

Uma Análise Histórica do Filme Einstein e Eddington: Possíveis Contribuições para o Ensino de Física

Ricardo Capiberibe Nunes
Wivirkins Nogueira Marciel
Wellington Pereira de Queirós
Luiz Gonzaga Roversi Genovese
Jefferson Adriany Ribeiro da Cunha

Resumo

Uma obra semificcional é aquela que utiliza personagens e fatos históricos, envolvendo elementos de ficção. Nessa pesquisa, mostramos, a partir do filme Einstein e Eddington, como essas obras podem ser usadas no ensino de ciências para fomentar discussões sobre a natureza da ciência bem como desenvolver o espírito questionador sobre as narrativas populares e sentidos comuns. Assim, parte dessa pesquisa consiste de uma análise documental, em que foi utilizado estudos sobre a história da teoria da relatividade para analisar o filme, revelando alguns anacronismos sobre a relatividade, a mistificação do cientista Albert Einstein e algumas visões distorcidas da natureza do conhecimento científico. Ao final, mostramos como é possível transformar o filme em um recurso didático. Nessa direção, sugerimos algumas atividades pedagógicas de como utilizar o filme analisado como estratégia de ensino de física.

Palavras-chave: Ensino de Física, Filmes, História da Ciência, Teoria da Relatividade.

Abstract

A semi fictional work is one that uses characters and historical facts, involving elements of fiction. In this research, we show, from the work Einstein and Eddington, how these works can be used in science teaching to foster discussions about the nature of science as well as to develop the questioning spirit about popular narratives and common senses. Thus, part of this research consists of a documentary analysis, in which studies on the history of the theory of relativity were used to analyze the film, revealing some anachronisms about relativity, the mystification of the scientist Albert Einstein and some distorted views of the nature of scientific knowledge. At the end, we show how it is possible to transform the film into a didactic resource. In this direction, we suggest some pedagogical activities on how to use the analyzed film as a strategy for teaching physics.

Keywords: Teaching Physics, Movies, History of Science, Theory of Relativity.

INTRODUÇÃO

Uma ferramenta de ensino empregada por professores, em todos níveis de educação, tem sido os filmes e séries televisivas. Algumas vezes o docente apenas reproduz o filme sem se atentar a certos cuidados que o uso desse tipo de ferramenta demanda. Isso é importante, pois o filme pode fortalecer concepções equivocadas de ciência no imaginário dos alunos¹. Assim como outros recursos didáticos, o

¹ Marcia Borin da Cunha & Marcelo Giordan, "Imagem da ciência no cinema. Química Nova na Escola," 31, nº 1 (2009): 9-17.

filme torna-se uma forte ferramenta para a construção do conhecimento científico, quando utilizado de forma adequada, podendo levar para a sala de aula uma proposta mais dialógica na qual os alunos serão parte integrante das atividades².

Oliveira³ analisa e discute cenas do filme Homem Aranha, e sugere a abordagem de algumas cenas para introduzir conceitos de Física no Ensino Médio. São verificados no filme o conceito de pêndulo, inércia, queda livre. O autor sugere que filmes devem ser utilizados no Ensino de Física, como caráter motivacional para a discussão de conceitos de Física.

Santana & Arroio⁴ propõe a utilização de filmes como suporte metodológico para discutir questões da Natureza da Ciência, durante a formação de professores. Souza & Moura⁵ utilizam o filme Gattaca, dirigido por Andrew Niccol, para levantar e discutir questões sobre a Natureza da Ciência. Os autores utilizam análise fílmica qualitativa, destacando elementos da linguagem cinematográfica para ressaltar aspectos relacionados à Natureza da Ciência. No contexto do filme, é reforçado que a Ciência fomenta um ambiente repressor limitando as pessoas que não possuem credenciais genéticas bem vistas pela sociedade em Gattaca.

Morais *et al* (2016)⁶, utilizaram análises de filmes contendo assuntos de Física para identificar os aspectos relevantes para ser trabalhado em sala de aula. Nesse sentido, para abordar magnetismo foi utilizado o filme X-MEN Dias do passado futuro (2014); para as Leis de Newton utilizou-se o filme Gravidade. Para Física Nuclear (Radiação), utilizaram o filme O Incrível Hulk; para Física Moderna (Relatividade) usou-se o filme Interestelar. No tema Espaço e Tempo utilizou-se os filmes 2001: Uma Odisseia no Espaço e Star Wars. Finalmente para abordar viagens no tempo utilizaram os filmes Máquina do Tempo e De Volta para o Futuro.

A ABORDAGEM DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA: POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE FILMES COMO RECURSO DIDÁTICO

² Aennder Ferreira Sousa & Breno Arsioli Moura, "Os planos no filme Gattaca: subsídios para discutir a Natureza da Ciência pelo Cinema," *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindóia, SP – 24 a 27 de Novembro de 2015).

³ Luciano Dernadin de Oliveira, "Aprendendo Física com o Homem-Aranha: Utilizando Cenas do Filme para Discutir Conceitos de Física no Ensino Médio," *Física na Escola*, 7, nº 2 (2006): 79-83

⁴ Edson R. Santana & Agnaldo Arroio. "A Abordagem na Natureza da Ciência no Cinema na Formação Continuada de Professores", XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X encontro de Educação Química da Bahia (x EDUQUI) Salvador, BA, Brasil – 17 a 20 de julho de 2012.

⁵ Ibid.

⁶ Valquiria Dresch Morais, Bruno de Oliveira Poletto, Eliel Toeni Ribeiro, Isaias Fernandes Gomes, Filomena Maria Minetto Brondani, "Uso de Filmes Cinematográficos no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica," *Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente*. 7, nº 1 (2016): 189-200.

Uma preocupação recorrente no ensino de ciência é promover o letramento científico. Uma das consequências do letramento científico consiste na substituição do ensino baseado na autoridade do professor e da ciência por um ensino reflexivo e crítico.

Há uma importante distinção entre conhecimento científico e crença científica. Ter conhecimento científico sobre um assunto significa conhecer os resultados científicos, aceitar esse conhecimento e ter o direito de aceitá-lo, conhecendo de fato (não através de invenções pseudo-históricas) como esse conhecimento é justificado e fundamentado. Crença científica, por outro lado, corresponde ao conhecimento apenas dos resultados científicos e sua aceitação baseada na crença na autoridade do professor ou do “cientista”. A fé científica é simplesmente um tipo moderno de superstição. É muito mais fácil adquiri-la que o conhecimento científico – mas não tem o mesmo valor⁷

Entre as diversas formas de se promover o conhecimento científico, uma alternativa é o uso da história da ciência^{8 9 10 11 12}. Como mostrou um estudo de Sherratt (1982–1983)^{13 14} o uso da história da ciência no ensino ocorre há mais de um século, sendo enxertada para contextualizar e despertar a atenção do aluno. Matthews (1994)¹⁵ destaca que o uso da história da ciência no ensino de ciências permite destacar aspectos humanísticos e sociais das atividades científicas, a partir de temas envolvendo a realidade individual, preceitos éticos, culturais e políticos da comunidade, tornar as aulas mais desafiadoras e promover o pensamento crítico e reflexivo. Martins endossa as mesmas opiniões de Matthews e acrescenta que:

⁷Roberto de Andrade Martins, “Introdução. A história das ciências e seus usos na educação” pp. XXI-XXXIV, in: SILVA, Cibelle Celestino (ed.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. (São Paulo: Livraria da Física, 2006), XXVI.

⁸Michael R. Matthews. “A role for history and philosophy of science teaching,” *Educational Philosophy and Theory*, 20 (1988): 67–81.

⁹ Michael R. Matthews. *Science teaching: the role of history and philosophy of science*. (New York: Routledge, 1994).

¹⁰ Ana Maria Alfonso Goldfarb, *O que é história da ciência*. (São Paulo: Brasiliense, 1994).

¹¹ Martins, op cit (2006).

¹² Cibelle Celestino Silva & Breno Arsioli Moura, “A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana,” *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 30, nº1 (2008): 1602.1-1602.10.

