma fonte segura de aprendizagem” (VASCONCELOS; PLÁCIDO, 2013, p. 12). “O livro didático é um dos recursos pedagógicos pelo qual se articulam conteúdos sistematizados para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e orientar as práticas pedagógicas, bem como o recurso didático mais utilizado em sala de aula” (ALVES et al., 2019, p. 100).

Cerqueira e Martins (2010) escrevem que

o livro didático frequentemente é considerado como um recurso pedagógico único, cujo objetivo deve permear a formação dos estudantes como cidadãos preparados para a realidade e os contextos nos quais estão (ou estarão) inseridos durante a sua vida. [...] o livro didático também é apontado como instrumento que compõe o ambiente escolar, sendo, muitas vezes, a única fonte de informação dos alunos e professores. (CERQUEIRA e MARTINS, 2010, p. 167-168)

Afirmações como estas corroboram a percepção que temos de que a maior parte de nós vivenciou essa presença constante do livro didático durante todo o percurso escolar e acadêmico, e reafirmam a importância desse material.

“O livro didático faz-se constante na sala de aula, sendo um dos elementos básicos na organização da prática pedagógica, principalmente por ser utilizado pelos professores na preparação de suas aulas e elaboração de seus planejamentos” (VASCONCELOS e PLÁCIDO, 2013, p. 13) e, “além de facilitar o trabalho do docente, ele melhora o acesso ao conteúdo teórico pelos alunos, diminui o excesso de anotações no quadro e otimiza o uso do tempo de aula” (SIMÕES, 2019, p. 14).

“No Brasil, o livro didático é ferramenta de ensino-aprendizagem e suporte para a organização do currículo na maioria das instituições de ensino Fundamental e Médio do país” (SIMÕES, 2019, p. 14). Assim, torna-se patente que o livro exerce hegemonia entre os recursos didáticos utilizados em sala de aula, e, diante de sua enorme importância, compreendê-lo, analisá-lo, estende essa compreensão, de um modo geral, para a forma como os assuntos estão sendo tratados em sala de aula.

Para esta empreitada, definimos a temática Leis de Newton como objeto de nossa investigação por ser um assunto que, muitas vezes, passa a impressão de simplicidade, em termos de conteúdo, mas é fruto de um longo e exaustivo trabalho, o qual colocou em pauta discussões de conceitos milenares até tomar a forma concebida por Isaac Newton (1643-1727). Diante disso, temos como objetivo compreender como a História da Ciência/Física é abordada na temática Leis de Newton – ou Leis do Movimento – nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias indicados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) em 2021.

História da Ciência no ensino de ciências

No final do século XIX, “cientistas e educadores passaram a acreditar que a inclusão de um pouco de História da Ciência no ensino seria estimulante para os estudantes de ciências” (CAJORI, 1899, *apud* LEITE, 2002, p. 335, tradução nossa). A autora relata que¹

A História da Ciência era vista, então, como uma forma de humanizar a ciência, que havia sido introduzida no currículo alguns anos antes, mas já estava sofrendo ataque. De fato, a ciência era criticada e até considerada “um sujeito frio e desumanizado, não preocupada com as pessoas”. (LEITE, 2002, p. 335, tradução nossa)

Ainda que passados mais de 100 anos dessas colocações, é possível ver, em Kominsky e Giordan (2002), uma percepção sobre a ciência e cientistas, por parte de alunos do Ensino Médio, que denota desumanização². Os autores fizeram um levantamento a partir de questionamentos respondidos e desenhos esboçados por alunos de faixa etária entre 15 e 18 anos, e

Em todas as representações, observa-se um cientista do sexo masculino, solitário e interagindo somente com seu mundo. Nas únicas cenas em que se representam outras pessoas, elas são vistas como objetos; tanto o homem como cobaia, como a mulher na foto de parede. [...] Nota-se a preponderância do caráter experimental dado ao agir do cientista, desconsiderando, aparentemente, a troca de informações entre os pares, as elaborações teóricas e as próprias ciências não experimentais. Há uma flagrante ausência de menção às comunidades científicas como foro de troca de idéias e de legitimação do conhecimento. (KOMINSKY e GIORDAN, 2002, p. 14-15)

Ribeiro e Silva (2017) mencionam um estudo feito por Mead e Métraux em 1957 – praticamente no meio desse intervalo de 100 anos – que reporta uma visão de alunos do ensino médio estadunidense sobre a imagem do cientista, em que este é visto como um homem de jaleco branco, idoso ou de meia-idade, que trabalha em um laboratório, cercado por equipamentos estranhos, produtos químicos, tubos de ensaio, microscópio ou telescópio, e que faz experimentos com animais e plantas.

Pérez et al. (2001) estendem essa perspectiva para a esfera social, reforçando a visão descontextualizada e neutra do trabalho científico, apontando que frequentemente

Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes... Em particular, faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria. (PÉREZ et al., 2001, p. 133)

O trabalho de Ribeiro e Silva (2018) traz uma análise do impacto de uma intervenção utilizando HC sobre a imagem do cientista tida por estudantes. Os resultados revelam-se significativos, uma vez que as concepções no momento pós-ensino mostram uma grande desconstrução da visão que se tinha no momento antes do ensino, esta caracterizada fortemente pelo empirismo. Segundo os autores, essas visões “têm um efeito negativo sobre a possibilidade de os jovens optarem por uma carreira de pesquisador” (RIBEIRO e SILVA, 2018, p. 131).

Sequeira e Leite (1988) trazem, a respeito da HC utilizada no ensino de ciências, que

Quando se utiliza a História da Ciência no ensino das ciências os alunos podem verificar como as teorias actualmente aceites evoluíram em consequência de uma atividade humana, colectiva, desenvolvida num contexto sócio-histórico-cultural (que também evoluiu ao longo dos tempos) e, desta forma, apreciar o significado cultural e a validação dos princípios e teorias científicas à luz do contexto dos tempos em que foram aceites. Isto só será possível, e aqui surge outra vantagem da utilização da História da Ciência, se os alunos tiverem oportunidade de refletir sobre o passado para ajudar a compreender o presente e preparar para enfrentar o futuro numa sociedade científica e

¹ É possível notar, nesta passagem, uma personificação da ciência, havendo uma indistinção entre ciência e cientista.

² Consideramos este exemplo representativo por ser uma visão que se arraigou, atravessando mais de um século.

tecnologicamente avançada como, cada vez mais, é aquela em que vivemos. (SEQUEIRA e LEITE, 1988, p. 36)

Em uma passagem de *A Estrutura das Revoluções Científicas*, obra do físico, historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn (1922-1996), em relação aos livros didáticos ou livros-texto, chamados por este de manuais, Kuhn (1962) pontua que³

Os manuais, por visarem familiarizar rapidamente o estudante com o que a comunidade científica contemporânea julga conhecer, examinam várias experiências, conceitos, leis e teorias da ciência em vigor tão isolada e sucessivamente quanto possível. Enquanto pedagogia, esta técnica de apresentação está acima de qualquer crítica. Mas, quando combinada com a atmosfera geralmente a-histórica dos escritos científicos [...] causa a seguinte impressão: a ciência alcançou seu estado atual através de uma série de descobertas e invenções individuais, as quais, uma vez reunidas, constituem a coleção moderna dos conhecimentos técnicos. (KUHN, 1962, p. 178)

Sobre a abordagem da ciência nas escolas e as consequências disso para a formação do indivíduo, Hülsendeger (2007) comenta que

(...) planta-se na mente dos alunos ideias de verdades universais ou de que o erro e a incerteza não têm lugar na Ciência, quando é justamente o contrário. O pesquisador erra, engana-se, mas também se questiona, e é dessa forma que o conhecimento é construído. Porém, isso raras vezes é dado a saber ao aluno, tirando-lhe a oportunidade de compreender que é na tentativa da correção de seus erros que ele também poderá crescer e aprender bem mais. Da mesma forma, existe uma tendência a apresentar os conteúdos sem considerar o seu desenvolvimento. Apresenta-se a Ciência como se fosse algo pronto, acabado, em que o cientista surge como uma figura quase mitológica, com respostas para todas as dúvidas, sem incorrer em erros ou passar por dificuldades. (HÜLENDEGER, 2007, p. 224)

Ribeiro e Silva (2017) introduzem alguns argumentos para o emprego da HC no Ensino de Ciências, como os de Lilian Al-Chueyr, segundo a qual os episódios históricos evidenciariam

(a) o processo gradativo e lento de construção de conhecimento, permitindo que se tenha uma visão mais concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações. Isso possibilitará a formação de um espírito crítico fazendo com que o conhecimento científico seja desmitificado, sem, entretanto, ser destituído de valor.

(b) que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar às concepções aceitas atualmente. Isso pode facilitar o aprendizado do próprio conteúdo científico que estiver sendo trabalhado. O educando perceberá que suas dúvidas são perfeitamente cabíveis em relação a conceitos que levaram tanto tempo para serem estabelecidos e que foram tão difíceis de atingir.

(c) que a aceitação ou o ataque a alguma proposta não dependem apenas de seu valor intrínseco, de sua fundamentação, mas que também nesse processo estão envolvidas outras forças, tais como as sociais, políticas, filosóficas e religiosas. (AL-CHUEYR, 1998, p. 18, *apud* RIBEIRO e SILVA, 2017, p. 17)

Em Matthews (1994), encontramos outros pontos que indicam que a contextualização histórica melhora o ensino de ciências, pois

1) Motiva e engaja os alunos; 2) humaniza os conteúdos; 3) proporciona uma melhor compreensão dos conceitos científicos, mostrando seu desenvolvimento e refinamento; [...] 5) mostra que a ciência é mutável e dinâmica e que, conseqüentemente, o conhecimento científico atual é passível de transformação. (MATTHEWS, 1994, p. 259, tradução nossa)

Diante disso, vemos a HC como sendo promissora para o ensino de ciências – de Física, nesse caso específico –, uma vez que, conforme Delizoicov et al. (2018), ela gera um significado para os

³ Neste trecho, entendemos que, ao defender que a técnica pedagógica mencionada está acima de qualquer crítica, o que o autor chama de “o que a comunidade científica contemporânea julga conhecer” é uma referência aos conteúdos, e não ao fazer científico propriamente dito. Dessa forma, ele complementa que essa familiarização rápida com os conteúdos somada à a-historicidade dos escritos científicos acaba por gerar tais impressões.

conteúdos aprendidos e desconstrói essa ideia de que a ciência é um conhecimento para poucos escolhidos, com perfis e capacidades muito distintos.

