



.....
Juliana M. Hidalgo¹ , Ellen Torres Targino¹, Allan da Silva Costa¹

¹Departamento de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.
.....

Palavras-chave

narrativas histórico-pedagógicas
eclipse de 1919
teoria da relatividade

Resumo

Apresentamos narrativas histórico-pedagógicas como recursos para os professores da educação básica, visando a uma inserção didática historicamente fundamentada do episódio do eclipse de 1919. As narrativas possibilitam a aproximação dos estudantes de tópicos de física moderna, bem como de temáticas relacionadas à natureza da ciência. Elas contemplam elementos do contexto histórico e da metodologia empregada nas investigações, permitindo a compreensão de aspectos da complexidade e da dinamicidade na construção do conhecimento científico, tais como o caráter colaborativo e não neutro da ciência, o papel das hipóteses nas observações, além das falhas e incertezas. Evidenciamos aos professores a perspectiva historiográfica que subsidiou o desenvolvimento das narrativas e os critérios considerados em sua elaboração. Indicamos possibilidades de utilizá-las para fomentar visões mais complexas sobre a ciência, que contrastam com o mito de que as observações teriam fornecido uma “prova” evidente da teoria da relatividade.

1. Introdução

A educação científica tem entre seus objetivos desenvolver o pensamento crítico dos estudantes, bem como prepará-los para compreender as articulações entre os conteúdos científicos e a sociedade. Ela não deve se limitar a listas protocolares de conhecimentos científicos transmitidos de forma instrumental. O ensino deve ir além da mera apresentação dos produtos, isto é, dos resultados da ciência [1-3]. Abordagens histórico-filosóficas podem

colaborar com essa perspectiva mais ampla, favorecendo a compreensão contextualizada dos conceitos científicos e de temáticas relacionadas à natureza da ciência [4-7].¹

A discussão de episódios históricos é uma das possibilidades de levar esses aspectos à educação básica, em sintonia com a Base Nacional Comum Curricular: “a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais” [10,

As narrativas histórico-filosóficas podem contribuir para a abordagem de conceitos científicos e da natureza da ciência

Autor de correspondência. E-mail: julianahidalgo@fisica.ufrn.br

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

Copyright © 2024, Copyright by Sociedade Brasileira de Física. Printed in Brazil.

p. 549]. Assim, para mostrar que a ciência “faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade” [5, p. XXI], é necessário superar as recorrentes apresentações a-históricas: “transmitem-se os conhecimentos já elaborados, sem mostrar os problemas que lhe deram origem, qual foi a sua evolução, as dificuldades encontradas etc.” [11, p. 131].

Contribuindo para o preenchimento dessas lacunas, tem-se a proposta de inserção didática de discussões sobre episódios históricos. Mais especificamente, no presente artigo, focalizamos o episódio do eclipse de 1919. Justificamos essa escolha, em particular, pela escassa presença desse episódio no contexto educacional básico, apesar de sua destacada relevância histórica.

É emblemático notar, por exemplo, que das sete coleções aprovadas na edição 2021 do Programa Nacional do Livro Didático, apenas duas contêm referências a esse episódio [12, 13]. Essas coleções (*Conexões e Ser Protagonista*) convergem ao afirmar, de modo contundente, que as observações *comprovaram a Relatividade*. O caráter interpretativo dos dados observacionais é deixado de lado, levando à conclusão de que o resultado era evidente. Elas transmitem uma visão individualista da ciência, ao relacionarem exclusivamente Einstein à previsão relativística, enquanto esse cálculo dependeu de outros pesquisadores. Não mencionam a disputa entre as previsões então existentes para o desvio da luz - uma baseada na física relativística e outra na newtoniana.

Também não esclarecem por que seria necessário um eclipse solar total para as investigações. Esse tipo de apresentação gera uma série de distorções e lacunas análogas às observadas nas obras aprovadas no PNLD 2018 e em sites da internet que se referem ao episódio [14].

Com o intuito de contribuir com uma alternativa a essas lacunas, apresentamos narrativas histórico-pedagógicas sobre essa temática. Dessa maneira, oferecemos aos professores uma alternativa para a inserção do episódio do eclipse na educação básica, à luz de uma historiografia da ciência atualizada.