¹³W. J. Sherratt, “History of Science in the Science Curriculum: An Historical Perspective — Part I” *School Science Review*, 64 nº 227 (1982):225-236.

¹⁴ W. J. Sherratt, “History of Science in the Science Curriculum: An Historical Perspective — Part II” *School Science Review*, 64 nº 228 (1983):418-424.

¹⁵ Matthews, op cit (1994).

*A história das ciências não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade.*¹⁶

Porém quando falamos de história da ciência estamos falando da história produzida de forma sistemática e metódica por um especialista, o historiador da ciência. As versões populares da história da ciência costumam ser distorcidas e caricatas¹⁷ e são denominadas de história *whig*,

*[um] ponto de vista historiográfico, em geral lamentável, que julga a importância de eventos passados à luz dos padrões, preocupações etc., atuais, ou que se ocupa apenas daqueles acontecimentos passados que obviamente parecem ter conduzido ao atual estado de coisas. Uma ameaça sempre presente, capaz de comprometer o trabalho na história da ciência*¹⁸

A história *Whig* também é chamada de história anacrônica, como podemos ver em Kragh¹⁹:

Aquilo que aqui designamos por história anacrônica é em grande parte o mesmo que é conhecido como interpretação Whig da história. Pretende-se assim significar "o estudo do passado com os olhos, por assim dizer, postos no presente", de acordo com Herbert Butterfield (1900-1979), que inventou o termo e o identificou com "a escrita não histórica da história".

A história *whig* é inadequada para a promoção do conhecimento científico, pois apenas reforça concepções equivocadas e uma visão deformada da ciência²⁰. Reconhecida a importância da história da ciência no ensino, surge a questão: como introduzi-la em sala de aula? Na literatura encontramos várias formas²¹, sendo que uma delas é o uso de filmes²².

¹⁶ Martins, op cit (2006), XVII

¹⁷ Ibid.

¹⁸ John Henry, *A Revolução Científica e as Origens da Ciência Moderna* (Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998), 142.

¹⁹ Helge Kragh, *Introdução à historiografia da ciência* (Porto: Porto Editora, 2001), 104.

²⁰ Martins, op cit (2006).

²¹ Matthews, op cit (1994).

²², Angelita Lima Dantas, *O cinema como ferramenta pedagógica no ensino médio* (Londrina: Editora Faculdade Pitágoras de Londrina, 2007).

O cinema oferece importantes possibilidades de estudos na introdução de aspectos de História da Ciência desde a educação básica, pois alguns filmes podem ser úteis para promover o questionamento de concepções de ciência, enquanto outros podem ser utilizados para ampliar informações e facilitar a compreensão de produção do conhecimento científico. Assim, por serem atraentes para os jovens estudantes, os filmes podem ser um ótimo recurso didático, quando determinados aspectos são utilizados para propor questões, ampliar informações, motivar o estudo de um tema e facilitar a compreensão de alguns processos. ²³

Portanto, o uso de textos com boa qualidade histórica combinado com filmes, pode instigar alunos a desenvolverem uma visão mais crítica e reflexiva sobre a ciência, a tecnologia e suas interfaces com a sociedade. Os filmes ajudam na contextualização, na reconstrução de uma época e de seus costumes, além de apresentarem informações que podem ser analisadas e julgadas por meio de estudos históricos. Essa junção permite abordar questões sociais sobre como a ciência e sociedade formam interfaces, até que ponto os filmes (e as informações gerais) são adequadas e assim por diante²⁴. Diante da discussão realizada, no presente estudo analisamos o filme *Einstein e Eddington*²⁵ (figura 1) tendo como base a história da teoria da relatividade e apontamos sugestões de atividades de como utilizá-lo como estratégia de ensino de física.

²³ Eliane Gonçalves dos Santos & Neusa Maria John Scheid, "História da Ciência na Educação Básica: Contribuições Do Cinema". In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação Em Ciências (VIII ENPEC), 2011, Campinas - SP. *Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Niterói: ABRAPEC, 1 (2015): 01-13.

²⁴ Ibid.

²⁵ *Einstein e Eddington*, Direção: Philip Martin. Roteiro: Peter Moffat. [S.l.]: Company Pictures e a BBC, 2008. 1 DVD (89 min), NTSC, color. Título original: *Einstein and Eddington*.

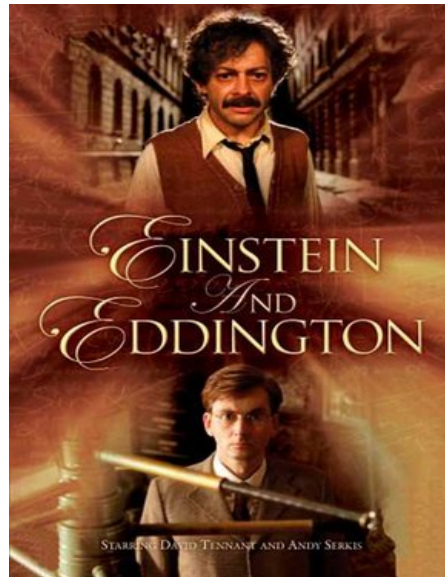


Figura 1: Pôster oficial do filme Einstein e Eddington²⁶

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO

Como foi exposto nas seções anteriores, essa pesquisa propõe uma análise dos elementos históricos e sociais contidos no filme Einstein e Eddington, visando identificar possíveis anacronismos, os conceitos físicos envolvidos e os fatores históricos e sociais. Para cumprir esse objetivo, comparamos o enredo do filme com os estudos históricos sobre teoria da relatividade realizados Martins²⁷, Mehra²⁸, Earman e Glymour^{29 30} e Sponser³¹. Quanto aos aspectos biográficos de Einstein, consultamos Martins (2015)³². Sobre Eddington há poucos registros de sua vida pessoal, limitamo-nos a consultar o verbete do volume 04 do Dictionary of Scientific Biography³³. Os autores escolhidos são historiadores da ciência com experiência em historiografia da Teoria da Relatividade³⁴.

²⁶ FIMOW, *Einstein e Eddigton*. Disponível em < <https://filmow.com/einstein-e-eddigton-t12568/> > Acesso em: 25 de Maio de 2019.

²⁷ Roberto de Andrade Martins, *A Origem Histórica da Relatividade Especial* (São Paulo: Livraria da Física, 2015).

²⁸ Jagdish Mehra, *Einstein, Hilbert, and the Theory of Gravitation* (Dordrecht: D. Reidel, 1974)

²⁹ John Earman & Clark Glymour, "Lost in the tensors: Einstein's struggles with covariance principles, 1912-1916", *Studies in the History and Philosophy of Science*, v. 9, nº 4 (1978): 251-278

³⁰ John Earman & Clark Glymour. "Relativity and Eclipses: The British Eclipse Expeditions of 1919 and Their Predecessors," *Historical Studies in the Physical Sciences*, Vol. 11, No. 1 (1980): 49-85

³¹ Alistair Sponser. "Constructing a 'revolution in science': the campaign to promote a favourable reception for the 1919 solar eclipse experiments," *The British Journal for the History of Science*, vol. 35, Issue 4 (2002): 439-467

³² Martins, op cit (2015).

³³ Charles Coulston Gillispie (ed.), *Dictionary of Scientific Biography, Volume 4: Richard Dedekind - Firmicus Maternus* (New York: Charles Scribner's Sons, 1981).

³⁴ Embora exista um número significativo de obras de popularização da ciência que abordam a Teoria da Relatividade Geral, a maioria dos autores não apresentam formação em história da ciência, e por

Quanto a escolha da película foi feita com base em dois critérios:

- a) Tema de investigação: Einstein, Eddington e a Teoria da Relatividade Geral.
- b) Acessibilidade: possibilidade de fácil acesso e reprodução.

