



VANDERSON DE SOUZA SANTOS

**A A.G.E.N.C.I.A DO TEMPO:
NARRATIVA PARA TRABALHAR HISTÓRIA DA FÍSICA
NUCLEAR NA SALA DE AULA**

LAVRAS – MG

2021

VANDERSON DE SOUZA SANTOS

**A A.G.E.N.C.I.A DO TEMPO:
NARRATIVA PARA TRABALHAR HISTÓRIA DA FÍSICA NUCLEAR NA SALA DE
AULA**

Monografia apresentada como exigência para
conclusão do curso de Licenciatura em Física

Prof. Alexandre Bagdonas

Orientador

LAVRAS – MG

2021

**Ficha Catalográfica preparada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Santos, Vanderson de Souza

A A.G.E.N.C.I.A do Tempo : Narrativa para trabalhar história da física nuclear na sala de aula / Vanderson de Souza Santos. – Lavras : UFLA, 2021.

38 p. :

TCC(graduação)–Universidade Federal de Lavras, 2021.

Orientador: Prof. Alexandre Bagdonas.

Bibliografia.

1. Ensino de Física 2. Narrativas Históricas 3. HFSC.
I. Universidade Federal de Lavras. II. A A.G.E.N.C.I.A do Tempo: Narrativa para trabalhar história da física nuclear na sala de aula

VANDERSON DE SOUZA SANTOS

**A A.G.E.N.C.I.A DO TEMPO: NARRATIVA PARA TRABALHAR HISTÓRIA DA
FÍSICA NUCLEAR NA SALA DE AULA**

Monografia apresentada como exigência para
conclusão do curso de Licenciatura em Física

APROVADA em 30 de março de 2021.

Prof. DSc. Alexandre Bagdonas	UFLA
Prof. DSc. Antônio Marcelo Martins Maciel	UFLA
Prof. Dsc. Jefferson Adriano Neves	UFLA

Prof. Alexandre Bagdonas
Orientador

**LAVRAS – MG
2021**

Dedico este trabalho primeiramente à Luziana Souza dos Santos, minha mãe, que venceu todas as dificuldades por ser mãe solteira e conseguiu me criar com valores de honestidade, integridade e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os meus colegas, em especial à Daiane, Evellyn, Johnnie, Alexandre "Xandão", Rômulo e Vinicius, com os quais criei uma grande amizade. E também aos meus professores, em especial ao meu orientador por aguentar toda a minha preguiça e falta de ânimo nesses anos de I.C e TCC e também aos participantes da banca.

*Todos esses que aí estão
Atravancando meu caminho,
Eles passarão...
Eu passarinho!
(Mário Quintana)*

RESUMO

Pretendeu-se com este trabalho apresentar uma estratégia para trabalhar HFSC (História, Filosofia e Sociologia da Ciência) em sala de aula, através das narrativas históricas. Por meio de revisões historiográficas de fontes secundárias, buscou-se criar uma história de ficção, tendo alguns episódios históricos como contexto, para ser apresentada em sala, com o intuito de discutir alguns aspectos de natureza da ciência, como dilemas morais e éticos por trás do trabalho de um cientista, em diversos episódios. O material didático, composto pela narrativa e pela sugestão de como trabalhá-lo, contribui para a pesquisa sobre estratégias de ensino alternativas, por se tratar de algo relativamente novo em trabalhos realizados no país.

Palavras-chave: Ensino de Física; Narrativas Históricas; HFSC

ABSTRACT

The purpose of this work was to present a strategy for working History, Philosophy and Sociology of Science in the classroom, through historical narratives. Through historiography reviews from secondary sources, an attempt was made to create a fictional story, with some historical episodes as a context, to be presented in the classroom, in order to discuss some aspects of the nature of science, such as moral and ethical dilemmas behind the work of a scientist, presented in the episodes. The didactic material, composed by the narrative and the teaching suggestion, contributes to the research of alternative strategies in teaching, as it is something relatively new in works carried out in the country.

Keywords: Science Teaching; Historical Narratives; HFSC

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	História, Filosofia e Sociologia da Ciência na educação básica	11
2.1	O período entre guerras	13
3	Narrativas históricas	14
4	Metodologia de trabalho	16
5	Episódios históricos base para a narrativa	17
5.1	A Fazenda	17
5.2	Caro Senhor Presidente	18
5.3	O pai da bomba	18
5.4	Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon...	19
6	A narrativa	20
6.1	A A.G.E.N.C.I.A do tempo	20
6.1.1	Sério e rabugento	21
6.1.2	Alarme	22
6.1.3	Algumas questões sobre viagem no tempo	23
6.1.4	Passado	24
6.1.5	A Fazenda	25
6.1.6	Caro senhor presidente...	27
6.1.7	O pai da bomba	28
6.1.8	Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon	29
6.1.9	Frido e o Tempo	30
7	Material de apoio para trabalhar o texto em sala	32
7.1	A Fazenda	32
7.2	Caro senhor presidente...	33
7.3	O pai da bomba	33
7.4	Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon...	34
7.5	Perpectivas futuras	34
8	Considerações finais	35

1 INTRODUÇÃO

Ainda no ensino médio sempre me vi tendendo mais para as disciplinas de humanas, em especial história e filosofia, mesmo tendo também facilidade com os conteúdos de exatas, sendo a matemática uma disciplina em que me destacava bastante. Num primeiro momento, minha intenção ao sair do ensino médio era cursar filosofia, mas a vida me colocou em outros caminhos e acabei me formando em eletrônica, visando um plano de carreira na fábrica em que trabalhava. Depois de um tempo trabalhando, resolvi fazer o ENEM e joguei a nota no SISU escolhendo Física apenas por curiosidade, minha verdadeira intenção era prestar Engenharia numa faculdade particular da minha região através do FIES.

Após passar no vestibular da faculdade e estar com os papéis na mão para dar entrada no FIES, descobri que tinha passado na UNIFEI (Universidade Federal de Itajubá) pelo SISU e depois de uma breve reflexão, resolvi arriscar no curso de Física. Minha vida acadêmica na UNIFEI não foi muito boa, o curso era muito exigente e não conseguia me dedicar ao estudo devido ao meu trabalho. Outro fato que me atrapalhou foi o fato de ter de viajar todos os dias para Itajubá, num percurso que levava mais de uma hora para ir e outra mais de uma hora para voltar, o que tornava tudo mais desgastante e me fazia perder algumas atividades em horários extraclasse, principalmente nos sábados. Resolvi então sair do meu emprego para me dedicar inteiramente ao curso, mas como meus dois primeiros períodos foram perdidos, transferei minha matrícula para a UFLA, a fim de recomeçar a vida acadêmica.

Durante minha graduação na UFLA, trabalhei com o professor Alexandre Bagdonas num grupo de estudos sobre H.F.C, que tinha como objetivo criar um jogo para discutir dilemas morais e éticos da ciência do período entre guerras. Como sempre gostei desses assuntos, e tendo contato também na disciplina de Introdução à Licenciatura B, ministrada pelo Bagdonas, dediquei parte da graduação a esses estudos.

Nesse grupo de estudos, pesquisei sobre o papel de Werner Heisenberg no programa nuclear alemão e alguns eventos periféricos centrados em sua figura, como parte de um projeto de iniciação científica ¹. Tive contato também com outras discussões que norteiam este trabalho, como o uso de História e Filosofia da Ciência no ensino.

Ao longo das últimas décadas, vários trabalhos ² têm criticado a forma como o ensino de ciências enfatiza os resultados obtidos pela ciência, negligenciando a forma como esses

¹ SANTOS, 2016

² Uma boa revisão recente sobre HFC no ensino foi feita na tese de Rozentalski (2018).

resultados foram alcançados, desconsiderando diversos questionamentos pertinentes à prática científica.

De que modo as teorias e os conceitos se desenvolvem? Como os cientistas trabalham? Quais as ideias que não aceitamos hoje em dia e que eram aceitas no passado? Quais as relações entre ciência, filosofia e religião? Qual a relação entre o desenvolvimento do pensamento científico e outros desenvolvimentos históricos que ocorreram na mesma época? (MARTINS, 2006, p.17)

A falta de discussão sobre esses, e outros aspectos da natureza da ciência em sala de aula, acabam por gerar nos estudantes uma visão distorcida da ciência, concebida como verdade absoluta, imutável, eterna, descoberta por gênios que não podem errar. Além disso, a ciência é apresentada como supostamente neutra e livre de interferências do “mundo real”, como questões políticas, religiosas ou sociais (MARTINS, 2006) .

Como podemos ver atualmente, com toda essa disputa em relação às vacinas do COVID-19³, a ciência é permeada por interesses externos à ela própria, servindo como arma em disputas políticas e de mercado. Logo, uma breve análise desse cenário faz cair por terra essa visão “ingênua” sobre ciência.

Como forma de trazer esses aspectos acerca da natureza das ciências para a sala de aula, têm-se defendido o uso de abordagens baseadas em CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente) e também em HFSC (História, Filosofia e Sociologia da Ciência). Ambas as perspectivas têm como ponto em comum, trazer discussões sobre questões controversas do desenvolvimento científico, a fim de gerar uma conscientização dos estudantes sobre o processo científico. Este trabalho focou mais nas questões ligadas à HFSC (BAGDONAS et. al,2014).