As Leis de Newton

Como afirma Hülsendeger (2009), “negar a complexidade dos conceitos físicos e a dificuldade da maioria dos alunos em compreender esses conceitos é, além de ingenuidade, desconhecer a realidade atual do ensino da Física” (HÜLSENDEGER, 2009, p. 223). A temática Leis de Newton assume importância fundamental no que conhecemos hoje como Mecânica Clássica. As ideias envolvidas nos conceitos estabelecidos para o movimento remetem à Antiguidade, a pensadores como Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.), tanto quanto à Idade Média, a pensadores como John Philoponos (475-565), Jean Buridan (1297-1358) e Nicole Oresme (1320-1382) (CAMPOS, 2022).

As três leis de Newton para o movimento dos corpos foram enunciadas em sua obra *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos da Filosofia Natural), como se encontra na Figura 1:

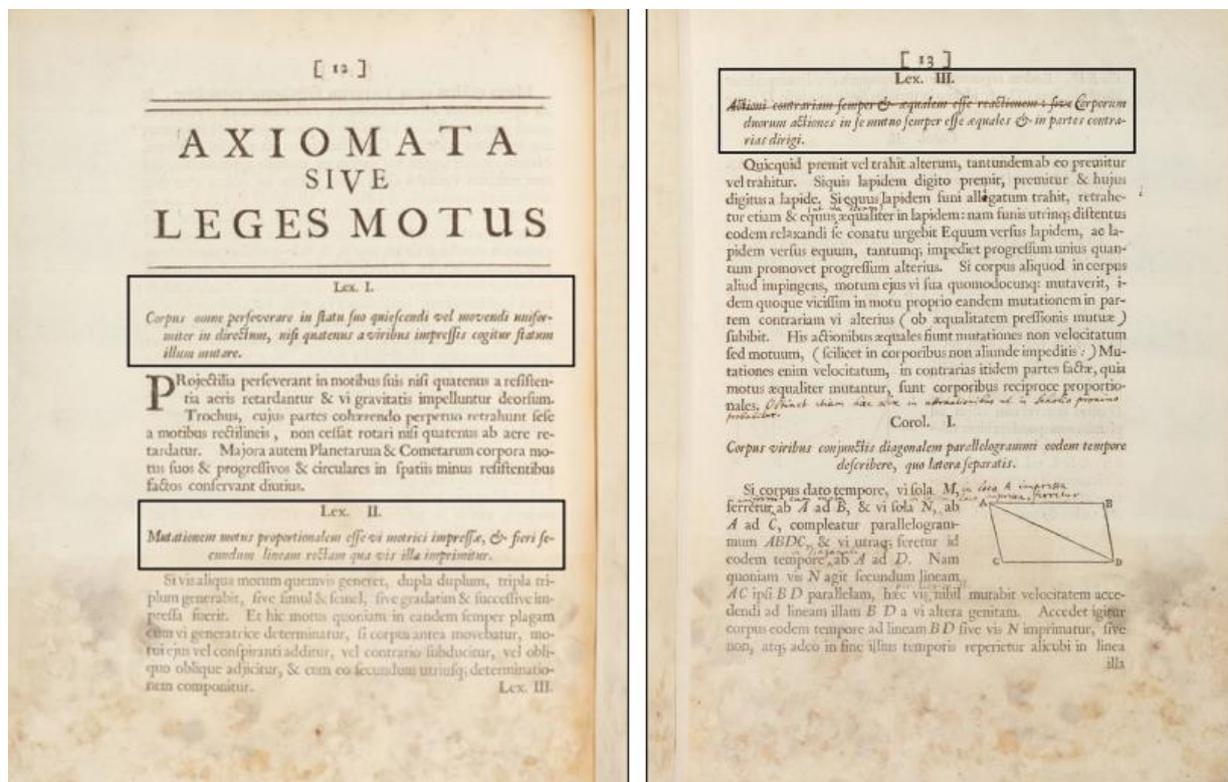


Figura 1: Leis I, II e III⁴.
Fonte: NEWTON, 1687, p. 12 e 13.

AXIOMAS OU LEIS DO MOVIMENTO

Lei I

Todo corpo persiste em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta, exceto na medida em que é compelido pelas forças impressas a mudar esse estado.

Lei II

A mudança de movimento é proporcional à força motriz impressa e ocorre ao longo da linha reta pela qual essa força é impressa.

Lei III

As ações de dois corpos são sempre iguais entre si e direcionadas para partes opostas.
(NEWTON, 1687, p. 12 e 13, tradução nossa)

⁴ Essas imagens pertencem ao acervo da *Cambridge University Library* (CUL), disponibilizadas digitalmente pela *Cambridge University Digital Library* (CUDL).

Com base em Ponczek (2002), faremos apontamentos gerais importantes acerca das leis do movimento.

A primeira lei de Newton é conhecida como *lei da inércia*. A segunda lei – ou Princípio Fundamental da Dinâmica – é dada pela relação diferencial $F = \frac{dp}{dt}$, sendo p o momento linear de um corpo. Essa lei foi popularizada em sala de aula como $F = ma$, que também pode ser escrita como $F = m \frac{dv}{dt}$, em que v é a velocidade do corpo e m é a massa do corpo, no caso em que esta é considerada constante. Pode, ainda, ser dada pela equação $F = m \frac{d^2x}{dt^2}$, necessitando da velocidade e posição iniciais do corpo para ser solucionada. O fato de se conseguir determinar onde o corpo estará em qualquer momento futuro desde que se saiba velocidade e posição iniciais do móvel geraria fortes implicações para a Filosofia dos séculos seguintes. A terceira, é a *lei da ação e reação*.

Este raciocínio referente à determinação da posição de um corpo em um momento futuro, quando estendido para o universo, inferia que seria possível prever completamente a sua evolução. Nascia, assim, o *determinismo*. Este pensamento se manteve entre os filósofos durante os séculos XVIII e XIX, até as proposições da Física Quântica, por Max Karl Ernst Ludwig Planck (1858-1947), e da Teoria da Relatividade, por Albert Einstein (1879-1955), quando passam a ser observadas as limitações da Física Newtoniana, que não se aplicava, proporcionalmente falando, para as coisas muito grandes nem para as muito pequenas do universo.

A lei da inércia costuma ser explicada como sendo um caso particular da segunda lei, em que a força aplicada é nula. Todavia, esta lei é bastante sutil, e passou por modificações durante mais de vinte anos até adquirir sua forma final, formulada depois da segunda e da terceira leis. Essa sutileza se encontra no fato de que Newton entendeu que um corpo permanece em movimento devido a uma propriedade própria da matéria – a massa inercial –, e não por causas intrínsecas, desconstruindo a ideia aristotélica de força.

Ponczek (2002) traz algumas alterações feitas por Newton, como a de *força intrínseca*, passando a atribuí-la não ao corpo, mas à matéria com a qual ele é feito. Posteriormente, sugere o nome *vis inertiae* (força de inércia), sendo esta não a causa do movimento uniforme, mas uma propriedade da matéria. Newton afirma, então, que o corpo mantém seu estado de repouso ou movimento uniforme por ação da força de inércia, e explica que essa força consiste somente na ação, não permanecendo no corpo após a ação ser encerrada. Na edição do *Principia*, ele elimina em definitivo a *vis inertiae* do enunciado da Lei I.

Ele havia deduzido a segunda lei vinte anos antes e nunca a havia alterado, enquanto a primeira vinha sofrendo várias modificações até chegar à redação final. [...] a ‘mudança do movimento’ prevista pela 2ª lei implica em comparações entre o estado final e inicial do corpo. A ‘força motriz impressa’ que muda o movimento do corpo só pode ser definida se soubermos o que sucedia ao corpo na *ausência* dela, sendo este o papel da 1ª lei. [...] A 1ª lei cria assim sistemas de referenciais inerciais, sem os quais a 2ª lei não é necessariamente verdadeira e nem sequer uma lei. (PONCZEK, 2002, p. 107-108)

Este é um exemplo da evolução lenta e gradual das ideias na ciência, e essa evolução demonstra o caráter inacabado da construção do conhecimento; como um conceito, muitas vezes, demora até chegar à sua forma final em um trabalho, ganhando consistência com o tempo e as análises críticas das ideias. Compreende-se, ainda, que uma ideia construída na ciência não possui caráter imutável e completo, podendo tornar-se, em algum momento, ainda que correta, insuficiente para explicar determinados fenômenos, como ocorre com a mecânica clássica quando tratamos do “muito pequeno” ou do “muito grande”, no que recorreremos às teorias quântica e relativística, respectivamente.

Ao enunciar sua segunda lei, Newton resolveu também, de acordo com Bucussi (2006), a disputa entre as ideias do matemático, filósofo, historiador e político alemão Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e do filósofo e matemático francês René Descartes (1596-1650) quanto à real medida de força e de movimento de um corpo. Leibniz cunhou o termo latino “*vis viva*”, que significa “força viva”, denotado pela relação mv^2 , confrontando a ideia anteriormente proposta por Descartes de “quantidade de movimento”, denotada pela relação mv . Mas a *vis viva* resolvia o problema da conservação da quantidade de movimento somente para o caso de colisões ideais, ou seja, perfeitamente elásticas. A solução aparece quando Newton dá à quantidade de movimento um significado vetorial. Estas ideias são predecessoras do que conhecemos hoje como momento linear e energia cinética.

O novo Ensino Médio e a BNCC

Com a aprovação da Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, que altera, entre outras, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) (Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996), ficou estabelecida a ampliação progressiva da carga horária de 800 horas para a educação básica nos níveis Fundamental e Médio para 1400 horas, sendo fixado um prazo de 5 anos, a partir de 2 de março de 2017⁵, para que os sistemas de ensino oferecessem pelo menos 1000 horas de carga horária anual.