RESULTADOS: ANÁLISE DO FILME

O filme começa com a expedição de Arthur Eddington e Frank Dyson na ilha do Príncipe, em 1919, para realizar medidas do desvio da luz durante o eclipse solar total e verificar qual teoria melhor representaria a realidade: a teoria da relatividade geral ou a gravitação universal de Newton. Após essa abertura, o filme volta cinco anos no tempo, em 1914, em que vemos a contratação de Arthur Eddington no Observatório Real de Astronomia da Inglaterra. O filme mostra que havia uma animosidade em relação a Alemanha e o império Austro-Húngaro por parte dos países europeus, principalmente a Inglaterra, em virtude da primeira guerra mundial. De fato, havia uma tensão muito grande entre os ingleses e alemães que também afetava o campo intelectual. E como filme mostrará, Eddington, principalmente por ser Quaker³⁵, irá se opor a essa tensão intelectual ^{36 37 38}. Um diálogo entre Arthur Eddington e o físico britânico Oliver Lodge, na metade do filme, caracteriza bem o conflito de ideias de Eddington com a política inglesa de boicotar a ciência alemã:

Lodge: Todos os periódicos científicos alemães foram retirados de circulação.

Eddington: Eu estava procurando por algo. O trabalho do Einstein.

Lodge: Por que? Você deixou claras suas opiniões. Você fez um bom trabalho.

Eddington: Seja lá o que possa pensar sobre a ambição militar alemã, ela não tem nada a ver com a ciência alemã.

Lodge: Sério? "Um manifesto ao mundo civilizado". "O povo alemão está unificado". 93 assinaturas. Olhe. Max Planck – cientista. Wilhelm Röntgen – cientista. Fritz Haber – cientista. Acho que isso torna claro que não podemos distinguir os bárbaros militares alemães dos cientistas alemães, não diria, velho companheiro?

Eddington: Ele não está aí. Einstein não está na lista.

Lodge: Mas acontece que, neste momento da história, ele se mudou para Berlim. Creio que isso nos mostra onde está sua lealdade. Relacionar-se com o inimigo é crime de traição, Eddington."

isso não foram incluídos. Dito isso, enfatizamos que, infelizmente, a produção historiográfica em Teoria da Relatividade Geral ainda é modesta.

³⁵ Quaker ou Sociedade dos Amigos, é uma seita cristã de origem britânica que acredita que todos os seres humanos herdaram a luz divina e por isso tem todas as respostas em seu interior. Os Amigos rejeitam os dogmas do cristianismo e pregam a igualdade, o pacifismo, a fraternidade e a tolerância.

³⁶ Martins, op cit (2015).

³⁷ Earman, Glymour, op cit (1980).

³⁸ Sponsel, op cit (2002).

No começo vemos uma indicação que Eddington seria homoafetivo e apaixonado por William Marston. O filme está correto quanto a orientação sexual de Eddington, observando que os Quakers, diferente da maior parte dos segmentos do cristianismo, não condenam as práticas homoafetivas, sendo uma das primeiras religiões a aceitar e defender o casamento gay, civil e religioso. Sobre o possível romance de Eddington e Marston, não há qualquer evidência que corrobore essa hipótese³⁹.

Na sequência vemos uma cena onde Oliver Lodge diz a Eddington que “não há nada a ser descoberto depois de Newton”. Possivelmente Lodge nunca afirmou isso e mesmo que o tivesse feito, estaria equivocado, pois:

A visão histórica ingênua da relatividade geral nos diz que, no final do século XIX, os físicos aceitaram a lei da gravitação de Newton: há uma força atrativa entre qualquer par de corpos no mundo, e essa força depende apenas das massas daqueles corpos e na sua distância mútua. A lei gravitacional de Newton foi capaz de "explicar muito bem o movimento dos planetas". Também foi confirmado no laboratório. Algo, no entanto, não poderia ser explicado: havia uma anomalia no movimento de Mercúrio que parecia incompatível com essa teoria. Logo após o desenvolvimento da relatividade especial (em 1905), Albert Einstein começou a estudar gravitação. Em 1916, ele foi capaz de formular a chamada "teoria geral da relatividade". Essa teoria explicava a precessão anômala do periélio de Mercúrio. Além disso, previu dois novos efeitos: um aumento do comprimento de onda das linhas espectrais do Sol devido ao seu campo gravitacional; e a deflexão da luz da estrela quando passa perto do limbo do Sol, durante os eclipses. Esses efeitos foram confinados e, portanto, no início da década de 1920, a relatividade geral substituiu a teoria da gravitação de Newton. Isso, é claro, é apenas uma versão do livro didático do que aconteceu. Os historiadores da física sabem que as coisas realmente não acontecem dessa maneira. A relatividade geral era de fato a teoria gravitacional bem-sucedida, mas muitas outras teorias foram propostas no final do século XIX e início do século XX. Os três "testes clássicos" da relatividade geral são muito significativos, mas havia vários outros efeitos gravitacionais astronômicos e terrestres anômalos (não-newtonianos) que mereceram atenção no início do século XX. De fato, se consultamos revistas científicas do final do século XIX e início do século XX, encontramos um grande número de estudos revolucionários sobre a gravitação. Muitos deles propuseram alternativas gravitacionais. Desde a publicação do livro de Whittaker

³⁹ Gillispie, op cit (1981).

(1951-53), os historiadores estão bem cientes das teorias gravitacionais alternativas no início do século XX⁴⁰

O filme aborda muito pouco a respeito de Oliver Lodge, por isso é importante enfatizar que ele foi um dos físicos ingleses mais eminentes de sua época e, assim como Eddington, era um homem extremamente religioso, tendo escrito vários livros sobre espiritualidade e a questão da vida após a morte bem como a conexão da religião com a ciência⁴¹. O filme também insinua que Oliver Lodge não estava ciente sobre a existência da Teoria da Relatividade. Isso é completamente inverídico. Lodge participou das tentativas de detectar o movimento da Terra em relação ao éter, criando o experimento conhecido como disco de Lodge⁴². Lodge escreveu diversos trabalhos ao longo da vida abordando assuntos relacionados a relatividade, entre eles podemos citar: *Electric Theory of Matter* (1904). *Electrons, or The Nature and Properties of Negative Electricity* (1907). *The Ether of Space* (1909). *The geometrization of physics and its supposed basis on the Michelson-Morley experiment* (1921). *Ether and Reality* (1925). *Relativity – A very elementary exposition* (1925). *Ether, Encyclopædia Britannica* (1926). Lodge foi um dos críticos da teoria da relatividade de Einstein por achar que seu método operacional era incompatível com a sua filosofia realista. É importante registrar que essa era a mesma objeção que Einstein apresentaria, anos depois, na interpretação de Copenhague da Mecânica Quântica⁴³;

Outra questão é que Lodge afirma que Einstein era o centro das atenções na academia prussiana. Isso também não é verdade. Nessa época, diferente do que o filme afirma, Einstein já pertencia a academia prussiana, mas não era um físico tão prestigiado. Além disso seu reconhecimento pelos colegas se devia muito mais aos seus trabalhos de quantização na teoria do calor dos sólidos e na radiação⁴⁴. Suas contribuições para a relatividade eram reconhecidas como complementos a teoria de Lorentz⁴⁵.

Após esse diálogo inicial, o filme descreve vários acontecimentos em Zurich onde vemos Albert Einstein navegando com seus filhos Hans Albert e Edward. Trata-se de um erro de cronologia, pois em 1914, Einstein já estava morando em Berlim e já dirigia o Instituto de Wilhelm. Outro erro que vemos na cena é a conversa com Hans Albert: Einstein diz a Hans Albert que a luz viaja a mesma velocidade em todos os referenciais. Ocorre que em 1914, Einstein tinha dúvidas se a luz viajava com a mesma

⁴⁰ Roberto de Andrade Martins. "The search for gravitational absorption in the early 20th century," 3-44, In: H. Goemmer, J. Renn & J. Ritter (eds.). *The expanding worlds of general relativity - Einstein Studies, vol. 7* (Boston: Birkhäuser, 1999).

⁴¹ Gillispie, op cit (1981).

⁴² Martins, op cit (2015).

⁴³ Martins, op cit (2015).

⁴⁴ Ibid.

⁴⁵ Max von Laue, *Die Relativitätstheorie. Band 1: Die spezielle Relativitätstheorie* (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1911)

velocidade, Ele havia desenvolvido um modelo onde a velocidade da luz era variável e rejeitava o postulado da constância da velocidade da luz⁴⁶.

