

Galileu e o mito da torre de pisa: revisitando a temática em meios digitais educativos

Leonardo André Testoni*, Claudio Wagner Locatelli**,
Solange Wagner Locatelli***, Arthur Biasotto Caldeira Gomes****

Resumo

A utilização de episódios históricos no ensino de ciências representa uma estratégia com grande potencial pedagógico, sendo validada por muitos pesquisadores das comunidades científica e educacional, entretanto sua utilização sem as devidas cautelas, pode causar distorções nos fatos, trazendo uma visão de ciência linear, indutivista e individualmente erguida. Da mesma forma, a utilização de tecnologias no contexto pedagógico já demonstrou seu importante papel para a aprendizagem em ciências, ainda mais em um contexto pandêmico, onde o isolamento social faz com que meios digitais (MD) com fins didáticos, nesse artigo considerados como sites e plataformas educativas, estejam cada vez mais presentes nos ambientes escolares. Articulando tais vertentes, o presente artigo busca observar a inserção de episódios históricos em tais MD, especificamente, o controverso experimento que Galileu teria realizado na Torre de Pisa que, apesar de carecer de registros históricos fidedignos, continua no imaginário popular na educação em Física. Para tanto, analisamos sites e plataformas digitais de livre acesso na internet e que traziam o fatídico episódio como pano de fundo de seus conteúdos. Os resultados emergidos da análise trazem observações preocupantes, principalmente por se tratarem de meios com acesso livre e ampla repercussão nacional que, além de reforçar a ocorrência de um experimento sem registro historiográfico e com resultados discutíveis, trazendo uma visão equivocada de ciências, com simplificação de seus métodos e coletividade, perpetuando a existência de mitos fundadores em determinadas áreas de pesquisa.

Palavras-chave: Galileu, Queda de Corpos, História das Ciências, Meios Digitais, Ensino de Ciências.

* Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor Adjunto da Universidade Federal de São Paulo. Membro do grupo de pesquisa GEPECIM / PECME. E-mail: leonardo.testoni@unifesp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9140-4788>

** Doutorando em Ensino e História das Ciências e Matemática pela Universidade Federal do ABC. Professor Tutor da Universidade Brasil. Membro do grupo de pesquisa GEPECIM. E-mail: claudio.locatelli@ufabc.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2143-9103>

*** Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo. Professora Adjunta da Universidade Federal do ABC. Membro do grupo de pesquisa GEPECIM / PECME. E-mail: solange.locatelli@ufabc.edu.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7639-6772>

**** Graduando em Física pela Universidade de São Paulo. E-mail: arthurbiasotto@usp.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6976-1620>

<https://doi.org/10.5335/rbecm.v5i1.12745>

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Recebido em 12/07/2021 – Aceito em 05/01/2022

ISSN: 2595-7376



Introdução

A utilização de novas tecnologias na educação é um tema já abordado há algumas décadas (VIEIRA JÚNIOR; MELO, 2021, p.34303). De acordo com os autores, o uso das tais novas tecnologias, no campo educacional, mistura-se com a inserção da informática no ambiente escolar, causando inovações que estão “intrinsecamente relacionadas a um conjunto de modificações sociais e econômicas”.

Não só focando nos dispositivos, como computadores, celulares e tablets, a utilização mais abrangente das redes de internet possibilitou que muitas escolas, bem como seus alunos e docentes, conseguissem o acesso remoto a materiais didáticos interativos, disponibilizados em sites com viés educacional - as chamadas Plataformas ou Meios Digitais. De fato, para Lima (2001), a era da informação, que teve seu início na busca humana pela facilitação de tarefas repetitivas, é intensificada no ambiente educacional, com a realização de projetos cooperativos através da rede. Contribuindo com um estudo sobre a potencialidade das plataformas digitais, Boy e Garcia (2018) constataram que as mesmas podem servir de apoio do docente, “levando a aprendizagem além dos limites da sala de aula” (p.152).

Em uma análise mais atual, Santos Junior e Monteiro (2020) reforçam o fato de que a pandemia do novo coronavírus, iniciada no fim de 2019, trouxe a necessidade da utilização de plataformas digitais com uma frequência nunca antes alcançada, fazendo com que instituições de ensino e professores, com um tempo curto de planejamento, transpusessem os conteúdos a ser ensinados para o formato remoto emergencial, formato esse que acabou por incluir os sites e plataformas digitais como peça central no processo de ensino-aprendizagem (TESTONI, 2020).

Diante do contexto posto, as preocupações com as metodologias didáticas empregadas continuam válidas, agora também considerando-se um panorama digital. Assim, é necessário analisar com cautela as abordagens dadas, no contexto remoto, aos conteúdos educacionais trazidos, cuidando para que a transposição, entre os ambientes real e virtual, leve em consideração as especificidades pedagógicas (TESTONI, op.cit.).

Nessa vertente, interessou-nos observar a articulação dada aos conteúdos científicos nos citados sites e plataformas digitais com viés educativo, aqui denominados *meios digitais*. Mais particularmente, o presente artigo busca analisar a

forma como a temática relativa à queda livre é inserida em tais ambientes virtuais, constituindo-se de um conceito importante no Ensino de Física.

Para tanto, optamos por um enfoque histórico. Assim, em um viés mais específico, buscou-se analisar como as contribuições de Galileu Galilei (1564-1642) são trazidas nas plataformas, especificamente aquelas que reforçam (erroneamente) experimentos galileanos de abandono de graves do alto da torre de Pisa, evento esse não documentado, tampouco aceito pela análise historiográfica, conforme será exposto posteriormente.

Tal questionamento torna-se necessário, em nosso ponto de vista, exatamente pelo fato de reforçar uma visão whiguista¹ da História das Ciências, elencando mitos fundadores e cientistas geniais, que, sozinhos, teriam desenvolvido toda uma linha de pesquisa (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017). Partindo do pressuposto que tal prática traz uma visão deturpada do desenvolvimento do conhecimento científico, exporemos, a seguir, os referenciais teóricos que sustentam nossa análise.

Referenciais Teóricos

Meios Digitais Didáticos: plataformas e sites educacionais

Em pesquisas recentes, constatou-se que uma parte expressiva de estudantes considera o Ensino de Ciências da Natureza, mais especificamente a Área da Física, como desafiadora e de complexa compreensão, gerando um certo desconforto e desinteresse das áreas científicas (SILVA; ALMEIDA, 2020).

O uso de tecnologias digitais como forma de aproximação ao Ensino de Ciências, com a criação de ambientes interativos, com trocas de experiências, pode ser feito diretamente do computador do docente para o dispositivo eletrônico em que o aluno esteja fazendo uso, bastando haver uma conexão com internet para que aconteça. Nesse contexto, o uso dos meios digitais tem se demonstrado uma ferramenta eficiente e complementar, no processo de ensino-aprendizagem (SILVA; ALMEIDA, 2020), mesmo considerando-se as possíveis limitações inerentes ao processo utilizando-se desta ferramenta.

A Internet se constitui num meio que pode proporcionar importantes possibilidades pedagógicas. Pode ser um meio que permite a inter e a pluridisciplinaridade, oferecendo subsídios e trilhando caminhos para uma educação global, estimulando

e colocando em prática processos de tratamento da informação, dos conteúdos e programas de cada nível. A Internet ainda possibilita a utilização de ambientes apropriados para aprendizagem, ricos em recursos que proporcionam as mais diversas experiências pelo usuário (LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010; VALENTE, 2000).

A utilização de ferramentas Web 2.0 dá a possibilidade de criação de ambientes de aprendizagem voltados para uma maior socialização, ou para minimizar os problemas, com uma gestão compartilhada das informações, bem como o uso e manutenção de uma memória coletiva. Neste contexto, podemos dizer que a Web 2.0 tem repercussões sociais e educacionais relevantes, que maximizam os processos de trabalho coletivo, de produção e circulação de informações, bem como a troca afetiva e a construção social de conhecimento apoiada pelas TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) (LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010).