A nova lei acrescenta o Art. 35-A, que viabiliza a implementação de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC)⁶, determinando que esta definirá, conforme as diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE), direitos e objetivos de aprendizagem do Ensino Médio através de quatro áreas de conhecimento, sendo elas: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. A BNCC

é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens especiais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação – PNE. (BRASIL, 2018, p. 7)

O Art. 36 dispõe que o currículo do Ensino Médio será composto pela BNCC e por Itinerários Formativos. Segundo a Portaria Nº 1.432, de 28 de dezembro de 2018, os Itinerários Formativos são um

Conjunto de situações e atividades educativas que os estudantes podem escolher conforme seu interesse, para aprofundar e ampliar aprendizagens em uma ou mais Áreas de Conhecimento e/ou na Formação Técnica e Profissional, com carga horária total máxima de 1.200 horas. (BRASIL, 2019)

A aprovação das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNs), em 2010 e 2012, para todo o ensino básico, juntamente com o Plano Nacional de Educação (PNE) 2014-2024, impulsionaram a implantação de uma Base Nacional. Em 2015, foi publicada sua primeira versão. Em 2018, foi publicada sua versão final.

A Base delinea competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo do processo de formação, as quais devem ser explicitadas nos materiais didáticos. As competências gerais da educação básica para o Ensino Médio se dão pelo somatório da Formação Geral Básica com os Itinerários Formativos.

⁵ Foram completados 5 anos em 2 de março de 2022.

⁶ As tensões e discussões em torno deste tema e do novo Ensino Médio são de nosso conhecimento, contudo, não é nosso objetivo levantar esta pauta, o que torna suficiente a explicação por nós apresentada.

As competências e habilidades específicas são identificadas por um código alfanumérico, como por exemplo, EM13CNT201, que engloba a temática da qual estamos tratando. Além das competências e habilidades específicas por área de conhecimento, o documento traz dez competências denominadas Competências Gerais da Educação Básica, das quais consideramos pertinente, para este estudo, destacar as de números 1 e 2, por entendermos que as mesmas guardam uma relação com os objetivos da utilização da HC no ensino no que tange aos conhecimentos historicamente construídos, à investigação, à reflexão, à análise crítica, etc... A saber:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2018, p. 9)

O PNLD e os livros didáticos indicados no PNLD 2021

O Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) é definido, por meio do Decreto N° 9.099/2017, como sendo um programa

destinado a avaliar e a disponibilizar obras didáticas, pedagógicas e literárias, entre outros materiais de apoio à prática educativa, de forma sistemática, regular e gratuita, às escolas públicas de educação básica das redes federal, estadual, municipal e distrital e às instituições comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos e conveniadas com o Poder Público. (BRASIL, 2017, p. 7)

Sobre a escolha dos livros e sua distribuição:

Os materiais distribuídos pelo MEC às escolas públicas de educação básica do país são escolhidos pelas escolas, desde que inscritos no PNLD e aprovados em avaliações pedagógicas coordenadas pelo Ministério da Educação e que conta com a participação de Comissão Técnica específica, integrada por especialistas das diferentes áreas do conhecimento correlatas, cuja vigência corresponderá ao ciclo a que se referir o processo de avaliação. (BRASIL, 2017)

Segundo o portal eletrônico do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE),

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é o mais antigo dos programas voltados à distribuição de obras didáticas aos estudantes da rede pública de ensino brasileira e iniciou-se, com outra denominação, em 1937. Ao longo desses 80 anos o programa foi aperfeiçoado e teve diferentes nomes e formas de execução. (BRASIL, 2017)

Uma vez compreendidas as mudanças no Ensino Médio e a BNCC, é possível compreender que o PNLD assume uma nova forma de organização das coleções didáticas, separando-as por áreas de conhecimento, em concordância com a BNCC. O PNLD classifica as obras por seções, denominadas “Objetos”, a saber: Objeto 1: Obras de projetos integradores e de Projeto de Vida; Objeto 2: Obras por área de conhecimento – nosso campo de análise – e obras específicas; Objeto 3: Obras de formação continuada; Objeto 4: Recursos educacionais digitais; Objeto 5: Obras literárias.

Na apresentação do material referente ao Objeto 2, destaca-se, ainda, que “os volumes não devem ser sequenciais, considerando o crescente em termos de complexidade pedagógica” (BRASIL, 2021, p. 18). Na prática, isto significa que um conteúdo que, antes da reforma, tinha sua apresentação prevista para o 1º ano do Ensino Médio, por exemplo, agora, pode ser abordado no momento em que o professor da disciplina considerar mais apropriado.

Metodologia

Analisamos, neste trabalho, sete livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (LDCNT), pertencentes a sete coleções para o Ensino Médio, indicados pelo Programa Nacional do

Livro e do Material Didático (PNLD) em 2021, com vistas a estudar como são feitas as abordagens do tema Leis de Newton – ou Leis do Movimento – em relação à História da Ciência.

Inicialmente, fizemos uma leitura dos livros de cada uma das sete⁷ coleções de LDCNT em busca do assunto objeto de interesse desta pesquisa. Após localizá-lo, realizamos uma leitura dos capítulos em que o tema era tratado.

Como discutido por Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2017), embora haja a compreensão de que os livros indicados pelo PNLD representam um número pequeno em relação à quantidade de obras editadas no país, a análise qualitativa destas tem uma importância significativa para a educação em ciências no Brasil, tendo em vista que serão utilizadas por uma grande parcela dos estudantes que frequentam as escolas públicas brasileiras.

Todas as obras analisadas são suplementadas pelo Manual do Professor, que também foi levado em conta nesta investigação. No Quadro 1, seguem os dados dos volumes investigados:

Quadro 1: Livros analisados⁸.

Código de identificação do livro	Título	Autor (es)
LDCNT1	O conhecimento científico	José Mariano Amabis Gilberto Rodrigues Martho Nicolau Gilberto Ferraro Paulo Cesar Martins Penteadó Carlos Magno A. Torres Júlio Soares Eduardo Leite do Canto Laura Celloto Canto Leite
LDCNT2	Matéria, energia e vida: uma abordagem interdisciplinar. Origens: o universo, a Terra e a vida.	Eduardo Mortimer Andréa Horta Alfredo Mateus Arjura Panzera Esdras Garcia Marcos Pimenta Danusa Munford Luiz Franco Santer Matos
LDCNT3	Ciências da Natureza	Sônia Lopes Sergio Rosso
LDCNT4	Diálogo. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O universo da ciência e a ciência do universo.	Kelly Cristina dos Santos Éverton Amigoni Chinellato Rafael Aguiar da Silva Marissa Kimura Ana Carolina N. dos Santos Ferraro André Luis Delvas Fróes Marcela Yaemi Ogo Vanessa S. Michelin
LDCNT5	Ser Protagonista. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Evolução, tempo e espaço.	Ana Fukui João Batista Aguiar Madson Molina Venerando Santiago de Oliveira
LDCNT6	Conexões. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Terra e equilíbrios.	Miguel Thompson Eloci Peres Rios Walter Spinelli Hugo Reis Blaidi Sant'Anna

⁷ O sétimo livro foi desconsiderado na análise, pois, na leitura inicial, não identificamos nenhuma menção à História da Ciência dentro do tema analisado.

⁸ Salientamos que todas as obras analisadas tiveram suas primeiras edições publicadas durante o ano de 2020.

		Vera Lúcia Duarte de Novais Murilo Tissoni Antunes
LDCNT7	Natureza. Matéria, energia e a vida.	Leandro Godoy Rosana Maria Dell’Agnolo Wolney C. Melo

Análise da História da Ciência empregada nos LDCNT recomendados em 2021

Na tentativa de obter uma apreciação histórica nos LDCNT, as categorias utilizadas para a análise dos dados referentes à temática Leis de Newton foram aquelas criadas por Laurinda Leite⁹ (2002), em sua versão adaptada por Vidal (2009).

Essa pesquisadora [Laurinda Leite], após realizar levantamento bibliográfico, afirmou não haver encontrado nenhum instrumento adequado para a análise do conteúdo histórico presente nos livros didáticos de ciências. A partir dessa constatação, Leite desenvolveu um instrumento para preencher essa lacuna, de modo a auxiliar professores na análise crítica dos conteúdos de história da ciência encontrados em materiais didáticos. Leite reconheceu que o aprendizado sobre a natureza da ciência e o conhecimento de alguns fatos históricos do desenvolvimento da ciência são importantes para os diversos níveis de ensino. Todavia, nem sempre os professores possuem formação em história da ciência e, conseqüentemente, utilizam os materiais históricos provenientes dos livros didáticos (VIDAL, 2009, p. 43-44).

Assim, adotamos as seguintes categorias: C1 – Vida dos personagens; C2 – Características dos personagens; C3 – Abordagem das ideias/descobertas; C4 – Evolução da ciência; C5 – Quem faz a ciência; C6 – Materiais utilizados para apresentar a informação histórica; C7 – Contextos aos quais a informação histórica está relacionada (VIDAL, 2009)¹⁰.

Resultados e discussão

Na categoria “Vida dos Personagens” (C1), verificamos se os livros apresentam dados biográficos dos estudiosos envolvidos na construção do conceito (como nomes, datas e locais de nascimento/falecimento, relatos da vida e obra); se trazem características pessoais dos mesmos (sentimentos, caráter, humor, manias, etc.) bem como episódios e/ou curiosidades (acontecimentos engraçados, frases conhecidas popularmente, entre outros).

Quadro 2: Dados da categoria 1.

Características observadas	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Dados biográficos	×	×	×	×	×	×
Características pessoais	-	-	-	-	-	-
Episódios / Curiosidades	×	-	-	-	-	-

O LDCNT1 traz que:

No dia de natal de 1642, em um povoado de agricultores na Inglaterra, nascia aquele que seria considerado um dos maiores intelectuais da ciência. Seu nome seria usado em unidades de medida

⁹ Laurinda Leite, pesquisadora que desenvolveu a metodologia que utilizamos neste trabalho, analisou originalmente livros didáticos de Física (LEITE, 2002). Dentre os trabalhos que encontramos aplicando esta metodologia (PASSOS, 2007; VIDAL, 2009; FRANCO-PATROCÍNIO e FREITAS-REIS, 2017; GOMES e PROENÇA, 2019; OLIVEIRA, 2019; SANTOS-FILHO et al., 2021), um trata de um tema de Física e os demais tratam de temas de Química. Tais trabalhos fornecem respostas interessantes e importantes dentro do campo de pesquisa que desejamos explorar: o dos livros didáticos.