Mileva Maric, a primeira esposa de Einstein, aparece brevemente e notamos que a forma como o filme a retrata é bastante diferente da versão dos trabalhos históricos. Abordaremos essa questão, bem como sua relação e possível contribuição à relatividade, um pouco mais à frente. No encontro de Einstein e Max Planck, Planck diz que Einstein está trabalhando há nove anos em uma teoria da gravitação. Isso também está incorreto, pois o artigo de Einstein de 1905 não traz nenhuma preocupação sobre as implicações do princípio da relatividade na gravitação. Foi Poincaré quem primeiro buscou conciliar a lei da gravitação ao princípio da relatividade ^{47 48 49}. Em 1908, Minkowski apresentou um programa semelhante ao de Poincaré⁵⁰. As primeiras ideias de Einstein a respeito da gravitação aparecem de forma bastante curta em dois artigos de 1907. Ele só retornaria ao assunto em uma publicação de 1911 (“Sobre a influência da gravidade na propagação da luz”)⁵¹. Nesse intervalo de tempo, Einstein trabalhou principalmente com a teoria quântica. Pode-se dizer que foi em 1912 que Einstein intensificou seus esforços no estudo da gravitação, tendo requisitado a ajuda de seu colega de faculdade, Marcel Grossmann, um PhD em Geometria Riemmaniana. A parceira Einstein-Grossmann iria durar até o final de 1914 ^{52 53}.

O filme retrata que Max Planck teria convidado Einstein para retornar a Berlim e assumir o instituto de pesquisas Kaiser Wilhelm e uma cadeira na Academia Prussiana. Isto também é inverídico. O convite para Einstein ocorreu em julho de 1913 e partiu do químico Fritz Haber por intermédio de sua amante, e futura segunda esposa, Elsa Einstein⁵⁴. Em abril de 1912, Albert Einstein reencontrou sua prima, Elsa Einstein, divorciada desde 1908 e com duas filhas, Ilse e Margot, na casa de seus tios. Os dois começaram uma relação afetiva. Observe que Einstein ainda era casado com Mileva Maric, e as cartas que ele recebia da prima, sua amante, ele queimava para que Mileva não encontrasse⁵⁵.

⁴⁶ Mehra, op cit (1974).

⁴⁷ Scott Walter, “Breaking in the 4-Vectors: The four-dimensional movement in gravitation, 1905–1910,” 193–252, In: Jürgen Renn (ed.), *The Genesis of General Relativity*, Volume 3 (Berlin: Springer, 2007).

⁴⁸ Scott Walter, “Henri Poincaré, theoretical Physics, and Relativity Theory in Paris,” 213-239, In: Karl-Heinz Schlöte & Martina Schneider (eds.). *Mathematics Meets Physics: A contribution to their interaction in the 19th and the first half of the 20th century* (Frankfurt: Verlag Harri Deutsch, 2011).

⁴⁹ Shaul Katzir. “Poincaré’s Relativistic Theory of Gravitation,”15-38, In: Anne J. Kox & Jean Eisenstaedt (eds.), *The Universe of General Relativity - Einstein Studies*, vol. 11 (Boston: Birkhäuser, 2005).

⁵⁰ Walter, op cit (2007).

⁵¹ Ibid.

⁵² Mehra, op cit (1974).

⁵³ Earman, Glymour, opt cit (1978).

⁵⁴ Martins, op cit (2015).

⁵⁵ Ibid.

Em 1913, Elsa Einstein fez uma visita a Fritz Haber dizendo que Einstein estava disposto a voltar para Alemanha e assumir a direção do instituto Wilhelm. Haber conseguiu reunir vários pesquisadores proeminentes e elaborou uma proposta generosa para atrair Einstein: ele seria diretor do Instituto de Física Kaiser Wilhelm e seria nomeado professor da Universidade de Humboldt, embora estivesse dispensado de dar aulas⁵⁶. Planck ainda ofereceu uma cadeira na Academia Prussiana de Ciências. O convite foi feito por Max Planck e Walther Nernst. Einstein, depois de negociar a respeito do salário, aceitou a proposta em dezembro de 1913.

Aqui verificamos a tendência do filme de construir uma imagem mistificada de Albert Einstein. Como veremos adiante, a amizade de Einstein e Haber é completamente minimizada. O filme tenta afastar Haber de Einstein, pois o químico alemão entrou para história como o pai das armas químicas e o responsável por um dos maiores genocídios da primeira guerra. Também vemos um Einstein dividido entre a família e um emprego melhor, sendo tentado por Max Planck. As correspondências de Einstein para Elsa mostram que Einstein estava interessado em ir para Berlim, porém lhe causava extremo desconforto o fato que Mileva fosse junto. Uma carta não datada à Elsa, mas escrita em novembro ou dezembro de 1913, revela o desprezo de Einstein por Mileva: “eu trato minha esposa como um empregado que não posso demitir. Tenho meu próprio quarto e evito ficar sozinho com ela”⁵⁷.

É muito provável que Einstein se preocupasse em perder contato com os filhos, mas dizer que ele estava muito preocupado com a família, incluindo Mileva Maric, e isso pesava em sua decisão, é inverídico. Além disso, Max Planck incentiva Einstein a concluir seu trabalho em gravitação (Teoria da Relatividade Geral) e acredita que Einstein irá superar Isaac Newton, como podemos ver nesse diálogo do filme.

Planck: Ele é um teórico.

Koppel: Que bem a teoria fará por mim?

Planck: Após dois séculos, ele pode provar que Isaac Newton, o maior cientista Inglês de todos os tempos, o homem que fixa as leis que descrevem o funcionamento de todo o universo, está errado.”

Esse diálogo nunca aconteceu e à expectativa de Planck para Einstein era justamente o contrário:

A expectativa de Planck, Nernst e de outros cientistas que apoiaram o retorno de Albert à Alemanha era que ele se dedicasse à teoria quântica. Era um campo em que sua contribuição tinha sido reconhecida, e que estava agora crescendo muito. Foi em 1913 que Niels Bohr publicou seus primeiros trabalhos sobre a quantização do átomo de

⁵⁶ Ibid.

⁵⁷ Albert Einstein [Carta], Antes de 02. Dezembro. 1913. Zurique [para] Elsa Löwenthal, Berlim, 1f. Einstein explica sua relação com a esposa Mileva Maric e as dificuldades para conseguir o divórcio.

*hidrogênio. Isso proporcionou um enorme impulso a essa área de pesquisas. No entanto, Albert não estava muito interessado pela teoria quântica, agora. Seu principal empenho era o desenvolvimento da teoria da relatividade geral, que ainda apresentava imensos problemas*⁵⁸.

Voltando a Eddington, vemos ele afirmar que Newton descreveu como a gravidade age e explicou o porquê. É verdade que Newton descreveu como a gravidade age, mas ele não conseguiu explicar o porquê, pois:

*Desde o tempo de Newton, muitos autores propuseram modelos mecânicos para explicar as forças gravitacionais (Woodward, 1972). Huygens e Leibniz tentaram explicar a lei do inverso do quadrado supondo que o espaço “vazio” estava cheio de partículas viajando ao redor dos corpos gravitantes. O próprio Newton tentou explicar a gravitação por vários modelos de éter (Aiton, 1969; Hawes, 1968; Rosenfeld, 1969), e uma vez ele pensou que um modelo corpuscular proposto por Fatio de Duillier (Gagnebin, 1949) seria capaz de explicar todas as características dessas forças. Mais tarde, ele desistiu dessas tentativas e, como resultado de interpretações erradas de suas famosas “hypotheses non fingo”, a maioria dos seguidores de Newton no século XVIII supôs que não se deveria tentar explicar as forças gravitacionais*⁵⁹.