Essa aproximação vem sendo amplamente trabalhada em projetos de pesquisa, incluindo os do professor Alexandre Bagdonas da UFLA, do qual eu faço parte, para discutir dilemas éticos e morais envolvendo os cientistas, em especial no período entre guerras.

Segundo Nunes-Neto Conrado (no prelo), diversas são as razões para se tratar ética em sala de aula, dentre as quais destacamos: (1) a existência de uma dimensão ética nos problemas ambientais; (2) uma inextricável dimensão valorativa e ética da prática científica; (3) a crescente relevância da tomada de decisões e do planejamento e execução de ações sociopolíticas, objetivos legítimos da educação em ciências; (4) a importância da ética como essencial na formação científica do cidadão, não apenas do estudante de ciências ou do cientista.

³ Países se recusando a comprar vacinas de laboratórios sediados em nações consideradas como desafetos políticos; o uso do próprio vírus numa guerra ideológica, sugerindo uma fabricação artificial e liberação para afetar a economia de países ocidentais.

Podemos salientar um problema dessa abordagem, que é o uso da História expositiva e desinteressante, pautada em datas, nomes e linhas do tempo. Como forma de apresentar a História de forma mais atrativa, diversos projetos têm sido desenvolvidos, como os baseados em jogos no ensino, caso do COSMIC, da USP (BAGDONAS, 2015), do NUKLEAR e ATOMIC, da UFLA (BAGDONAS, 2020), e do RPG de máquinas térmicas, da UFRGS (SABKA, 2016); e também os baseados em narrativas históricas (HADZIGEORGIOU, 2016; HADZIGEORGIOU, 2017; SCHIFER e GUERRA 2019).

Voltando um pouco ao meu trabalho no grupo de estudos, citado anteriormente. Em determinado momento, me vi um pouco desanimado com o desenvolvimento do jogo e decidi investir num projeto meu. Peguei uma ideia de enredo para o jogo que havíamos descartado e comecei a escrever uma espécie de ficção científica, narrando episódios históricos frutos da pesquisa do grupo em H.F.C com um uma visão um pouco mais ficcional. Ao mesmo tempo, e por coincidência, o professor Bagdonas nos enviou um texto sobre uma pesquisa, relativamente nova, desenvolvida por Hermann Schiffer e Andreia Guerra (2019), do CEFET-RJ, baseada no uso de narrativas históricas no ensino de ciências. Vi nesse texto, e nas referências nas quais ele se sustenta, uma oportunidade de desenvolvimento de materiais fundamentados na minha pesquisa em H.F.C, além de poder trabalhá-los no meu TCC.

Então, este trabalho tem como foco o uso de Narrativas Históricas, Storytelling e da estética literária que segundo Hadzigeorgiou (2016), são ferramentas pedagógicas importantes por ajudar a compreender o mundo de uma forma não dicotômica já que, em geral, obras de literárias tendem a humanizar os seus personagens, mostrando seus sentimentos e razões por trás dos seus atos.

Nos capítulos subsequentes, apresenta-se uma breve exposição da HFSC no ensino (cap. 2) e o que são narrativas históricas (cap. 3) e a metodologia de trabalho (cap. 4). Em seguida encontra-se o produto didático baseado nas narrativas históricas (cap. 5), assim como um material de apoio com uma sugestão para trabalhá-lo em sala (cap. 6).

2 HISTÓRIA, FILOSOFIA E SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Há uma longa tradição de autores que defendem que esta aproximação (da HFSC com o ensino de ciências) é importante (ZANETIC, 1989; MATHEWS, 1995; ZIMAN, 1994). O estudo apropriado de casos históricos pode, por exemplo promover:

compreensões sobre as dificuldades inerentes ao desenvolvimento científico; a criação de novas abordagens ao longo do desenvolvimento da ciência; o papel da observação e do experimento na produção de novos conhecimentos; o papel da descoberta acidental; as condições nas quais ideias são modificadas ou substituídas; o papel do conhecimento prévio na realização, planejamento e controle de experiências; a relação entre ciência e tecnologia; o caráter dinâmico da ciência; o papel da comunidade científica; e a relação entre ciência e sociedade (ROZENTALSKI, 2018, p.23)

Um outro aspecto importante do uso da HFSC no ensino, além de trabalhar aspectos conceituais, é a de mostrar a ciência como uma construção humana, dependente de fatores sociais e culturais característicos da sua época. Desconstrói-se, com isso, a figura do gênio iluminado, aquele que cria ou inventa teorias, com uma inspiração quase divina, mostrando que o processo de construção da ciência é gradativo e depende de várias pessoas igualmente tão importantes quanto os ditos gênios.

Além disso, como destaca Michael Matthews (1995), a história, a filosofia e a sociologia da ciência podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico.

Porém, ao tentar utilizar HFSC no ensino, esbarramos num grande problema: Qual deve ser o rigor adotado durante as nossas aulas? A História, no geral, é um campo de estudo bem delimitado, com suas regras e métodos muito bem estabelecidos, os quais devemos levar em conta quando realizamos nossas pesquisas para a preparação das aulas. Desta forma, torna-se um pouco difícil para o professor, principalmente aquele que não teve em sua formação disciplinas que tratassem de HFSC, levar bons materiais sobre História para a sala de aula. Quando falamos de bons materiais, estamos nos referindo àqueles que tomam cuidado para não fortalecer no aluno uma visão ingênua sobre a Ciência, que, como dito anteriormente, eleva a Ciência a um status de que só pode ser desenvolvida por gênios. Para o historiador da ciência Roberto de Andrade Martins:

“(...) um bom livro de história da ciência, além de ser escrito por quem entende do assunto, deve ser o resultado de um trabalho de pesquisa, do estudo dos melhores estudos já feitos sobre o tema e da leitura das obras originais (literatura

primária) que estão sendo descritas. Por fim (mas não menos importante), um bom texto sobre história da ciência, para pode ser utilizado na educação, deve ser escrito em linguagem adequada e simples, procurando explicar tudo claramente, sem pedantismos acadêmicos, mas sem tentar simplificar e transformar em “água com açúcar” a complexidade histórica real.” (MARTINS, 2006, p. 28)

Então, uma vez que sabemos o porquê de usar HFSC no ensino e como identificar bons materiais a serem utilizados em nossas aulas, devemos nos perguntar sobre qual o enfoque das nossas aulas. Utilizaremos uma abordagem internalista, em que a história serve como pano de fundo para apresentar os conceitos, ou uma abordagem externalista, em que as questões que influenciam a ciência, como política, religião, cultura, entre outros, são mais importantes?

As primeiras seriam aquelas que abordariam a ciência de um ponto de vista exclusivamente epistemológico, comparando as teorias entre si, explorando sua consistência interna, desvendando a lógica da descoberta, interpretando o papel desempenhado pelos grandes nomes da ciência durante os episódios revolucionários em que estavam envolvidos. Por outro lado, as análises externalistas procurariam estudar o desenvolvimento da ciência tentando desvendar as influências sociais sobre ela, isto é, como as necessidades sociais de diferentes épocas poderiam afetar a temática e mesmo o conteúdo das teorias científicas que dominavam a cena nesses diferentes períodos históricos. (ZANETIC, 1984, p. 33)

Fica claro, que para deixar a aula mais rica, devemos mesclar as duas abordagens, já que um dos objetivos do uso de HFSC no ensino é de mostrar que a construção dos conceitos e teorias não está desconectada da realidade sócio-cultural do cientista. Porém, mesmo tomando-se um certo cuidado para não passarmos apenas uma visão de ciência ou seja, impor no discurso que a ciência seja totalmente racional, neutra e que tem finalidade nela mesma ou o contrário, dizer que a ciência é parcial, influenciada unicamente pelas crenças dos cientistas, devemos nos atentar a como esses aspectos são abordados em conjunto.

“Como aponta o historiador da ciência russo Alexei Kojevnikov (2004), nas últimas décadas estudos da história, filosofia e sociologia das ciências têm criticado essas abordagens assimétricas em relação à importância atribuída a influências sociais. Um erro historiográfico muito comum, principalmente durante a Guerra Fria, aconteceu em obras que recorrem às influências “externas” (sociais, políticas, econômicas e ideológicas) apenas para explicar as falhas científicas, enquanto os sucessos são explicados somente com base em fatores “internos”: teorias, experimentos, argumentos racionais e lógicos. Esta assimetria faz com que aspectos ideológicos nunca sejam considerados na análise da produção do conhecimento aceito.” (BAGDONAS, 2019, p. 201)

Sabendo do potencial da HFSC para ser trabalhada no ensino, devemos escolher episódios históricos capazes de tirar o máximo proveito dessa abordagem. Para tal este trabalho bus-

cou focar num período histórico riquíssimo em dilemas éticos e morais, o período entre guerras, que abrange desde o começo da Primeira Guerra Mundial até o final da Segunda Guerra.