¹⁰ Os trabalhos de Leite (2002) e de Vidal (2009) possuem caráter quali-quantitativo. Contudo, nos ativemos, neste trabalho, a uma abordagem de caráter qualitativo, considerando que esta fornece uma resposta satisfatória de como a História da Ciência está sendo empregada nos objetos de análise, haja vista nossos objetivos de pesquisa, como feito por Franco-Patrocínio e Freitas-Reis (2017).

científicas e elementos da matemática, por serem fruto de seu trabalho ou em sua homenagem. [...] Estamos falando de Isaac Newton (1642-1727). [...] Atribui-se a Newton a frase “Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”, sendo ele próprio um desses gigantes que viriam a apoiar seus sucessores. [...] os estudos de Newton sobre movimentos e gravitação foram de grande importância para a astronomia, para a compreensão da física do Universo. Esses conhecimentos foram levados em consideração por um astrônomo de sua época, Edmond Halley (1656-1742) [...] um dos incentivadores para que Newton publicasse seus trabalhos numa obra hoje de grande reconhecimento e importância, chamada *Princípios matemáticos da filosofia natural* (1687). [...] Newton levou mais de vinte anos para reunir e publicar suas ideias nessa obra, que também é conhecida como *Principia*. [...] No *Principia*, ele apresenta leis que explicam o movimento dos corpos e a lei da gravitação universal. (LDCNT1, p. 136)

Dentre os livros analisados, este é o que carrega maior volume de dados biográficos acerca de Isaac Newton, fazendo uma vaga menção ao local em que nasceu, destacando que era um dia de natal, citando também, como curiosidade, uma frase atribuída a ele e falando de sua conhecida obra *Princípios matemáticos da filosofia natural*, apontando, ainda, o incentivo de Edmond Halley para que ele a publicasse – o que é importante para que os estudantes percebam os vínculos existentes entre cientistas de uma mesma época. Entretanto, entendemos que estes dados poderiam ter sido melhor explorados. Um exemplo, é a frase citada, que é colocada pelos autores como atribuída a Newton, sem maiores detalhes. Se trata de uma frase escrita por ele em uma correspondência remetida a Robert Hooke (HSP, c2017) – físico conhecido pela Lei de Hooke –, datada de 5 de fevereiro de 1675 - Figura 2 -, documento que poderia ter sido mostrado, de modo a aproximar o estudante de como a História da Ciência se constitui.

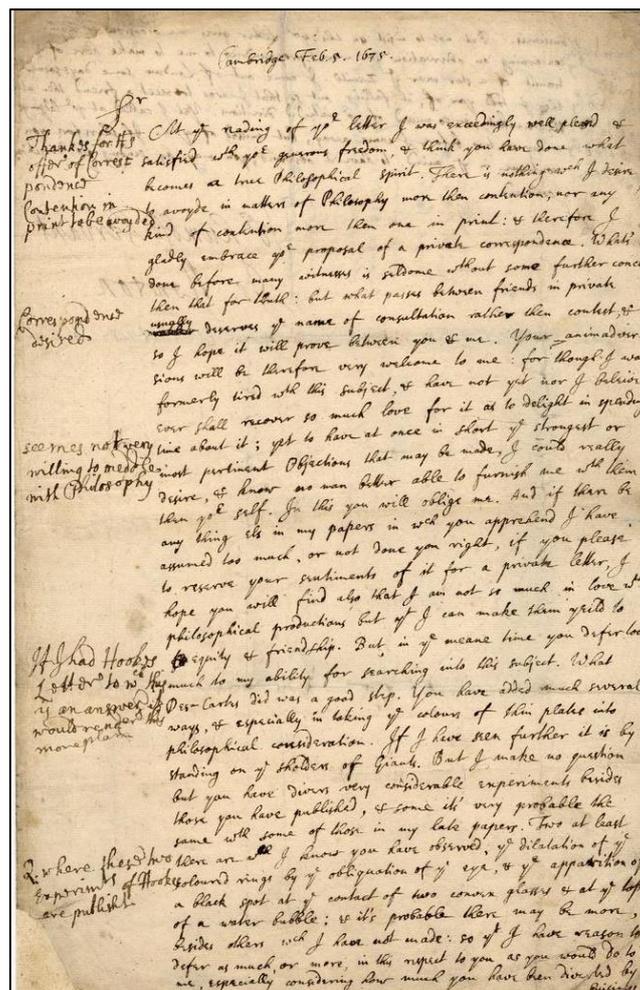


Figura 2: Carta original de Isaac Newton para Robert Hooke.
Fonte: HSP, c2017.

A frase referida se inicia na linha doze, de baixo para cima, em língua inglesa: “*If I have seen further it is by standing on up shoulders of giants.*”.

Da mesma forma, o contato com Halley poderia ter sido apresentado de forma mais contundente, explicando que a motivação de Newton decorreu de uma visita daquele no ano de 1684, e era também ele [Halley] o editor encarregado pela Royal Society¹¹ para publicar a obra, na qual, após ler, fez correções em alguns cálculos (FORATO, [S.d.]). Essa simples informação de que Halley corrigiu cálculos no *Principia* evidencia a presença do erro, seja ele simples ou complexo.

O contato do estudante com uma fonte original como esta carta de Newton levaria de um caráter meramente expositivo e desumanizado de conteúdo para a possibilidade de percepção de aspectos humanos como a escrita à mão, a interação com o outro – nesse caso, outro cientista, ou seja, um de seus pares.

Já o LDCNT2, traz que

No ano seguinte ao da morte de Galileu nasceu Isaac Newton (1643-1727), na Inglaterra. Considerado um dos pilares da ciência moderna, este físico e matemático alcançou grandes avanços na ciência, baseando-se na obra de seus antecessores. Em 1687, publicou a obra *Princípios matemáticos da filosofia natural*, na qual explicou os três princípios fundamentais da Mecânica, conhecidos como primeira, segunda e terceira leis de Newton. (LDCNT2, p. 29)

No capítulo 1, tópico 1.4, os autores introduzem o princípio da inércia estudado por Galileu Galilei (1564-1642) e, no capítulo 1, tópico 1.6, fazem a menção acima, retomando Galileu. Citam o *Principia*, e então partem para a explicação dos conceitos. Embora explique que Newton se baseou na obra de seus antecessores, não há menções a outros cientistas senão Galileu. Trata-se de um recorte que não permite ao estudante vislumbrar características pessoais, episódios/curiosidades, consistindo apenas em informações soltas. O mesmo acontece com o LDCNT3, que diz:

Newton escreveu, 96 anos após a publicação do estudo de Galileu, uma das obras mais importantes da Ciência: *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* (os *Principia*). Nessa obra, são apresentadas de forma sistemática, organizada e matemática todas as bases da Mecânica. (LDCNT3, p. 126)

O LDCNT4 – Manual do Professor – traz uma orientação a respeito do conceito de inércia para que este “explique que, embora essa lei tenha sido enunciada e sistematizada por Newton, o primeiro pensador a verificar essa propriedade dos corpos foi Galileu Galilei” (LDCNT4, 2020, p. 85). Os únicos dados biográficos que constam no livro do aluno são pequenas citações do *Principia* e, ao citar Aristóteles e René Descartes, são evidenciados os períodos em que viveram. Já ao falar de Newton e Galileu, são mencionadas suas nacionalidades¹².

O LDCNT5 se limita a mostrar o nome de Newton, com datas de nascimento e falecimento e, logo adiante, mostra o nome e datas de nascimento e falecimento de Galileu, fazendo alusão à obra “*Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências a respeito da mecânica e dos movimentos locais*” (LDCNT5, p. 34), explicando que nela Galileu fez estudos utilizando o plano inclinado e que, a partir disso, chegou ao que chamou de princípio da inércia. Newton volta a ser citado rapidamente, sendo descrito como aquele que “estudou mais a fundo essa questão e propôs uma formulação mais geral”. (LDCNT5, p. 34)

No LDCNT6, os autores mencionam Newton, trazendo datas de nascimento e falecimento, e colocam que ele enunciou a tendência natural de um corpo a se manter em repouso, quando está

¹¹ Sociedade Real Britânica, fundada em 28 de novembro de 1660.

¹² Os períodos em que viveram já haviam sido mencionados fora do tema de nossa análise.

parado, e de se manter em Movimento Retilíneo Uniforme (MRU), quando tem velocidade não nula, trazendo o enunciado em seguida.

Posteriormente, os autores explicam brevemente, em uma pequena caixa de texto, o que era o movimento para Aristóteles – citando a época em que ele viveu – de uma forma geral e, no parágrafo seguinte, dizem que “no século XVII, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) conseguiu contrapor as afirmações aristotélicas” e lançou a base para Newton estabelecer sua primeira lei. (LDCNT6, p. 16).

Encontramos um problema com relação ao apontamento de que Galileu contrapôs as afirmações de Aristóteles – foi utilizado o artigo definido “as”, o que faz com que a afirmação contemple todas as ideias aristotélicas, e o verbo “contrapor”, que carrega a ideia de total oposição. Esta asserção dá margem para a interpretação do aluno de que em nada contribuíram as ideias do estudioso grego, o que não só é um equívoco, como veremos à frente, mas entra em contradição com a própria bibliografia indicada no Manual do Professor. Este, em sua página 32, indica os artigos “*História da ciência na sala de aula: uma sequência didática sobre o conceito de inércia*” (MONTEIRO e MARTINS, 2015) e “*Galileu, Descartes e a elaboração do princípio da inércia*” (PORTO e PORTO, 2009). O primeiro propõe uma sequência didática pautada no conceito de inércia, e contém elementos que contextualizam a HC ao ensino, com ênfase em Galileu. O segundo agrega outros elementos importantes da HC, trazendo personagens como Aristóteles e Giordano Bruno, descreve contribuições de Galileu e Descartes, além de ser um artigo que evidencia a Ciência como uma construção histórica, e traz, ainda, um diálogo escrito por Galileu em sua obra “*Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo: ptolomaico e copernicano*”, em que Galileu expressa o conceito de movimento relativo. Contudo, o artigo é mencionado somente no Manual do Professor, e é dado como “bibliografia complementar”, o que faz com que o aluno dependa da abordagem do professor para ter acesso às informações, as quais, sem dúvida, representam um grande diferencial em relação aos outros tipos de abordagem, com base no que fundamentamos teoricamente.