Outro erro histórico no filme é que vemos Einstein indo sozinho para Alemanha. Acontece que Einstein mandou no final de dezembro de 1913, Mileva para Berlim para procurar uma casa. Nesta época ela ficou hospedada na residência de Fritz Haber e desenvolveu uma amizade com Clara Haber, mulher de Fritz e que também estava em uma relação abusiva (MARTINS, 2015)⁶⁰. Mileva só voltaria para Zurich em janeiro de 1914. Sobre a mudança de Einstein para Berlim e o comportamento dele em relação à família, é interessante como ocorreu:

*A mudança de Einstein para Berlim estava prevista para março. Eduard ficou muito doente e o médico recomendou que fosse levado para uma região mais quente. Assim Mileva resolveu passar um tempo na Itália com os filhos. Albert se apressou para ir antes deles para a Alemanha, para poder se encontrar com Elsa. Chegou em Berlim no final de março. Mileva e os filhos chegaram no final de Abril*⁶¹.

⁵⁸ Martins, op cit (2015), 197.

⁵⁹ MARTINS, op cit (1999), 197.

⁶⁰ Martins, op cit (2015).

⁶¹ Ibid, 199.

O período em Berlim foi uma experiência bastante traumática para Mileva Maric, foi nesta ocasião que Einstein escreveu o famoso “bilhete”, que não é retratado no filme:

A. Você vai certificar-se de: 1. que as minhas roupas na lavanderia sejam mantidas em bom estado; 2. que vou receber minhas três refeições regularmente no meu quarto; 3. que o meu quarto e sala de estudos sejam mantidos limpos, e, especialmente, que a minha mesa seja deixada apenas para meu uso. B. Você vai renunciar a todas as relações pessoais comigo, na medida em que não são completamente necessárias por razões sociais. Especificamente, você vai renunciar: que eu sente em casa com você; que eu saia ou viaje com você. C. Você vai obedecer os seguintes pontos nas suas relações comigo: você não vai esperar qualquer intimidade de mim, nem vai me censurar de forma alguma; você vai parar de falar comigo, se eu pedir; você vai sair do meu quarto ou sala de estudo imediatamente, sem protesto, se eu pedir. D. Você vai se comprometer a não menosprezar-me na frente de nossos filhos, seja através de palavras ou comportamento.⁶²

Nessa época Fritz Haber se tornou o mediador entre Einstein e Mileva. O filme retrata que Mileva é que não conseguia lidar com a nova rotina do marido e era uma pessoa com problemas de confiança. Como vimos, era Einstein quem estava em adultério e desprezava a mulher e não priorizava a família. Além disso, há evidências de que Einstein agredia fisicamente Mileva Maric⁶³. Após esse bilhete Mileva teria dado uma resposta ambígua, a qual Einstein se irritou e escreveu:

Eu estou disposto a retornar ao nosso apartamento porque não quero perder as crianças e não quero que elas me percam, mas apenas por essa razão. Depois de tudo que aconteceu, está fora de questão uma relação de camaradagem entre nós⁶⁴.

No dia 24 de julho, Albert Einstein e Mileva Maric, por intermédio de Fritz Haber, deram entrada no processo de separação. O acordo envolvia o pagamento de 5600 marcos por ano à Mileva, a guarda dos filhos e outras cláusulas sobre as crianças, como ficar proibido que ele as visse na casa de Elsa ou que seus parentes não poderiam ter a guarda das crianças caso Mileva viesse a óbito. Einstein aceitou.

No filme vemos uma cena que retrata o “primeiro encontro” entre Einstein e Elsa, ou seja, a cena retrata o que seria o equivalente ao encontro deles em 1912. Nessa cena há uma conversa entre Einstein e seu tio, Rudolf Einstein sobre o éter. Rudolf enfatiza a importância do éter, ao que Einstein rebate

⁶² Albert Einstein *apud* Martins, op cit (2015), 200-201.

⁶³ Martins, op cit (2015).

⁶⁴ Einstein *apud* Martins, op cit (2015), 201.

dizendo que não há éter, pois este amorteceria as órbitas planetárias. Há duas observações a serem feitas aqui. A primeira é sobre a ideia que o éter amorteceria o movimento da Terra e é dito na conversa com seus tios. Isso é completamente absurdo. Einstein nunca se referiu a isso em momento algum, bem como todas as teorias do éter previam que a luz se locomoveria no éter com uma velocidade constante sem dissipar energia⁶⁵. A segunda é sobre Elsa Einstein. O filme retrata ela como uma moça aparentemente mais jovem que Einstein, esbelta e com pouco conhecimento técnico. Elsa era três anos mais velha do que Einstein, já era divorciada e mãe de duas filhas. As fotos revelam que Elsa não era esbelta, poderia ser descrita como uma matrona⁶⁶. De fato, Elsa não tinha muito conhecimento técnico, ao contrário de Mileva. Elsa gostava de cozinhar e parecia cuidar de Einstein como uma mãe ou uma matriarca⁶⁷.

De volta a Eddington, vemos que ele procura pelo trabalho de Einstein na biblioteca da Sociedade Real de Astronomia.

“Lodge: Todos os periódicos científicos alemães foram retirados de circulação.

Eddington: Eu estava procurando por algo. O trabalho do Einstein.”

Isso também é falso. O primeiro trabalho de Einstein que Eddington obteve foi através do astrônomo Willen de Sitter em 1915. Nessa época, De Sitter residia na Holanda, um país neutro na primeira guerra. Einstein apresentou a versão da Relatividade Geral em 1915, e como nessa cena, neste momento ele ainda estava lutando para construir esta teoria. Desta forma podemos supor que o evento se passa em 1914, antes de Eddington receber os trabalhos de Sitter⁶⁸. Assim, a troca de cartas entre Eddington e Einstein sobre seu primeiro artigo e como ele se aplicaria a gravitação é uma invenção do filme. Eddington não influenciou Einstein na construção da relatividade geral ^{69 70 71 72}. A interpretação que o filme dá ao primeiro artigo de Einstein também é problemática. É verdade que o trabalho de Einstein não traz referências, porém isso não significa que ele não sofreu influências ^{73 74 75}. Além disso, Einstein não afirma que a velocidade da luz é a velocidade limite. A notação empregada por Einstein é semelhante a empregada por Maxwell e não era “confusa” como alega o filme.

⁶⁵ Roberto de Andrade Martins, *Teoria da Relatividade Especial* (São Paulo: Livraria da Física, 2012).

⁶⁶ Martins, op cit (2015).

⁶⁷ Ibid.

⁶⁸ Ibid.

⁶⁹ Mehra, op cit (1974).

⁷⁰ Earman, Glymour, op cit (1978).

⁷¹ Earman, Glymour, op cit (1980).

⁷² Sponsel, op cit (2002).

⁷³ Max Born, *Physics in My Generation* (New York: Springer, 1968).

⁷⁴ Arthur I. Miller, *Albert Einstein's Special Theory of Relativity: Emergence (1905) and Early Interpretation (1905-1911)*, (New York: Springer, 1997).

⁷⁵ Roberto de Andrade MARTINS, “El empirismo en la relatividad especial de Einstein y la supuesta superación de la teoría de Lorentz y Poincaré,” 509-516, In: Horacio Faas, Aarón Saal, Marisa Velasco (eds.) *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las XV Jornadas*. Facultad de Filosofía y Humanidades. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2005.

O filme faz uma indicação que Mileva teria participado no desenvolvimento da relatividade especial. Essa hipótese tem sido debatida pelos historiadores (cf. Walker,^{76 77}, Stachel⁷⁸, Troeamel-Ploetz⁷⁹, Maurer⁸⁰, Barnett⁸¹, Martinez⁸², Martins⁸³). A questão não é consensual, como Einstein perdeu (ou destruiu) o manuscrito original da relatividade, não é possível saber se há algum traço de Mileva Maric. Cullwick (1981)⁸⁴ mostrou que o artigo de Einstein tem mudanças bruscas de estilo de escrita, o que pode indicar uma coautoria de Mileva. A evidência que mais pesa a favor de uma contribuição de Mileva é uma carta de Einstein para Mileva de 27 de março de 1901: “eu ficarei tão feliz e orgulhoso quando nós dois juntos tivermos levado nosso trabalho sobre o movimento relativo a uma conclusão bem sucedida”⁸⁵. É possível que Einstein estivesse usando o termo nós por uma questão emocional de incluir, sua então namorada, em seus projetos. Essa é uma questão polêmica que ainda não foi esclarecida.