2.1 O período entre guerras

Os anos que compreendem a primeira e a segunda guerra mundiais se mostram ricos em episódios históricos a serem estudados por alguns motivos. Temos o desenvolvimento da Mecânica Quântica, da Relatividade de Einstein, da Física Nuclear, além do desenvolvimento de armamentos e tecnologias que impactaram a vida de milhões de pessoas. Do ponto de vista externalista temos um leque de possibilidades, onde podemos estudar diversos casos em que aspectos políticos e militares influenciaram fortemente a construção da ciência na época. Também vemos a ciência influenciando negativamente a vida das pessoas, na forma de desenvolvedora de novos armamentos e dispositivos de destruição, desconstruindo uma ideia de ciência que traz o progresso e que todo o progresso é bom.

“Os eventos dos últimos anos levaram a um exame crítico da função da ciência na sociedade. Costumava-se acreditar que os resultados das investigações científicas levariam a uma melhoria progressiva das condições de vida; mas primeiro a Guerra e depois a crise econômica mostraram que a ciência pode ser igualmente utilizada para propósitos destrutivos e esbanjadores, e vezes se levantaram exigindo o fim da pesquisa científica como o único modo de preservar uma civilização tolerável (Bernal citado por BAGDONAS, 2019, p. 203)

Além disso, temos algumas figuras, como Einstein e Bohr, tentando fazer uma ciência independente dos aspectos políticos e militares da época, visando apenas o desenvolvimento da própria ciência, embora de alguma maneira tenham tido participação política na segunda guerra, como no episódio da carta de Einstein para Roosevelt e do encontro entre Bohr e Heisenberg em Copenhague. Além de servirem de pano de fundo para a apresentação de diversos conceitos pertinentes à Mecânica Quântica, Física Nuclear e Relatividade.

Como forma de apresentar os episódios históricos em sala, pode-se recorrer ao uso de narrativas históricas como veremos no capítulo seguinte.

3 NARRATIVAS HISTÓRICAS

Na busca de gerar engajamento e motivação nos estudantes para o aprendizado de ciências, o uso de narrativas aparece como forma de trabalhar alguns aspectos da ciência pouco desenvolvidos em sala de aula, principalmente no ensino de Física, apresentando os conteúdos utilizando uma estética literária.

Nas narrativas, o autor apresenta um acontecimento, ou série de acontecimentos, que podem ser reais ou imaginários por meio da linguagem escrita ou oral (HOUAISS, 2019). No caso de narrativas históricas, busca-se narrar episódios históricos reais, para aproximar o leitor das particularidades da época narrada.

O uso de narrativas históricas no ensino, tem por objetivos pedagógicos dois aspectos principais. O primeiro é desenvolver no aluno o hábito da leitura, mesmo em aulas de física, assim como a interpretação do texto. O segundo, mais voltado para o ensino de HFSC., é o potencial do gênero narrativo em envolver estudantes em um tema de estudo, em facilitar a imersão de leitores no contexto histórico estudado e pela maior facilidade de leitura pela linguagem utilizada (SCHIFFER e GUERRA, 2019).

Outra estratégia que pode ser trabalhada em conjunto com as narrativas é a mudança na forma como o professor expõe os temas, sendo não apenas um transmissor de conteúdo mas também um “contador de histórias”.

Os professores, é claro, sempre fizeram uso de histórias em suas aulas. Porém, elas têm sido um mero acompanhamento aos seus tradicionais métodos de instrução e certamente uma atividade em acordo com o tradicional.” (HADZIGEORGIOU, 2017, p. 84. Tradução livre)

O ser humano tem um impulso natural para contar e ouvir histórias. Sempre procuramos narrar fatos ocorridos à amigos e familiares, sempre com muito entusiasmo e riqueza de detalhes, então porque não levar uma estética parecida para a sala de aula?

Diversos autores têm estudado o uso de uma “experiência estética” na sala de aula, destacam-se os trabalhos de Girod (2007), Hadzgeorgiou (2017) e Pugh (2007), que visam tornar o processo de aprendizagem mais significativo através de formas alternativas de se trabalhar as ciências na escola, buscando encorajar de uma maneira positiva o entendimento dos estudantes. Nesse sentido, o trabalho de Hadzgeorgiou, focado num “romantismo¹ científico” tem muito a contribuir por agregar um caráter filosófico aos estudos.

¹ Na literatura, nas artes plásticas e na música foi um movimento que ocorreu na Europa e na América ao longo da primeira metade do século XIX. Era um movimento que se opunha ao neoclassicismo e que aceitava a estética que valorizava a subjetividade, o sonho e a qualidade criadora das pessoas, que exprimiam ideologias do artista em meio a toda a sociedade burguesa.. <<https://www.dicionarioinformal.com.br/romantismo/>>. Acesso em março de 2021

“É claro que, hoje em dia, o termo ciência romântica pode soar como um oxímoro, ou até um paradoxo, dado que a ciência se desenvolveu (ainda que não exclusivamente) por causa da ênfase no racionalismo, pensamento dedutivo, reducionismo e matematização (modelagem) da natureza.” (HADZIGE-ORGIU, 2017, p. 65. Tradução livre)

Apesar de que, para um romântico de fato, a ciência possa parecer fria e sem graça, a capacidade do pensamento romântico em produzir emoções pode auxiliar na criação da motivação necessária para que os estudantes se interessem pelas ciências, tornando os conceitos mais agradáveis de serem estudados. Aqui, queremos apenas emprestar a estética literária para auxiliar no processo da aprendizagem das ciências.

Além disso, para Egan (1997), o entendimento romântico possui algumas características, chamadas por ele de “ferramentas cognitivas”: a humanização da ciência; a confrontação dos limites da realidade e extremos da experiência; um sentido de admiração; e a contestação de convenções e ideias convencionais. Nesse sentido, quanto mais ferramentas cognitivas o estudante for capaz de utilizar, mais facilitado será o seu aprendizado.

Podemos identificar então uma limitação da abordagem romântica no ensino, ela é extremamente dependente que os estudantes sejam capazes de utilizar essas ferramentas cognitivas mas, como qualquer outra estratégia de ensino, o uso de narrativas é um complemento às aulas, visando engajar aqueles alunos que não são cativados pela forma mais direta e abstrata com que os conteúdos de ciências são trabalhados. E também, para que esse tipo de abordagem dê os resultados esperados é de extrema importância que as narrativas e histórias contadas sejam muito bem desenvolvidas, cabendo ao professor essa responsabilidade.

4 METODOLOGIA DE TRABALHO

Pensando em um produto didático baseado nessa abordagem, nada mais natural do que desenvolver um texto que vise apresentar conceitos relativos à ciência na forma de narrativa ou “storytelling”. Sendo assim, resolvi criar um texto de ficção científica, aproveitando a temática de viagem no tempo para reimaginar alguns episódios históricos com bons aspectos, sejam científicos ou filosóficos, para serem discutidos em sala de aula.

A escolha de escrever na forma de uma ficção é totalmente estética e pessoal, não exigindo uma grande fundamentação teórica que a justifique, porém, o seu conteúdo envolve uma grande pesquisa, em especial em História da Ciência, seguindo uma metodologia de pesquisa em História da Ciência pautada no estudo de fontes secundárias confiáveis, tais quais biografias e livros de divulgação, escritas por historiadores profissionais.

Mas que ninguém se confunda: não se escrevem ficções para eludir, por imaturidade ou irresponsabilidade, os rigores que o tratamento da “verdade” exige, mas sim para evidenciar o caráter complexo da situação, complexidade esta em que o tratamento limitado ao verificável implica uma redução abusiva e um empobrecimento. Ao ir em direção ao não verificável, a ficção multiplica ao infinito as possibilidades de tratamento. (SAER, 2012, p. 321)

Fonte histórica é tudo aquilo que é produzido pelo ser humano, que ao ser acessadas podem nos fazer compreender o passado e entender os seus desdobramentos no presente.

As fontes históricas são as marcas da história. Quando um indivíduo escreve um texto, ou retorce um galho de árvore de modo a que este sirva de sinalização aos caminhantes em certa trilha; quando um povo constrói seus instrumentos e utensílios, mas também nos momentos em que modifica a paisagem e o meio ambiente à sua volta - em todas essas situações, e em muitas outras, homens e mulheres deixam vestígios, resíduos ou registros de suas ações no mundo social e natural. (BARROS, 2019, p.14)

Ainda podemos classificar as fontes históricas de várias maneiras. Quanto às intermediações para se ter acesso às fontes históricas, temos as fontes diretas e as fontes indiretas ¹. Ao estudar os documentos originais, produzidos pelos cientistas, como cartas, artigos, manuscritos, estamos lidando com fontes diretas. Pela impossibilidade de acessar essas fontes na pesquisa, recorreu-se ao uso de fontes indiretas, escritas por historiadores profissionais.

Naquela que chamaremos de “fonte indireta”, o autor ou enunciador do texto chega ao seu objeto ou nos transmite alguma informação passando por intermediário ou mais. (BARROS, 2019, p.37)

A seguir apresenta-se um resumo dos episódios históricos utilizados na narrativa.

¹ Nomenclatura utilizada por historiadores atuais em substituição aos termos fontes primárias e secundárias.