2. Revisitando (brevemente) o episódio histórico do eclipse de 1919²

2.1. O contexto

No início do século XX, Albert Einstein (1879-1955) considerou a existência de um deslocamento aparente dos raios luminosos emitidos por uma estrela. A luz, assim como a matéria, poderia estar sujeita à influência gravitacional dos corpos celestes (Fig. 1). Em 1911,

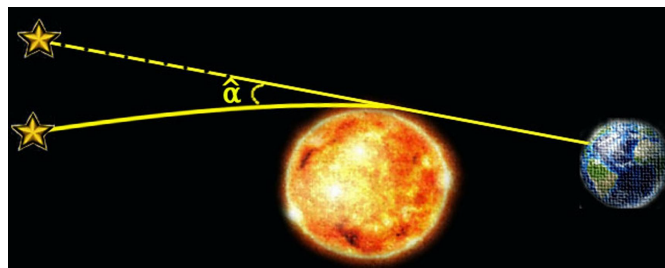


Figura 1 - Representação da deflexão da luz. Fonte: Ref. [18, p. e20190199-3].

Einstein chegou a divulgar uma estimativa de 0,83 segundos de arco para a deflexão da luz. Essa estimativa era muito próxima à de 0,84 segundos de arco, realizada pelo também alemão Johann von Soldner (1776-1883), cerca de cem anos antes, com base na física newtoniana [15, 16].³

Einstein já havia publicado sobre a relatividade especial em 1905. Contudo, o impacto mais imediato de seu trabalho estava sendo atenuado pela atmosfera de conflitos bélicos iminentes, que dificultava a circulação de informações entre a Alemanha e o Reino Unido [14, 19]. Esse era o contexto quando, em 1912, os astrônomos britânicos Arthur Eddington (1882-1944) e Charles

Davidson (1875-1970) embarcaram para uma expedição científica ao Brasil. Pretendiam acompanhar um eclipse solar, cuja observação seria mais adequada em Minas Gerais. A intenção de realizar medições relacionadas às propriedades da coroa solar foi prejudicada por fortes chuvas. A viagem, contudo, não foi em vão, dada a im-

portância das interações realizadas [17, 20].

No Rio de Janeiro, antes do eclipse, Arthur Eddington interagiu com o astrônomo Charles Perrine (1867-1951), coordenador do Observatório Nacional Argentino. A neutralidade portenha em relação às questões geopolíticas permitira que Perrine tivesse conhecimento das previsões decorrentes da relatividade, e ele estava no Brasil para tentar verificar a deflexão da luz. Por meio de Perrine, Eddington tomou conhecimento dessa questão [20].

Em 1915, Einstein publicou a teoria da relatividade geral, formulando uma nova concepção da teoria gravitacional. Por volta de 1916, na Europa, “qualquer centro científico ficava proibido de importar ciência alemã” [14, p. 2601.4]. Eddington, no entanto, era pacifista e divulgava o trabalho de Einstein, pois considerava que questões geopolíticas não deveriam interferir nas relações científicas [14, 21].

Na época, a interpretação das ideias de Einstein foi possível graças a Karl Schwarzschild (1873-1916). O astrofísico, membro do exército alemão, dedicou-se a estudar as consequências daquelas ideias e obteve a primeira solução exata das equações de campo de Einstein.

Uma visão mais adequada do episódio do eclipse de 1919, fundamentada na historiografia da ciência, contrasta com distorções observadas em livros didáticos

A “solução de Schwarzschild” podia ser aplicada ao estudo do Sistema Solar e impulsionaria várias investigações empíricas. A gravidade, então, estaria relacionada a uma curvatura no espaço-tempo decorrente da massa de um objeto. Um corpo em órbita ao redor do Sol se deslocaria através do espaço curvado pela massa do Sol. Como implicação, previa-se que a luz emitida pelas estrelas sofreria uma deflexão adicional em relação à previsão estabelecida com base na física newtoniana. O desvio seria de 1,74 segundos de arco, ou seja, praticamente o dobro da estimativa anterior [19, 22, 23].⁴

No ano de 1919, a ocorrência de um novo eclipse solar foi vista pelo grupo de Arthur Eddington como uma boa oportunidade para testar essas previsões.