O filme declara que Einstein não havia abordado a questão do periélio de mercúrio antes de 1914 ou 1915. Isso está incorreto, pois em um trabalho publicado em 1913, em parceria com Marcel Grossman, “*Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation*”, Einstein discute o problema da órbita de mercúrio. Esse era um problema conhecido por vários cientistas e amplamente discutido pelos físicos e astrônomos.

No entanto, pequenas divergências entre as leis de Newton e observações astronômicas levaram alguns astrônomos a sugerir modificações na lei. Como Poincaré apontou, a divergência mais séria da lei de Newton foi a parte não explicada do avanço do periélio de Mercúrio. A parte inexplicada era meramente 10% do avanço total do periélio do planeta, enquanto a influência dos outros planetas explicava a parte restante, mas a precisão das observações astronômicas e da mecânica celeste era boa o

⁷⁶ Harris Evan Walker, “Did Einstein espouse his spouse’s ideas?,” *Physics Today*, vol. 42, nº 2 (1989): 9-11.

⁷⁷ Harris Evan Walker, “Mileva Maric’s relativistic role,”. *Physics Today*, vol. 44, nº 5 (1990): 122-124.

⁷⁸ John Stachel. [Comments on Walker’s Paper], *Physics Today*, vol. 42, nº 2 (1989): 11-13.

⁷⁹ Senta Troeamel-Ploetz, “Mileva Einstein Maric, the woman who did Einstein’s mathematics,” *Women’s Studies International Forum*, vol. 13, nº 4 (1990): 415-432.

⁸⁰ Margarete Maurer, *Zur Frage der Koautorinnenschaft Mileva Mariçs an Einsteins Arbeiten bis (1913)*. Disponível em: < http://www.teslasociety.ch/info/60/maurer_pdf.pdf > Acesso em 22 de Maio de 2020.

⁸¹ Carol C. Barnett, *A Comparative Analysis of perspectives of Mileva Maric Einstein*, Doctoral thesis (Tallahasse: Florida State Universe., College of Arts and Science, 1998).

⁸² Alberto A. Martinez, “Handling Evidence in History: The case of Einstein’s wife,” *School Science Review*, vol. 86, nº 316 (2005): 49-56.

⁸³ Martins, op cit (2015).

⁸⁴ Ernest Geoffrey Cullwick, “Einstein and Special Relativity. Some Inconsistencies in His Electrodynamics,” *The British Journal for the Philosophy of Science*, Vol. 32, Nº 2 (1981): 167-176.

⁸⁵ Albert Einstein,. [Carta] 27 de Março. 1901. Milão [para], Mileva Maric. Sérvia. 1f. A primeira menção sobre um trabalho do movimento relativo onde Einstein indica uma participação de Mileva Maric.

*suficiente para indicar a necessidade de explicar a discrepância. Duas estratégias básicas foram empregadas para resolver o enigma: a primeira sugeriu uma modificação da lei de Newton (tornando-a dependente das velocidades, adicionando um termo extra de distância etc.). Esta é, por exemplo, a posição de Zenneck em 1901 em sua discussão geral sobre a teoria da gravitação na *Enzyklopadie der mathematischen Wissenschaften* (Zenneck 1902). A segunda estratégia era manter a lei de Newton e procurar uma influência não contabilizada de material conhecido ou desconhecido no espaço. Poincaré adotou a última abordagem. Ele resolveu a anomalia assumindo uma influência gravitacional de um anel material entre Mercúrio e o Sol⁸⁶.*

Uma questão bastante interessante é a atitude de Einstein em relação a Fritz Haber. Como já foi dito o filme afasta Einstein de Haber, pois o químico ficou marcado pela criação de armas químicas e crimes de guerra. A visão leiga é que Einstein era um pacifista e sempre teve uma atitude ativa nesse quesito. Ocorre que isso também não é verdade. Einstein sempre esteve ciente da pesquisa de Haber com armas químicas e seu uso na guerra nunca incomodou Einstein⁸⁷. O filme não retrata, mas Clara Haber se matou em primeiro de maio, com vergonha das atitudes do marido. Posteriormente o filho do casal, Hermann Haber, também cometera suicídio⁸⁸. A cena em que Einstein entra no Instituto e briga com Fritz Haber nunca existiu. Ao contrário do que o filme tenta mostrar ao espectador, nem o suicídio de Clara (ou Hermann) criou alguma indisposição entre Einstein e Haber⁸⁹.

Outra cena que diverge dos fatos históricos, ocorre quando Planck e Einstein trabalham juntos no desenvolvimento de uma teoria da gravitação. Einstein admirava os trabalhos de Planck na física quântica, mas parecia menosprezar suas ideias na relatividade. Einstein declarou no enterro de Planck que este nunca havia compreendido direito a teoria da relatividade (MARTINS, 2015)⁹⁰.

O filme comete um grande erro ao omitir uma das pessoas mais importantes no desenvolvimento da teoria da relatividade geral: Marcel Grossmann. Grossmann e Einstein se conheceram durante a graduação. Em 1912, Einstein se convenceu que era preciso aprender geometria diferencial para desenvolver uma teoria da relatividade geral. Foi nesse ano que ele pediu ajuda à Grossmann, especialista em geometria riemanniana, e eles passaram a produzir juntos, como podemos ver em carta de Einstein à Sommerfeld de 28 de outubro de 1912:

⁸⁶ Katziir, op cit (2005), p. 18.

⁸⁷ Martins, op cit (2015).

⁸⁸ Ibid.

⁸⁹ Ibid.

⁹⁰ Ibid.

Estou agora ocupado exclusivamente com o problema gravitacional e acredito que posso superar todas as dificuldades com a ajuda de um amigo matemático [Grossmann] daqui [Zurich]. Mas uma coisa é certa, nunca antes em minha vida eu me preocupei tanto com algo e adquiri um grande respeito pela matemática, cujas partes mais sutis eu considerava até agora, em minha ignorância, com um luxo inútil. Comparado com este problema, a teoria da relatividade original é infantil⁹¹.

A parceria gerou alguns trabalhos, em geral Grossmann assinava a parte matemática e Einstein assinava a parte física. Em 1915, a parceria entre os dois foi dissolvida e Einstein passou a trabalhar sozinho⁹². Em uma carta a Sommerfeld, de 1915, Einstein escreveu: “Grossmann nunca vai alegar ser um co-descobridor [da teoria da relatividade geral]. Ele apenas ajudou me guiando através da literatura matemática, mas não contribuiu nada de substancial para os resultados”⁹³. A atitude de Einstein revela muito mais um preciosismo de autoria do que um fato histórico. As ideias de Grossmann foram substanciais^{94 95 96 97}.

Uma questão bastante problemática no filme é a dramatização de Einstein. Vemos um cientista obcecado por uma solução, que consome sua saúde, compromete seu relacionamento com a namorada, Elsa Einstein, e acaba ficando entre a vida e a morte, até que de súbito ele acha a solução. Isso não é verdade. Einstein trabalhou em parceria com Grossmann, manteve correspondência com vários pesquisadores, consultou Lorentz pessoalmente⁹⁸. A teoria da relatividade geral não surgiu de uma ideia repentina. É possível que Einstein tenha obtido alguns resultados de Hilbert, que foi quem chegou as equações de campo corretas primeiro, mais precisamente cinco dias antes de Einstein⁹⁹. A visão romântica que o filme cria na imagem de Einstein é inapropriada, pois não reflete a história e como a ciência se desenvolve.

As cenas finais do filme tratam sobre o desvio da luz. Na conferência de Eddington e Dyson para sociedade real de astronomia, vemos o seguinte diálogo:

“Eddington: Se as estrelas sobre esta placa fotográfica do eclipse, se sobrepuserem às da placa de comparação, Einstein está errado e a teoria de Newton se mantém. Se existir uma lacuna entre as

⁹¹ Albert Einstein *apud* Mehra, op cit (1974).

⁹² Martins, op cit (2015).

⁹³ Albert Einstein *apud* Mehra, op cit (1974).

⁹⁴ Mehra, op cit (1974).

⁹⁵ Earman, Glymour, op cit (1978).

⁹⁶ Earman, Glymour, op cit (1980).

⁹⁷ Sponsel, op cit (2002).