Com o surgimento de websites surge concomitantemente a questão de seu processo de construção. A estruturação das informações em websites na Internet é fundamental para que estas possam ser assimiladas e compreendidas pelos usuários, uma vez que somente o fato de serem apresentadas não é capaz de causar o mesmo efeito de aprendizagem (COLOMBO, 2001; LUVIZOTTO; FUSCO; SCANAVACCA, 2010).

Os avanços tecnológicos da informação e comunicação (TICs), mais especificamente a partir dos anos 1990, com a popularização da Ciência e da internet, proporcionaram o aparecimento de modelos mais robustos de negócios baseados em sites e plataformas digitais. Nesse sentido, o presente artigo traz a definição de meios digitais didáticos, sendo estes classificados como sites educativos ou plataformas educacionais, podendo entender a concepção de plataformas como sistemas baseados em um software extensível que fornece a funcionalidade central compartilhada por “aplicativos” que operam com ele e as interfaces por meio das quais eles operam entre si (SANTOS; SARAIVA; BIDÁ, 2020; TAUSCHER; LAUDIEN, 2018).

Assim, o meio digital liga diretamente a sensação de ter voz, como a opinião, por exemplo, com a maior proximidade (presença) e as formas de saber (aprendizagem). Os aparelhos digitais trazem com eles uma nova forma de explorar o mundo, e de certa forma uma obrigação ao trabalho e à aprendizagem. Diminuindo distâncias, o meio digital pode ser um modo de presença, de favorecimento ao presente imediato. Por outro lado, meios mais tradicionais de comunicação, como o rádio e a televisão, que por muito tempo foram meios de comunicação em massa, ficaram de certa forma

obsoletos, pois os meios digitais como blogs e redes sociais liquidam a mediação da comunicação de forma quase imediata. Todos nós produzimos e enviamos informações, diminuindo até o poder dos jornalistas e de outros formadores de opinião. Hoje, nos meios digitais, cada qual quer estar diretamente presente e apresentar, sem intermediários, a sua própria opinião, e até mesmo apresentar conteúdos (DRAVET; CASTRO, 2019), o que vemos como algo que requer cuidado por partes dos usuários.

Os meios de comunicação, que em períodos anteriores se mostravam pouco eficientes e lentos, foram abrindo espaço face às novas tecnologias e meios digitais. Existe uma maior comodidade na obtenção da informação, e o ambiente acadêmico, incluindo escolas e universidades não ficaram de fora disso. Um diálogo maior começa a ser criado entre professores e estudantes nos ambientes e meios virtuais, porém a distância física ainda é um desafio a ser superado pelas instituições de ensino. Livros e cadernos aos poucos sendo substituídos por tablets, smartphones, notebooks, entre outras ferramentas, proporcionando o acesso ao conteúdo por meio dos meios digitais (LOPES; CASTRO, 2015; MUGNOL, 2009).

Sites e plataformas educacionais foram diretamente afetadas após a popularização da Educação à Distância (EAD). A adoção de cursos on-line abertos em alta escala, aumentando a acessibilidade ao conhecimento, apresentando em seus formatos, cursos com espaço e tempo próprios, não necessitando de um cronograma fechado (KAPLAN; HAENLEIN, 2016). No formato mencionado, podemos citar como exemplo, uma plataforma que vem sendo utilizada com grande amplitude que é a “Khan Academy”.

A título de exemplificação, Locatelli *et al.* (2020) afirmam que a organização sem fins lucrativos Khan Academy foi criada em 2006 por Salman Khan, onde apresenta um conjunto de recursos educacionais on-line, acessados pela rede internacional de computadores, a Internet, onde considera conteúdos específicos, com estratégias de ensino, com a utilização de elementos da aprendizagem socioemocional na promoção de um ambiente virtual. Ainda possibilita ao professor o planejamento, bem como o acompanhamento de atividades educativas, por meio da análise de dados de desempenho dos estudantes. Segundo informações disponibilizadas no site, essa plataforma faz uso de aspectos da inteligência artificial para que os dois níveis de usuários, professor e estudante, possam utilizar de listas de exercícios, videoaulas e artigos sobre diversos conteúdos, com a intenção de promover e acompanhar a aprendizagem (pessoal, do outro e ainda o coletivo) e propiciar o desenvolvimento da autonomia.



De acordo com Souza (2015) o uso de meios e tecnologias digitais devem vir acompanhadas de uma maior capacitação docente, pois os meios digitais e tecnológicos ainda precisam ser desmistificados pela maioria dos professores. Nesse sentido, a instituição de ensino deve ter papel *sine qua non* na formação desses docentes, para que o processo de ensino e aprendizagem se apresente de forma clara, aperfeiçoada e qualificada. Lisboa (2013) nos remete à reflexão de que, para que haja um trabalho bem sucedido, é fundamental o comprometimento da instituição de ensino e corpo docente, remetendo ao planejamento a sistematização do uso dos meios digitais e ferramentas tecnológicas, para entender o sentido e efeito que cada um deles pode causar em sala de aula.

História das Ciências e o Ensino: síntese de alguns elementos estruturantes

Desde meados do século XX, as discussões historiográficas focalizaram com mais atenção a problemática específica das Ciências. Até então, a História das Ciências (HC) possuía uma visão mais positivista, contemplando apenas as fontes escritas oficiais e relatando os conhecimentos de determinadas civilizações de forma desarticulada e isolada. Assim como nos aponta Magalhães (2018), a visão positivista deve ser superada, pois, entre outras características, (a) trata a ciência como a mais alta atividade humana e essa deveria comandar a análise historiográfica; (b) aborda a HC de forma geral, mas longe de um caráter interdisciplinar; (c) trata a ciência como neutra, pacificadora e internacionalista e (d) desconsidera as revoluções científicas, considerando que as verdades novas absorveriam as antigas.

Com o surgimento da Escola de Annales², em 1929, as análises historiográficas tornam-se mais amplas, considerando uma gama maior de fontes históricas e tentando trazer a complexidade do episódio histórico, cuja interpretação dependeria de uma composição articulada de vestígios trazidos por tais fontes.

Dessa forma, a História e Filosofia das Ciências passa, também, por uma mudança analítica, procurando, além de centrar o foco observacional na evolução do conteúdo científico, propriamente dito, interpretar o entorno cultural que permeia tal evolução, dando importância aos contextos sócio-históricos e, conseqüentemente, ao papel humano na construção científica (MATHEWS, 1994).

Nessa linha de raciocínio, Mathews (op.cit.), também afirma que tal enfoque da HC torna-se importante para sua articulação com o ensino de ciências, haja vista

que a possibilidade de sua utilização dialoga com o desenvolvimento dos conceitos técnico-científicos em um caráter mais amplo, podendo contribuir para um processo mais significativo de alfabetização científica.

Nesse sentido, a historiografia das chamadas revoluções científicas, mesmo com o afastamento de visões mais positivistas, em um primeiro momento ainda se encontrava muito presa às alterações dos conceitos científicos, em si, como proposto por Alexandre Koyré, caracterizando uma visão mais internalista (SILVA, 2010). Para a autora, a visão externalista, ou seja, a necessidade de se considerar o contexto cultural como influenciador da evolução da ciência, perpassa, principalmente, pelas obras de Thomas Kuhn, propondo-se um equilíbrio entre internalismo e externalismo, na construção da narrativa histórica das Ciências.

Ressalta-se, portanto, que a História das Ciências pode auxiliar na compreensão da linguagem própria da atividade científica, nos levando à ontogênese e à filogênese de cada conceito científico. Sabemos que a Ciência é um processo de constituição do saber erudito com suas dimensões sociais, econômicas, políticas e sociais, e através dos documentos históricos podemos utilizar os conteúdos históricos da Ciência para enriquecimento do que se está ensinando e aprendendo (VIDAL; PORTO, 2011), uma vez que é a partir do estudo destes documentos que se torna possível pesquisar e compreender o desenrolar da ciência, a história das ciências (MARTINS, 2001).