Mas por que era necessário um eclipse para isso? O Sol, sendo um corpo massivo, desviaria a luz, modificando a posição de estrelas distantes vistas por um observador, uma vez que ocorreria a deflexão da luz emitida por essas estrelas. Para enxergá-las em pleno dia, seria necessário um evento que “apagasse” o Sol. A ideia era capturar registros do céu durante o eclipse solar e, posteriormente, compará-los a registros fotográficos noturnos das mesmas estrelas. Assim, seria possível estimar o desvio da luz pelo Sol. Os resultados obtidos poderiam então ser confrontados com as predições baseadas na física relativística. Estariam elas corretas? Ou os valores baseados na física newtoniana eram mais adequados?

Diante dessa expectativa, e já em um contexto de crescente apoio à teoria da relatividade, os astrônomos prepararam-se para o eclipse solar de 1919.⁵ Novamente, o Brasil seria um dos locais de observação privilegiada.

2.2. As observações de 1919

A trajetória para a observação do eclipse estendia-se desde o norte do Brasil, atravessando o Atlântico e contornando a costa africana, passando pela Ilha do Príncipe. No Brasil, o pesquisador Henrique Charles Morize (1860-1930), diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, notificou que a cidade de Sobral seria a mais adequada para a instalação de uma estação, fornecendo informações sobre as condições meteorológicas locais [25].

Dois equipes foram enviadas para a expedição. Andrew Crommelin (1865-1939) e Charles Davidson instalaram-se em Sobral, equipados com um telescópio astrográfico e um telescópio de quatro polegadas⁶ (Fig. 2). Arthur Eddington e Edwin Cottingham (1869-1940) dirigiram-se à Ilha do Príncipe, levando apenas um telescópio astrográfico [19, 21, 25].

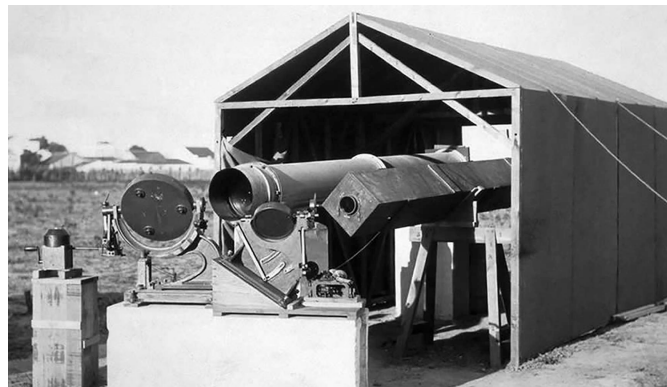


Figura 2 - Equipamentos usados em Sobral. Fonte: <https://www.sbfisica.org.br/v1/sbf/observacoes-em-sobral-confir-maram-teoria-de-einstein-em-1919/>.

A ideia era capturar imagens do céu durante o eclipse solar e compará-las com registros fotográficos noturnos das mesmas estrelas obtidos meses depois.⁷

O processo envolvia algumas dificuldades. As chapas fotográficas deveriam ser obtidas em diferentes estações do ano, pois, devido à translação da Terra, as

estrelas “mudam” de lugar no céu. As altas temperaturas diurnas poderiam causar dilatação térmica nas lentes, alterando as distâncias focais dos telescópios. Além disso, não era possível transportar grandes telescópios europeus, de melhor qualidade, para os locais de visibilidade do eclipse. Era necessário utilizar telescópios menores, com um poder relativamente reduzido de captura da luz, se comparados aos mais avançados [19].

No Brasil, a equipe (Fig. 3) obteve 18 chapas no telescópio astrográfico e 8 chapas no de quatro polegadas. Na África, foram apenas 2 chapas no astrográfico, devido ao tempo chuvoso.

Para cada conjunto de chapas, foram realizados cálculos para medir a deflexão da luz estelar. Crommelin e Davidson ficaram responsáveis pelas chapas dos dois telescópios no Brasil. As imagens do telescópio astrográfico, em Sobral, foram de pior qualidade e obteve-se um valor médio de 0,86 segundos de arco para a deflexão, indicando que, por esse resultado, a estimativa baseada na física newtoniana seria mais adequada. Por outro lado, o telescópio de 4 polegadas, em Sobral, forneceu imagens de melhor qualidade, com resultados entre 1,86 e 2,1 segundos de arco, valores próximos à estimativa relativística, embora o máximo obtido fosse consideravelmente superior.