⁹⁸ Martins, op cit (2015).

⁹⁹ Mehra, op cit (1974).

duas imagens, então o campo gravitacional do Sol mudou a posição das estrelas e temos uma nova teoria da gravidade.

(As placas são sobrepostas)

Dyson: Uma lacuna. Einstein.

Eddington: Nenhum de nós pode considerar o mundo do modo que considerávamos antes. Einstein diz que o tempo não é o mesmo para todos nós ... mas diferente para cada um de nós.”

Aqui há algumas considerações importantes: a primeira previsão do desvio da luz feita por Einstein ocorreu em 1911. O valor era incorreto, mas uma experiência parecia confirmar a hipótese de Einstein. A nova previsão do desvio da luz apareceu em 18 de novembro 1915, quando Einstein usou uma solução aproximada das equações de campo (erradas)¹⁰⁰. A teoria newtoniana também previa um desvio para luz, portanto diferente do que o filme fala, a expedição de Eddington e Dyson não era ver só se a luz se curvava:

A relatividade geral previa um desvio de 1,74 segundos de arco para a luz que passasse perto da borda do Sol, e desvios proporcionalmente menores para estrelas mais afastadas. Havia também uma previsão não relativística, baseada na teoria corpuscular da luz, que previa um desvio de 0,87 segundos de arco (a metade da previsão relativística). Não se tratava, portanto, apenas de verificar se havia ou não um desvio: era necessário medi-lo com boa precisão¹⁰¹.

Portanto, a ideia transmitida pelo filme de que bastava ver se a luz se desviou ou não, é completamente equivocada. A cena final, envolvendo Eddington e Dyson deveria mostrar os dois pesquisadores efetuando os cálculos, para daí então chegarem a alguma conclusão. Além disso, mesmo as medidas de Eddington e Dyson não eram suficientes para corroborar a teoria da relatividade geral.

Havia outro problema. Mesmo se todas as observações de 1919 tivessem confirmado exatamente a previsão da relatividade geral, essa teoria não podia ser aceita, na época, porque existia outro teste diferente que havia sido realizado e que tinha dado resultados negativos. A teoria previa que os comprimentos de onda das raias escuras do Sol deveriam estar deslocadas para o lado vermelho do espectro (red shift gravitacional). Era um efeito fácil de testar, mas as observações não mostraram o desvio previsto. Portanto nessa época, existia uma importante refutação da relatividade geral. Arthur

¹⁰⁰ Ibid.

¹⁰¹ Martins, op cit (2015), 210.

*Eddington estava perfeitamente ciente desse grave problema, mas não se preocupou com isso*¹⁰².

Outro erro, é quando Eddington fala que “toda teoria precisa ser provada. Eu sou o homem para prova-la.” Em primeiro lugar, teorias não podem ser provadas, trata-se de uma concepção espontânea muito comum entre educadores e mesmo pesquisadores.

*Ainda há uma crença no método indutivista da investigação científica, baseado no pior tipo de positivismo (ver Silveira & Ostermann 2002). Geralmente, professores que não têm interesse e competência suficientes em história e filosofia da ciência transmitem uma visão distorcida do funcionamento da ciência para seus estudantes. Eles podem tentar mostrar como se obtém uma teoria a partir da observação e experimento, ou como se pode provar uma teoria – apesar da impossibilidade filosófica de tais tentativas. Algumas vezes eles não estão conscientes de sua própria falta de compreensão e tentam usar a história da ciência para aperfeiçoar o seu ensino. Alegam, por exemplo, que Pasteur provou, através de seus experimentos, que a geração espontânea não existe (o que é historicamente falso)*¹⁰³.

A revelação dos resultados, cálculo do desvio da luz, não foi feito por Eddington junto à Sociedade Real. É importante também ressaltar que as medidas realizadas em Sobral, no Ceará, deram um desvio de 0,98 segundos, que dentro da faixa de erro, estava de acordo com a hipótese Newtoniana. As medidas da Ilha do Príncipe davam 1,61 segundos de arco. Eddington, rejeitou os resultados de Sobral e algumas medidas da Ilha do Príncipe e declarou que o valor era suficiente preciso para corroborar a teoria. relatividade geral ^{104 105 106 107 108}. Andrew Cromellin, que não aparece no filme, mas participou do processo e da conferência de revelação dos resultados com Eddington e Dyson, adotou uma posição mais moderada, dizendo que os resultados não eram suficientes ^{109 110 111 112 113}.

¹⁰² Ibid, 213.

¹⁰³ Martins, op cit (2006), XXV-XXVI.

¹⁰⁴ Mehra, op cit (1974).

¹⁰⁵ Earman, Glymour, op cit (1978).

¹⁰⁶ Earman, Glymour, op cit (1980).

¹⁰⁷ Sponsel, op cit (2002).

¹⁰⁸ Martins, op cit (2015).

¹⁰⁹ Mehra, op cit (1974).

¹¹⁰ Earman, Glymour, op cit (1978).

¹¹¹ Earman, Glymour, op cit (1980).

¹¹² Sponsel, op cit (2002).

¹¹³ Martins, op cit (2015).

A comunicação, de Eddington para Einstein confirmando a teoria da relatividade geral realmente ocorreu, mas o sucesso não foi tão imediato como vemos no filme. A cena em que Einstein é interrogado por Elsa, indagando sobre o que aconteceria se a teoria se provasse errada, e o mesmo respondendo que diria a Deus que era uma boa tentativa, mas Ele estava errado porque a teoria estava certa, realmente ocorreu, porém de forma diferente. Quando Einstein recebeu a comunicação da expedição de Eddington, ele mostrou a carta a Ilse Einstein, sua enteada, que teria feito essa pergunta e a quem ele deu essa resposta¹¹⁴.

Em síntese, por ser tratar de uma película semificcional existem diferenças entre os fatos históricos e a liberdade poética dos produtores. Nota-se uma tendência de mistificação da figura de Einstein, como marido, pai e pesquisador e uma visão deformada da construção do conhecimento. A descrição mais precisa no filme é a personalidade de Eddington. Sua fé e convicções moldadas na Sociedade dos Amigos (Quaker) refletiram seu ativismo em relação ao pacifismo e em conflitos com a Sociedade Real de Astronomia Britânica que queria fazer um boicote à ciência alemã. Na próxima seção, veremos como professor pode usar esse filme as diferenças entre a visão artística e dos fatos históricos como estratégia de ensino-aprendizagem de física.

EINSTEIN E EDDINGTON: SUGESTÕES DE ATIVIDADE PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA

Como vimos, o filme apresenta diversas discordâncias históricas. Portanto, o professor que tentar introduzir uma mídia no ensino deverá estar ciente dessas dificuldades. Contudo, esses equívocos podem compor uma ferramenta digna de aprendizado e desenvolvimento do senso crítico com relação as questões da natureza do conhecimento científico.

1. Tópicos de História da Física

Aqui recomendamos uma atividade bastante simples e que o professor poderá apresentar em forma de debate. Inicialmente os alunos deverão ler o texto: “Alguns aspectos biográficos de Albert Einstein”¹¹⁵. Esse texto contém os principais episódios históricos contados no filme. O objetivo é que enquanto os alunos assistem o filme eles sejam capazes de encontrar e apontar os acertos e as diferenças históricas da obra. O professor poderá trabalhar com grupos para detectar diferenças e outro para encontrar acertos. Após o filme, o professor pode pedir para cada grupo informar os resultados e promover uma discussão. É importante que o professor levante questões reflexivas como e o porquê de

¹¹⁴ Mehra, op cit (1974).

¹¹⁵ Martins, op cit (2015), 195-224.

ocorrerem essas diferenças, até que ponto uma obra de ficção deve ser fiel aos fatos e principalmente como isso se aplica na leitura de notícias e informações que recebemos a todo momento.