Nesse sentido, ainda trazemos as contribuições de Peduzzi (2001), para quem a História das Ciências é fundamental para lidar com a problemática das concepções alternativas, mediante a humanização do caminho percorrido pelas ideias científicas, justificando o produto final apresentado.

Entretanto, para que tal abordagem possa ser realizada, é importante atentar-se para elementos específicos desse campo do conhecimento. Como nos aponta Porto e Vidal (ibidem, p.2),

Nas décadas de 1960 e 1970, foram utilizados alguns termos para fazer referência à história da ciência recontada pelos livros didáticos, entre os quais pseudo-história e quasi-história – sendo que ambos fazem referência à história Whig, discutida pelo historiador da ciência Herbert Butterfield décadas antes.

O termo *história whig*, cunhado por Butterfield (1965), remonta à construção de uma narrativa histórica com base na versão única daqueles que se destacaram em determinados episódios passados. Ou seja, a interpretação whiguista refere-se

a relatos de, apenas, revoluções bem sucedidas, com ênfase na ratificação ou glorificação do presente.

O termo provém do antigo partido político inglês, dos *Whigs*, que se contrapunha, desde o final do século XVII, ao rival, *Tories*. Em termos gerais, os *Whigs* defendiam uma monarquia constitucional em oposição ao absolutismo monárquico, defendido pelos *Tories*. A história dessas tendências, tornadas partidos em meados do século XVIII, envolve uma longa trajetória de contraposição, não apenas em favor do parlamento ou da monarquia, mas em favor de Protestantes ou da Igreja da Inglaterra, de diferentes dinastias em disputa pelo trono inglês, em favor de nobres da província ou da corte, da liberdade ou não do comércio, da abolição ou não da escravidão (PRESTES, 2010, p.3).

Desse modo, para a autora, a narrativa whig busca a caracterização de um triunfo progressista de algumas instituições representativas, revelando um anacronismo intrínseco, “acompanhado de uma interpretação linear, em um caráter hagiográfico” (ibidem, p.3). Sobre esse viés, Porto e Vidal (2011) ainda buscam subdividir a interpretação whig da história em outras duas imprecisões: *a pseudo-história e a quasi-história*.

Para Whitacker (1979), a pseudo-história pode ser compreendida como uma simplificação do processo histórico, uma seleção de fatos, com a finalidade de se ensinar conceitos científicos, transformando a dinâmica do processo em um fluxo linear e que, portanto, não deve ser caracterizado como história. Apesar de movimentos iniciados nos anos 1970, que defendiam que professores de ciências deveriam utilizar a pseudo-história em suas aulas, pois tal abordagem seria o suficiente para o aprendizado científico (ver KLEIN, 1972; BRUSH, 1974, e.g.), uma visão historiográfica mais moderna procura articular os episódios históricos com os diversos objetivos pedagógicos, defendendo recortes, porém sem perder o caráter multidisciplinar, humano e não linear do desenvolvimento científico (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017).

Nesse viés, ressalta-se que, enquanto a pseudo-história reflete em uma simplificação historiográfica exagerada, a quasi-história implica em uma distorção da história, realizada para dar sentido a fatos científicos, normalmente com o objetivo de uma pretensa facilitação acerca da compreensão de um fenômeno. Como exemplo, Porto e Vidal (2011) citam o caso dos primeiros estudos sobre Mecânica Quântica, por parte de Max Planck, que, frequentemente são considerados como uma forma posterior de explicar as proposições de Rayleigh e Jeans para a radiação do corpo

negro (entretanto, os estudos de Planck foram realizados antes do ajuste de curva feito por Jeans).

Dessa forma, à guisa de síntese, Porto e Vidal (op.cit., p. 4), em análise crítica sobre o trabalho de Withacker, consideram que

[Withacker] estabeleceu uma distinção entre quasi-história e a pseudo-história, sendo que a definição desta última ele atribuiu a Klein. Segundo Whitaker, a pseudo-história seria aquela na qual os fatos são selecionados, com a finalidade de ensinar conceitos científicos – mas resultando em algo que deixa de ser história. Aparentemente, a principal diferença que Whitaker via entre as duas é que a pseudo-história seria uma simplificação da história (sendo menos danosa para o ensino de ciências), enquanto que a quasi-história seria uma distorção da história.

Nessa análise, os autores ainda consideram que a quasi-história parece ignorar os fatos sociais ligados à ciência, apresentando o surgimento de novos conceitos como algo trivial ou místico, com pronta aceitação da comunidade e longe de erros ou imprecisões. Nessa abordagem, reforçando a visão whiguista, a história é escrita com base nos conhecimentos que foram aceitos e permaneceram na comunidade científica, com uma intencionalidade clara de organizar (anacronicamente) os conhecimentos no tempo presente.

Os conceitos aqui trazidos são fundamentais para uma análise historiográfica mais fidedigna e articulada com o ensino de ciências. Nesse artigo, particularmente, focaremos a compreensão do desenvolvimento das ideias de Galileu no tocante à queda de graves e sua transposição pedagógica para materiais didáticos contidos em plataformas digitais.

Galileu, a queda de corpos e o mito da torre de Pisa

Galileu Galilei, notadamente, é um dos nomes mais citados quando nos referimos ao desenvolvimento da ciência moderna. Com sua obra intimamente ligada à revolução científica do século XVII (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021), Galileu trouxe inegáveis contribuições na análise da resistência de materiais, dos movimentos e da astronomia, por exemplo. Pode-se inferir que

[Galileu traz] uma mudança intelectual radical, cujo produto e expressão mais genuína foi o nascimento da ciência moderna [...] é considerado o fundador da física clássica, que passará a ser desenvolvida na direção de teorias físico-matemáticas dos fenômenos naturais (ibidem, p. 331-333).



De fato, Mariconda e Lacey (2006) elencam, no trabalho galileano, características fundamentais que o ligam à modernidade científica, a saber: (a) centralidade da ação prática e instrumental, (b) união entre ciência e técnica, (c) matematização da natureza, (d) autonomia da ciência e (e) universalidade do método científico. Nessa linha, portanto, Mariconda e Lacey (ibidem) caracteriza, em síntese, a atitude científica galileana como uma busca de regularidades matematicamente expressadas nos fenômenos, as chamadas leis da natureza, além do método de cientificar-se de sua verdade através da realização de experimentos.

Por suposto, é importante ressaltar que, apesar do notório volume de trabalhos desenvolvidos, imputar a Galileu a criação do método experimental é, minimamente, uma whiguista, haja vista tratar-se de um processo histórico-social, que depende do concurso de outros agentes, com colaboração e organização em um sentido mais coletivo de desenvolvimento.

Tal caracterização, em um contexto ainda próximo da idade média, faz-nos compreender, também, a tortuosa caminhada de Galileu, ao defender uma atitude mais ativa e menos contemplativa do homem, em relação à natureza. Segundo Hessen (1993), as universidades, nos séculos XVI e XVII, defendiam uma visão aristotélica de mundo, combatendo, juntamente com a igreja católica, as ideias científicas que floresciam, pois “aquilo que não se encontrava em Aristóteles [...] simplesmente não existia” (p.45); o negacionismo escolástico era justificado com alegações de imprecisão ou defeitos nos instrumentos de observação/medidas recentemente criados.

Desse modo, a doutrina de Aristóteles, que parecia unir-se de forma coerente com a teologia católica, ainda permanecia como base da educação universitária (cf. MARICONDA; LACEY, 2006), apesar das novas ideias terem, ainda que timidamente, interesse de outras classes³.

Apesar do escopo do presente artigo não seguir por uma linha de revisão biográfica acerca de Galileu, o contexto trazido até então é de suma importância para a compreensão de um dos pontos mais lembrados na trajetória profissional do ilustre florentino: a análise da queda de corpos.