5 EPISÓDIOS HISTÓRICOS BASE PARA A NARRATIVA

Para os episódios envolvendo Werner Heisenberg, foram consultados, principalmente, os trabalhos do historiador estadunidense da ciência David C. Cassidy. Cassidy é professor emérito na Universidade de Hofstra, no estado de Nova York e é conhecido por suas biografias de cientistas alemães envolvidos na Segunda Guerra Mundial, como Heisenberg e Oppenheimer.

Outro trabalho importante para a pesquisa historiográfica (Hitler's Uranium Club) foi escrito por Jeremy Bernstein (2013). Bernstein é físico e divulgador científico americano, foi também escritor de ensaios na revista *The New Yorker*.

5.1 A Fazenda

Após a rendição da Alemanha na Segunda Guerra Mundial, diversos cientistas alemães foram presos pelos aliados e encaminhados para uma fazenda na Inglaterra que serviu como uma prisão ultrassecreta, batizada de FarmHall. Entre os cientistas presos estavam Werner Heisenberg, Otto Hahn, Carl Weisacker, e diversos outros envolvidos com o projeto nuclear alemão.

Horas depois de as tropas francesas terem varrido a área (laboratório alemão em Berlim) no fim de abril de 1945, a Alsos Mission, uma unidade secreta americana, interrompeu o esforço alemão (em construir a bomba nuclear) e capturou diversos cientistas nucleares alemães, junto de maior parte de seu equipamento e documentos técnicos. [...] Depois de os cientistas terem adocido em cárceres na França e Bélgica, as autoridades britânicas os enviaram para a Inglaterra, onde ficaram incomunicáveis por exatos seis meses em Farm Hall, próximo à Cambridge. (BERNSTEIN, 2013, p. 18. Tradução livre.)

Durante o período de cárcere, todas as conversas entre os cientistas foram gravadas e transcritas pelos militares ingleses responsáveis pela segurança e mantidas sob sigilo militar. Quando o sigilo das transcrições expirou e essas conversas se tornaram públicas, diversos historiadores começaram a estudá-las e a publicar livros e artigos sobre o conteúdo das conversas. Tais revelações causaram um tsunami na comunidade de historiadores da ciência especialistas nesse período histórico, por preencher diversas lacunas históricas e em especial por desconstruir a figura ambígua de Heisenberg, muito reforçada na peça *Copenhague* (CARDOSO, 2015)

Na peça, Heisenberg é apresentado como alguém imerso num dilema filosófico, por ter participado do Projeto Nuclear Alemão, uma visão que acabou reforçando uma interpretação de que Heisenberg teria atrasado deliberadamente o projeto da bomba alemã devido às suas convicções. Mas vemos pelos diálogos em FarmHall que Heisenberg, e os demais envolvidos,

estavam trabalhando com seriedade no projeto e que não alcançaram seus objetivos por dificuldades técnicas e equívocos durante a pesquisa, como o famoso caso do erro da conta de Heisenberg.

Dentre os diversos trabalhos sobre o cárcere dos cientistas alemães, o livro *Hitler's Uranium Club* (Bernstein, 2013) serviu como referência para os diálogos reimaginados no trecho “A fazenda”.

5.2 Caro Senhor Presidente

Sabe-se que durante a Guerra, Werner Heisenberg obteve autorização do governo alemão para visitar Niels Bohr na Universidade de Copenhague. O conteúdo das conversas entre os dois cientistas, e amigos, é desconhecido, porém há um certo consenso entre historiadores da ciência, entre eles Cassidy, biógrafo de Heisenberg, que Heisenberg tenha contado a Bohr sobre o projeto nuclear alemão. Bohr por sua vez, tempos mais tarde encontra-se com Einstein expõe a ele sobre as intenções alemãs.

Porém, como sua carta pós-guerra para van der Waerden sugere, Heisenberg estava tentando evitar um choque entre o programa nuclear aliado e o derradeiro ataque nuclear alemão ao deixar que os aliados soubessem, por meio de Bohr, que os alemães - que se acreditava que estavam avançados em sua pesquisa em relação aos aliados - estavam ainda distantes de conseguir construir o explosivo. (CASSIDY, 2010, p. 315. Tradução livre.)

Consternado pelas notícias, Einstein, em conjunto com Leó Szilárd, resolve escrever uma carta ao presidente americano relatando que os alemães estavam construindo uma arma baseada em tecnologia nuclear e sugerindo que o governo americano aumentasse os investimentos nessa área.

5.3 O pai da bomba

O trecho “O pai da bomba” é baseado na pesquisa de *Iniciação Científica Voluntária, PIVIC UFLA*, do colega de curso e de projeto, Johnnie (Pereira, 2016). Johnnie usou como fontes principais para a sua pesquisa o biógrafo inglês Paul Strathern (STRATHERN, 1998) e José Maria Filardo Bassalo e Francisco Caruso (BASSALO e CARUSO, 2016), ambos físicos e divulgadores científicos brasileiros.

Alguns anos após o fim da Segunda Guerra, alguns congressistas americanos começaram uma campanha contra Oppenheimer, acusando-o de cooperar com os militares soviéticos sendo um, nas palavras deles, espião comunista.

5.4 Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon...

Heisenberg entrou para o projeto nuclear alemão devido aos seus artigos sobre a possibilidade da obtenção de energia através da fissão nuclear. Em pouco tempo no projeto, já se viu obrigado pelo exército alemão a desenvolver algum tipo de armamento baseado na grande quantidade de energia liberada no processo de fissão. Durante a pesquisa, Heisenberg errou, por muito, a estimativa da quantidade de material radioativo enriquecido que seria necessário para a fabricação de uma bomba.

6 A NARRATIVA

Este material foi desenvolvido para introduzir algumas discussões sobre Natureza da Ciência em turmas que tiveram pouco contato com esse tipo de abordagem. O texto é dividido em duas partes principais, sendo a primeira uma introdução geral da ficção, personagens e particularidades do universo em que estão inseridos e a segunda apresenta os episódios potenciais a serem desenvolvidos em sala. Cada episódio pode ser trabalhado separadamente ou como parte do conjunto, cabendo ao professor identificar a melhor maneira de utilizá-los em suas turmas.

As primeiras seções são apenas para introduzir os personagens e a história por trás da narrativa, não tendo inspiração em episódios históricos reais. Servem como inspiração para o enredo da narrativa obras de ficção cinética como Doctor Who (BBC, 2005-atualmente), Guia do Mochileiro da Galáxias (DOUGLAS ADAMS, 2011) e a série Ministerio del Tiempo (NETFLIX, 2015).

As seções cuja história é baseada nos episódios históricos discutidos no capítulo anterior começam a partir da 6.1.5.

6.1 A A.G.E.N.C.I.A do tempo

Há muito tempo atrás, num futuro bem distante, a Terra vivia um momento único em sua história. As viagens no tempo se tornaram extremamente baratas. Mas por baratas não entenda que todos tinham acesso a ela, a viagem ainda custava alguns bilhões, mas era muito mais barata do que antes.

Você deve estar se perguntando agora: “Viagens no tempo extremamente baratas, quer dizer que viagens no tempo são possíveis?”. Sim, possíveis graças a um cientista chamado Ferdinando Kloss. Ferdinando descobriu que era possível viajar no tempo saltando dentro de um buraco negro enquanto se olha para uma fotografia tirada no ano para o qual se quer viajar. Como ele descobriu isso, permanece um grande mistério. Em seu artigo sobre o assunto ele escreve: “A dedução desta equação é trivial e fica a cargo do leitor”, após 100 anos ninguém conseguiu resolver a tal equação, mas o fato é que ele estava certo.

Viajar no tempo sempre foi um sonho da humanidade, quem não iria querer alterar o rumo da história? Pode-se mudar o final de uma guerra, apostar num concurso da loteria conhecendo-se o resultado, ou apenas dizer para o seu eu do passado não ir à praia naquele domingo nublado, em que depois de 5 horas, de você parado no trânsito, começou a chover.

Sabendo da possibilidade de viajar no tempo, algumas poucas pessoas, que tinham dinheiro para tal, começaram a se organizar para poderem alterar o passado. Como já dito antes, basta saltar num buraco negro enquanto olha para uma fotografia tirada no ano para o qual se quer viajar, mas não existem buracos negros tão próximos da Terra. O interessado precisa sair da Terra em um foguete, viajar algum tempo no espaço sideral até chegar no buraco negro. Algumas pessoas tentaram fazer isso, mas foram detidas pela polícia galáctica por não possuírem licença para pilotar foguetes. Mas o ser humano possui um poder incrível de superar as adversidades e algumas pessoas conseguiram passar pela polícia galáctica, viajar para o buraco negro e assim voltar no tempo. Por sorte os primeiros a conseguir não eram tão bons em história e por isso não conseguiram influenciar em grandes eventos.

Com medo de que as pessoas finalmente conseguissem alterar um grande evento da história, o governo mundial decidiu criar a Agência Governamental Especial para Neutralizar, Corrigir e Investigar Anomalias do Tempo, ou simplesmente A.G.E.N.C.I.A do Tempo. O trabalho dos agentes do tempo é voltar ao passado, rastrear as pessoas fora do seu tempo e prendê-las.