Eddington, por sua vez, realizou os cálculos para as chapas da África, obtendo um valor mínimo de 1,31 segundos de arco, muito abaixo da estimativa relativística, mas acima da newtoniana, o que não favorecia nenhuma das duas teorias. O valor máximo obtido na África foi de 1,91 segundos de arco, apro-

No episódio do eclipse de 1919, havia duas previsões concorrentes para a deflexão da luz: uma baseada na física newtoniana e outra na física relativística



Figura 3 - A partir do terceiro à esquerda estão Morize, Davidson e Crommelin, em Sobral. Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/en/in-the-british-expeditions-shadow-2/>.

ximando-se da estimativa relativística. No entanto, Eddington utilizou um método de cálculo que dependia diretamente das próprias considerações da relatividade, já pressupondo um valor para o efeito gravitacional, ou seja, empregou um método que não era independente da própria teoria que pretendia investigar [19, 21].

Na época, os astrônomos consideraram os resultados das chapas do telescópio de quatro polegadas de Sobral e as do astrográfico da África. Embora os resultados não tenham sido tão evidentes, as conclusões amplamente divulgadas afirmaram que as observações “comprovaram” a relatividade. As chapas do telescópio astrográfico de Sobral foram desconsideradas por Eddington, sob a alegação de que apresentavam erros sistemáticos [19]. Segundo Nunes e Queirós [14]:

“[...] os dados calculados foram os seguintes: $1^{\circ}.98 \pm 0^{\circ}.12$ (Sobral) e $1^{\circ}.61 \pm 0^{\circ}.30$ (Ilha do Príncipe). Os valores flutuavam ao redor de $1^{\circ}.74$ previstos pela relatividade geral, portanto a predição poderia ser considerada como observacionalmente confirmada [...]. Acontece, que no Brasil foram levados dois equipamentos e o segundo equipamento mediu uma deflexão de $0^{\circ}.93$, muito próximo do valor calculado por Soldner de $0,87^{\circ}$. Se todos os valores fossem levados em consideração, a experiência deveria ser considerada inconclusiva. Mas não foi essa atitude de Eddington. O astrônomo considerou que o segundo aparelho levado a Sobral foi prejudicado pelo calor, por isso seus dados foram rejeitados.” [14, p. 2601.6]

Uma reavaliação dos dados, em segundos de arco, levando em conta os cálculos de desvio-padrão, pode ser observada na Tabela 1.

Esses resultados demonstram uma variabilidade acentuada nos valores encontrados, indicando que as observações não representavam uma corroboração óbvia ou evidente da relatividade. Ademais, como já mencionamos, essas observações não foram triviais e envolveram uma série de dificuldades.⁸ Assim, apesar da efusiva divulgação inicial dos resultados, a comunidade acadêmica acabou por questioná-los. Uma nova expedição, liderada por William Campbell, foi organizada, dessa vez para estudar o eclipse na Austrália, em 1922. Os novos resultados demonstraram maior compatibilidade com as previsões relativísticas, em comparação aos de 1919 [21].

Notamos, portanto, que o episódio do eclipse, embora historicamente muito relevante, não pode ser citado isoladamente como uma “prova” evidente e inequívoca da relatividade. Considerando o embasamento historiográfico apresentado, traremos a seguir as narrativas histórico-pedagógicas propostas aos professores para utilização na educação básica.

3. “Os Harriot e a relatividade geral” e “Relatos de Eddington no chá da tarde”: características, potencialidades e possibilidades de uso das narrativas

Denominamos os textos de conteúdo histórico elaborados para utilização em contexto didático “narrativas histórico-pedagógicas”, mas também são chamados de textos históricos ou narrativas históricas. Esse tipo de recurso é um dos propostos com maior frequência para a inserção didática da história da ciência [27].

As narrativas são elaboradas a partir da transposição didática da história da ciência. Esse processo refere-se à adaptação de saberes produzidos por especialistas em história da ciência, como resultados de pesquisas nessa área (destinados aos seus pares, também especialistas), para saberes adequados ao contexto educacional, destinados, por exemplo, ao uso por educadores em sala de aula [28].