Sistematizada na obra *Dois Novas Ciências*, cujo original em italiano, datado de 1638, é *Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno à due nuove scienze*, as quedas sob a ação gravitacional encontram-se como parte integrante de uma nova ciência, a chamada ciência do movimento, detalhada no *tratado do movimento local (de motu locali)*, que aborda os movimentos uniformes, movimentos uniformemente

acelerados e movimento de projéteis, trazendo elementos do que hoje denominamos cinemática clássica.

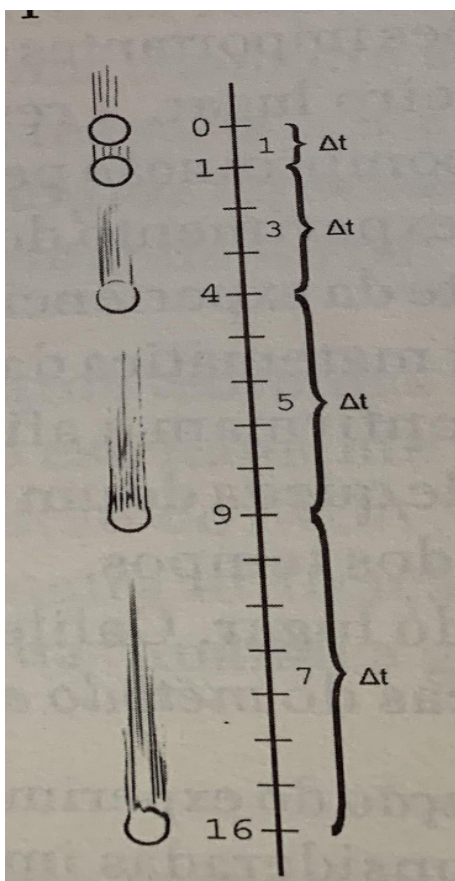
Inserida na terceira jornada da obra citada, Galileu, após analisar movimentos retilíneos e pendulares, traz, em seu Teorema II, a enunciação da lei matemática da queda dos corpos:

Teorema II - Proposição II

Se um móvel, partindo do repouso, cai com um movimento uniformemente acelerado, os espaços por ele percorridos em qualquer tempo estão entre si na razão dupla dos tempos, a saber, como os quadrados desses mesmos tempos. (GALILEI, 1988, p.170)

Tal lei pode ser ilustrada pela figura 1:

Figura 1: Esquema que ilustra a relação entre distância percorrida e tempo gasto por um corpo em queda livre



Fonte: MARICONDA, VASCONCELOS, 2021, p. 307.

O presente teorema ainda possui dois corolários, sendo que o primeiro apresenta o fato de que os espaços percorridos em tempos iguais e sucessivos estão entre si como os números ímpares 1, 3, 5, 7,... enfatizando o caráter experimental do trabalho galileano, Mariconda e Vasconcelos (2021) p.308, afirmam que

[Galileu] confirma esse resultado com o experimento do plano inclinado [...] mostra(ndo) a importância por ele atribuída à comprovação pela experiência e o resultado obtido pelo Teorema II, [...] trazendo uma nova mentalidade científica do século XVII.

Apesar do próprio Galileu trazer o fato de ter comprovado experimentalmente sua lei de queda dos corpos por meio do experimento do plano inclinado, ainda existem, talvez devido a esse inovador caráter experimental trazido no trabalho galileano, alguns mitos históricos a ele atribuídos, como, por exemplo, o fato do experimento da queda de corpos ter sido realizado na Torre de Pisa.

O suposto ato experimental associa-se com o fato de Galileu, em seu período como professor de matemática, na Universidade de Pisa (1589-1592),

ter feito outra descoberta importante, ao constatar que o peso não determina a rapidez das quedas [...] refuta a tese aristotélica de que a velocidade de queda dos corpos é proporcional a seus pesos⁴, ou seja, que um corpo, por exemplo, dez vezes mais pesado que outro, cai dez vezes mais rapidamente (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021, p. 29).

Além do exposto, junta-se ao contexto um relato escrito por um aluno de Galileu, Vincenzo Viviani, em 1654 (quase 60 anos após o período pisano e 12 anos após a morte de Galileu), no qual, em meio a uma biografia de seu mestre, a refutação é empossada com caráter heróico, com Galileu deixando cair, simultaneamente, corpos de mesmo material e pesos diferentes e

para espanto da audiência, que esperava segundo a suposição aristotélica [...] [Galileu] revelou que todos se movem com a mesma velocidade, demonstrando isso com repetidas experiências com a participação de outros professores, filósofos e de toda a estudantada (VIVIANI, 1992 [1654] apud MARICONDA; VASCONCELOS, 2021, p. 30).

Apesar da dinâmica narrativa de Viviani, e trazer a figura de um herói, muito comum nas biografias da época (ALVES, 2019), historiadores das Ciências questionam a veracidade dos fatos, afinal, mesmo com “a presença de outros professores, filósofos e toda estudantada”, não existem registros oficiais do grandioso experimento na Universidade de Pisa, tampouco em registros do próprio Galileu. Ainda para o autor, mesmo com Viviani não tendo presenciado os fatos, sua descrição eufórica acabou por contagiar estudiosos posteriores, sendo a citada experiência reverenciada como marco

do início da ciência moderna e, erroneamente, relatada em diversos materiais didáticos destinados à escola básica e universidades atuais, sendo, inclusive, lembrada como um “dos mais belos experimentos de Física” (CREASE, 2002 apud ALVES, 2019).

Colaborando com a manutenção desse mito fundador da ciência moderna, Gregory (1917, p. 2), em uma visão romantizada, narra os fatos:

Esse homem intrometido, Galileu, deve ser suprimido, murmuraram os membros da universidade ao saírem da praça. Ele acha que, ao nos mostrar que uma bola pesada e uma leve caindo simultaneamente no chão, pode abalar nossa crença [aristotélica] que ensina que uma bola pesando cem libras⁵ cairia cem vezes mais rápido que uma pesando uma libra.

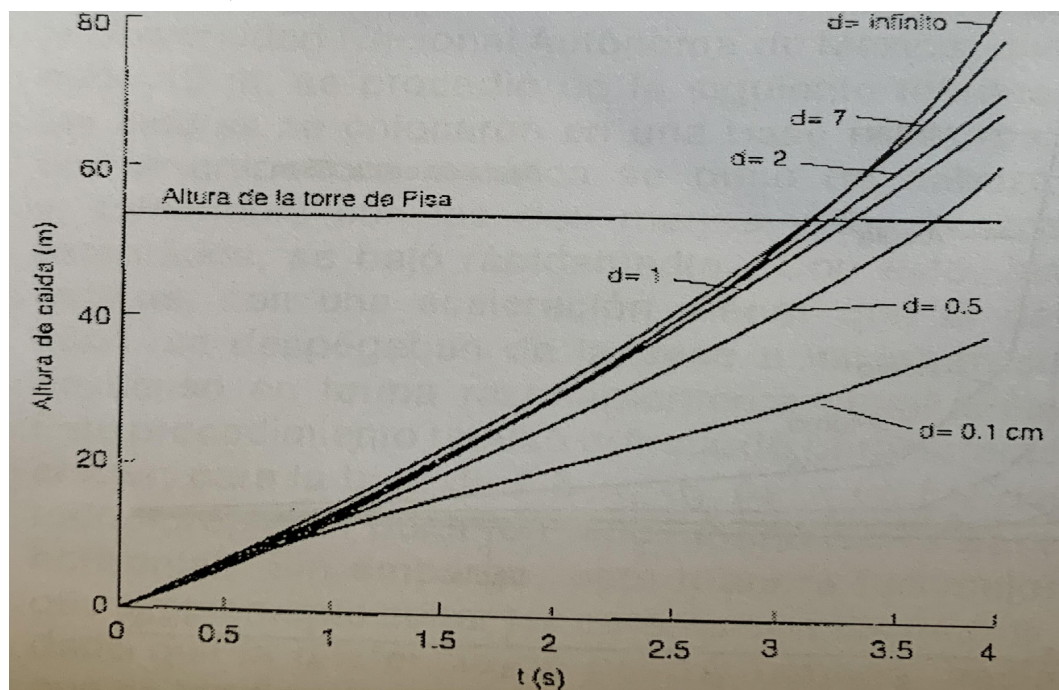
Por outro lado, corroborando com o combate ao misticismo envolto nesse suposto episódio, citamos Koyré (1988), que, além de considerar que o relato de Viviani não tem base histórica, cita o trecho de uma carta trocada entre Vincenzo Renieri e seu mestre Galileu, informando a este último sobre experimentos realizados na Torre de Pisa:

[...] fizemos experimento de dois pesos caindo de uma altura [...] de madeira e de chumbo, mas do mesmo tamanho [...] do cume do campanário da catedral, entre a bola de chumbo e a bola de madeira, ocorre [...] diferença. Experimentos feitos com duas bolas de chumbo, uma do tamanho igual a uma bala de canhão e outra do tamanho de uma bala de mosquete [...] viu-se que a maior precede a pequena de um palmo. (RENIERI, apud KOYRÉ, 1988, p. 222).

De posse do excerto acima, além de ser possível inferir acerca da não realização do experimento da Torre de Pisa por Galileu (haja vista que seu aluno o informava de que o experimento estava sendo realizado por outras pessoas), levanta-se o questionamento sobre os possíveis resultados visíveis nesse aparato. De fato, no século XVII, ainda não era possível soltar corpos em queda efetivamente livre, ou seja, no vácuo. Os resultados obtidos atualmente confirmam as leis propostas por Galileu, porém, ao realizarmos os experimentos em condições similares às tidas na época, os resultados poderiam, inclusive, gerar uma confiança ainda maior na teoria aristotélica.

Alves (2019), Aldape (1993) e Casper (1977) representam alguns exemplos de replicações do suposto experimento da Torre de Pisa. Ao realizarmos tal experimento, com a altura adequada à torre, é possível, a olho nu, observar diferenças entre corpos com massas diferentes abandonados em queda⁶. A resistência do ar, portanto, possui um importante papel na análise do fenômeno (ver figura 2) e, se de fato realizado na época galileana, os resultados poderiam facilitar uma refutação às próprias ideias de Galileu.

Figura 2: Diferenciação do tempo de queda de corpos de mesmo material, porém com tamanhos diferentes, sob resistência do ar



Fonte: ALDAPE, 1993, p. 47.

Portanto, torna-se mais plausível a visão defendida por Mariconda e Vasconcelos (2021), para quem os experimentos de queda controlada, realizados (e registrados) por Galileu em planos inclinados e com pêndulos simples, permitiram chegar aos resultados aceitos atualmente pela comunidade científica e que geraram dúvidas nas concepções aristotélicas à época.

A seguir, exporemos o percurso metodológico adotado nesta investigação, com base na abordagem historiográfica adotada até aqui, observando como o mito da torre de Pisa comparece nas plataformas digitais e sua influência no ensino de Física.

Percurso Metodológico

O presente trabalho é parte integrante de um projeto maior de pesquisa, que investiga a utilização de meios digitais na educação básica. A aproximação com os dados caracterizou tal pesquisa como de caráter qualitativo (LUDKE; ANDRÉ,

2011). Tal abordagem origina-se da necessidade de fundamentação metodológica em trabalhos na área de ciências sociais aplicadas, onde as informações necessárias para a investigação necessitavam de uma análise menos quantitativa e mais focada no teor dos conteúdos e discursos analisados.

Para Zanette (2017, p. 2),

No Brasil, as abordagens das pesquisas qualitativas configuram-se, como enfoque metodológico, a partir da década de 1970, devido às concepções epistemológicas interpretarem a realidade de forma distorcida nas suas metodologias. Além da preocupação da metodologia em Ciências Humanas e em Educação, chega-se, neste caminho percorrido historicamente, a avistar a preocupação com o método mais do que com o problema a ser estudado no contexto da educação.

Dessa forma, procuramos aqui uma linha de imersão nos meios digitais, que nos possibilitasse classificar e interpretar as informações existentes nos materiais propostos pelos sites e plataformas, fazendo-nos crer que uma análise metodológica baseada na Análise de Conteúdo - AC (BARDIN, 1995) tenha as características necessárias para abarcar os dados oriundos de nossas fontes.

Amparados pelos princípios da AC, a sistematização da análise dos dados passou pelas etapas de pré-análise, exploração dos materiais e tratamento dos resultados, propriamente ditos. Dessa forma, inicialmente e para o artigo em tela, optamos por um recorte para constituição do *corpus* do estudo, optando pela análise de três meios digitais que apresentavam um viés educativo e abordavam a temática da queda de corpos, sob a óptica dos trabalhos galileanos. Além desses critérios, procuramos diversificar o formato das fontes observadas, entre sites e plataformas com acessos variados, nomeando-as pela sigla MD_i , com $1 \leq i \leq 3$, cada uma possuindo a seguinte caracterização:

- a) MD_1 : site educativo de livre acesso na internet, acessado após pesquisa na rede com os termos “Galileu”, “Queda de Corpos”.
- b) MD_2 : site educativo de livre acesso na internet, acessado após pesquisa na rede com os termos “Galileu”, “Queda de Corpos”.
- c) MD_3 : plataforma digital, de livre acesso na internet e de amplo uso no Brasil e no mundo, principalmente na área de matemática. Recentemente, incluiu conteúdos relativos a Ciências da Natureza.

Com o *corpus* determinado, realizamos a imersão nos materiais selecionados, propondo aproximações entre os conteúdos encontrados, conforme exposto a seguir.

Apresentação e Análise dos Resultados

Com o objetivo de facilitar a compreensão da análise, a seguir, iniciaremos a apresentação dos resultados, separadamente, em cada meio digital, para, na sequência, estabelecer categorias *a posteriori*.

Meio Digital 1 (MD₁)

O primeiro meio digital a ser analisado (acessado em 08 de julho de 2021) trata-se de um site de livre acesso, associado a provedor de grande repercussão no território brasileiro. Conforme já exposto, tal MD encontrava-se na primeira página de busca, após realização de pesquisa na rede utilizando os termos “Galileu” e “Queda de Corpos”. O autor do conteúdo já inicia a abordagem ao fenômeno citado:

Quando estudamos, em mecânica, a queda livre dos corpos, sempre mencionamos o experimento de Galileu Galilei. Por volta do século XVII, o físico Galileu Galilei através de um experimento, chegou à conclusão de que quando dois corpos de massas diferentes, desprezando a resistência do ar, são abandonados da mesma altura, ambos alcançam o solo no mesmo instante.

Apenas nesse trecho, já podemos identificar alguns elementos de interesse acadêmico. Nota-se que o experimento de Galileu é colocado como uma espécie de mito fundador do estudo da queda de corpos, não se abordando quaisquer outros estudiosos que também estudaram o fenômeno, como, por exemplo, Niccolò Cabeo (ALVES, 2019).

Ainda nesse excerto, observa-se uma caracterização linear e whiguista da ciência (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017), (BUTTERFIELD, 1965, i.e.), ao inferir que, com um único experimento, Galileu, em um surto de genialidade, desenvolve toda uma teoria sobre a queda de corpos. Ademais, como já apontado por Aldape (1993) e Casper (1977), a replicação do suposto experimento não permite identificar corpos de massas diferentes chegando juntos ao solo, após serem abandonados de uma mesma altura simultaneamente. Conforme os autores expõem, a resistência do ar afetará sobremaneira o movimento, fazendo com que ocorra uma diferença entre os instantes em que os corpos alcançam o solo.