6.1.1 Sério e rabugento

Friedrich Von Marko era um sujeito sério e rabugento. Seus poucos amigos o chamavam de “Frido”, o que ele odiava e apenas aumentava a sua rabugice.

Apesar de sério e rabugento, Frido era um bom vendedor de seguros. Profissão que acabou quando ele ainda era muito jovem e ele se viu obrigado a procurar um novo emprego, o qual ele não gostava, o que o deixou muito mais sério e rabugento.

Mas por uma daquelas coisas do destino, Frido, no seu novo emprego, se tornou um homem muito bem sucedido. Trabalhava na manutenção de robôs limpadores de esgoto, quando teve uma ideia, criar um robô apagador de velas.

Ora meu caro leitor, pensemos. Hoje em dia, as velas estão em desuso, só nos lembramos delas quando falta energia elétrica. Agora imagine um futuro daqui a mais ou menos uns 200 anos. Não existiam mais fábricas de velas, então um robô apagador de velas era totalmente inútil.

Mas Frido, além de sério e rabugento, era muito cabeça dura, típico de pessoas sérias e rabugentas. E mesmo contra todos os prognósticos negativos, ele iniciou a fabricação dos seus robôs. O fato é que ele acabou por criar uma demanda, sobre algo que as pessoas não

precisavam, mas que elas queriam comprar, só para fazer inveja naquela família vizinha. Então, as pessoas começaram a comprar o seu robô apagador de velas, mesmo sem ter velas para apagar.

Frido hoje, é um dos homens mais ricos do mundo, mas poderia ser mais. Ele não percebeu a oportunidade de negócios que seria ele começar a fabricar velas, para que seus robôs pudessem apagar. Outra pessoa, que não nos importa agora, teve a ideia de fabricar velas e se tornou, também, um dos homens mais ricos do mundo. Mais rico inclusive que o próprio Frido, o que deixava Frido bem chateado.

Por ser um homem muito rico, Frido tinha dinheiro suficiente para fazer a viagem no tempo e esse era um dos seus planos.

A seriedade e rabugice de Frido, se devia ao fato de ele vir de uma família muito tradicional e que tinha muito orgulho de suas raízes. Os antepassados de Frido, foram para a América logo após o final da famosa Segunda Guerra Mundial. Eles fugiram com medo de que os soviéticos ficassem com o território da Alemanha, e eles odiavam os soviéticos. Esse ódio e orgulho foi passado geração após geração pelos membros da família e é claro, moldaram o caráter sério e rabugento de Frido.

Frido estava determinado a voltar no tempo para impedir que os soviéticos invadissem a Alemanha durante a Segunda Guerra. Talvez para muitos, esse seja um motivo fraco para se fazer uma viagem no tempo. Ele poderia voltar alguns anos e dizer para o seu eu do passado começar a fabricar velas, mas não era isso que ele queria.

O orgulho da sua família pulsava forte em seu coração.

6.1.2 Alarme

Os alarmes da A.G.E.N.C.I.A do Tempo começaram a tocar ao meio-dia de uma quinta-feira. Um som alto e uma luz vermelha ensurdecadora tomavam conta do complexo.

- Temos um salto temporal não autorizado - disse uma voz que saía de um auto falante.
- Agentes Tomás e Sara se dirijam à sala de reuniões.

- “Por que eles não usam nossos dispositivos de comunicação pessoal?” - pensou Tomás ao ouvir seu nome no alto falante. Sara pensou a mesma coisa, enquanto se levantava do sofá onde estava sentada. Na verdade, todos os agentes pensavam a mesma coisa sempre que o auto falante dizia seus nomes, mas nenhum diretor tinha a intenção de mudar esse método de aviso.

Para viajar no espaço, as pessoas precisavam de um foguete, logicamente. Era muito barato imprimir um foguete numa impressora 4D em casa, o que facilitava o processo.

O leitor mais atento pode estar se perguntando, “Se é barato fazer um foguete, por que apenas os bilionários conseguem viajar no tempo?”. De fato, fazer o foguete é muito barato. O combustível à base de água também é. O que encarece a viagem é o suborno que deve ser dado aos policiais galácticos, para que se possa viajar no espaço sem uma licença de pilotagem de foguetes.

O foguete era feito de uma liga de carbono especial, que o tornava difícil de ser detectado no espaço. Por isso os Agentes do tempo, muitas vezes, só conseguiam identificar o salto temporal depois que ele ocorria, através de um sensor de anomalias temporais, que também podia ser impresso numa impressora 4D.

Sabendo dessas questões técnicas, Sara e Tomás ao chegar à sala de reuniões, foram direto ao ponto e evitaram perguntas típicas como, “Como ele saiu da Terra?”; “Por que nossos sensores não detectaram?”; “Posso ter um adiantamento do meu pagamento?” e coisas do tipo.

Ao sair da reunião, Tomás e Sara tinham claro o que deveriam fazer: viajar no tempo até a Segunda Guerra e impedir que alguém, por algum motivo, alterasse os rumos da história. Começava assim, mais uma jornada.

6.1.3 Algumas questões sobre viagem no tempo

1 - O fato de a pessoa não pertencer àquela época para a qual ela viajou, faz com que o tecido espaço-tempo fique um pouco incomodado, por isso ele tende a tentar expulsar o viajante de volta ao seu tempo. Os Doutores do Tempo, cientistas que trabalham para a A.G.E.N.C.I.A, chamam esse fenômeno de “Soluço”.

Durante o soluço, o tecido espaço-tempo se contrai e expande fazendo com que o viajante salte para pontos aleatórios do tempo, numa região temporal que compreende cerca de 40 anos, até que ele seja ejetado de volta para o seu tempo. Esse movimento de contrações, expansões e saltos temporais é chamado cientificamente de Contrações dos Campos Elásticos do Tecido Espaço-Tempo de Rieger-Bollys, ou simplesmente pula-pula temporal, termo que os programas de documentário adoram.

2 - Para conseguir alterar a linha temporal é preciso que o viajante roube um objeto histórico muito importante, e/ou altere a economia da época para a qual ele viajou.

Para alterar a economia, o viajante teria que levar um dinheiro extra com ele ou barras de ouro. Bem, no futuro não se usa mais dinheiro físico e o ouro tem tanto valor quanto uma pedra que entra no sapato durante uma caminhada matinal, portanto ninguém se preocupa em levar ouro para o futuro.

Roubar objetos também não passa na cabeça dos viajantes, já que no futuro as pessoas podem imprimir qualquer objeto em suas impressoras 4D, inclusive réplicas perfeitas de objetos históricos.

*Nota: A questão de que o roubo de objetos altera o passado ainda é uma questão muito discutida entre os Doutores do Tempo. Como nenhum cientista voltou no tempo para roubar um objeto, essa hipótese ainda não foi testada. Diversos Doutores do Tempo acreditam que o objeto seria ejetado de volta à sua época pelo tecido Espaço-Tempo, de acordo com o princípio das Contrações dos Campos Elásticos do Tecido Espaço-Tempo de Rieger-Bollys.

3 - Depois de ter contato com um viajante do tempo, as pessoas tendem a esquecer deles cerca de 4,789 segundos depois do contato. Esse fenômeno não tem um nome tão legal e é conhecido apenas como “não se lembrar do viajante do tempo cerca de 4,789 segundos depois do contato”.

Talvez você tenha tido contato com um viajante do tempo e nem se lembre disso.

6.1.4 Passado

Imagine uma casa grande no sudoeste da Alemanha, mais especificamente na cidade de Stuttgart, nos anos de 1930. A casa, apesar de antiga, está muito bem conservada e possui uma arquitetura muito bonita, exceto por uma janela, milimetricamente desalinhada com o resto da casa, que arrepiaria algum portador de T.O.C que passasse por ali.

Imagine agora um jardim em frente a essa casa, cheio de flores e com uma grama bem verdinha. Imagine também um clarão, de onde uma figura masculina surge completamente atordoada. Essa é a cena que uma pessoa veria ao passar pela calçada naquela manhã de domingo, mas como a maioria das pessoas estava na missa, ninguém acabou vendo.

A figura masculina que surgiu completamente atordoada é o nosso querido amigo Frido, que não entendia o que estava acontecendo. Sua visão foi afetada pelo clarão, um zumbido agudo no ouvido tirava o seu equilíbrio e uma vontade de ir ao banheiro começava a surgir. No meio dessa confusão toda, tudo o que conseguiu fazer foi cair no chão, e ficar ali por volta de alguns minutos.

- Was machst du hier? - Dizia uma voz, que parecia vir do infinito só para ecoar na cabeça de Frido.

- Hallo? Was machst du hier? - A voz parecia vir de alguém próximo. Frido estava tão atordoado que não conseguia identificar o idioma alemão, ensinado a ele pelos seus avós.

Então ele abriu os olhos. O homem estava em pé ao seu lado, Frido começava a recobrar os sentidos e reconheceu aquele homem da fotografia que ele usou para voltar no tempo, mas não sabia seu nome. “Deu certo?”, pensou Frido.

- Eu vou chamar a polícia! Frido olhou para o homem. Estava na Alemanha, isso era um fato. “Ou talvez não”, pensou Frido. “Pelo menos ele fala alemão.”