Assim, ter uma compreensão adequada do ponto de partida, ou seja, da historiografia da ciência, é essencial para a elaboração de recursos didáticos de qualidade (porque bem fundamentados) para se levar a história da ciência ao contexto educacional. No entanto, isso, por si só, não é suficiente.

No caso do episódio histórico do eclipse de 1919, a produção dos historiadores da ciência representa

Tabela 1: Dados referentes às chapas levando em conta o desvio-padrão. Fonte: Ref. [19, p. 62].

Local/chapas	Limite inferior	Média	Limite superior
Sobral - 8 chapas boas	1,713	1,98	2,247
Sobral - 18 chapas ruins	0,140	0,86	1,580
Príncipe - 2 chapas ruins	0,944	1,62	2,276

resultados de investigações minuciosas a partir de fontes históricas primárias, como os trabalhos de Eddington, Crommelin, Einstein e jornais da época, além de fontes secundárias, como textos de outros historiadores da ciência, filósofos, sociólogos etc. Essas análises são detalhadas e aprofundadas, formuladas em discurso acadêmico apropriado para especialistas da área, ricas em citações e referências bibliográficas.

A partir dessa produção historiográfica, é necessário produzir “uma história simplificada [de acordo com a faixa etária, a situação educacional etc.] que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico” [4, p. 177].

Dessa maneira, realizamos “recortes históricos” para a elaboração dos textos narrativos. Para balizar essa seleção, consideramos o objetivo de fomentar a percepção de que as investigações relacionadas ao eclipse: sinalizam o caráter coletivo da ciência, envolvendo diversos pesquisadores que lidaram com dificuldades logísticas, tecnológicas e observacionais; demonstram a criatividade e a imaginação dos pesquisadores na metodologia proposta, além do caráter interpretativo da ciência ao considerarem os dados obtidos, e destacam a não neutralidade da ciência, pois foram diretamente influenciadas por questões políticas da época. Consideramos, ainda, o objetivo de desmistificar a visão de que o episódio representou uma “prova” incontestável e evidente da relatividade.⁹

Sem dúvida, ao selecionarmos determinados aspectos, acabamos renunciando a outros que poderiam ser importantes. Contudo, foi necessário levar em conta a compatibilidade dos textos com o contexto educacional visado, tanto em termos de densidade de informações e extensão quanto de nível de aprofundamento.

Na elaboração desse tipo de recurso didático, também é importante prestar atenção à adequação da formulação discursiva. Assim, elaboramos textos cuja linguagem consideramos apropriada para o Ensino Médio. Utilizamos também imagens ilustrativas para facilitar a compreensão dos conteúdos abordados.

Outra característica interessante da transposição didática da história da ciência na forma de textos narrativos é a possibilidade de agregar elementos de ficção aos episódios históricos, desde que se evite a criação de pseudo-histórias.¹⁰

Neste caso, elaboramos duas narrativas: “Os Harriot e a relatividade geral” e “Relatos de Eddington no chá da tarde”.¹¹ A primeira apresenta uma família britânica fictícia, os Harriot, que se reúne para jantar em 1919. O grupo é formado pelo pai, Ernest Harriot, e suas duas jovens filhas. A falecida mãe, Joane, era astrônoma e filha de um astrônomo fictício que havia trabalhado com Arthur Eddington, o qual se tornara amigo da família. Durante o jantar, pai e filhas con-

versam sobre astronomia, mencionando que Eddington faria uma viagem para observar um eclipse e investigar a deflexão da luz. Estimulado pela curiosidade das meninas, o pai explica, em linguagem acessível a elas, aspectos da teoria da relatividade e da investigação a ser realizada por Eddington e sua equipe, destacando as hipóteses, previsões concorrentes para a deflexão da luz e expectativas.

A segunda narrativa apresenta um chá da tarde entre Ernest Harriot e Arthur Eddington, após o retorno deste da expedição. A partir das perguntas e dúvidas de

Ernest, Eddington comenta sobre aspectos das investigações realizadas. À medida que a conversa se desenrola, surgem características da ciência e do contexto político da época, as dificuldades enfrentadas nas observações e na logística, aspectos da metodologia utilizada nas investigações, questões

relacionadas às dificuldades de interpretação dos resultados e como estes foram aceitos e divulgados na época, entre outros elementos que proporcionam ao aluno-leitor uma visão ampla do que teria ocorrido. Ao final da conversa, Ernest expressa dúvidas sobre considerar tais resultados como uma “prova” evidente da relatividade.