Na continuidade do texto eletrônico, o site, em uma aparente tentativa de relativizar o tratamento dado inicialmente, alega que Galileu repetiu várias vezes o citado experimento:

Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa, na Itália, e de lá realizou experimentos para comprovar sua afirmativa sobre o movimento de queda dos corpos. Ele abandonou várias esferas de massas diferentes e percebeu que elas atingiam o solo no mesmo instante.

O episódio acima busca trazer um discurso de autoridade (“Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa[...]”), afirmando que a “história” confirmaria a realização do suposto experimento, apesar de não existirem registros que fundamentam, de um ponto de vista historiográfico, a realização de tal experimento (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).

Apesar de uma leve divergência do escopo desse artigo, gostaríamos de colocar aqui a continuidade do texto desse primeiro meio digital, onde o autor propõe uma “forma simples de mostrar esse experimento”, supostamente galileano. Para tanto, é proposto que o aluno/ leitor abandone de uma certa altura (não se explicita o valor), simultaneamente, um apagador e uma folha de papel fechada. Segundo o site,

Agora fica mais fácil explicar o experimento de Galileu referente ao movimento dos corpos em queda livre. Mesmo com a presença de ar no meio onde será realizado o experimento é possível provar que o corpo mais pesado sempre alcançará o chão primeiro. Isso porque a atração gravitacional exercida pela Terra nos corpos que estão em sua proximidade é sempre a mesma, ou seja, aproximadamente $9,8\text{m/s}^2$.

Em uma aparente contradição, o conteúdo trazido vai contra as proposições galileanas, ao afirmar que corpos mais pesados sempre alcançarão o chão primeiro, contradizendo as ideias trazidas anteriormente que, apesar de historicamente distorcidas, traziam a lei física da queda de corpos de maneira correta. Tal contradição torna-se ainda maior, quando o autor explica que ambos os corpos estariam sujeitos à mesma aceleração gravitacional.

Meio Digital 2 (MD₂)

O segundo meio digital analisado também é caracterizado como um site de livre acesso na internet, com viés educativo e apresentado também na primeira página de busca, após a inserção dos termos “Galileu” e “Queda de Corpos” na pesquisa on-line.

O texto inicia com uma contextualização histórica acerca do trabalho galileano com pêndulos.



Ao realizar novos experimentos com pêndulos, Galileu verificou que o tempo de oscilação do pêndulo não depende do peso do corpo que está preso na extremidade do fio, ou seja, o tempo é o mesmo tanto para um corpo leve quanto para um corpo pesado. Essa descoberta fez com que Galileu imaginasse que uma pedra leve e outra pesada oscilando na extremidade de um fio, gastavam o mesmo tempo para ir da posição mais alta para a posição mais baixa

De um ponto de vista historiográfico, o texto, que objetivava abordar a queda de corpos, introduz a temática de maneira coerente, afinal, conforme nos aponta Mariconda e Vasconcelos (2021), a lei da queda dos corpos foi, paulatinamente, desenvolvida a partir de experimentos controlados com planos inclinados e pêndulos.

Entretanto, na continuidade do artigo, o autor do site expõe que

Sabendo que o movimento do pêndulo e a queda livre são causados pela ação da gravidade, Galileu disse e comprovou, na Torre de Pisa, que se duas pedras de diferentes massas fossem abandonadas livremente da mesma altura, ambas gastariam o mesmo tempo para alcançar o solo. Essas conclusões eram contrárias às conclusões e ensinamentos de Aristóteles.

Novamente, deparamo-nos com a citação de que Galileu teria comprovado a lei de queda dos corpos, realizando um suposto experimento na Torre de Pisa. Conforme já exposto, ainda que tal experimento tivesse sido realizado, mesmo contra a inexistência de registros históricos que atestariam tamanho feito acadêmico (CREASE, 2002 apud ALVES, 2019), o resultado do experimento, conforme exposto por Aldape (1993, i.e.), seria duvidoso em relação a uma refutação aristotélica.

Como fechamento da explanação, o site ainda relaciona a realização do experimento da Torre de Pisa com o fato de que, por ele,

[...] Galileu [ficou] conhecido como o pai da experimentação e considerado o precursor da revolução na Física a partir do século XVII.

Esse último excerto nos remete à necessidade, em uma visão whiguista de história (BUTTERFIELD, 1965), da criação de um mito fundador, elevando Galileu em um patamar de genialidade, ao enunciar a lei da queda de corpos de forma linear e sem a existência de erros e percalços em seu trajeto acadêmico.

Além disso, os fatos históricos são deturpados, ao se colocar Galileu como sendo considerado o “pai da experimentação” e “precursor da revolução na Física” pelo autor do site, incentivando uma visão individualista de desenvolvimento científico, omitindo o trabalho coletivo e colaboração, comprovada através da troca de cartas entre os pesquisadores da época (cf. ALVES, 2019; KOYRÉ, 1988).

Ademais, citar a existência de uma “revolução na Física” implica em uma imprecisão anacrônica, já que favorece a interpretação de que já existia uma Física, que seria, então, revolucionada. É importante ressaltar que a Física, enquanto ciência, se desenvolveria, da forma como a conhecemos modernamente, a partir da revolução científica do século XVII (KOYRÉ, 1982; SILVA, 2010).

Meio Digital 3 (MD₃)

O terceiro meio digital analisado constitui uma plataforma educativa, de livre acesso e amplamente utilizada em escolas do Brasil (e no mundo), e possuidora de sequências didáticas envolvendo diversos conteúdos, desde os anos iniciais do ensino fundamental até o ensino superior. Devido a essa ampla inserção da plataforma no campo educacional, optamos por sua análise, apesar de uma breve citação à temática do presente artigo.

Na página inicial, é possível efetuar uma busca de conteúdos pela plataforma, na qual inserimos os termos “Galileu” e “Queda de Corpos”, localizando-se uma sequência específica sobre o assunto. Apesar de tal sequência encontrar-se com parte de um curso de computação, a temática abordada traz a queda de corpos e, já no início, aborda o controverso experimento da Torre de Pisa.

Se você subir (*sic*) até o topo da Torre de Pisa e soltar duas bolas com massas diferentes, qual tocaria o solo primeiro? De acordo com a história, Galileo fez exatamente esse teste em 1589, e descobriu que elas caem com a mesma aceleração, tocando o solo no mesmo momento.

O pequeno excerto acima baseia todo o restante da sequência proposta, trazendo, mais uma vez, um fato histórico não registrado (KOYRÉ, 1988) como prova incontestável sobre a lei da queda de corpos. Nota-se que a simplificação é ainda maior, haja vista que o texto infere que a experiência foi realizada uma única vez, com duas bolas de massas diferentes, colaborando para uma visão enviesada dos métodos utilizados em ciências, dos quais Galileu muito contribuiu (MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).

À Guisa de Sistematização

Após a realização da análise de conteúdo, efetuada de maneira separada entre os meios digitais fontes dessa pesquisa, torna-se importante, em nosso ponto de vista, uma sistematização no tratamento dos resultados encontrados.



De maneira geral, identificamos excertos que pudessem contribuir com a temática da investigação realizada, os episódios de interesse acadêmico (TESTONI; ABIB, 2014). Tais episódios, ao serem abordados em uma análise comparativa, permitiram-nos criar, ao menos, quatro categorias acerca da errônea utilização do mito da Torre de Pisa em meios digitais, que se encontram sintetizadas no quadro a seguir (Quadro 1), juntamente com uma breve descrição, bem como exemplos para facilitar seu entendimento.