O material sugerido traz a informação de que “Aristóteles, ao defender suas ideias sobre o movimento e negar a existência do vácuo, enuncia o princípio da inércia como uma impossibilidade, alegando se tratar de um absurdo” (MONTEIRO e MARTINS, 2015, p. 3). Tal enunciado não é mostrado e nem referenciado no artigo. Desse modo, achamos relevante trazer essa informação, que não aparece em nenhuma das obras analisadas e, bem como nos livros, dificilmente é tratada em sala de aula.

É no Livro IV da Física de Aristóteles – do qual encontramos uma tradução para o espanhol – que este “enuncia a lei da inércia”, tomando-a, sim, como um absurdo, na tentativa de provar a inexistência do vácuo, mas esse enunciado se iguala, em termos, ao de Galileu para a inércia, sendo o seguinte:

Supondo que um corpo qualquer esteja se movendo no vácuo, não se poderia explicar razoavelmente por que este corpo pararia em um lugar e não em outro dentro da extensão homogênea e absolutamente indiferenciada do vácuo. A consequência é que, ou todo corpo deve permanecer em repouso no vácuo, e não haverá movimento, com o qual o vácuo deixaria de cumprir sua principal função explicativa, ou, uma vez colocado em movimento, todo corpo deve se mover indefinidamente, a menos que outro corpo dotado de maior força o impeça. (VIGO, 1995, p. 221-222, tradução nossa)

Fica evidenciado, então, que há uma correlação entre as ideias destes estudiosos (Aristóteles e Galileu), e que Galileu toma como verdade a mesma afirmação que Aristóteles toma como absurda. Desse modo, notamos um elo entre as linhas de pensamento de ambos e vemos como o conhecimento de Aristóteles é basilar para a formação do pensamento galileano, não sendo simplesmente descartado em contraposição.

Na categoria “Características dos personagens” (C2), procuramos observar como as obras caracterizam os estudiosos. Se famoso/genial (brilhante, inteligente, o mais importante, etc.); pessoa

comum (eventualidades humanas do cotidiano, como trabalhar para sobreviver, ser reprovado em exames, entre outros).

Quadro 3: Dados da categoria 2.

Características observadas	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Famoso/Genial	-	×	×	×	-	-
Pessoa comum	-	-	-	-	-	-
Não há dados que caracterizem	×	-	-	-	×	×

Nesta categoria, verificamos que metade das obras reafirmam a visão do cientista como um gênio ou uma pessoa famosa por seus feitos “extraordinários”, contribuindo com a perpetuação da ideia de que o cientista é uma pessoa excêntrica, “fora da curva”, dotada de habilidades aparentemente inatas, diferente da grande maioria das pessoas. A outra metade não se preocupa em caracterizar os personagens.

A primeira edição do *Principia*, é um livro que contém 1031 páginas. Isso demonstra que houve mais do que pura genialidade, mas uma atividade laboriosa, disciplina, tempo dedicado aos estudos, para que se chegasse à conclusão de uma obra de tal calibre e então à sua redação.

É de bom tom enfatizar que nenhuma das obras procura retratar os cientistas em questão como pessoas comuns. Informações que aproximam o estudante do cientista são de extrema relevância para que percebam que fazer ciência é para todos. Características pessoais dos cientistas podem ser encontradas em fontes seguras. Na biografia “*A Vida de Isaac Newton*”, Westfall (1993) narra algumas características e fatos pessoais da vida de Newton – como o gosto por caminhadas no jardim e seu apreço pelo mesmo ou quando cuidou de sua mãe acometida por uma doença grave, passando noites em claro ao tratar ele mesmo de suas feridas – relatados por Humphrey Newton, a quem Isaac havia contratado como secretário. Sobre Galileu, Dava Sobel (2000), em sua obra “*A Filha de Galileu: um relato biográfico de ciência, fé e amor*”, traz à tona alguns gostos do cientista relatados pela própria filha, tais como o cultivo de plantas e frutas com as quais ela mesma fazia doces. De tal maneira, com pequenas inserções como as discutidas, os estudantes poderiam ter contato com a história de cientistas com características de uma vida comum, para além do campo científico.

O LDCNT2, ao falar sobre Isaac Newton, diz que, “considerado um dos pilares da ciência moderna, este físico e matemático alcançou grandes avanços na ciência se baseando na obra de seus antecessores” (LDCNT2, p. 29). No parágrafo subsequente, aponta que “a primeira lei de Newton constitui uma síntese das ideias de Galileu sobre a inércia”. Vemos que o livro menciona que obras de antecessores serviram como apoio para os estudos de Newton, contudo, não há menção explícita a tais obras e seus autores, com o foco tão somente direcionado para Newton. E o fato de citá-lo como “um dos pilares da ciência moderna” promove um destaque exacerbado, que pode induzir o leitor a imaginá-lo como uma excepcionalidade, uma vez que nenhum outro é apontado de forma tão incisiva, nem mesmo o próprio Galileu.

O LDCNT3 aponta Galileu como alguém com “um raciocínio brilhante” (LDCNT3, p. 126). Como pondera Lucisano (2014)

Na grande maioria dos livros didáticos, tanto de nível médio quanto de nível universitário, percebe-se que os textos referentes à História da Ciência são extremamente pobres de conteúdo, apresentam uma Ciência que surge como num passe de mágica, sem um contexto histórico, criada por gênios e não por cientistas que, vivendo seu período e seu contexto histórico, se dedicaram na construção do saber científico [...] (LUCISANO, 2014, p. 7)

O LDCNT4 declara que “Isaac Newton revolucionou a ciência” (LDCNT4, p. 96). Novamente, um grande salto científico é atribuído à genialidade de um personagem, sem retratar a importância de outros atores envolvidos no contexto histórico.

Não pretendemos, com este posicionamento, minorar a importância de cientistas como Galileu e Isaac Newton para a Ciência, mas descortinar a significância de ideias, conceitos e participações primordiais de outros na construção do conhecimento científico em sua integralidade, e possibilitar aos estudantes que conheçam também o lado humano do cientista. Martins (1998) pontua que

o estudo da história da ciência deve evitar que se adote uma visão ingênua (ou arrogante) da ciência, como sendo ‘a verdade’ ou ‘aquilo que foi provado’, alguma coisa de eterno e imutável, construída por gênios que não cometem erros e eventualmente alguns imbecis que fazem tudo errado. (MARTINS, 1998, p. 18)

Na categoria “Abordagem das ideias/descobertas” (C3), analisamos como as obras abordam as ideias científicas. Verificamos se são apenas mencionadas, de uma forma geral, ou se é feita uma descrição, havendo um detalhamento a respeito da ideia abordada, sob uma óptica histórica.

Quadro 4: Dados da categoria 3.

Apresentação do conteúdo	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Menção a uma ideia científica	-	-	-	-	-	-
Descrição de uma ideia científica	×	×	×	×	×	×

Notamos que todas as obras trazem descrições de uma ideia científica. Sendo mais ou menos abrangentes, todas trazem, em maior ou menor nível, contextualizações históricas das ideias.

No LDCNT1, encontramos:

[...] podemos conceituar força como um agente físico capaz de alterar o estado de repouso ou de movimento uniforme de um corpo. Newton exprimiu essa ideia em sua obra *Principia*, afirmando que “uma força imprimida é uma ação exercida sobre um corpo a fim de alterar seu estado, seja de repouso ou de movimento em uma linha reta”. (LDCNT1, p. 137)

Ao enunciar a terceira lei, o livro menciona novamente o *Principia*:

[...] o princípio da ação e reação (ou terceira lei de Newton), que foi enunciado por Isaac Newton no *Princípios matemáticos da filosofia natural*, como se vê a seguir:

Terceira lei ou princípio da ação e reação

A reação é sempre contrária e igual à ação, ou as ações mútuas entre dois corpos sempre são iguais e dirigidas às partes contrárias. (LDCNT1, p. 140)

O LDCNT2 faz a seguinte abordagem:

Investigando a origem dos movimentos, Galileu verificou que a velocidade de uma bola aumentava gradativamente ao descer um plano inclinado, isto é, a bola acelerava. Se, ao contrário, a bola fosse lançada para cima em uma rampa inclinada, sua velocidade diminuía gradativamente na subida, ou seja, ela desacelerava. Então, ele imaginou uma sequência de experimentos com rampas inclinadas. [...] Galileu observou que a bola tende a subir até a altura original, independentemente da inclinação do plano. Quanto menor a inclinação da rampa à direita, maior o deslocamento da bola. Com a inclinação nula dessa rampa, a altura inicial não poderia ser alcançada e o movimento em um plano horizontal seria perpétuo. (LDCNT2, p. 24)

e continua,

[...] A primeira lei de Newton constitui uma síntese das ideias de Galileu sobre a inércia. Por isso, também é conhecida como lei da inércia. De acordo com ela, na ausência de forças externas, um objeto em repouso permanece em repouso e um objeto em movimento move-se em linha reta, com velocidade constante, ou seja, em movimento retilíneo e uniforme (MRU). (LDCNT2, p. 29)

O LDCNT3 faz uma descrição mais abrangente, partindo de Aristóteles:

Para Aristóteles, o movimento horizontal dos corpos ocorria apenas quando eram puxados ou empurrados, ou seja, enquanto uma força atuasse sobre eles. Essa visão de Aristóteles a respeito do movimento, aliada a diversas outras – como o movimento dos corpos celestes não seguir as mesmas regras do movimento dos corpos da Terra, ou a queda dos corpos ser um movimento natural causado pela tendência dos “graves” (corpos em queda) de buscarem seu lugar natural que é a Terra –, formava a chamada Mecânica Aristotélica. (LDCNT3, p. 125)

e continua com Galileu,

Galileu propôs que todo corpo tende a manter seu movimento, e que essa tendência permanece até que ele interaja com outro corpo, alterando assim seu estado de movimento. Esse é o conceito de inércia. [...] Na época de Galileu, acreditava-se que o vácuo não existia; logo, essa situação era hipotética. Galileu propôs esse modelo para explicar que o fato de os corpos caírem em linha reta não era justificativa para afirmar que a Terra está parada, o que se acreditava até então. Galileu afirmava que, se a Terra está em movimento, ao soltar um objeto, ele adquire movimento vertical, mas mantém o movimento lateral inicial. (LDCNT3, p. 126)

Por fim, apresenta a ideia newtoniana:

Newton escreveu, 96 anos após a publicação do estudo de Galileu, uma das obras mais importantes da Ciência: *Princípios matemáticos da Filosofia Natural* (os *Principia*). Nessa obra, são apresentadas de forma sistemática, organizada e matemática todas as bases da Mecânica. Newton atribuiu ao princípio da inércia o nome de primeira lei, posteriormente chamada de primeira lei de Newton. Segundo esse princípio, todo corpo tende a se manter em repouso ou em movimento em linha reta com velocidade constante sempre que a resultante de todas as forças aplicadas sobre ele for nula. (LDCNT3, p. 126)

O LDCNT4 explica que:

De acordo com Newton, não só o movimento dos corpos na Terra, mas também o dos astros, é resultado da interação entre eles. Essa interação, chamada por Newton de força, é a grandeza física responsável por causar os movimentos e alterar suas características. De forma geral, a força surge da interação entre dois corpos, que podem estar em contato ou não. (LDCNT4, p. 96)

Em uma caixa de texto, é trazida a seguinte informação:

Em grego, força é *dýnamis*, palavra que deu origem ao termo “Dinâmica”, campo do conhecimento que trata dos movimentos relacionados a suas causas. Os princípios básicos da Dinâmica foram fornecidos, principalmente, pelo cientista italiano Galileu Galilei e pelo cientista inglês Isaac Newton. Por causa de Newton, a Dinâmica também é conhecida como Mecânica newtoniana. (LDCNT4, p. 96)

Ao falar sobre a primeira lei de Newton, o livro introduz dizendo que:

O filósofo grego Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) afirmava que uma força não nula deveria atuar sobre um corpo para ele se manter em movimento. Cessando a força, o corpo entraria em repouso. No entanto, na primeira metade do século XVII, Galileu demonstrou que um corpo pode se manter em movimento sem a aplicação contínua de força. A tendência dos corpos de se manterem em repouso ou em movimento é chamada inércia e foi descrita na obra *Princípios da filosofia* do matemático, físico e filósofo francês René Descartes (1596-1650). Essa ideia foi aprimorada por Newton. (LDCNT4, p. 98)

A obra complementa com uma citação do *Principia*:

Lei I

Todo corpo continua em seu estado de repouso ou de movimento uniforme em uma linha reta, a menos que ele seja forçado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele. (NEWTON, 2012, p. 53, *apud* LDCNT4, p.98)

O *Principia* é citado novamente ao introduzir a segunda lei.

Lei II

A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida. (NEWTON, 2012, p. 54, *apud* LDCNT4, p.99)

Sobre a terceira lei, o livro coloca alguns exemplos e cita novamente o enunciado tal qual disposto por Newton em sua obra:

Lei III

A toda ação há sempre oposta uma reação igual ou as ações mútuas de dois corpos sobre o outro são sempre nulas e dirigidas a partes opostas. (NEWTON, 2012, p. 54, *apud* LDCNT4, p. 104)

Podemos observar como os enunciados trazidos pelo LDCNT4 preservam os enunciados originais, o que vai ao encontro do que Martins (2001) discute:

A história da ciência não é feita simplesmente de opiniões, repetições e boatos, ela é desenvolvida a partir do estudo de documentos. Uma biblioteca cheia de documentos antigos representa, para o historiador, aquilo que o laboratório representa para o físico atual: é o modo de testar ideias, de verificar até que ponto uma hipótese ou teoria está de acordo com os fatos. (MARTINS, 2001, p. 115)

O LDCNT5 descreve a ideia científica da inércia do seguinte modo:

Galileu Galilei (1564-1642), em seu livro *Discursos e demonstrações matemáticas acerca de duas novas ciências a respeito da mecânica e dos movimentos locais*, relatou a análise do movimento de esferas que eram colocadas em uma rampa inclinada, onde iniciavam o movimento de descida, atingiam outra rampa colocada na horizontal, percorriam certa distância e, então, paravam. Galileu descreve que, polindo a superfície horizontal, o movimento das esferas se mantinha por distâncias maiores. Essa constatação levou-o a concluir que não havia necessidade de forças para a manutenção da velocidade do corpo, mas, sim para sua alteração. Assim, na ausência de forças, se um corpo estiver em repouso, ele tenderá a continuar em repouso; e se um corpo estiver em movimento, ele tenderá a continuar em movimento retilíneo e uniforme. Essa tendência é chamada inércia. Posteriormente, Isaac Newton estudou mais a fundo essa questão e propôs uma formulação mais geral do princípio da inércia, que passou a ser conhecido como primeira lei de Newton. (LDCNT5, p. 34)

Por fim, no LDCNT6, em uma caixa de texto, após o enunciado da primeira lei já ter sido dado, é feita uma contextualização histórica geral:

Para Aristóteles (século IV a.C.), corpos em movimento caracterizavam estados não naturais: o repouso seria o estado espontaneamente buscado pelos objetos. Para que um corpo estivesse em movimento, seria necessária a existência de um agente externo atuando sobre ele. A concepção aristotélica de movimento está fundamentada na existência de um “motor” ligado ao corpo que se move. Esse “motor” é distinto do corpo, ou seja, “motor” e corpo em movimento não são a mesma unidade, não são um único objeto, porém, não estão separados. Segundo a visão aristotélica, o movimento de um corpo cessaria a partir do momento em que esse motor, agente externo, não mais atuasse sobre ele. Essa ideia vigorou por um longo período, tendo atravessado a Idade Média. No século XVII, o italiano Galileu Galilei (1564-1642) conseguiu contrapor as afirmações aristotélicas, lançando mão da observação de fenômenos associada a experiências. Galileu apresentou suas ideias a respeito do movimento dos corpos em sua obra *Dois novas ciências*. Embora seja impossível retirar completamente o atrito que sempre acompanha o movimento, Galileu, no caso da inércia, utilizou uma experiência de pensamento, uma extrapolação, para sugerir o que deveria ocorrer com um objeto em movimento caso não houvesse atrito algum sobre ele. Estava, assim, lançada a base para Newton estabelecer sua 1ª lei. (LDCNT6, p. 16)

Notadamente, os LDCNT3 e LDCNT4 expõem as ideias de forma mais abrangente. Por outro lado, merecem destaque os LDCNT4 e LDCNT6, cujas informações são complementadas pelos Manuais do Professor. Estes, trazem reflexões históricas importantes de alguns conceitos que, como na categoria (C1), ficam dependendo da abordagem do professor para chegarem até os estudantes.

O LDCNT4 afirma, no Manual do Professor, em um parágrafo, que Galileu conseguiu resolver¹³ o paradoxo de Zenão¹⁴ (490/485 a.C.-430 a.C.), a partir da ideia de um referencial, contudo, não propõe discussões a respeito dos paradoxos de Zenão – há mais de um. Já o Manual do Professor referente ao LDCNT6 fala da natureza da força de atrito, e pontua que “embora o estudo macroscópico do atrito remonte a Leonardo da Vinci (1452-1519), foi apenas na década de 1980 que a investigação do atrito na escala do átomo se tornou possível” (LDCNT6, 2020, p. 31). Ressaltamos, ainda, que o LDCNT4 é o único que utiliza informações retiradas diretamente dos *Principia* para enunciar as três leis.

Na categoria “Evolução da ciência” (C4), consideramos como menção a períodos discretos a menção a dois ou mais períodos sem que as obras estabeleçam uma relação clara entre eles. Tomamos a evolução como linear e direta quando ocorre essa relação e ela se dá em forma de eventos sucessivos. Como evolução real, consideramos processos históricos que apresentam movimento de “tomadas e retomadas” de opiniões, incluindo controvérsias.

Quadro 5: Dados da categoria 4.

Apresentação do conteúdo	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Menção a períodos discretos	×	-	-	-	-	-
Evolução linear e direta	-	×	×	×	×	×
Evolução real	-	-	-	-	-	-

O LDCNT1 apresenta menção a períodos discretos, apontando diferentes épocas da história. Inicialmente, menciona nominalmente dois filósofos clássicos: Aristóteles e Cláudio Ptolomeu (100-168). Aponta que estes, os pré-socráticos e outros tantos pensadores e cientistas contribuíram com o desenvolvimento científico. Contudo, ao introduzir as ideias de Newton, nenhuma relação entre os períodos é demonstrada.

Todas as demais obras estabelecem uma relação temporal linear para os desenvolvimentos científicos alcançados, sem oscilações entre períodos distintos, como se os conhecimentos tivessem sido erigidos de maneira sequencial.

Na categoria “Quem faz a ciência” (C5), analisamos se um cientista era apresentado individualmente, como sendo o único responsável pela construção do conceito em questão; se havia grupos, considerando quando dois ou mais pesquisadores trabalharam juntos com um propósito comum; e se o conceito foi produzido pela comunidade científica, se tratando de estudiosos de um dado período sem especificar nomes.

¹³ “Galileu introduz a ideia de movimento relativo, mostrando que trajetória e velocidade são dependentes do referencial de onde se observa o movimento.” (WOLFF e MORS, 2005, p. 12, *apud* LDCNT4, p. 80) [Manual do Professor]

¹⁴ Zenão coloca, através de alguns paradoxos, a impossibilidade de movimento, argumentando que, para chegar ao final, sempre é necessário chegar antes à metade, e assim sucessivamente.

Quadro 6: Dados da categoria 5.