- Greta! Ligue para a polícia! - Exclamou o homem para uma mulher que assistia da janela.

- Em que ano estamos? - Perguntou Frido confuso.

- Em que ano estamos? Era só o que me faltava, um bêbado dormindo no meu jardim! - Retrucou o homem indignado.

- Eu não estou bêbado! - Retrucou Frido mais indignado ainda. De repente, Frido sentiu-se meio aéreo, parecia que a realidade estava se descolando da sua consciência. Era o tecido espaço-tempo tentando expulsar ele daquela época, a qual ele não pertencia.

Frido sumiu subitamente.

O homem ficou parado, estarecido por exatos 4,789 segundos. Voltou para dentro de casa e nunca mais se lembrou desse episódio.

6.1.5 A Fazenda

Sara e Tomás estavam em algum celeiro de alguma fazenda em algum lugar, completamente entediados. Por ordem da A.G.E.N.C.I.A do Tempo, os agentes deveriam apenas aguardar até que o soluço os expulsem da posição temporal em que estavam, em algum momento todos os viajantes do tempo estariam no mesmo lugar, no mesmo horário e nessa oportunidade, os agentes prenderiam o viajante ilegal. Nenhum agente gostava de ficar parado esperando as coisas acontecerem, já que ninguém se lembraria deles, poderiam dar umas voltas por aí, conhecendo um pouco do passado.

Sara conferiu o seu monitor Tempo-espacial, estavam na Inglaterra em 1945. Olhou para Tomás, que estava quase dormindo em pé. “Ei! Vamos dar uma volta.”, gritou para Tomás, que deu de ombros para ela com uma expressão de “ok” em seu rosto.

Ao sair do celeiro perceberam alguns soldados portando armas fazendo sua ronda matinal.

- Deve estar acontecendo algo interessante por aqui. - Sussurrou Tomás.

- O que você disse? - Respondeu Sara num, num volume um pouco elevado.

Um dos soldados parou, em seu rosto havia uma expressão de que havia ouvido algum barulho. Olhou para os lados tentando encontrar a fonte do som, mas não viu nada. Sara e Tomás nem tentaram se esconder, não tinham muito o que temer, desde que não levassem um tiro.

Continuaram andando a fim de encontrar algo interessante. Entraram na fazenda onde ouviram parte de uma conversa.

- O oficial acaba de me dizer que os americanos lançaram uma bomba nuclear contra os japoneses. - Disse um homem, com uma expressão de incredulidade, para outras pessoas numa sala.

- Isso é impossível! - Retrucou outro homem.

Tomás sacou seu monitor do bolso e escaneou os homens de longe. O monitor mostrou os nomes deles. O homem que deu a notícia era Otto Hahn, um cientista alemão. O outro que havia retrucado era Werner Heisenberg, também um cientista alemão. Estavam na sala ainda outros cientistas alemães, Wirtz, Weizsacker, Diebner, Harteck e Gerlach.

Hahn: Eu não achava que isso seria possível em menos de 20 anos. Se isso for verdade, os americanos estão muito à nossa frente cientificamente. E ainda conseguiram manter algo tão grandioso em segredo.

Weizsacker: É horrível pensar que os americanos realmente fizeram isso. Seria loucura da parte deles.

Heisenberg: Todos sabemos Weizsacker, que seria a forma mais rápida de acabar com a guerra.

Weizsacker: Concordo, mas no ritmo em que estávamos não conseguiríamos antes do final da guerra.

Wirtz: Eram poucas pessoas trabalhando conosco no projeto. Os americanos tinham centenas.

Weizsacker: Em 1940, Van der Gritten me escreveu dizendo que estava separando isótopos em colaboração com a General Electrics.

Um oficial inglês entra na sala, os cientistas perguntam se as notícias eram verdadeiras. O oficial acenou com a cabeça em concordância, a expressão na face dos cientistas era de consternação. Após dar mais alguns detalhes, o oficial se retira.

Heisenberg: Haviam mais de 100 mil pessoas trabalhando no projeto americano, nunca imaginaria algo dessa escala.

Hartcek: É mais de cem vezes mais do que nós tínhamos.

Korshing: Isso mostra do que os americanos são capazes se cooperarem. Nós nunca conseguiríamos isso na Alemanha, com os cientistas desmerecendo o trabalho dos colegas.

Gerlach: Você não pode dizer que o nosso grupo não cooperava, Korshing. Não pode dizer que nós desmerecemos o trabalho dos outros.

Korshing: Não diziam oficialmente.

Hahn: Nós certamente não conseguiríamos trabalhar em uma escala tão grande.

Tomás começou a sentir-se estranho, sabia o que aquela sensação queria dizer, e em um instante desapareceu. Sara sincronizou o seu monitor e desapareceu em seguida.

6.1.6 Caro senhor presidente...

Era um escritório muito bagunçado. Uma mesa com diversos livros espalhados, uma xícara de café e um violino empoeirado era a prova de um certo desleixo por parte de seu dono. Frido apareceu no meio daquele escritório bagunçado. Ficou desorientado por um tempo, mas se recuperou logo, já estava se acostumando depois de vários saltos temporais.

Se perguntou onde estava. Era claro que em um escritório bagunçado, mas olhou em volta para tentar descobrir se era de alguém que pudesse ser útil em sua busca à Hitler. Resolveu vasculhar a mesa em busca de algum documento que identificasse o dono do escritório. Além de livros, uma xícara de café e um violino empoeirado, não encontrou nada que considerasse ter importância. Abriu a primeira gaveta da mesa e encontrou o que parecia ser uma carta, pegou-a e começou a ler, aquela carta era de, nada mais nada menos, Albert Einstein.

Frido se lembrou de um evento que ele havia visto em um documentário. Aquela era a carta que Einstein enviaria para Franklin Delano Roosevelt, então presidente dos EUA, alertando-o sobre a possibilidade da construção de armas nucleares por parte dos nazistas. Tal carta, recordou, foi decisiva para a criação do Projeto Manhattan. Seus olhos brilharam, pela primeira vez estava em contato com algo decisivo para os rumos da Guerra, era algo como aquela carta que ele estava buscando. Não pensou duas vezes antes de guardar a carta no bolso.

Sentou-se triunfante na cadeira ao lado da mesa, aguardando ansiosamente o próximo salto temporal.

Algum tempo depois Frido deu um leve sorriso e desapareceu. Logo em seguida, um zunido quebrou o silêncio do escritório, a carta apareceu em pleno ar e vagorosamente fez seu caminho até o chão.

6.1.7 O pai da bomba

Muitas vezes durante os saltos temporais, os viajantes mal chegam a algum lugar e já são ejetados para outro lugar do espaço-tempo, foi o que aconteceu com Tomás e Sara quando apareceram em plena Times Square, em abril de 1954. Foi um evento tão rápido que nem puderam notar o que estava ocorrendo naquele dia.

Os jornais noticiavam: “O pai da bomba é comunista!”. J. Robert Oppenheimer, carinhosamente chamado de “pai da bomba” pelos tablóides, foi o cientista chefe do Projeto Manhattan, encarregado de construir a bomba atômica dos americanos durante a Segunda Guerra, e naquele dia estava sendo massacrado por alguns militares e políticos, que o acusavam de ser um espião soviético. Os argumentos usados para acusá-lo pareciam muitas vezes contraditórios, assim como a posição de Oppenheimer em relação a sua “filha”.

Dizem que após o primeiro teste da bomba atômica pelos americanos, conhecido como “Experiência Trinity”, Oppenheimer se deu conta de quão poderosa era tal arma e ficou assustado com a destruição causada por ela. Após a guerra ele sempre se mostrou contrário à pesquisa de novas armas, enaltecendo as questões éticas relacionadas às pesquisas científicas com fins bélicos. Mas mesmo com esse sentimento de arrependimento, Oppenheimer colheu os frutos de seu trabalho no Projeto Manhattan, sendo tratado como herói americano e participando de comissões e projetos do governo americano sobre questões nucleares.

Naquele abril de 1954 o “pai da bomba”, herói americano, havia testemunhado num tribunal, dizendo que muitos de seus amigos tinham alguma relação com o comunismo, mas que ele não era um espião soviético, isso não convenceu os militares e Oppenheimer foi jogado aos leões. Os americanos o preferiam como o pai de uma arma que matou milhares, não como um comunista.

6.1.8 Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon

Frido estava sentado gloriosamente enquanto olhava através de uma janela, sua alegria não cabia dentro de si. “Sem essa carta, os americanos nunca poderão construir a bomba que acabou com a guerra”. - pensou ele batendo no bolso da jaqueta. De repente um pensamento surgiu em sua cabeça, como voltaria para o seu tempo? Um misto de confusão e medo tomou conta de seu coração, estava sem o seu foguete e esses saltos temporais eram incontrolláveis. Sua respiração começou a ficar mais pesada, mas seu ataque de pânico foi interrompido por uma voz.

- Ei, o que você está fazendo aqui? - perguntou um homem desconhecido.

- Err... Como? - respondeu Frido assustado.

- Você é o novo cientista que disseram que ia nos ajudar? - indagou o homem.

- Siiim... - disse Frido com uma feição de suspeito.