Quadro 1: Categorias *a posteriori* emergidas da análise

	Categoria	Descrição	Exemplos
1	Construção individualista nas Ciências	As Ciências são vistas como construção individual de um único ser humano, que em episódios de genialidade, desenvolvem linhas de pesquisas inteiras.	<i>[...] sempre mencionamos o experimento de Galileu Galilei. (MD₁)</i> <i>Galileu disse e comprovou, na Torre de Pisa [...] (MD₂)</i> <i>[...] o precursor da revolução na Física a partir do século XVII. (MD₃)</i>
2	Discurso histórico de autoridade	Apesar da inexistência de registros históricos que atestem a ocorrência do experimento da Torre de Pisa por Galileu, a “História” é utilizada como um ente que emite confiabilidade na afirmação posta.	<i>Conta a história que Galileu foi até o topo da Torre de Pisa, na Itália, e de lá realizou experimentos [...] (MD₁)</i> <i>De acordo com a história, Galileo fez exatamente esse teste[...] (MD₂)</i>
3	Visão simplificada dos métodos científicos	Ignorando todo um trabalho sistemático, rigoroso e baseado em diversas medições realizadas em condições controladas, os episódios dessa categoria trazem o desenvolvimento de leis físicas como consequência imediata de um único experimento.	<i>[...] o físico Galileu Galilei através de um experimento, chegou à conclusão[...] que ambos alcançam o solo no mesmo instante. (MD₁)</i> <i>[...] comprovou, na Torre de Pisa, que se duas pedras de diferentes massas fossem abandonadas livremente da mesma altura, ambas gastariam o mesmo tempo para alcançar o solo. (MD₂)</i> <i>Galileo fez exatamente esse teste em 1589, e descobriu que elas caem com a mesma aceleração. (MD₃)</i>
4	Visão de um mito fundador	Articulada com a categoria 1, trata-se de uma visão individualista mais extrema, alçando o cientista, sozinho, como fundador de uma grande área de pesquisa, omitindo demais colaborações e trabalhos coletivos.	<i>Galileu [ficou] conhecido como o pai da experimentação e considerado o precursor da revolução na Física. (MD₃)</i>

Fonte: próprios autores

Baseados nas categorias elencadas, reforçadas por nossos referenciais teóricos, passamos às nossas considerações finais.

Considerações finais

Episódios históricos compõem uma rica e frutífera fonte para se abordar Ciências na educação básica (FORATO; BAGDONAS; TESTONI, 2017). De fato, a utilização de História e Filosofia das Ciências já tem se mostrado um campo de pesquisa educacional bem constituído, com colaborações que permitem aos estudantes compreender o desenvolvimento científico como um produto humano e, portanto, passível de erros, desacertos em um trajeto não linear de construção das ideias (MARTINS, 2001).

Por outro lado, se o desenvolvimento de tais atividades não for feito com cautela, seu objetivo pedagógico pode se tornar enviesado, reforçando a visão ingênua de cientistas como seres geniais que, sozinhos e com um único experimento, conseguem enunciar leis que mudam a compreensão de mundo de todos. Tal visão *whig* da História (BUTTERFIELD, 1965) favorece a criação de mitos fundadores, que infiltram-se no imaginário popular e são tratados como verdades absolutas reproduzidas nas salas de aula. A situação exposta parece se avolumar, quando tais reproduções são impulsionadas pelas novas tecnologias, com a proliferação de sites e plataformas educativas que publicam conteúdos com alta velocidade, porém com morosa revisão.

O presente artigo analisou essa situação, observando a abordagem dada por meios digitais de livre acesso e alta repercussão no território nacional, no tocante ao mítico experimento da Torre de Pisa, supostamente realizado por Galileu, no século XVI. Apesar de não haver registros historiográficos que corroborem com a ocorrência desse fato, a construção whiguista da História, com a criação de um Galileu fundador da revolução científica, fez com que o relato fosse sendo reproduzido até os dias atuais, e permeasse sites e plataformas educacionais, utilizadas em pesquisas escolares.

Os meios digitais analisados na presente pesquisa, ao trazer o mito galileano como certo e indiscutível, trazem em seus conteúdos elementos para um desserviço ao ensino de ciências, dos quais pudemos categorizá-los, minimamente, em quatro categorias, a saber: (a) a concepção de cientistas como humanos que, sozinhos, possuem *insights* geniais e mudam a compreensão de mundo; (b) em um caráter individualista extremo, alçam um único cientista como fundador de uma ampla linha de pesquisa, ignorando contribuições de outros estudiosos e todo viés coletivo do desenvolvimento científico ao longo dos anos; (c) uma simplificação dos métodos científicos, remetendo o trabalho do cientista à realização de uns poucos experi-



mentos para desenvolver novas teorias e (d) um apoio em discurso de autoridade, por mais contraditório que pareça, na própria História, para justificar fatos sem registros históricos.

Tais fatores, associados ao alto nível de repercussão e acesso dos meios digitais (MD)⁷ analisados, torna preocupante a reprodução de episódios históricos considerados, minimamente duvidosos, e até inexistentes, como é o caso do mítico experimento de Galileu na Torre de Pisa (cf. ALDAPE, 1993; KOYRÉ, 1988). O cuidado no planejamento de tais conteúdos, ainda mais no formato digital, são fundamentais para criação de sequências didáticas de maior qualidade, propiciando uma educação científica significativa, evidenciando assim que, embora existam possibilidades no uso das mídias digitais para ao Ensino de Ciências, recomenda-se aqui que o professor seja cauteloso na sua utilização.

Finalizando, como a quantidade de conteúdo científico disponível nas mídias digitais é muito grande, recomenda-se estudos similares ao presente, para identificar problemas conceituais, indicando a revisão destes por parte dos autores destes materiais, assim pode-se contribuir para minimizar a propagação dos problemas apontados nesta pesquisa, conseqüentemente, qualificar o ensino-aprendizagem de ciências da natureza por meio da utilização dos meios digitais.

Galileo and the myth of the tower of pisa: revisiting the theme in digital educational media

Abstract

The use of historical episodes in science teaching represents a strategy with great pedagogical potential, being validated by many researchers from the scientific and educational communities. However, its use without due precautions can cause distortions in the facts, bringing a linear, inductive view of science and individually erected. Likewise, the use of technologies in the pedagogical context has already demonstrated its important role for science learning, even more in a pandemic context, in which social isolation enables digital media (DM) for educational purposes, in this article considered as websites and educational platforms, become increasingly present in school environments. Articulating these strands, this article seeks to observe the insertion of historical episodes in such DM, specifically, the controversial experiment that Galileo would have carried out in the Tower of Pisa which, despite lacking reliable historical records, remains in the popular imagination in physics education. For this purpose, websites and digital platforms with free access on the internet were analysed, those that used the fateful episode as a backdrop for their contents. The results that emerged from the analysis bring worrying observations, mainly because these materials have free access and wide national repercussion which, in addition by

reinforcing the occurrence of an experiment without historiographic record and with debatable results, bringing a mistaken view of science, with simplification of its methods and collectivity, perpetuating the existence of founding myths in certain areas of research.

Keywords: Galileo, Falling Bodies, History of Science, Digital Media, Science Teaching

Notas

- ¹ A interpretação whiguista da história é “a tendência de escrever sobre o passado a partir de uma perspectiva daqueles que ‘venceram’”. (BUTTERFIELD, 1965, p. 31)
- ² Movimento historiográfico francês que tinha como objetivo contestar a escrita de uma história positivista com estratégias como; narrar por meio de uma história-problema, registrar não só a história política e promover o diálogo das áreas das ciências humanas para a construção desta. (BURKE, 1977)
- ³ “Quando Galileu inventou (*sic*) o telescópio e descobriu as fases de Vênus, as companhias mercantis interessaram-se por seu telescópio, que era superior àqueles feitos na Holanda.” (HESSEN, 1993, p.45).
- ⁴ O termo “Peso” aqui é compreendido, sem prejuízo para a compreensão posta, como sinônimo de massa, já que Galileu não possuía o conceito de massa. Apesar de divergir do objetivo do presente artigo, Galileu também refutou a visão aristotélica de que a velocidade de queda seria inversamente proporcional à densidade do meio (cf. MARICONDA; VASCONCELOS, 2021).
- ⁵ Apesar de romantizada, a narrativa de um homem carregar uma esfera de 100 libras até o alto da torre de Pisa torna-se pouco factível.
- ⁶ Casper (1977), ao abandonar simultaneamente uma bola de softball e um projétil de 7kg a uma altura de 60m, constatou uma diferença entre 6 e 9m entre eles, quando o mais pesado toca o solo. Já Aldape (1993), em simulações realizadas, também obtém essa diferença entre os corpos, classificando os “experimentos de Pisa como duvidosos” (p.52).
- ⁷ Todos os Meios Digitais analisados foram informados, mediante mensagem eletrônica, da incoerência dos conteúdos apresentados.