Esse tipo de atividade proporciona aos alunos uma percepção que nem tudo que aparece na televisão, ou é feito por jornalistas, é verdade. Levando em conta que o Brasil está passando por uma era de notícias falsas, esse tipo de trabalho é essencial na formação do aluno. Além disso, hoje muitos estudantes optam por assistir aulas na plataforma Youtube, e infelizmente muitos produtores de conteúdo transmitem visões incorretas sobre os assuntos tratados nestes vídeos. O professor pode usar o filme como um incentivo a questionar esses chamados “youtubers” e não aceitar a informação sem checar. Uma discussão sobre Fake News, como elas surgem e como elas se disseminam, também cabe nesse tipo de atividade. Sobre a análise histórica, são válidas as sugestões de Martins¹¹⁶ sobre os usos didáticos da história da ciência:

Para se levar a história da ciência aos alunos, é necessário estudá-la em boas fontes. Os livros de divulgação científica e as biografias dos “grandes gênios” não são boas referências; as informações históricas dos livros didáticos geralmente estão equivocadas; e na Internet pode ser encontrado algum material sério e bem escrito, mas isso é a exceção e não a regra. A Wikipedia em inglês é bastante boa, mas a versão em português nem tanto. Não procure introduzir um grande número de informações históricas em aulas de ciências. É preferível discutir um ou dois episódios históricos em cada semestre, de uma forma cuidadosa, do que encher as aulas de conteúdo superficial e duvidoso. Você precisa saber – e seus alunos também – que há versões erradas e outras mais corretas de cada história e que é preciso tomar cuidado com as fontes de informação. Estimule seus estudantes a compararem várias versões de cada episódio, desafie-os a determinar qual a melhor versão, e por quê. Ao estudar e preparar suas aulas, concentre-se na “moral da história” e não se perca em nomes, datas e detalhes semelhantes. Também não cobre de seus alunos, em trabalhos e provas, coisas que exijam grande capacidade de memorização – e apenas isso. Explore comparações, relações, sequências de fatos, e não fatos isolados. Nos trabalhos e provas, estimule seus estudantes a responderem a perguntas do tipo: “Até que ponto (e em que sentido) se pode afirmar que Fulano fez X, Y, Z?”. Não se contente com afirmações simplistas como “Fulano provou que...”, “Fulano descobriu...”, “Fulano

¹¹⁶ Roberto de Andrade Martins, “O mito de Galileu desconstruído,”. *Revista de História da Ciência-Revista de História da Biblioteca Nacional* (2001), 03. Disponível em:

< www.revistadehistoria.com.br/historiadaciencia/2010/12/o-mito-de-galileudesconstruido/ > Acesso em: 25 de Maio de 2020.

refutou...”. Provou mesmo? Como? Não era possível ter dúvidas ou defender alternativas?

Em resumo, mesmo uma obra anacrônica pode ser usada para levantar problemas históricos e se aprender história da ciência.

2. Sociologia da Ciência

Uma parte bastante positiva do filme é o contexto social. Embora o filme não explore como o ambiente social influenciou Einstein na construção da Teoria da Relatividade Geral, as cenas envolvendo Haber e Lodge são muito ricas e podem promover debates importantes. Vemos no filme como o químico Fritz Haber esteve envolvido com a criação de armas químicas para serem usadas no front contra os ingleses. Aqui o professor pode levantar uma importante questão: até que ponto a ciência e os cientistas devem seguir com suas pesquisas? Quando uma pesquisa pode ser potencialmente perigosa e dar origem a armas de destruição em massa, qual deve ser a atitude do cientista? A mesma ciência que proporciona remédios, adubos e melhorias é a mesma que cria armas de destruição em massa, contamina o solo e piora a vida humana? Estes temas não são únicos, mas são algumas reflexões que o professor pode desenvolver com seus alunos e compreender que a ciência também é um empreendimento político.

A cena do encontro entre Einstein, Planck e o Kaiser Wilhelm II também é bastante importante, pois mostra que mesmo grandes cientistas são obrigados a fazer pesquisas em temas direcionados por quem os financia. Essa cena permite levantar uma questão vital: até que ponto a intervenção privada na pesquisa pública é benéfica? Quais os efeitos de uma pesquisa pública (estatal) e uma pesquisa privada na população? Para enriquecer essa discussão, o professor poderá trabalhar com as questões sociológicas dos textos *Natureza e Cultura*¹¹⁷ e *Tecnologia, Expertise e Habilidades*¹¹⁸. Também recomendamos o livro *Filosofia da Ciência* de Rubem Alves¹¹⁹ apresenta diversas discussões sobre o papel social da ciência e sua relação com o senso comum. Por fim, o professor de física poderá realizar um trabalho interdisciplinar com o professor responsável pela disciplina de sociologia.

Do ponto de vista de instrução, é importante o professor registrar, pelas cenas de Eddington, que fazer uma pesquisa não é apenas procurar soluções, exige também um trabalho político de conseguir

¹¹⁷ Zygmunt Bauman & Tim May, *Aprendendo a Pensar com a Sociologia* (Rio de Janeiro: Zahar, 2010).

¹¹⁸ Ibid.

¹¹⁹ Rubem Alves, *Filosofia da Ciência: Introdução ao Jogo e suas Regras* (São Paulo: Editora Brasiliense, 1981).

apoio dos seus colegas, ter acesso aos materiais e poder se corresponder com outros cientistas. Todos esses tópicos são trabalhados de maneira interessante no livro de Chalmers¹²⁰, “*A Fabricação da Ciência*”.

Sobre a possível colaboração de Mileva e a ausência de mulheres cientistas no filme, é possível trabalhar como a discriminação de gênero era muito forte naquela ocasião. É possível pedir para os alunos pesquisarem como é hoje o papel da mulher na academia e na ciência, se existem movimentos feministas na ciência e como eles agem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do filme Einstein e Eddington analisado nesta pesquisa pode proporcionar uma discussão da natureza da ciência na prática pedagógica de física nas salas de aula na educação básica e na formação de professores. Buscamos destacar em nossa análise que o conhecimento científico não é absoluto. Nosso objetivo é promover uma discussão com estudantes e professores, do processo de construção do conhecimento físico e de que o conhecimento não é absoluto e sim passível de mudanças. As influências éticas e morais sofrida pelos cientistas também são um aspecto da natureza da ciência que pode ser discutido no ensino de física. Isso foi bastante perceptível quando Einstein foi instigado a utilizar seu trabalho para fins bélicos. Também vemos os conflitos entre a concepção religiosa de Eddington com a ciência e sua posição diante da guerra e o embargo à Alemanha. Além disso, o contexto sociocultural e político da segunda guerra, serve de elemento para se discutir a contextualização no Ensino de Física da relação do trabalho de Einstein e Eddington, o que mostra a não neutralidade da produção do conhecimento científico.

Obras semificcionalis apresentam um grau de liberdade artística, portanto não precisam ser necessariamente descrições fiéis dos fatos históricos. Essas diferenças históricas e conceituais do filme permitem que o professor trabalhe na diferenciação do que é histórico e o que é criação artística. Assim os alunos descobrem inadequações históricas e pouco a pouco vão desconstruindo a versão mítica de Albert Einstein. Esse é um exercício importante no desenvolvimento do espírito e combate à Fake News. O filme também apresenta elementos epistemológicos e sociais importantes, que leva a debates sobre como é construído o conhecimento científico? Até que ponto a ciência é boa? Quem são os atores na ciência? Qual o papel da mulher na ciência? Como conciliar ciência e religião? Essas são algumas questões que permitem transformar o filme em um debate social importante sobre o papel da ciência. Em outras palavras, é possível transformar um material inadequado em um material adequado e altamente crítico.

¹²⁰ Alan. F. Chalmers, *A Fabricação da Ciência* (São Paulo: Editora UNESP, 1994), 157-160.

SOBRE OS AUTORES:

Ricardo Capiberibe Nunes

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

capiberibe@gmail.com

Wivirkins Nogueira Marciel

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

wivirkins@gmail.com

Wellington Pereira de Queirós

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

wellington_fis@yahoo.com.br

Luiz Gonzaga Roversi Genovese

Universidade Federal de Goiás

lgenovese@if.ufg.br

Jefferson Adriany Ribeiro da Cunha

Universidade Federal de Goiás

jeffadriany@gmail.com

Artigo recebido em 04 de maio de 2020
Aceito para publicação em 04 de dezembro de 2020