Assim, essas situações fictícias funcionam como um contexto para apresentar o episódio histórico de forma acessível aos alunos do Ensino Médio, contemplando os objetivos propostos.

As narrativas “Os Harriot e a relatividade geral” e “Relatos de Eddington no chá da tarde” podem ser utilizadas para contextualizar discussões sobre tópicos relacionados à natureza da ciência, permitindo que os estudantes compreendam aspectos da complexidade e da dinamicidade da construção do conhecimento científico. Elas destacam o caráter colaborativo, as falhas e as incertezas inerentes a esse processo e abordam questões relativas à metodologia científica e ao papel das hipóteses nas observações.

Em termos de conteúdos físicos, as narrativas fazem referências a tópicos que podem ser explorados pelo professor, como a deflexão da luz estelar, a gravidade e o espaço-tempo no contexto da teoria da relatividade.

Para a utilização didática dessas narrativas, sugerimos que o professor inicie com uma breve etapa de problematização, incentivando os alunos a expressarem o que eventualmente já conhecem: “Vocês já ouviram falar da teoria da relatividade?”; “O eclipse de 1919, observado no Brasil, teria alguma relação com a teoria da relatividade?”; “Como a luz se comporta perto de corpos massivos?”; “Corpos muito massivos podem alterar o espaço?”.

A partir da discussão inicial gerada por essas (e outras possíveis) perguntas, sugere-se uma metodologia baseada em questões abertas, inspirada em uma pro-

As narrativas elaboradas fazem referência a diversos conteúdos físicos e contextualizam tópicos relacionados à natureza da ciência

posta norte-americana para trabalhar com fontes históricas [31]. Realiza-se a leitura coletiva de cada uma das narrativas, seguida por questionamentos para uma discussão mediada: “O que mais chamou a sua atenção nessa narrativa?”; “Havia algo que você não conhecia e ficou sabendo por meio do texto?”; “Houve alguma parte que você não entendeu e gostaria que fosse explicada?”.

Após essa primeira aproximação aos textos, sugere-se que o professor conduza uma discussão detalhada sobre os aspectos abordados nas duas leituras. É importante que o professor retome os conceitos físicos mencionados e promova uma discussão historicamente contextualizada, utilizando o episódio histórico para explorar temáticas relacionadas à natureza da ciência.

Para mediar as discussões coletivas, podemos sugerir ao professor questões específicas sobre o episódio ou questões gerais relacionadas à abordagem da temática da natureza da ciência, segundo o “eixo histórico e sociológico” e “eixo epistemológico” [32, p. 721-722]:

- Como os dados foram coletados pelos cientistas naquela investigação? Quais as possibilidades de erro?
- Os cientistas foram criativos e imaginativos? As etapas do trabalho envolveram imaginação e criatividade? O que é possível dizer a respeito dessas questões, considerando os textos lidos?
- Em relação a falhas e dificuldades na elaboração do conhecimento, o que você destacaria quanto ao episódio?
- A teoria influencia a observação dos fenômenos? O que você nota a respeito disso, considerando as leituras?
- Os cientistas podem discordar entre si? Por quê? Há passagens do episódio que indicam divergências entre os pesquisadores? O que você poderia dizer sobre isso, com base nos textos?
- A partir das narrativas que lemos, o que você pôde entender sobre como a ciência é produzida: a partir de um trabalho individual ou coletivo? Explique.
- Como o contexto histórico influencia a ciência? A política influencia a ciência? O que você percebe sobre isso a partir das leituras?

• Segundo se nota pelas narrativas, como as manchetes dos jornais da época anunciavam as observações do eclipse de 1919?¹² Por que Ernest parecia duvidar dessas notícias a partir da conversa com o amigo Eddington?

Essas são algumas possibilidades de questões para discussão coletiva mediada, considerando as potencialidades dos textos. Outros tópicos podem surgir a partir das contribuições dos alunos.