Apresentação do conteúdo	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Personagens individuais	×	×	×	×	×	×
Grupos de personagens	-	-	-	-	-	-
Comunidade científica	-	-	-	-	-	-

É possível perceber a forma engessada com que os personagens são apresentados nos livros didáticos analisados. A impressão que se passa aos leitores é de que a construção dos conceitos se dá através de personagens individuais.

Aqui, pode ser dado um exemplo de colaboração ao retomarmos a categoria (C1), em que exprimimos a atuação de Edmond Halley na correção dos cálculos de Newton no *Principia*.

Na categoria “Materiais utilizados para apresentar a informação histórica” (C6), analisamos quais foram os materiais adotados pelos autores a partir das subcategorias “Imagens dos personagens” (fotos, ilustrações, pinturas); “Imagens de equipamentos” (máquinas, equipamentos de laboratório, ferramentas, etc., utilizados pelos cientistas na época); “Documentos/textos originais” (escritos pelos personagens envolvidos, incluindo traduções); “Descrição de experimentos históricos” (experimentos feitos pelos cientistas da época ou atribuídos a eles); “Fontes secundárias” (textos, modelos, esboços de equipamentos, que não tenham sido feitos nem pelos personagens, nem pelos autores das obras analisadas).

Quadro 7: Dados da categoria 6.

Apresentação do conteúdo	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Imagens dos personagens	-	×	-	×	-	-
Imagens de equipamentos	-	-	-	-	-	-
Documentos / Textos originais	×	-	-	×	-	-
Descrição de experimentos históricos ¹⁵	-	×	-	-	×	-
Fontes secundárias	-	-	-	-	-	-
Outros (selos, cédulas, etc.)	-	-	-	-	-	-

O LDCNT2 contém a reprodução de uma imagem de Isaac Newton em óleo sobre tela, datada de 1702, com autoria de Godfrey Kneller, que se encontra na Galeria Nacional de retratos, em Londres, Inglaterra (Figura 3A). O LDCNT4 também traz uma imagem de Isaac Newton, em óleo sobre tela, datada da primeira metade do século XVIII, com autoria de John Vanderbank (Figura 3B).

¹⁵ O experimento de Galileu envolvendo planos inclinados é apresentado no Manual do Professor referente ao LDCNT4, contudo, em outra unidade temática, e não nas “Leis de Newton”.



Figura 3: Imagens de Isaac Newton.
Fonte: LDCNT2, p 29 e LDCNT4, p. 96.

O LDCNT1 traz uma imagem (Figura 4) da primeira página do livro *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, de Isaac Newton.

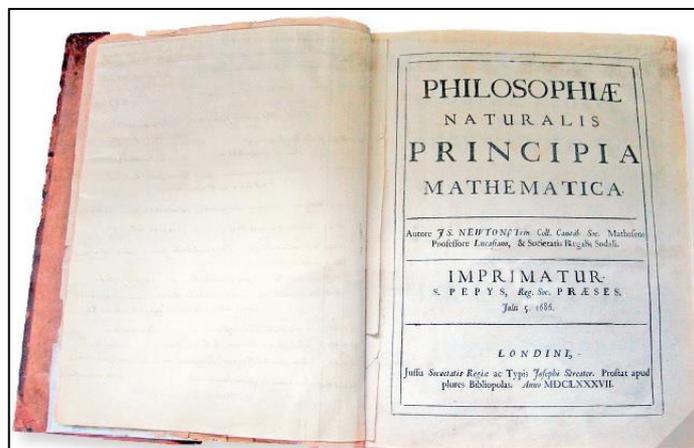


Figura 4: Principia.
Fonte: LDCNT1, p. 136.

No LDCNT4, encontramos as únicas citações diretas de textos originais dentre as obras examinadas, sendo elas aquelas citadas na categoria (C3), referentes aos enunciados das três leis de Newton, e outra que se encontra no Manual do Professor referente ao LDCNT4, conforme segue abaixo:

[...] ofereço este trabalho como princípios matemáticos da filosofia, pois toda a essência da filosofia parece constituir nisso – a partir de fenômenos de movimento, investigar as forças da natureza e, então, dessas forças, demonstrar os outros fenômenos [...]. (NEWTON, 2012, *apud* LDCNT4, p. 83)

A respeito da descrição de um experimento, os LDCNT2 e LDCNT5 descrevem as experimentações de Galileu envolvendo esferas em um plano inclinado. Essas descrições estão reproduzidas por meio de citações na análise da categoria C3 como trechos parciais das descrições da ideia científica.

O Quadro 8 nos permite perceber quão grande é a escassez de fontes históricas originais nos trabalhos.

Na categoria “Contextos aos quais a informação histórica está relacionada” (C7), analisamos a presença de contexto científico (conhecimento científico ou matemático disponível na época); tecnológico (relativo às tecnologias disponíveis ou ausentes na época); social (condições de vida e

valores da época); político (relacionado à política da época) e religioso (referente a crenças religiosas da época).

Quadro 8: Dados da categoria 7.

Apresentação do conteúdo	LDCNT1	LDCNT2	LDCNT3	LDCNT4	LDCNT5	LDCNT6
Científico	×	×	×	×	×	×
Tecnológico	-	-	-	-	-	-
Social	-	-	-	-	-	-
Político	-	-	-	-	-	-
Religioso	-	-	-	-	-	-

Ainda que nossa análise seja voltada para uma temática específica, restringindo o conteúdo explorado, esta categoria chama atenção pela ausência de outros aspectos que não o científico. Esse esvaziamento de um contexto histórico que perpassa várias esferas da vida humana impossibilita aos estudantes perceberem questões que viabilizaram ou não determinados estudos; acontecimentos que fizeram os cientistas enveredarem por este ou aquele caminho em suas pesquisas, como possíveis conflitos sociais, políticos e/ou religiosos; se e como suas crenças e as crenças das pessoas da época interviam em suas produções científicas; entre outros.

O LDCNT4 faz uma pequena menção a René Descartes ao tratar das leis de Newton. Tomando este cientista como exemplo, podemos citar uma passagem de sua obra *Princípios de Filosofia* para ilustrar como ciência e fé aparecem correlacionadas de forma explícita nesta obra. Ao enunciar o que chamou de leis da natureza, Descartes escreve:

Como Deus não está sujeito a mudanças, agindo sempre da mesma maneira, podemos chegar ao conhecimento de certas regras a que chamo as leis da natureza, e que são as causas segundas, particulares, dos diversos movimentos que observamos em todos os corpos, e daí a importância dessas leis. [...] (DESCARTES, [S.d.], *apud* PORTO e PORTO, 2009, p. 8)

De acordo com Ponczek (2002), as obras de Johannes Kepler (1571-1630), René Descartes, Leibniz, Isaac Newton, Immanuel Kant (1724-1804) e outros foram fortemente influenciadas pelo pensamento cristão-ocidental dominado pela Bíblia judaica.

Outro exemplo que podemos mencionar, relacionado à esfera social, é o período de isolamento social vivenciado por Isaac Newton durante a epidemia de peste que assolou a Inglaterra, fazendo com que o *Trinity College* tivesse que interromper seu funcionamento (PONCZEK, 2002). Naquele período, Newton dedicou-se intensamente aos estudos.

Considerações Finais

Diante da análise realizada, foi possível perceber nos livros didáticos de um modo geral, dentro do tema proposto, a presença de informações soltas, desconectadas de um contexto histórico e social, sem referências a erros e relações interpessoais, com cientistas brilhantes ou, quando não, sem a presença de traços de “pessoas comuns”, com a HC acontecendo de forma linear. Isso contribui para que a imagem da ciência seja perpetuada como aquela que foi observada entre os estudantes do Ensino Médio em Kominsky e Giordan (2002) e a sociedade de mais de um século atrás ilustrada por Leite (2002). As biografias geralmente se limitam a datas de nascimento/falecimento e nacionalidade, sem levar em consideração outras informações a respeito dos personagens. Um aspecto positivo que vale considerar é com relação à apresentação do conteúdo. Em todas as obras são feitas descrições das ideias científicas. Por mais que sejam modestas ao introduzir elementos da HC, de alguma forma, são trazidos diferentes momentos históricos e há menções a dois ou mais estudiosos – ainda que a abordagem seja individual. Damos um destaque maior ao LDCNT4, que traz os enunciados das Leis do Movimento tais como estão colocados no *Principia*.

Algo que também nos salta aos olhos relaciona-se à ausência de aspectos históricos ligados a tecnologia, sociedade, política e religião, elementos, estes, que impactam diretamente nas visões de mundo e nas construções de conhecimento em todas as épocas. Isso leva a uma permanência da visão socialmente neutra do trabalho científico que Pérez et al. (2001) apontam.

A abordagem da HC se mostra demasiadamente tímida nas obras. Se, por um lado, o LDCNT6, por exemplo, no Manual do Professor, indica artigos com certas informações ricas a respeito da HC, por outro, eles são indicados como bibliografia complementar, ou seja, aquela que complementa, e não como um conhecimento que deve permear a aprendizagem para que haja uma compreensão da ciência como construção histórica, marcada por conflitos e influências, sejam pessoais, sociais, políticos, religiosos, econômicos, e também por relações interpessoais, acessos a estudos anteriores, além de tempo dedicado aos estudos. Ademais, informações contidas nos manuais do professor não constituem garantia de que elas chegarão até os estudantes.

A presente investigação revela a abordagem acanhada que é dada ao tema “Leis de Newton” nos livros didáticos analisados quando, sob uma perspectiva histórica, trata-se de um assunto nada trivial, que implica em uma grande transformação do pensamento, a qual rompe com uma visão de mundo – a visão aristotélica – que predominou científica e socialmente por cerca de dois mil anos, dando origem à forma de enxergar a natureza chamada de *determinismo* ou *mecanicismo*, tendo, esta, permanecido até o início do século XX, quando surgem as ideias do *quantum*, com Planck. Os contextos históricos na ciência muito têm a nos dizer sobre os pensamentos dominantes nas sociedades de diferentes épocas, que acabam por gerar impactos de ordem política, religiosa, social, econômica, filosófica e tecnológica, não restringindo o conhecimento científico a finalidades puramente pragmáticas.