- Ah! Ótimo! Me chamo Werner Heisenberg - introduziu o homem estendendo a mão.

- Friedrich Von Marko. - disse apertando a mão de Heisenberg. Frido suava frio. Não conseguia parar de pensar que estava preso para sempre no passado.

- Me desculpe se fui meio grosseiro. - continuou Heisenberg. - Hoje tivemos a visita da cúpula do exército, vieram nos dizer que agora temos que arrumar uma forma de direcionar nossos estudos sobre Física Nuclear para a fabricação de armamentos.

- Huum. - murmurou Frido sem dar atenção ao que Heisenberg estava dizendo.

- Sabe Von Marko, não foi para isso que eu aceitei o trabalho no projeto nuclear, eu vim para pesquisar novas formas de geração de energia. Criar uma bomba? Não sei se quero isso e... Você está bem? Parece um pouco pálido.

- Acho que foi a viagem. - respondeu Frido.

- Ah sim. - disse Heisenberg. Eu não gostaria de deixar a Alemanha, é o país onde eu nasci e cresci. Diversos colegas fugiram para os Estados Unidos por não concordar com o nazismo. Eu também não concordo muito, mas pelo menos eu tenho um bom emprego e posso trabalhar com diversos jovens promissores.

Frido começou a sentir a sensação de que seria ejetado novamente. - Não se preocupe amigo. - falou Frido levantando e batendo no ombro de Heisenberg. Vocês vão ganhar a guerra, eu acabo de roubar um item de extrema importância.

Frido colocou a mão dentro do bolso da jaqueta e seu coração parou por um momento e voltou a bater. A carta não estava lá. Frido congelou, tentou falar mas apenas sussurros saíam de sua boca. - Como assim? - indagou Heisenberg confuso.

Frido se apoiou sobre um quadro negro que estava a seu lado sua mão deslizou sobre alguns números transformando um oito em um zero. E em um instante desapareceu.

Heisenberg ficou confuso por exatos 4,789 segundos e depois se esqueceu completamente do ocorrido. Naquela tarde, continuou seus cálculos sobre a quantidade de material radioativo necessário para produzir uma bomba, sem perceber a mudança feita por Frido.

6.1.9 Frido e o Tempo

Frido estava em desespero, não conseguia acreditar que havia perdido a carta, cujo roubo impediria que os Estados Unidos construíssem a bomba. Como aquilo teria acontecido? Então percebeu que não havia nada à sua volta, apenas um vasto fundo branco que parecia não ter fim. Seus pés, sentiu, não se apoiavam em chão firme, mas também não estava flutuando, conseguia estranhamente caminhar sobre o nada. Ele já estava se acostumando com os saltos no tempo e outras coisas pitorescas pertencente à épocas que não eram a dele, porém aquilo conseguia ser muito mais peculiar.

Depois de algum tempo caminhando, mesmo com a sensação de não estar saindo do lugar e se perguntando onde estaria, Frido avistou uma figura bem ao longe a sua frente. Com um passo a distância entre eles diminuiu pela metade.

- Opa! - pensou, arregalando os olhos e ficando ainda mais confuso.

Hesitante, deu mais um passo em direção ao que lhe parecia agora ser uma mulher idosa. Suas distâncias eram agora pouco menos de um metro, Frido poderia alcançá-lo agora se esticasse seu braço. Sim, alcançá-lo, já que a figura agora lhe parecia um homem jovem, apesar de estar de costas.

- Errm... Com licença, mas onde estamos? - perguntou ao homem misterioso.

Frido se espantou ao perceber que nenhum som parecia ter sido produzido pela sua pergunta, era como se a indagação tivesse apenas se propagado em sua mente.

O homem se virou para Frido, e como se não fosse possível se espantar mais, viu que o homem não tinha rosto.

- O que é você? - gritou Frido dando um passo para trás, o que fez com que se afastasse dezenas de metros.

Frido achou ter visto uma reação de zombaria no rosto da figura, que agora já se parecia com uma velha novamente, o que não fazia sentido para Frido, já que a velha também não tinha rosto. E em um instante a figura já estava próxima a Frido, voltando a ser um homem.

- Eu, senhor Friedrich Von Marko, sou o Tempo e estamos no que vocês humanos chamariam de 12º dimensão.

Frido não conseguiu esboçar reação nenhuma, estava tão confuso que conseguiu apenas balbuciar algo totalmente incompreensível.

- Apesar de viver esse momento, e todos os outros, eternamente, eu ainda não consigo compreender como você veio parar aqui Frido. Tem certas nuances da realidade que nem eu sou capaz de perceber.

Frido estava petrificado pela confusão, não conseguia estabelecer um simples pensamento, não conseguia formular uma simples frase para dizer. Tudo aquilo era totalmente incompreensível.

- Para mim, nós já tivemos essa conversa Frido, e eu sei que você não conseguirá dizer nada. Uma pena, pois eu sei que você tem muito para perguntar, mas eu posso te responder que você não é capaz de me alterar. Eu já aconteci, estou acontecendo e vou acontecer infinitas vezes e, não há nada que você ou ser algum possa fazer para me impedir. Adeus.

Frido começou a se sentir estranho, sabia que estava na hora de outro salto temporal. Continuava congelado, e um sentimento de fracasso logo começou a tomar conta de seu corpo. Desapareceu, e em um instante estava de volta ao jardim onde acordou pela primeira vez ao viajar no tempo. Ficou pensativo por um tempo, sendo surpreendido por uma voz.

- Friedrich Von Marko, você está preso em nome da A.G.E.N.C.I.A do Tempo!

7 MATERIAL DE APOIO PARA TRABALHAR O TEXTO EM SALA

Os episódios selecionados têm o potencial de gerar discussões envolvendo ética e valores, através da reflexão sobre dilemas morais neles presentes, além dos conceitos físicos relativos ao conteúdo de Física Nuclear.

Sugere-se que o professor leia o artigo Ensinando Ética (Nunes-Neto e Conrado, no prelo), que apresenta um resumo sobre as principais categorias éticas e da ontologia moral, que servem como norteadoras para as propostas de discussão deste trabalho. Mas isso não se faz essencialmente necessário, já que as principais categorias já se encontram resumidas brevemente no material abaixo.

7.1 A Fazenda

Neste trecho busca-se humanizar a figura do cientista, mostrando uma conversa movida por egos e vaidades. Num primeiro momento, vemos os cientistas consternados pelo fato de os norte-americanos terem obtido sucesso na construção da bomba, mostrando que a ciência alemã, antes motivo de muito orgulho, não era tão avançada quanto achavam. Num segundo momento, temos uma certa briga de egos entre os cientistas, já que parecia que alguns cientistas se achavam superiores aos outros, o que tornaria a colaboração plena entre eles impossível.

Aqui vemos um pouco da visão nazista de que a ciência alemã era superior a de outras nações, sobretudo as ciências experimentais que ganharam um ar de Ciência Nacionalista durante o governo nazista. Podemos encaixar esse episódio em duas categorias citadas por Nunes-Neto et. al, o Antropocentrismo Seletivo e o Individualismo.

O antropocentrismo seletivo consiste em considerar apenas um subconjunto dos seres humanos, normalmente, aqueles com características semelhantes ao próprio agente moral, ou aqueles pertencentes a um grupo que exerce algum domínio sobre os demais. (NUNES-NETO et. al, no prelo, p. 14)

Assim como todo o ideal nazista de superioridade ariana, a concepção de uma ideia de ciência alemã, superior a todas as outras pode ser facilmente analisada do ponto de vista do antropocentrismo seletivo, atribuindo-se um valor superior intrínseco pelo simples fato de os cientistas serem alemães.

Além disso, vemos uma breve discussão, em que há uma provocação pelo fato de alguns cientistas se acharem melhores do que outros e por isso a colaboração com o grupo ficou prejudicada. Aqui temos uma visão mais egoísta e individualista do cientista, quando há a desconsideração de qualquer outro agente moral que não seja ele mesmo. Quando o individualista

se vê obrigado a colaborar com outros indivíduos ele se vê em conflito, tendo que depender de pessoas tidas por ele como menores.

Esta situação expõe assim uma contradição interna do próprio egoísmo ético: o egoísta precisará, para sua própria sobrevivência, colaborar, mesmo que minimamente, e, assim, em algum grau, considerar moralmente algum outro: inevitavelmente, ele violará sua própria ontologia moral individualista e egoísta. (NUNES-NETO et. al, no prelo, p. 13)

7.2 Caro senhor presidente...

Esse episódio se mostra interessante por destacar a figura do cientista como uma pessoa com posições políticas. Einstein sempre se mostrou uma pessoa pacifista e adepta do diálogo, mesmo tendo sofrido repressão na academia alemã por ser judeu, mas esse episódio o coloca como uma figura ativa na guerra, sendo sua carta, determinante para a criação do Projeto Manhattan. Einstein ainda contribuiu para a Marinha Americana, sendo um “consultor científico” no desenvolvimento de diversas tecnologias.