Referências

- ALDAPE, Gabriel E. Galileo y la torre de Pisa: de una vez por todas. **Tecnología y ciencias del agua**, p. 43-53, 1993.
- ALVES, Welder R. S. **Galileu e o experimento da Torre de Pisa no ensino médio**. 2019.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1995.
- BOY, Felipe C.B.; GARCIA, Letícia S. A importância de uma plataforma digital como suporte para aplicação da metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas em sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 1, n. 2, p. 142-154, 2018.
- BRUSH, Stephen G. Should the history of science be rated X? **Science**, 183, p. 1164 – 1172, 1974.
- BURKE, Peter. **A escola dos Annales (1929-1989)**. Unesp, 1997.
- BUTTERFIELD, Herbert. **The Whig interpretation of history**. WW Norton & Company, 1965.
- CASPER, Brandon M. Galileo and the fall of Aristotle: a case of historical injustice? **American Journal of Physics**, v. 45, n. 4, 1977.



COLOMBO, Claudia B. **Arquitetura de Informação na Web: estudo de caso de web site corporativo**. 151 f. Dissertação (Mestrado em Multimeios)–Instituto de Artes, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

DRAVET, Florence; CASTRO, Gustavo. Aprendizagem, meios digitais e afeto: propostas para um novo paradigma na educação superior. **Interface**. Botucatu, v.23, p. e180321, 2019.

FORATO, Thaís; BAGDONAS, Alexandre; TESTONI, Leonardo. Episódios históricos e natureza das ciências na formação de professores. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 3511-3516, 2017.

GALILEI, Galileu. **Duas novas ciências**. São Paulo: Nova Stella. 1988 [1638].

GREGORY, Richard A. **Discovery, or the Spirit and Service of Science**. London: Macmillian and Co. 1917.

HESSEN, B. As raízes socioeconômicas dos “Principia” de Newton. In: **II Congresso internacional de história da ciência e da tecnologia**, Londres, 1931. Tradução Ruy Gama e Sylvia Ficher, 1993.

KAPLAN, Andreas M.; HAENLEIN, Michael. Higher education and the digital revolution. **Business Horizons**, v.59, n.4, p. 441-450, 2016.

KLEIN, Martin, J.. The use and abuse of historical teaching in physics. In BRUSH, S. G.; KING, A.L., eds. **History in the teaching of physics**. Hanover (EUA): University Press of New England, 1972.

KOYRÉ, Alexandre. **Estudios de historia del pensamiento científico**. México: Siglo Veintiuno, 1988.

LIMA, Patricia R. T. Novas tecnologias da informação e comunicação na educação e a formação dos professores nos cursos de licenciatura do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: **Universidade Federal de Santa Catarina-Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação**, 2001.

LISBOA, Patrícia. Os softwares educativos e a construção de habilidades cognitivas na pré-escola. **Revista Práticas de Linguagem**, v.3, n.1, jan./jun., 2013.

LOCATELLI, Claudio W.; KOGA, Tatiana L.; PRADO, Enéias A.; TESTONI, Leonardo A.; LOCATELLI, Solange W. Khan Academy Platform and Mathematics education: what the research says. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e4899108801, 2020.

LOPES, Raabe C.; CASTRO, Darlene T. A importância das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem. **Humanidades e Inovação**, Palmas, ano 2, n. 2, 2015.

LUDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. **Em Aberto**, v. 5, n. 31, 2011.

LUVIZOTTO, Kraus C.; FUSCO, Elvis; SCANAVACCA, Aline C. Websites educacionais: considerações acerca da arquitetura da informação no processo de ensino-aprendizagem. **Educação em Revista**, v.11, n.2, p.23-40, 2010.

MAGALHÃES, Gildo. Por uma dialética das controvérsias: o fim do modelo positivista na história das ciências. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 345-361, 2018.

MARICONDA, Pablo R.; LACEY, Hugh. Galileu e a ciência moderna. **Cadernos de Ciências Humanas-Especiaria**, v. 9, n. 16, p. 267-292, 2006.

- MARICONDA, Pablo R.; VASCONCELOS, Júlio. **Galileu e a nova física**. São Paulo: Scientiae Studia, 2021.
- MARTINS, Roberto A. Como não escrever sobre a história da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.23, n.1, 2001.
- MATTHEWS, Michael R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. **Enseñanza de las ciencias**, v.12, n.2, 255 – 277, 1994.
- MUGNOL, Marcio. A educação à distância no Brasil conceitos e fundamentos. **Revista Diálogo Educacional**, v.9, n.27, p. 335-349, 2009.
- PEDUZZI, Luiz. O. Q. **Sobre a utilização didática da história da ciência**. In Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed.UFSC, 2001, pp. 151 – 170.
- PRESTES, Maria E. B. O whiguismo proposto por Herbert Butterfield. **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v. 4, n. 3, p. 2-4, 2010.
- SANTOS JUNIOR, Verissimo B.; MONTEIRO, Jean C. S. Educação e covid-19: as tecnologias digitais mediando a aprendizagem em tempos de pandemia. **Revista Encantar-Educação, Cultura e Sociedade**, v. 2, p.1-15, 2020.
- SANTOS, Vanessa M. dos; SARAIVA, Guilherme M.M.; BIDÁ, Adriano G.. Plataformas digitais na educação: um olhar sobre a experiência docente. **Congresso Transformação Digital - FGV**. São Paulo - SP. Nov. 2020.
- SILVA, Francismary A. **Historiografia da revolução científica**: Alexandre Koyré, Thomas Kuhn e Steven Shapin. 2010.
- SILVA, Ítalo B.; ALMEIDA, Aline A. A utilização de plataformas digitais para a popularização da Ciência. **VII Congresso Nacional de Educação - CONEDU**. Maceió - AL. Out.2020.
- SOUZA, Renata B. O uso das tecnologias na educação. **Revista Pátio**. 2015.
- TAUSHER, Keith; LAUDIEN, Sven M. “Understanding platform business models: A mixed methods study of marketplaces”. **European Management Journal**, v.36, n.3, p. 319-329, 2018.
- TESTONI, Leonardo A. **Educação em Tempos de Pandemia: formação de professores para o ensino remoto**. Youtube. 04 de agosto de 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=AaG_oCg_IaY&t=100s. Acesso em 08 de julho de 2021.
- TESTONI, Leonardo A.; ABIB, Maria L. V.S. **Caminhos criativos na formação inicial do professor de Física**. Paco Editorial, 2014.
- VALENTE, José A. **Educação a distância: uma oportunidade para mudança no ensino**. In: **MAIA, C. (Org.). Educação a distância no Brasil na era da Internet**. São Paulo: Anhembi Morumbi Editora, 2000. p. 97-122
- VIDAL, Paulo H.; PORTO, Paulo A. Algumas contribuições do episódio histórico de síntese artificial da ureia para o ensino de química. **História da Ciência e Ensino**, v.4, p.13-23, 2011.
- VIEIRA JÚNIOR, Ismael L.; MELO, José C.. Utilizando as tecnologias na educação: possibilidades e necessidades nos dias atuais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34301-34313, 2021.



ZANETTE, Marcos S. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, p. 149-166, 2017.

WHITACKER, Matthew A. B. History and quasi-history in physics education. **Physics Education**, v.14, p.108 – 112 (Part I), p.239 – 242 (Part II), 1979.