É crucial ressaltar a importância do papel do professor ao longo de todo o processo de mediação das discussões, bem como indicar que essas questões podem e devem ser adaptadas por ele, conforme as especificidades de seu contexto educacional e de sua experiência profissional.

4. Considerações finais

As narrativas são um dos recursos mais frequentes propostos para a inserção didática da história da ciência, apresentando múltiplas potencialidades. O trabalho a partir das narrativas apresentadas pode colaborar para a aproximação dos estudantes em relação a tópicos de física moderna, bem como pode aproximá-los de visões mais complexas sobre a ciência.

Com o intuito de avaliar se os objetivos estabelecidos foram alcançados, uma possibilidade interessante de atividade final, após o trabalho coletivo com as narrativas, é solicitar que os alunos escrevam individualmente seus próprios textos, destacando suas reflexões sobre os temas discutidos. Esse momento de construção individual de conhecimento exige um maior esforço cognitivo, uma vez que “o discurso oral é divergente, altamente flexível e requer pequeno esforço dos participantes enquanto eles exploram ideias coletivamente, mas o discurso escrito é mais convergente, mais focalizado” [33, p. 63].

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio a esta pesquisa.

Recebido em: 9 de Julho de 2024

Aceito em: 23 de Setembro de 2024

Notas

¹Esta se refere a questões relevantes para o contexto educacional, dentre as quais: o que a ciência é e como funciona, como os cientistas atuam como grupo social, como a sociedade influencia e reage aos empreendimentos científicos. A importância dessa temática é reconhecida pelos educadores em ciências. Contudo, há debates sobre o que deve ser ensinado em termos de concepções sobre a ciência. Vide Refs. [7-9].

²Essa seção traz uma breve apresentação do episódio, de modo a sintetizar aspectos historiográficos que embasaram a elaboração das narrativas. Recomendamos, para aprofundamento, as referências citadas.

³Conforme Castiñeiras e Crispino: “O princípio da equivalência, ao garantir que próximo à superfície do Sol o efeito do campo gravitacional sobre a propagação da luz seria localmente equivalente à propagação da luz em relação a um referencial uniformemente acelerado, já indicava que a luz proveniente de uma estrela distante e que passasse rente à superfície do Sol deveria sofrer um desvio (tanto de acordo com a mecânica newtoniana quanto de acordo com a teoria einsteiniana)” [17, p. 18].

⁴No artigo *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*, de 1916, Einstein inseriu o valor previsto por Schwarzschild [24].

⁵Houve estudos em outros eclipses anteriores a 1919, mas “em nenhum dos eclipses totais do Sol que sucederam o de outubro de 1912 foi possível verificar o encurvamento da luz, até 29 de maio de 1919” [17, p. 19].

⁶O telescópio astrográfico é projetado para o propósito específico da astrofotografia.

⁷Crommelin e a equipe retornaram a Sobral, posteriormente, para obter as chapas para comparação [19, 26].

⁸Além disso, houve problemas: “A previsão teórica era de que as imagens das estrelas estariam deslocadas na direção RADIAL, em relação ao centro do Sol [...], mas não foi bem isso que foi observado... A luz das estrelas não era desviada apenas radialmente, mas em todas as direções; às vezes, para o lado errado; e o desvio não obedecia às previsões.” [21, slides 56 e 57; ênfase no original].

⁹Tomamos como base a concepção de que nenhuma experiência ou observação pode provar uma teoria, mas sim corroborá-la, sendo os resultados interpretados à luz de pressupostos teóricos. Além disso, participam na aceitação de uma teoria questões políticas, sociais, ideológicas etc. [29].

¹⁰As pseudo-histórias idealizam e simplificam os episódios, romantizando a atividade científica [30].

¹¹As narrativas elaboradas estão disponíveis no link: https://drive.google.com/drive/folders/1c7BlpScCDip4KVoZfyr1jrtSk21uFdBi?usp=drive_link

¹²Se desejar, o professor pode utilizar recortes de manchetes da época. Vide Ref. [14].