Einstein se considerava um socialista e pacifista, mas nunca se associou a qualquer partido político, embora ele tenha emprestado seu nome para diversos movimentos pacifistas. (ROTBLAT, 1979, p. 21, tradução livre)

Apesar de pacifista, Einstein se viu obrigado a participar ativamente da guerra ao enviar a tal carta. Podemos inferir a esse episódio uma visão mais utilitarista de sua parte, já que ele está traindo seus próprios valores para obter um bem maior, impedir que a Alemanha nazista ganhasse a guerra.

7.3 O pai da bomba

Neste trecho, procura-se brincar com a questão de os cientistas serem costumeiramente nomeados como pais de suas teorias ou criações. Diferentemente de diversos outros cientistas, como Einstein, o “pai da relatividade”, Oppenheimer sempre carregou o estigma de ser o pai da bomba e o peso das milhares de mortes causadas pelas bombas de Hiroshima e Nagasaki.

As correntes modernas da HFC, buscam desconstruir a figura do cientista como gênio solitário, pai de suas descobertas. Visa-se mostrar que a ciência é uma construção social, e que o cientista depende de diversas outras pessoas para desenvolver o seu trabalho. O episódio de Oppenheimer mostra bem isso, já que apesar do Projeto Manhattan ser constituído por milhares de outras pessoas, dentre eles militares, cientistas e demais colaboradores, esse fardo negativo sempre foi colocado sobre suas costas.

7.4 Divide por 4, sobram 5. Multiplica por epsilon...

“Divide por 4, sobram 5. Multiplica por Epsilon. . .” reimagina o que teria levado Heisenberg ao seu famoso erro da conta, já mencionado anteriormente.

Tal erro sempre gerou controvérsia na comunidade de historiadores da ciência, pois nunca se chegou a um consenso sobre os reais motivos de Heisenberg ter errado tal cálculo, já que ele era um dos maiores especialistas em energia nuclear da Europa. Uma das interpretações, reforçada pela peça Copenhague, é que Heisenberg tenha errado deliberadamente para impedir que os nazistas utilizassem um armamento com tamanho poder de destruição. Já a outra interpretação, com base nos diálogos de FarmHall e nos trabalhos de Cassidy, apontam que Heisenberg não errou de propósito, sendo apenas um equívoco devido às limitações técnicas do projeto nuclear alemão.

Podemos também, no trecho de Heisenberg, discutir algumas questões éticas e morais. Se optarmos por adotar a interpretação de que Heisenberg errou por não querer que os nazistas possuíssem uma bomba nuclear, podemos encaixar essa ação na ética utilitarista, já que ele estava disposto a trair o seu próprio nacionalismo por um bem maior. Pela interpretação de que ele não estava interessado em participar do projeto armamentista e que queria apenas ter subsídios para a sua pesquisa na área nuclear, podemos categorizá-lo como tendo uma visão mais egoísta e individualista, se importando apenas com os resultados de sua pesquisa, mesmo que isso causasse a vitória alemã na guerra.

7.5 Perspectivas futuras

Infelizmente devido à quarentena não foi possível testar essa proposta em sala de aula. Por mais que as escolas estejam em regime de aulas online, a paralisação das aulas no início da quarentena fez com que as escolas focassem em recuperar o tempo perdido com os conteúdos regulares, se fechando para conteúdos alternativos, inclusive estágios.

Ainda penso em aplicar a proposta em sala, talvez quando estiver trabalhando como professor, ou em alguma parceria durante o meu possível futuro mestrado, ainda que no mestrado vou optar por narrativas com um tom mais sério, sem levar tanto pro humor.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não ter sido discutido durante a sugestão de trabalho, o material didático pode ser utilizado para apresentar os conceitos físicos da Física Nuclear, muitos deles estão presentes de forma implícita em alguns trechos do texto.

O foco do material tendeu mais para discussões sobre aspectos externalistas sobre o desenvolvimento científico, o que não exclui a possibilidade de discussão sobre aspectos internalistas, presentes em trechos como “A Fazenda”.

Algumas referências e argumentos do trabalho foram pensados para um trabalho de pesquisa, já que havia a perspectiva, pré pandemia, de aplicar o material em sala de aula, o que acabou não acontecendo. Não houve da minha parte a percepção de que alguns pontos não estão muito bem articulados com o material didático apresentado ao final, muito bem apontados pela banca durante a defesa do TCC, o que fez com que o trabalho possa parecer estranho, o desenvolvimento do trabalho não foi focado em pesquisa e sim na criação de um material didático.

Toda a minha pesquisa, desde os grupos de estudo até a finalização deste trabalho, seguramente vão influenciar minhas pesquisas futuras, em especial no mestrado, em que poderei me aprofundar melhor nas questões e aspectos apontados neste trabalho, principalmente no que diz respeito à Narrativas Históricas e Storytelling, que seguirão sendo o meu principal objeto de pesquisa, assim como em aspectos sobre historiografia e filosofia da da ciência. o

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino de física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático. *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.
- BAGDONAS, Alexandre. História da ciência para o ensino de física como cultura: debates sobre a neutralidade da ciência no período entreguerras. In: Martins, André Ferrer. (Org.). *Física, Cultura e Ensino de Ciências*. 1ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019, v. , p. 195-214.
- BARROS, José D.'Assunção. *Fontes históricas: introdução aos seus usos historiográficos*. Editora Vozes, 2019.
- BASSALO e CARUSO. *Oppenheimer*. São Paulo: Livraria da Física, 2016.
- BERNSTEIN, Jeremy. *Hitler's uranium club: the secret recordings at Farm Hall*. Springer Science Business Media, 2013.
- CASSIDY, David C. *Beyond uncertainty: Heisenberg, quantum physics, and the bomb*. Bellevue Literary Press, 2010.
- CARDOSO, L. F. M. Versão brasileira da peça de teatro Copenhague (de Michael Frayn) para fins didáticos, *Revista Hipótese*, Itapetininga, v. 1, n.1, p. 109-174, 2015.
- EGAN, Kieran. *The educated mind: How cognitive tools shape our understanding*. University of Chicago Press, 1997.
- GIROD, Mark. *A conceptual overview of the role of beauty and aesthetics in science and science education*. 2007.
- HADZIGEORGIOU, Yannis. *Imaginative science education: The central role of imagination in science education*. Springer, 2016.
- HADZIGEORGIOU, Yannis. Teaching the nature of science through storytelling: some empirical evidence from a grade 9 classroom. *SFU Educational Review*, v. 10, n. 2, 2017.
- MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho.. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das ciências e seu uso na educação. Pp. xvii-xxx, in: SILVA, Cibelle Celestino (org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006 (a).

- NUNES-NETO, N.F. CONRADO, D.M. Ensinando Ética. Educação em Revista. no prelo.
- PEREIRA, Johnnie Richard. J. R. Oppenheimer e o Projeto Manhattan: Dilemas éticos sobre a relação entre física e sociedade em um jogo digital. Relatório do Programa de Iniciação Científica Voluntária (PIVIC), Edital PRP No 05/2017, PVDCC97-2016, UFLA. Orientação: Alexandre Bagdonas, 2016.
- POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Porto Alegre: Artmed, v. 5, p. 5, 2009.
- PUGH, Kevin J.; GIROD, Mark. Science, art, and experience: Constructing a science pedagogy from Dewey's aesthetics. *Journal of Science Teacher Education*, v. 18, n. 1, p. 9-27, 2007.
- ROTBLAT, Joseph. Einstein the pacifist warrior. *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. 35, n. 3, p. 21-26, 1979.
- ROZENTALSKI, Evandro Fortes. Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química. 2018. Tese (Doutorado em Ensino de Química) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- SABKA, Diego Ricardo. Uma abordagem CTS das máquinas térmicas na revolução industrial utilizando o RPG como recurso didático. 2016.
- SAER, Juan José; MACHADO-TRADUÇÃO, Luís Eduardo Wexell. O conceito de ficção. *FronteiraZ. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Literatura e Crítica Literária*, n. 9, p. 320-325, 2012.
- SANTOS, Vanderson de Sousa. Werner Heisenberg e o projeto nuclear nazista: Dilemas éticos sobre a relação entre física e sociedade em um jogo digital. Relatório de Iniciação Científica FAPEMIG, Edital PRP N° 06/2017 - PIBIC/FAPEMIG. PVDEX126-2017, UFLA. Orientação: Alexandre Bagdonas, 2017.
- SCHIFFER, Hermann; GUERRA, Andréia. A utilização de narrativas históricas na construção do conceito de energia: um estudo de caso. Encontro Nacional de Pesquisadores em Ensino de Ciências, Campinas. VIII ENPEC-I CIEC, 2012.
- SCHIFFER, Hermann; GUERRA, Andreia. Problematizando práticas científicas em aulas de Física: o uso de uma história interrompida para se discutir ciência de forma epistemológica-contextual. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 95-127, 2019.
- STRATHERN, Paul. Oppenheimer e a bomba atômica. Trad. Maria Helena Geordane. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 1998.
- ZANETIC, João; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. A propósito do Artigo de B. Hessen

sobre o “Principia” de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Sao Paulo, v. 6, n. 1, p. 33-36, 1984.

ZANETIC, João. *Física também é cultura*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1989.

ZIMAN, John. The rationale for STS is in the approach. In J. Solomon G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21 – 31). New York: Teachers College Press, 1994.