Diante disso, é preciso expor, também, algumas limitações existentes para viabilizar uma abordagem histórica mais abrangente e contextualizada historicamente. Os livros analisados possuem número de páginas limitado¹⁶. Os limites são de 160 páginas para o livro do aluno e 288 páginas para o Manual do Professor (BRASIL, 2021). Esses limites podem gerar alguma dificuldade na elaboração e organização das obras, bem como na inserção de elementos, sobretudo por serem volumes que mesclam conteúdos de Física, Química e Biologia. Isso poderia explicar, também, a ocorrência de poucas imagens.

Referências bibliográficas

- Alves, A. S.; Almada, F. A. C.; Gomes, A. O., & Monteiro, K. B. F. S. (2019). *Políticas educacionais na educação básica: impactos e perspectivas para a escola pública*. São Luís: EDUFMA.
- Amabis, J. M.; Martho, G. R.; Ferraro, N. G.; Penteado, P. C. M.; Torres, C. M. A.; Soares, J.; Canto, E. L., & Leite, L. C. C. (2020). *Ciências da natureza e suas tecnologias: o conhecimento científico*. São Paulo: Moderna.
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Acesso em 02 jan., 2022, http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/11/7._Orienta%C3%A7%C3%B5es_aos_Conselhos.pdf.
- Brasil. (2021). *Apresentação PNLD 2021 - Ensino Médio Objeto 2 - Resultado PNLD 2021*. Acesso em 14 mar., 2022, <https://www.gov.br/fnde/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/programas/programas-do->

¹⁶ Que pese, aqui, a dificuldade existente para que autores apresentem em obras com número máximo de páginas pré-fixado contextualizações históricas tais como propusemos.

livro/pnld/encontros/ApresentaoPNLD2021EnsinoMdioObjeto2_Resultado_PNLD2021.pdf/view.

- Brasil. (2017). *Decreto nº 9.099*. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Acesso em 15 mai., 2022, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=7&data=19/07/2017>.
- Brasil. (2017). *Lei Nº 13.415*. Acesso em 15 mai., 2022, <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=17/02/2017&jornal=1&pagina=1&totalArquivos=440>.
- Brasil. (1996). *Lei nº 9.394/96*, Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Acesso em 02 jan., 2022, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm.
- Brasil. (2017). *PNLD*. Como são escolhidos os livros didáticos que vão para a escola?. Acesso em 13 mai., 2022, <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld#:~:text=As%20obras%20s%C3%A3o%20inscritas%20pelos,das%20diferentes%20C3%A1reas%20do%20conhecimento>.
- Brasil. (2017). *PNLD*. Histórico. Acesso em 13 mai., 2022, <http://www.fnde.gov.br/component/k2/item/518-hist%C3%B3rico#:~:text=O%20Programa%20Nacional%20do%20Livro,nomes%20e%20formas%20de%20execu%C3%A7%C3%A3o>.
- Brasil. (2018). *Portaria Nº 1.432*. Acesso em 13 mai., 2022, https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/70268199.
- Bucussi, A. A. (2006). Introdução ao conceito de energia. *Textos de Apoio ao Professor de Física*, 17(2), 1-32.
- Campos, A. (2022). Algumas considerações sobre os movimentos dos corpos na Antiguidade e na Idade Média: a teoria do ímpeto e a inércia. *Ensino & Multidisciplinaridade*, 8(1), 1-11.
- Cerqueira, M. L. C. S., & Martins, L. (2010). O reconhecimento da importância dos livros didáticos no campo da educação. *Candombá: Revista Virtual*. Acesso em 09 mai., 2022, <http://web.unijorge.edu.br/sites/candomba/pdf/artigos/2010/a13.pdf>.
- Delizoicov, D.; Angotti, J. A., & Pernambuco, M. M. (2018). *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez.
- Forato, T. C. M. (S. d). *Isaac Newton*. Grupo de História, Teoria e Ensino de Ciências. [S. l.], [S. d]. Acesso em 03 abr., 2022, <http://www.ghtc.usp.br/Biografias/Newton/Newtonprincipia.htm>.
- Franco-Patrocínio, S. O., & Freitas-Reis, I. (2017). Os livros didáticos de química indicados pelo PNLD 2015: a história da ciência empregada na temática “Quantidade de Matéria” e sua unidade, mol. *HOLOS*, 2(1), 375-392.
- Fukui, A.; Aguilar, J. B.; Molina, M., & Oliveira, V. S. (2020). *Ser protagonista ciências da natureza e suas tecnologias: evolução, tempo e espaço*. São Paulo: SM Educação.
- Godoy, L. P.; Dell'Agnolo, R. M., & Melo, W. C. (2020). *Natureza: Matéria, energia e a vida*. São Paulo: FTD.

- Gomes, F., & Proença, A. O. (2019). História da ciência na introdução da química em livros didáticos - PNLDEM 2018. *Scientia Naturalis*. Acesso em 30 mar., 2022, <https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2515>.
- Historical Society Of Pennsylvania. (c2017). Isaac Newton letter to Robert Hooke, 1675. In: *Isaac Newton letter to Robert Hooke, 1675*. Acesso em 10 abr., 2022, <https://digitallibrary.hsp.org/index.php/Detail/objects/9792>.
- Hülsendeger, M. J. V. C. (2007). A História da Ciência no ensino da Termodinâmica: um outro olhar sobre o ensino de Física. *Revista Ensaio*, 9(2), 222-237.
- Kosminsky, L., & Giordan, M. (2002). Visões de ciências e sobre o cientista entre estudantes do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*. 1(15), p. 11-18.
- Kuhn, T. S. (1998). *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva.
- Leite, L. (2002). History of science in science education: development and validation of a checklist for analysing the historical content of science textbooks. *Science & Education*, 11(1), 333-359.
- Lopes, S., & Rosso, S. (2020). *Ciências da natureza: Evolução e Universo*. São Paulo: Moderna.
- Lucisano, F. R. (2014). O uso da história da ciência como estratégia de ensino de física: Uma proposta para a construção do conhecimento científico sobre o Eletromagnetismo a partir do experimento de Ørsted. *Cadernos PDE*. Acesso em 13 mai., 2022, http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_fabio_rodrigo_lucisano.pdf.
- Martins, L. A. P. (1998). A história da ciência e o ensino da biologia. *Jornal Semestral do Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino*. Acesso em 31 mai., 2022, http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/historia_ciencia.pdf.
- Martins, R. A. (2001). Como Não Escrever Sobre História da Física: um Manifesto Historiográfico. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 23(1), 113-129.
- Matthews, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 255-277.
- Monteiro, M. M., & Martins, A. F. P. (2015). História da ciência na sala de aula: uma sequência didática sobre o conceito de inércia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. Acesso em 21 abr., 2022, <https://www.scielo.br/j/rbef/a/yyWzRTGDYRtdvRmYLFPWjFD/?lang=pt>.
- Mortimer, E. F.; Horta, A.; Mateus, A.; Panzera, A.; Garcia, E.; Pimenta, M.; Munford, D.; Franco, L., & Matos, S. (2020). *Matéria, energia e vida: origens: o universo, a terra e a vida*. São Paulo: Scipione.
- Newton, S. I. (1687). *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. Axiomata Sive Leges Motus. Cambridge University Library. Acesso em 25 mai., 2022, <https://cudl.lib.cam.ac.uk/view/PR-ADV-B-00039-00001/46>.
- Oliveira, U. L. (2019). Abordagem da radioatividade nos livros didáticos de química do PNL D 2015-2018. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande.

- Passos, R. R. M. (2007). *Análise de cinco livros didáticos de física do ensino médio: como a história da ciência é utilizada na abordagem de conteúdo de ótica?*. Monografia (especialização) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Pérez, D. G.; Montoro, I. F.; Alís, J. C.; Cachapuz, A., & Praoa, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7(2), 125-153.
- Ponczek, R. L. (2002). Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica. In J. F. M. ROCHA (Org.), *Origens e evolução das idéias da física (pp.16-135)*. Salvador: EDUFBA.
- Porto, C. M., & Porto, M. B. D. S. M. (2009). Galileu, Descartes e a elaboração do princípio da inércia. *Revista Brasileira de Ensino de Física*. 31(4), 4601-4610.
- Ribeiro, G., & Silva, J. L. J. C. (2018). A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 130-158.
- Ribeiro, G., & Silva, J. L. J. C. (2017). A relevância da História da Ciência para o ensino das Ciências: elementos introdutórios. *Gueto: Revista Acadêmica*, 9(1), 12-25.
- Santos, K. C.; Chinellato, E. A.; Silva, R. A.; Kimura, M.; Ferraro, A. C. N. S.; Froes, A. L. D.; Ogo, M. Y., & Michelin, V. S. (2020). *Diálogo ciências da natureza e suas tecnologias: o universo da ciência e a ciência do universo*. São Paulo: Moderna.
- Santos-Filho, A. P. A.; Barroso, M. C. S., & Sampaio, C. G. (2021). História da química: uma análise sobre a presença dos conteúdos nos PNLDs DE 2015 e 2018. *Revista Binacional Brasil Argentina: diálogo entre as ciências*, 10(2), 347-364.
- Sequeira, M., & Leite, L. (1988). A história da ciência no ensino: aprendizagem das ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 1(2), 29-40.
- Simões, C. M. R. (2019). *Livro didático: uma análise crítica no conteúdo de biologia molecular contido em livros de biologia utilizados no ensino médio da rede pública de Minas Gerais*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Sobel, D. (2000). *A Filha de Galileu*. São Paulo: Companhia das Letras.
- Thompson, M.; Rios, E. P., & Spinelli, W.; Reis, H.; Sant'Anna, B.; Novais, V. L. D., & Antunes, M. T. (2020). *Conexões. Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Terra e equilíbrios*. São Paulo: Moderna.
- Vasconcelos, M. C. C., & Plácido, N. S. O. (2013). O livro didático de biologia como instrumento de apoio para o entendimento da nova biologia. *Cadernos de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde*, 1(16), 11-20.
- Vidal, P. H. O. (2009). *A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007*. Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vigo, A. (1995). *Aristóteles: Física: Livros III-IV*. Buenos Aires: Biblos.
- Westfall, R. S. (1993). *A Vida de Isaac Newton*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.