Referências

- [1] L. Sasseron, A.M. Carvalho, *Investigações em Ensino de Ciências* **16**, 59 (2011). Disponível em <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>.
- [2] A. Guerra, in *Controvérsias na Pesquisa em Ensino de Física*, editado por S. Camargo, L. Genovese, J. Drummond, G. Queiroz, Y. Nicot e cols. (Livraria da Física, São Paulo, 2014).
- [3] M.A. Moreira, *Estudos Avançados* **32**, 73 (2018). doi
- [4] M. Matthews, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **12**, 164 (1995). Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>.
- [5] R. Martins, in *Estudos de História e Filosofia das Ciências*, editado por C. Silva (Livraria da Física, São Paulo, 2006).
- [6] A. Martins, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **32**, 703 (2015). doi
- [7] L. Peduzzi, A. Raicik, *Investigações em Ensino de Ciências* **25**, 19 (2020). doi
- [8] P. Mendonça, *Ciência & Educação* **26**, e20003 (2020). doi
- [9] R. Roda, R. Martins, *Ciência & Educação* **27**, e21060 (2021). doi
- [10] Brasil, Ministério da Educação, *Base Nacional Comum Curricular* (MEC, Brasília, 2018).
- [11] D.G. Pérez e cols., *Ciência & Educação* **7**, 125 (2001). doi
- [12] M. Thompson e cols., *Conexões. Ciências da Natureza e suas Tecnologias* (Moderna, São Paulo, 2020).
- [13] A. Fukui e cols., *Ser Protagonista. Ciências da Natureza e suas Tecnologias* (SM, São Paulo, 2020).
- [14] R. Nunes, W. Queirós, *Caderno de Física da UEFS* **20**, 2601 (2022). doi
- [15] A. Einstein, *Annalen der Physik* **14**, 425 (2005). doi
- [16] J. Soldner, *Annalen der Physik* **370**, 593 (2006). doi
- [17] J. Castiñeiras, L. Crispino, *Ciência e Cultura* **71**, 16 (2019). doi
- [18] J. Lima, R. Santos, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **41**, e20190199 (2019). doi
- [19] H. Collins, T. Pinch, *O Golem: O Que Você Deveria Saber Sobre Ciência* (UNESP, São Paulo, 2000).
- [20] I. Moreira, *Ciência e Cultura* **71**, 32 (2019). doi
- [21] R. Martins, in *V Workshop de Cosmologia e Astrofísica da Unifesp*, São Paulo, 2019. Disponível em https://www.academia.edu/41179558/A_teoria_da_relatividade_geral_e_o_eclipse_de_1919_Roberto_de_Andrade_Martins.
- [22] D. Soares, in *Visita ao Museu do Eclipse em Sobral* (UFMG, Belo Horizonte, 2014). Disponível em <https://lilith.fisica.ufmg.br/~dsoares/sobral/meclips.htm>.
- [23] D. Soares, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **42**, e20190262 (2020). doi
- [24] A. Einstein, *Annalen der Physik* **49**, 769 (1916). Disponível em https://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/einstein-papers/1916_49_769-822.pdf.
- [25] F. Dyson, A. Eddington, C. Davidson, *Philosophical Transactions of the Royal Society* **220**, 291 (1920). doi
- [26] A. Crommelin, *The Observatory* **42**, 368 (1919). Disponível em <https://articles.adsabs.harvard.edu/pdf/1919Obs....42..368C>.
- [27] E. Teixeira, I. Greca, O. Freire Jr, in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, editado por L. Peduzzi, A. Martins, J. Ferreira (EDUFRRN, Natal, 2012), p. 9-40.
- [28] T. Forato, R. Martins, M. Pietrocola, in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, editado por L. Peduzzi, A. Martins, J. Ferreira (EDUFRRN, Natal, 2012), p. 123-154.
- [29] A.F. Chalmers, *O Que é a Ciência, afinal?* (Brasiliense, São Paulo, 1993).
- [30] D. Allchin, *Science & Education* **13**, 179 (2004).
- [31] Library of Congress, *Teaching with Primary Sources Quarterly* (Library of Congress, Washington, 2011). Disponível em <http://www.loc.gov/teachers/tps/>.
- [32] A. Martins, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **32**, 703 (2015). doi
- [33] A.M. Carvalho, in *Ensino de Física*, editado por A.M. Carvalho, E. Ricardo, L. Sasseron, M. Abib e M. Pietrocola. (Cengage, São Paulo, 2010).